

8/2/1921/Collection OK.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

2706 (493) B1

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.

Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME VIII. — JUILLET 1895

(DIX-NEUVIÈME ANNÉE; TOME XXXVIII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

(Société anonyme)

Oscar SCHEPENS, Directeur,

16, RUE TREURENBERG, 16

THE
LIBRARY
OF THE
MUSEUM OF
COMPARATIVE ZOOLOGY
AND ANATOMY
HARVARD UNIVERSITY

RECEIVED, 1912, 10 10 12

2-85-412 Aug 3

L'INTELLIGENCE

ET LES LOBES FRONTAUX DU CERVEAU.

Il en est des préjugés comme de certains mauvais drôles : ils ne meurent pas, il faut les tuer. Produits de l'ignorance et d'autant plus tenaces qu'ils sont aveuglés, ils accaparent l'opinion, l'égarent à plaisir et s'y fortifient si bien qu'ils résistent aux démonstrations de la science comme aux arguments de la philosophie, et semblent tout-puissants et indéracinables, tout en n'ayant pas de fondement dans les faits.

Mais ne vous fiez pas aux apparences. Ces préjugés, qui constituent d'insupportables obstacles au progrès, ne sont pas aussi solides qu'on le croit. La lumière de la vérité en a tôt ou tard raison : il suffit de la diriger avec intelligence, avec suite et persévérance, sur le plus vieux des préjugés pour le voir s'éteindre et disparaître, comme la neige fondant aux rayons du soleil.

Parmi les préjugés qui obsèdent depuis longtemps l'esprit des profanes et même celui des savants, et qui contrarient gravement les progrès de la cérébrologie, il faut signaler en première ligne celui qui localise l'intelligence dans les lobes antérieurs ou frontaux du cerveau. Il a pris une place prépondérante dans l'opinion et dans la science ; et son importance excessive exige qu'on le combatte avec vigueur et qu'on en fasse bonne et décisive justice.

I

Avant d'examiner les faits sur lesquels on a prétendu appuyer la *localisation cérébrale de l'intelligence*, est-il besoin de remarquer que cette localisation est philosophiquement impossible? L'intelligence est une faculté de l'âme, une faculté *spirituelle*, ce n'est pas une fonction organique. Elle ne saurait donc *se localiser* dans un *organe*, cet organe fût-il le cerveau ou l'un quelconque de ses lobes. Telle est l'observation préalable qui s'impose, qu'il n'est pas permis de taire.

Aucun philosophe, digne de ce nom, ne songe à localiser l'intelligence, à lui chercher un siège organique. Pourquoi? Parce que cette faculté est supérieure à la matière et qu'elle ne saurait être assimilée à une fonction du corps. Les matérialistes seuls, qui confondent sans cesse l'*idée* et l'*image*, l'*intelligence* et la *sensation*, s'ingénient à méconnaître la nature spirituelle de la pensée et y voient simplement une sécrétion nerveuse, un produit cérébral.

Ce n'est pas un philosophe qui a dit : *Le cerveau sécrète la pensée comme le foie sécrète la bile*, c'est un savant bien connu par son intransigeance athée, c'est Carl Vogt. Et le sentiment qu'il a exposé là avec une brutale franchise est partagé par le plus grand nombre des savants voués au culte de la matière et nettement sensualistes. Beaucoup cependant ont la pudeur ou, si l'on veut, le tact de ne pas l'exprimer tout haut, soit parce qu'il n'est pas soutenable sur le terrain des faits, soit parce qu'il blesse des convictions respectables et une tradition séculaire. Mais, au fond des esprits, la proposition de Carl Vogt garde sa valeur, son empire, et résume bien l'erreur commune qui confond l'intelligence et la sensation.

Ceux qui n'ont pas voulu s'en contenter et qui, pour se singulariser, ont prétendu lui substituer une formule plus

nette, plus audacieuse, n'ont réussi qu'à se rendre ridicules. Témoin notre confrère de Bordeaux, le docteur Tissié, bibliothécaire universitaire à la Faculté de médecine, qui a imaginé cet étonnant aphorisme : « Le cerveau est un organe comme un autre : *il digère la pensée* (1). » Que le cerveau soit un organe comme un autre, c'est notre avis, c'est l'avis général ; mais est-ce bien l'avis de M. Tissié ? On en douterait vraiment, car un organe qui digère son prétendu produit n'est pas ordinaire et mérite une place à part en physiologie. Cette pauvre pensée, qui nous élève si haut dans la hiérarchie des êtres, aurait droit, ce nous semble, à un meilleur sort : à peine éclore, elle est désagrégée, réduite par l'organe cérébral, elle est en quelque sorte dévorée par son père...

Laissons à l'estomac les glandes de la digestion. M. le Dr Tissié se trompe certainement : sa pensée n'est pas digérée, et le cerveau est un organe comme un autre.

Mais, si le cerveau est un organe comme un autre, il n'est pas à la fois l'organe de la sensibilité et celui de la pensée. Un organe sert *une* fonction, et non pas deux. Et nous voilà ramenés à la thèse favorite des matérialistes qui regarde la *pensée* comme étant de même genre et de même espèce que la *sensation*. Le cerveau *qui sent* est-il le cerveau *qui pense* ? L'organe nerveux qui préside aux mouvements et aux sensations produit-il aussi les idées, les jugements, les raisonnements ? Voilà la question qui se pose. La philosophie l'a toujours résolue par la négative, et la science la résoudra de même, quand elle voudra la considérer de près et sans parti pris.

Il y a un contraste incontestable entre la sensation et l'idée pure, et ce contraste est d'autant plus frappant qu'on s'élève plus haut dans l'essor de la pensée. L'objet de la sensation est nécessairement matériel et étendu, tandis que la pensée abstraite ne saisit que des objets intangibles.

(1) *Les Rêves*, 1890, p. 204.

Le *cercle* que je conçois, par exemple, n'existe dans mon esprit qu'à la condition expresse de faire abstraction de tout diamètre, de toute étendue. Ma main dessinera aux yeux un cercle donné, un triangle défini, mais ne dessinera pas le cercle idéal, le triangle en général. L'objet de la pensée n'est donc pas matériel, étendu, comme celui de la sensation.

La sensation se figure les objets d'une manière étendue, tandis que la pensée est exclusive de toute forme sensible. Un livre a une forme, a un dos, une face, des tranches, un haut, un bas. Mais une idée abstraite n'a ni droite, ni gauche, n'est ni ronde, ni carrée, et échappe à toute définition sensible.

Enfin il est incontestable qu'affectés par les sensations, des organes étendus ne sauraient l'être directement par la pensée inétendue, spirituelle. Un savant philosophe, M. l'abbé Farges, a bien fait valoir cet argument dans une page qu'on nous permettra de citer. « Si je puis admettre, écrit-il, qu'un organe matériel et étendu est affecté par un mode extensif, tel que la sensation, il m'est impossible de le supposer affecté par un mode inétendu, tel que la pensée pure. De fait, si ma conscience m'atteste que mes nerfs sentent, elle ne m'atteste nullement qu'ils pensent ; et ce silence est un aveu significatif. Je puis déterminer le point précis de ma main, entre le pouce et l'index, qui souffre d'une brûlure ; il m'est impossible de dire le lieu que pourrait occuper l'idée de justice ou de vertu, et de lui assigner la dimension d'un centimètre carré, ni d'un millimètre cube. La localisation est ici impossible. Si je localise dans la tête et même dans les lobes frontaux l'*effort* du travail intellectuel, c'est qu'il est un phénomène de l'ordre sensible et mixte ; cet effort s'exerce en effet sur les données des sens et principalement sur les représentations sensibles de l'imagination, lesquelles peuvent être localisées dans l'écorce cérébrale, et probablement dans les lobes frontaux. La pensée pure se forme par

abstraction des images sensibles, qui sont pour ainsi dire les matériaux de nos conceptions intellectuelles, et le travail intellectuel se trouve étroitement associé au travail des sens et des organes sensibles. La pensée pure ne saurait être par elle-même localisée dans un organe, elle ne revêt aucune forme extensive et ne représente que des objets simples et inétendus. En un mot, toutes les raisons qui nous ont fait admettre un élément matériel dans le sujet sentant, nous font défaut et nous manquent absolument lorsqu'il s'agit du sujet de la pensée pure. Il est donc immatériel; ce n'est donc pas le cerveau qui pense (1).»

La spiritualité de l'intelligence est incontestable, mais les moyens de la démontrer sont très variés et de valeur très inégale. Aux savants que la démonstration précédente, sous sa forme indirecte et négative, ne satisfait pas, on oppose d'habitude l'enseignement de la conscience, et c'est là que réside indubitablement la force inexpugnable du spiritualisme. Mais il faut s'entendre, et ne pas accepter aveuglément tous les faits de conscience comme des preuves de l'esprit.

Quand l'esprit se replie sur lui-même, dans son for intérieur, il n'a pas de peine à constater son *unité*, sa *simplicité*, son *identité*. Tandis que le corps est soumis, dans toutes ses parties, à un changement perpétuel, à une rénovation continue, l'esprit reste identique, toujours le même : au milieu et en dépit du *tourbillon vital*, le *moi* ne change pas et demeure invariable. Il est aussi simple, un, indivisible, alors que tout ce qui nous entoure est multiple, étendu, divisible. Tous les philosophes insistent sur cette opposition qu'ils jugent caractéristique et concluent : pour le corps, l'étendue, la multiplicité, la variabilité; pour l'esprit, l'unité et la simplicité.

Le partage est-il aussi radical qu'on le suppose? Nous

(1) Farges, *Le Cerveau, l'âme et les facultés*, pp. 77-78.

ne le croyons pas, et nous avons montré dans un de nos ouvrages (1) à quelle illusion dangereuse se laissent aller ceux qui placent sur une base aussi fragile la spiritualité de l'intelligence. La *simplicité* n'est pas la *spiritualité* ; et si l'unité n'est pas contestable dans l'âme humaine, il est impossible de ne pas la voir aussi dans l'âme des bêtes et dans les corps matériels. Quant à l'*identité*, elle n'est pas spéciale à l'âme humaine, elle se retrouve dans les organismes animés. De plus, « qui nous donne la conscience de l'identité, sinon *la mémoire*? Or *la mémoire*, qui nous est commune avec les bêtes, est une *fonction organique, matérielle* ; et son identité ne faisant doute pour personne, que devient la fameuse preuve de la spiritualité intellectuelle? »

La preuve invincible de l'esprit se tire de la nature de nos concepts. La caractéristique de notre pensée, c'est l'universalité et la nécessité de son objet. C'est là ce qui distingue les premiers principes de la raison et les conceptions les plus simples de l'intellect, comme la notion de l'être et la notion de chaque nature d'être. Or l'universalité exige l'immatérialité de la substance pensante.

La matière, même vivante, n'a pas, ne saurait avoir l'universalité. Toute matière en effet est étendue, a une forme sensible. Or tout ce qui est étendu est figuré, limité, déterminé, et cette individualisation nécessaire est absolument contraire à l'universalité. Un organe étendu ne saurait porter ni comprendre l'universel. Donc la pensée n'a pas d'organe, n'est pas corporelle, donc elle est spirituelle.

Cette démonstration est aussi solide qu'ancienne, elle a subi de nombreuses attaques, mais n'a jamais pu être renversée ; elle suffit à la thèse spiritualiste. Elle est admirablement corroborée par l'enseignement de l'anatomie et de la physiologie cérébrales ; et les savants qui

(1) *Éléments de psychologie*. Paris, Masson, 1894, pp. 76-77.

ne voudraient pas se rendre à l'évidence de la vérité philosophique doivent s'incliner devant celle des faits tangibles.

Il y a entre les deux cerveaux simien et humain une similitude morphologique frappante, que nous avons déjà eu l'occasion de faire valoir (1) et qui nous paraît d'une importance capitale. L'homme et le singe, au seul point de vue anatomique, se ressemblent d'une façon singulière. L'identité de leurs cerveaux est particulièrement remarquable. Les anciens auteurs s'étaient ingéniés à trouver entre eux des différences assez accentuées, assez importantes pour créer, en notre faveur, une véritable caractéristique ; mais ces prétendues différences ont été successivement contestées ou réduites à rien par des observateurs plus exacts, et il faut aujourd'hui reconnaître que les cerveaux simien et humain ne se distinguent l'un de l'autre par aucun caractère de conformation ou de structure, mais seulement par le poids et le volume, qui n'ont pas de valeur essentielle.

Semblables anatomiquement, ces organes doivent nécessairement l'être physiologiquement ; et la récente *doctrine des localisations*, admise et professée partout, a définitivement fixé leur rôle. Le cerveau est un organe de sensibilité et de mouvement ; sa surface corticale est semée de *centres sensitifs* et *moteurs* dont l'action est chaque jour vérifiée par l'expérimentation et la clinique. Toutes ses parties, et particulièrement, comme nous allons le voir, la région frontale, ont été explorées, étudiées, et sont maintenant connues : *aucune place n'y est laissée à l'intelligence*. Celle-ci, n'ayant pas d'organe, n'est pas une fonction, n'est pas corporelle, donc elle est spirituelle.

Après une telle preuve, une seule question subsiste :

(1) Voir notre livre : *Le Problème cérébral*. Paris, Masson, 1892, chap. XVIII : *Le Singe et l'homme*, pp. 236-246.

Les cerveaux simien et humain sont semblables, ont des fonctions identiques. Les deux « intelligences » se ressemblent-elles? Sont-elles même analogues, comparables? Est-il permis, en présence des observations multiples qu'apportent les naturalistes, de confondre l'instinct si remarquable du singe avec l'intelligence humaine?

Poser la question, c'est la résoudre.

II

Revenons, après cette digression nécessaire, à l'antique et regrettable préjugé qui localise l'intelligence dans les lobes frontaux du cerveau, et constatons tout d'abord qu'il a de profondes racines dans l'opinion.

Le sentiment vulgaire est obstiné et invariable. C'est toujours à la partie antérieure du cerveau, derrière le front, qu'il place l'intelligence. C'est là, selon lui, que réside l'esprit; c'est là qu'il exerce ses merveilleuses facultés. Ne cherchez pas la raison de ses préférences. Le sentiment n'obéit pas à la logique, il répond à l'instinct.

Quand, dans le feu de la conversation, on cherche un mot, une idée, où s'adresse-t-on? Au front, que l'on frappe de la main comme pour l'en faire sortir. L'intelligence semble présente au-delà de cette mince muraille osseuse, dans les lobes frontaux; et on ne craint jamais, dans l'embarras, de lui faire appel. Quand elle vient à se troubler et à défaillir chez le fou, chez l'idiot, on n'hésite pas sur le siège du mal: on croit que le cerveau antérieur est atteint et fait faillite. Et si les extravagances d'un original vous surprennent, les plus indulgents sont là pour vous montrer discrètement le front comme l'origine et la cause de ses excentricités et de ses folies.

Non seulement on localise l'intelligence dans le front, mais on ne craint pas de comparer ces deux facteurs si dissemblables et de les proportionner l'un à l'autre. Le

développement de l'intelligence suivrait celui du front. Plus le front est élevé, plus son heureux porteur doit être intelligent. Un front large et droit est synonyme, pour la foule, de *front intelligent* ; et vous ne sauriez faire un plus grand plaisir à une mère qu'en exaltant la grosse tête ou en vantant le beau front de son bambin. Sans doute, tous les bébés à forte tête ne sont pas intelligents, et la grandeur de l'esprit n'est pas mesurable ; mais on ne raisonne pas avec un préjugé, et il est si doux de l'épouser quand il est flatteur, que les mamans sont excusables. On sait des penseurs qui ont le front bas, fuyant, oblique, et qui n'en sont pas moins éminents ; mais l'opinion est si bien captivée qu'elle ne voit dans leur cas qu'une exception confirmant la règle et qu'elle persiste à mesurer la valeur d'un homme à la hauteur de son front.

Quelque puissant qu'il soit, le sentiment vulgaire n'en a jamais imposé aux esprits réfléchis ni aux observateurs, et il y a longtemps qu'un éminent philosophe, M. Paul Janet, en a fait une excellente critique. « Le sens intime, dit-il, nous fait localiser la pensée dans la partie antérieure de la tête : c'est là, en effet, et ce n'est pas par derrière, que nous nous sentons penser. Il s'agit là d'un phénomène très complexe, *qui n'a peut-être pas toute la valeur que l'on pourrait croire*. En général, les localisations subjectives sont pleines d'incertitude. On sait que les amputés souffrent dans les organes qu'ils ont perdus ; on sait que les lésions des centres nerveux se font sentir aux extrémités. Ce qui est plus décisif encore et se rapporte de plus près au fait en question, c'est que, d'après les phrénologues (et en cela les physiologistes leur donnent raison), les affections, les émotions, les passions ont leur siège dans le cerveau : or il ne nous arrive jamais de les localiser là ; nous n'avons pas conscience d'aimer par la tête, *mais par le cœur*. — Ce n'est cependant pas dans le cœur qu'est le siège de l'affection. Si donc nous nous trompons en localisant dans le cœur les affections qui n'y

sont pas, nous pouvons nous tromper en localisant la pensée dans la partie antérieure du cerveau (1). »

On ne saurait mieux dire, et l'erreur populaire serait vite dissipée si elle n'avait à son service une science sectaire. Les savants matérialistes, qui ne se rendent ni à la logique ni à l'évidence, ont hardiment épousé l'opinion vulgaire, non pas parce qu'elle est vérifiée, mais parce qu'elle sert leurs desseins et corrobore leur thèse. Malheureusement pour eux, les faits sont plus forts que toute théorie.

Longtemps le cerveau, rebelle à l'expérimentation, a été considéré dans son ensemble comme l'*organe de la pensée*. C'était l'époque où cet amas de matière nerveuse, décourageant les efforts des plus hardis physiologistes, n'appelait plus que leurs hommages. Le cerveau était vénéré comme le *sanctuaire de l'âme* : nul n'osait y porter une main sacrilège, et tous, jusqu'aux spiritualistes, y voyaient le foyer mystérieux de l'intelligence (2). Le docte Flourens associait dans sa doctrine l'*organe intellectuel* à l'*intelligence animale* sans unir ces couples hybrides et sans les expliquer. Le professeur Longet écrivait : « Chacun admet, comme une vérité incontestable, que l'encéphale préside aux phénomènes intellectuels et moraux. » Et les adversaires du matérialisme s'inclinaient respectueusement devant l'*organe* compliqué de la pensée.

L'idole ne fut renversée de son piédestal qu'en 1870 par la mémorable découverte des *centres moteurs*, base de la grande doctrine des localisations cérébrales ; cette doctrine découronnait l'organe nerveux et le ramenait à son véritable rôle, qui est de présider à la sensibilité et au mouvement.

Un professeur distingué de la Faculté de Paris, Bécларd, écrivait encore il y a vingt-cinq ans : « Quant à distinguer

(1) *Le Cerveau et la pensée*, pp. 121-122.

(2) Nous avons longuement étudié cette curieuse phase de l'histoire scientifique dans notre livre *Le Cerveau*, pp. 147-177.

dans les hémisphères cérébraux les parties qui président à la sensibilité et celles qui président au mouvement, nous n'avons aucun moyen expérimental d'y parvenir. Dans les hémisphères, la substance nerveuse cesse d'être conductrice : elle devient *organe de perception et de volition* (1). »

On peut juger par cette seule citation non seulement du matérialisme extravagant de nos anciens maîtres, mais encore des progrès aussi merveilleux que rapides de la cérébrologie. Aujourd'hui le cerveau apparaît à tous comme un organe de sensibilité et de mouvement, les *centres* se multiplient de plus en plus dans son écorce, et la *doctrine des localisations* règne en maîtresse dans les écoles, enseignée par les matérialistes les plus décidés, notamment par le D^r J. V. Laborde qui, dans son récent traité de physiologie, lui consacre près de cent pages (2).

À la bien considérer, la doctrine nouvelle est décourageante, désastreuse pour le matérialisme naguère encore triomphant ; elle donne un démenti formel à sa thèse et présage sa ruine prochaine. Mais nos savants, impuissants à réagir contre le courant des faits, cherchent à s'en accommoder de leur mieux : ou bien ils attribuent aux centres découverts le nom présomptueux de *centres psychiques*, ou bien ils localisent à part l'intelligence dans des centres imaginés à plaisir.

L'hypothèse des *centres psychiques* ne résiste pas à l'examen. Tous les *centres moteurs et sensibles* ont été vérifiés expérimentalement chez l'animal, cliniquement chez l'homme, se retrouvent identiques chez l'un et chez l'autre, et rien n'autorise à les qualifier de *centres psychomoteurs* ou *centres psycho-sensibles*. L'intelligence est une faculté à part et ne saurait être comparée avec le mouvement déterminé d'un muscle que provoque l'excitation

(1) *Traité élémentaire de physiologie humaine*, 6^e éd., 1870, p. 1065.

(2) *Traité élémentaire de physiologie*, 1892, pp. 271-369.

d'un centre ou avec la paralysie causée par la destruction d'un autre centre.

Les *centres moteurs et sensitifs* prennent une place grandissante dans l'écorce cérébrale, ils accaparent déjà tout le lobe occipital, le lobe pariétal, la partie postérieure du lobe frontal. Mais on ne les retrouve pas partout. L'intelligence ne résiderait-elle pas dans la partie qui reste dépourvue de centres, dans la moitié antérieure du lobe frontal? Voilà la question qui surgit d'elle-même et qu'il nous faut examiner et résoudre.

Certains savants n'éprouvent pas la moindre hésitation à se prononcer. Pour eux, l'intelligence est spécialement cantonnée dans les lobes frontaux. Le D^r Topinard, par exemple, écrit : « Le lobe frontal, *si important pour l'homme, puisque c'est en lui que résident ses plus hautes facultés* (1)... » Le D^r Laborde semble partager ce sentiment, tout en étant beaucoup plus obscur : « Le lobe frontal, dit-il, constitue ce qu'on a appelé le *cerveau antérieur, appellation qui marque une distinction physiologique importante, en ce qui concerne les attributs fonctionnels des facultés supérieures ou intellectuelles* (2). » La plupart des auteurs ne sont pas aussi affirmatifs, n'ont pas cette hardiesse presque outreucidante en face du mystère cérébral, mais beaucoup croient quand même à la *sécrétion de la pensée* par la matière nerveuse et à la prééminence fonctionnelle des lobes frontaux sur toutes les autres parties de l'encéphale. Examinons successivement les arguments dont s'appuie leur hypothèse.

III

La valeur du lobe frontal est incomparable aux yeux de certains savants, et démontrée, nous disent-ils, d'une manière frappante par l'étude de la série animale. Plus

(1) *L'Anthropologie*, 2^e éd., 1877, p. 109.

(2) *Op. cit.*, p. 204.

on s'élève dans la hiérarchie des êtres, plus on voit le lobe frontal grandir, se développer et comme remplir la cavité crânienne. Et ces auteurs, affirmant que l'intelligence suit la même progression, concluent nettement à sa localisation dans l'extrémité antérieure du cerveau.

La *méthode des pesées*, qui a eu une si grande vogue autrefois en cérébrologie, est aujourd'hui jugée et condamnée ; nous en avons montré les lamentables résultats dans notre livre sur *Le Cerveau*. Jamais on ne doit juger de la valeur d'un organe par son poids, à *fortiori* d'une intelligence par le poids cérébral. Et il faut un singulier oubli des lois physiologiques pour écrire, comme M. Topinard : « La vérité est que le *poids du cerveau augmente avec l'usage qu'on fait de cet organe, ... avec le degré de l'intelligence.* » Mais il est si commode d'établir une proportion entre l'intelligence et le cerveau, et d'estimer l'esprit... des bêtes au volume de leur cervelle!

L'hypothèse est assurément séduisante, elle n'a jamais trompé les vrais savants : elle ne s'appuie pas sur les faits. Il y a longtemps que Leuret en a fait justice. Si les animaux étaient d'autant plus intelligents que leur cerveau se rapproche davantage du nôtre, avec une région frontale proéminente, les vertébrés devraient d'une manière générale primer tous les autres embranchements. Or il n'en est rien. - Dans l'ordre intellectuel, dit Leuret, passer des insectes aux poissons, ce n'est pas monter, c'est descendre ; dans l'ordre organique, c'est suivre le perfectionnement du système nerveux. En effet, tout ce que nous savons des mœurs, des habitudes, des instincts propres aux poissons, nous oblige à regarder ces animaux comme généralement inférieurs aux insectes, et à les placer fort au-dessous des fourmis et des abeilles, tandis que leur système nerveux, comme celui de tous les vertébrés, offre de nombreux caractères qui le rapprochent

du système nerveux de l'homme (1). » On cite souvent l'exemple du singe, dont le type cérébral est semblable au nôtre ; mais, comme l'observe très judicieusement Lyell, « l'intelligence extraordinaire du chien et de l'éléphant, quoique le type de leur cerveau s'éloigne tant de celui de l'homme, cette intelligence est là pour nous convaincre que nous sommes loin de comprendre la nature réelle des relations qui existent entre l'intelligence et la structure du cerveau (2) ». Les qualités psychiques du singe ont été surfaites, elles ne sont pas assez éminentes pour éclipser celles de nos animaux domestiques, et elles sont vraiment trop inférieures aux nôtres pour justifier la parité cérébrale.

Il est certain que la forme du cerveau ne décide pas de la force intellectuelle et que, liée à la forme du crâne, comme l'a montré Vésale, elle est seulement en rapport avec les conditions spéciales de la vie animale. « Le cerveau et le crâne sont étroits et pointus quand l'animal fouilleur doit se servir de son front et de son museau pour creuser la terre ; larges, au contraire, quand il lui faut, pour se nourrir, pour voir et pour entendre, une large bouche, de vastes yeux, de vastes oreilles, entraînant le reste du crâne dans le sens bilatéral ; développés en arrière, hérissés de crêtes osseuses, lorsque les exigences de l'équilibre ou celles du mouvement nécessitent elles-mêmes une telle forme (3). »

Voilà, formulé par un maître, l'argument de fait qui renverse l'hypothèse matérialiste et met fin au débat ; mais nous sommes déjà édifiés au point de vue doctrinal, n'étant pas de ceux qui confondent l'instinct avec l'intelligence et attribuent aux bêtes l'esprit qu'elles n'ont pas.

Revenons à l'homme, qui seul est intéressé dans la

(1) *Anatomie comparée*, t. I, ch. III, p. 156.

(2) *Ancienneté de l'homme*, in fine.

(3) Lélut, *Physiologie de la pensée*, t. I, ch. x, et *Mémoire sur les rapports de la pensée et du cerveau*.

question présente. Les matérialistes se sont accordés pour prétendre que le développement de son lobe frontal est proportionnel à celui de son intelligence. Plus il y a de matière cérébrale, plus il y a d'esprit : c'est toujours, sous une autre forme, la même thèse aventureuse et inconcevable. Et comme les crânes sont plus faciles à conserver et à étudier que les cervelles, c'est à la boîte osseuse qu'on s'est d'abord adressé pour appuyer la démonstration.

L'ethnographie a été curieusement interrogée, mais n'a pas donné de conclusions favorables. C'est en vain que les matérialistes ont fait valoir le beau front des Européens et l'ont rapproché de celui des Nègres, d'ordinaire bas et fuyant, mettant en contraste l'intelligence réputée des uns avec la stupidité proverbiale des autres. La science ne se contente pas d'une vue superficielle, elle réclame l'examen approfondi des questions. Or les crânes humains étudiés dans leur ensemble ne donnent pas la réponse demandée : le développement du front ne suit pas celui de l'intelligence et est des plus variables dans les différentes races. Aux Nègres d'Océanie, qui ont le front bas, on a pu légitimement opposer les Nègres d'Afrique, qui se distinguent, entre tous les peuples, par leur front droit ou bombé. « Ce qu'on appelle un beau front, c'est-à-dire un front droit ou bombé, déclare M. Topinard lui-même, paraît se rencontrer aussi souvent, sinon davantage, dans les races nègres d'Afrique; la série des Nubiens de M. Broca, si négroïde par le crâne, est spécialement remarquable par la saillie de ses bosses frontales. » Dans ces conditions, nul ne contestant l'infériorité native des Nègres au point de vue psychique, il faut avouer que s'ils ont la bosse frontale, ils n'ont pas la bosse de l'intelligence.

Néanmoins parmi nous, et sous l'influence active des doctrines phrénologiques, le front vertical a été souvent donné comme caractéristique du talent ou du génie.

On trouve cités partout comme exemples d'une telle conformation un grand écrivain et un célèbre naturaliste, Walter Scott et Cuvier. Mais quelques faits isolés et sans lien ne constituent pas la science, et les contradictions ont surgi d'elles-mêmes. Nous avons montré dans un de nos ouvrages (1) que le front fuyant se trouve être l'apanage d'hommes non moins distingués que les précédents, et nous avons rappelé, à la suite des auteurs, le front de Lacépède et celui du général Lamarque.

L'examen comparé des crânes ayant été reconnu insuffisant, celui des lobes cérébraux a tenté à son tour bien des savants, mais il est si délicat et entouré de telles difficultés qu'il a découragé la plupart et n'a pu fournir aux plus persévérants que des résultats insignifiants. Les sections de la matière cérébrale demandent mille précautions, et les plus habiles n'arrivent pas toujours à être exactes ni comparables. Après son maître Broca, le D^r Topinard s'est efforcé de découper l'hémisphère par tranches en suivant autant que possible la division lobaire ; il a obtenu ainsi un lobe frontal, un lobe occipital et un lobe temporo-pariétal, et il les a successivement pesés à part.

Le lobe frontal représente les 43 centièmes de l'hémisphère cérébral : c'est dire l'importance de sa place dans la cavité crânienne. Si on le compare dans les deux sexes, comme a eu la patience de le faire M. Topinard, on constate des résultats opposés et contradictoires qui ne militent pas en faveur de l'infériorité intellectuelle de la femme affirmée avec tant d'insistance par les matérialistes. De 16 ans à 91 ans, les tableaux de pesées accusent chez la femme un excès du lobe frontal ; de 25 à 45 ans, c'est l'inverse ; mais de 70 à 90 ans, c'est encore la femme qui a proportionnellement le lobe frontal plus développé (2).

(1) *Le Cerveau*, Paris, Retaux, p. 153.

(2) V. Topinard, *Éléments d'anthropologie générale*, p. 580.

Notre confrère Topinard, qui croit fermement à la *matière pensante*, voit là un *avantage* : la femme, avec son excédent de lobe frontal, serait privilégiée. Pour nous, il n'y a aucun profit, aucune indication dans ces mesures qui lui ont coûté beaucoup de peine. La valeur intellectuelle ne dépend pas du lobe frontal, ni d'aucun autre lobe.

Les mesures des lobes frontaux s'arrêtent là ; on a renoncé à les poursuivre dans les différentes races, dans les différentes professions, partout où se remarquent des variations de la puissance psychique. Les difficultés de la tâche ont rebuté les plus ardents matérialistes ; mais il est présumable qu'elles n'auraient pas suffi à les arrêter, s'ils avaient espéré trouver, au terme de leurs efforts, le moindre argument en faveur de leur thèse.

L'intelligence ne se mesure pas à la grosseur de la cervelle ; et ce qui le prouve bien, c'est que les malheureux qui n'ont pas l'esprit n'en possèdent pas moins une tête ordinaire. L'*idiotie*, qu'on a longtemps invoquée comme un argument vainqueur, ne confirme nullement le matérialisme dans ses illusions.

Selon une vieille tradition, le lobe frontal des idiots serait très réduit, presque atrophié, ce que traduirait au dehors leur front oblique et déprimé. L'observation ne confirme pas, au moins dans sa généralité, une telle assertion. Sans doute l'atrophie des lobes frontaux a été constatée chez certains idiots (1), mais chez beaucoup d'autres le cerveau a paru normal ou hypertrophié. En fait, le poids n'est pas inférieur à la moyenne, comme en témoignent les chiffres relevés par M. Topinard et signalés plus loin. M. Lélut a même constaté que « le développement de la région frontale est plus grand chez les imbéciles que chez les hommes d'une intelligence ordinaire, et qu'il l'est d'autant plus qu'on descend plus bas dans l'échelle de l'imbécillité (2) ».

(1) Particulièrement les microcéphales.

(2) Voir son important *Mémoire sur le développement du crâne dans ses rapports avec celui de l'intelligence*.

Longtemps la science a regardé comme un axiome cette assertion problématique : que l'exercice de l'intelligence est incompatible avec un cerveau dont le poids n'atteint pas un chiffre minimum de 1100 à 1200 grammes. Les auteurs, toujours disposés à admettre comme normales les cervelles volumineuses, éliminaient volontiers toutes celles qui étaient petites et n'arrivaient pas au minimum. Pour eux, tous ces organes dont le poids ne dépassait pas un chiffre arbitraire, étaient forcément malades et appartenaient à des imbéciles, à des idiots ; ils devaient être rejetés de toute étude de l'encéphale sain et normal.

Une telle conclusion n'est pas seulement forcée, elle est fautive. Ce n'est pas nous qui le déclarons, c'est M. Topinard même, et avec lui toute la science matérialiste, depuis la mémorable autopsie de Gambetta. Le grand tribun avait un cerveau infime (1160 grammes), et les idiots les moins favorisés ont un cerveau plus lourd. M. Topinard rappelle fort à propos que la moyenne des cinq cas d'idiotie observés par Bra chez l'homme, est de 1264 grammes (1). « Chez les dix idiots de vingt-quatre à quarante-sept ans dont les observations ont été publiées par Lélut, la moyenne est de 1218; le plus faible poids est de 925, le plus fort de 1380; *ce qui prouve qu'avec un poids satisfaisant on peut être idiot...* Sur quatorze idiots, également du sexe masculin, observés par Thurnam, la moyenne est de 1190. Sur cinquante de Down, cités par Thurnam, la moyenne est de 1211; mais les deux sexes étant réunis et les âges de cinq à trente-trois ans confondus, elle perd beaucoup de sa valeur. Un cas cependant y est à retenir : celui d'un homme de vingt-deux ans, dont l'encéphale pesait 1404. — Crochley Cla-

(1) Le Dr Laborde attribue au cerveau de Gambetta 1246 gr., ce qui est encore un poids inférieur. Il est du reste de l'avis commun. « Pour ce qui concerne le *poids du cerveau*, écrit-il, et son *rapport avec le développement et le degré de l'intelligence*, l'on voit qu'en somme *il ne saurait constituer un signe absolu, certain.* » *Op. cit.*, p. 289.

pham a été plus loin : il a trouvé un idiot chez lequel le poids allait à 1530, et qui n'était pas épileptique. Ces exemples prouvent que, sous le nom d'idiots, on confond des choses différentes, et que *la dénomination est compatible avec un poids assez élevé du cerveau*, comme, d'autres fois (microcéphales), elle s'accompagne de poids très inférieurs (1). »

Le microscope a-t-il fait découvrir la fonction psychique du lobe frontal que l'œil nu des anatomistes avait vainement cherchée jusqu'ici ? La *cellule pensante* s'est-elle enfin révélée au bout de nos objectifs ? Nullement. La structure de l'écorce cérébrale, qui commence seulement à se manifester aux histologistes, n'a pas apporté le moindre argument à la thèse matérialiste. Le lobe frontal ne présente aucune cellule caractéristique, digne du rang ou capable du rôle qu'on lui assigne. Dans sa partie postérieure, *zone motrice*, on rencontre les *grandes cellules pyramidales* ; mais dans sa partie antérieure, *zone silencieuse*, on ne signale que de *petites cellules pyramidales*, assez rares, et un grand nombre de cellules fusiformes. Or ces dernières cellules appartiennent à toute l'étendue de l'écorce cérébrale et ne sont certainement pas douées d'une action spéciale ; plusieurs y voient de simples éléments embryonnaires. Les *grandes cellules pyramidales*, au contraire, qui manquent à la partie antérieure du cerveau, se retrouvent dans le lobe pariétal, dans tous les centres moteurs, et paraissent prendre part à l'une des plus importantes fonctions de la vie nerveuse.

Comme on le voit, la prééminence attribuée aux lobes frontaux ne saurait s'appuyer ni sur l'anatomie microscopique, ni sur l'anatomie descriptive ou comparée. La physiologie expérimentale et la clinique, qu'il nous reste à interroger, non seulement ne lui sont pas favorables, mais la condamnent à disparaître sans appel dans le gouffre des vieux préjugés.

(1) *Op. cit.*, p. 549.

IV

Les physiologistes, qui de nos jours ont exploré avec tant d'ardeur et tant de succès l'écorce cérébrale, *n'ont rien découvert dans la région frontale*. Les centres sensitifs et moteurs siègent exclusivement dans le lobe occipital et dans les parties des lobes pariétal et frontal qui avoisinent la scissure de Rolando. La région antéro-frontale n'a ni centre moteur (Charcot, Pitres, etc.) ni centre sensitif (Ferrier). Le résultat négatif des recherches n'est pas contestable. Soigneusement étudié par Ferrier chez les singes, le lobe frontal a mérité le nom caractéristique de *zone latente* ou *silencieuse* ; son excitation comme sa destruction ne donne lieu à aucun phénomène. Il est vrai que l'on a constaté, après son ablation, l'apathie et la somnolence des animaux ; mais ce fait n'a pas de signification précise, il est le résultat du traumatisme et se produit aussi quand on détruit les lobes occipitaux.

Les matérialistes n'acceptent pas aisément ce verdict de la science qui contredit leurs idées ; et l'un d'eux ne craignait pas d'écrire dernièrement : « Le singe à qui on a enlevé le lobe frontal *a perdu de son activité et de sa pondération intellectuelle* (1). » Nous avons peine à croire notre confrère, persuadé que, du côté de l'intelligence, le pauvre singe n'avait pas grand'chose à perdre. En tout cas, et nous faisons appel à l'expérience de chacun, nous savons bien des hommes qui manquent absolument de *pondération intellectuelle* et de jugement sans avoir subi la moindre perte de substance cérébrale : preuve nouvelle que l'intelligence n'est pas une fonction des lobes frontaux et n'appartient pas à la matière.

Interrogée par mille expérimentateurs, la partie anté-

(1) Debierre, professeur à la Faculté officielle de médecine de Lille : *La Moelle épinière et l'encéphale*, 1894, p. 402.

rière de ces lobes n'a donné aucune réponse ; et il faut décidément reconnaître qu'elle ne participe pas directement à la vie psycho-sensible. Ce qui achève la démonstration et ne laisse place à aucun doute, c'est que l'observation clinique confirme de tout point l'observation des laboratoires. L'étude de l'homme malade qui se fait au lit d'hôpital et qui se complète par l'autopsie à l'amphithéâtre a une valeur incontestable : c'est la meilleure des expériences, parce qu'elle est conduite par la nature. Or il y a longtemps que les médecins publient des observations détaillées où l'altération des lobes frontaux a laissé l'intelligence entière. Citons-en quelques-unes.

Observation I :

Une pierre de trente livres tombe du haut d'un toit sur la partie droite de la tête d'une femme, fracture, enfonce une portion du pariétal et du frontal ; le cerveau forme bientôt une hernie, grosse d'abord comme un œuf de pigeon, puis de poule, et enfin grosse comme un œuf d'oie. Toute cette masse se sépare bientôt spontanément, et peu de jours après, on voit surgir une autre portion aussi volumineuse. La suppuration en détache tous les jours de nouveaux lambeaux, en sorte que la quantité de cerveau qui est éliminé est énorme. Cependant la malade vit jusqu'au 36^e jour. Durant ce long laps de temps, *l'intelligence et les fonctions principales étaient restées intactes*. Toutefois il y avait paralysie du côté gauche du corps. A l'autopsie, on trouva que l'hémisphère droit offrait une grande cavité à la place de la portion de cerveau éliminé. (DIEMERBROECK.)

Observation II :

Une blessure a été observée sur la partie droite de la région frontale de C. W... La perte de la substance cérébrale a été évaluée au moins à 3 onces. Au bout d'un

mois la guérison était complète, *sans qu'on ait observé, même durant la maladie, la moindre altération dans les facultés intellectuelles du blessé.* (GAZETTE MÉDICALE DE PARIS.)

Observation III :

On lit, dans le *Traité des maladies de l'encéphale* d'Abercrombie, une observation dans laquelle on affirme qu'une déperdition de substance cérébrale aux dépens de l'hémisphère droit, et encore plus considérable que dans l'observation précédente, s'effectua par une large ouverture du frontal. *Le blessé, qui vécut jusqu'au 17^e jour, conserva toutes ses facultés.*

Observation IV :

Balthazar B..., âgé de 32 ans, se trouvait le 19 août 1837 près d'une boîte qu'on tirait à l'occasion d'une réjouissance publique ; chargée trop fortement, elle se brisa en éclats, et les débris vinrent frapper à la tête cet homme à moitié pris de vin. Renversé à l'instant même, il resta un quart d'heure sans connaissance. Une plaie énorme existait au côté gauche du frontal, dont une portion, large comme la paume de la main, se détacha, de sorte que le cerveau fut mis à nu à travers la dure-mère déchirée ; il offrait une surface contuse laissant échapper à l'angle inférieur de la plaie une certaine quantité de sa substance, sous la forme d'une bouillie rougeâtre. Jusqu'au 30^e jour, il se détacha en tout, du cerveau, une portion du volume au moins d'un œuf de poule. Le malade succomba le 32^e jour. Durant tout ce long laps de temps écoulé depuis son accident et jusqu'à quelques heures avant sa mort, *le malade conserva l'usage entier de son intelligence.* (BOUCHACOURT.)

Observation V :

BÉRARD a communiqué à la *Société anatomique* (séance du 15 mars 1843) un cas de fracture, avec enfoncement, de la paroi antérieure du crâne et *broiement des deux lobules antérieurs du cerveau*, surtout dans leur portion qui repose sur la voûte orbitaire. Amené à M. Bérard, le blessé, *jouissant de toute sa raison*, put raconter lui-même les détails de son accident. La sensibilité et les mouvements volontaires étaient conservés. Toutefois il semblait y avoir une légère hémiplegie faciale du côté droit. Le malade mourut bientôt dans le coma.

Observation VI :

Paris (Charles), âgé de 66 ans, coiffeur, entre à la Charité le 25 février 1843 pour une affection déjà ancienne des voies urinaires. Assez infatué de son esprit, il est moqueur, plaisant jusqu'à la licence et cyniquement vicieux. Du reste il répond sagement aux questions qu'on lui adresse. Pendant son séjour à l'hôpital, on constate que les mouvements des membres sont parfaitement libres, et que la parole n'a subi aucune altération. Tout-à-coup il s'affaiblit notablement, et succombe le 7 mars, après avoir continué de parler jusqu'à sa mort.

Autopsie. Une première tumeur, de nature squirrheuse, a pris la place du *lobe antérieur droit* : elle proémine en haut, en dedans et en bas, et remplace dans tous ces points la substance cérébrale ; *la couche corticale et les circonvolutions ne sont pas simplement refoulées, mais détruites*, et la tumeur repose en arrière sur la substance blanche. Une autre tumeur, également squirrheuse et séparée de la première par la faux du cerveau parfaitement saine, pénètre dans la substance blanche du *lobe antérieur gauche* après en avoir détruit partiellement la substance grise ; elle laisse subsister une faible portion

de ce lobe en bas et en dehors. Le cervelet et les autres parties du cerveau sont à l'état sain. (VELPEAU, DELPECH.)

Citons encore l'observation de Blaquièrre qui relate les *lésions d'une partie des lobes antérieurs du cerveau sans altération des facultés intellectuelles* (1).

On connaît l'histoire légendaire du carrier américain qui, après avoir eu le crâne complètement traversé dans la région frontale antérieure par une grosse tige de fer, ne présenta pas le moindre accident moteur. Tous les médecins ont eu l'occasion de voir dans leur pratique des cas semblables, et nous avons rapporté ailleurs celui que nous avons eu le bonheur d'étudier et de guérir en 1890 (2).

De telles observations sont décisives contre la thèse matérialiste et contre l'opinion vulgaire : elles prouvent que l'intelligence ne réside pas dans les lobes frontaux ; elles prouvent encore que ces lobes ne participent pas directement à la sensibilité ni au mouvement. Quoi de plus saisissant et de plus démonstratif que l'exemple de ces individus dont la partie antérieure du cerveau est écrasée, désorganisée, détruite même, et qui continuent à agir et à parler sans aucun trouble sensitif ou moteur, sans aucun trouble psychique ! N'est-ce pas la preuve flagrante que l'intelligence n'est pas une fonction cérébrale, que l'exercice de la pensée n'est pas lié nécessairement à l'intégrité de l'encéphale ?

Comment le matérialisme échapperait-il à la condamnation que ces observations lui imposent ? Des deux théories qu'il a imaginées, aucune ne trouve grâce devant les faits.

La première, nous l'avons vu, cantonne l'intelligence dans le lobe frontal. Tous les arguments invoqués en sa faveur sont mauvais, controuvés.

La seconde prétend que l'intelligence n'est localisée

(1) *Comptes rendus Acad. des sciences*, t. XIX, 1844.

(2) *La Doctrine des localisations cérébrales*, REVUE THOMISTE, janvier 1893.

nulle part, mais dépend de l'intégrité du cerveau tout entier (Brown-Séquard, Goltz, Laborde, etc.). Elle n'est pas neuve et nous ramène en somme à la vieille thèse de Flourens : *Nil sub sole novum*. L'esprit serait une fonction cérébrale supérieure basée sur l'ensemble des représentations sensorielles (Munk, Meynert, etc.), ce qui est contradictoire. Mais n'insistons pas sur ce défaut de logique et contentons-nous de dire que les faits cités plus haut donnent tort à la nouvelle hypothèse. Les délabrements les plus étendus de la substance cérébrale ne mettent pas nécessairement obstacle à l'exercice de l'intelligence. L'esprit ne dépend pas de l'intégrité du cerveau.

V

L'existence de la *zone latente* ou *silencieuse* dans les lobes antérieurs du cerveau est définitivement établie par la science. Nul auteur ne songe à la contester. Son importance est considérable au point de vue philosophique : en ruinant la thèse matérialiste, elle apporte à la doctrine traditionnelle le plus précieux appui. Mais il faut avouer que sa signification physiologique reste profondément obscure. À quelle fonction servent les lobes antérieurs du cerveau ? On l'ignore absolument et on doit se borner à indiquer le problème aux chercheurs.

En attendant sa solution, que nous souhaitons prochaine, l'antique préjugé, que nous avons combattu et tenté de déraciner, risque de vivre encore, de garder sa faveur et de prospérer. Les matérialistes se plairont longtemps à localiser l'esprit dans la cervelle. Le vulgaire ne cessera pas de confondre les fronts droits avec les *fronts intelligents*, et les jeunes mamans se réjouiront dans leur cœur des grosses têtes de leurs enfants. Nous l'avons dit, les préjugés flatteurs sont de ceux qui résistent à toutes les preuves et sont presque indéracinables.

Celui dont nous parlons a trouvé dans Gall, au début de ce siècle, un puissant protecteur, l'auteur de sa fortune. L'inventeur original et fécond de la phrénologie voyait dans la prédominance des lobes antérieurs et dans la hauteur du front le signe infaillible de l'intelligence : il subordonnait tout à cette idée préconçue. Comparant la face de l'homme à celle des animaux, il avait été frappé du contraste et l'avait mis au compte de l'intelligence. Le front de la plupart des bêtes est bas, déprimé, fuyant en arrière au point de s'abaisser presque au niveau des os propres du nez. Gall avait décidément conclu de cet abaissement à la diminution correspondante de la partie antérieure du cerveau, sans remarquer que, chez les animaux, la cavité crânienne n'est pas, comme chez l'homme, au-dessus, mais en arrière des orbites, ce qui place le cerveau en arrière de la face et non au-dessus d'elle. De telles erreurs sont fréquentes chez Gall, mais indignes de la science ; elles ont fait souche, et il n'est pas de phrénologiste qui s'en soit nettement dépouillé, comme en témoigne l'amusante anecdote racontée par Leuret.

« Il m'est arrivé plusieurs fois, dit ce savant, en montrant ma collection de cerveaux à des phrénologistes distingués, de leur présenter en même temps un cerveau de chien de berger et un cerveau de mouton, en leur disant : « Des deux animaux porteurs des cerveaux que vous voyez, l'un conduit l'autre ; montrez-moi le conducteur. » Tous, sans hésiter, ont désigné le cerveau du mouton. Et ils étaient conséquents en agissant ainsi ; car le cerveau de mouton est, à sa partie antérieure, bien plus élargi, bien mieux développé que ne l'est celui du chien (1). »

L'erreur des phrénologistes est plaisante, mais grave ; c'est l'erreur commune, l'erreur matérialiste. Nos savants

(1) Leuret, *Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence*, 1859, t. I, p. 555.

ne distinguent pas le *corps* de l'*âme* qui l'anime, le *cerveau* de l'*intelligence* qui s'en sert; ils observent bien les phénomènes, mais en confondent perpétuellement la *cause* et les *conditions*. Cette pensée spirituelle qui nous est propre et nous élève si haut au-dessus des bêtes, qui fait notre honneur et notre force, ils la matérialisent à plaisir; ils prennent pour une servante humiliée, pour une fonction organique, la faculté incomparable qui est la maîtresse du cerveau et la reine de tout notre être. Comment les détourner d'une si profonde et si pernicieuse erreur? Comment éclairer leur esprit et dessiller leurs yeux? Tous les faits que la science recueille démontrent l'inanité de leur système. La logique le condamne avec une impitoyable rigueur. Ils n'en sont que plus obstinés, semble-t-il, à contester l'existence de l'*esprit*, à nier Dieu et l'*âme*, ces deux évidences qui s'imposent. Ils ressemblent aux insensés dont parle l'Écriture, ou plutôt ils sont ces insensés mêmes : « *ils ont des yeux pour ne pas voir et des oreilles pour ne pas entendre.* » La peur du surnaturel et la haine du divin en font des aveugles et des sourds volontaires. Il faudrait un miracle pour les convaincre, et un difficile miracle dont notre raison et notre foi sont heureuses et fières d'être incapables : il faudrait matérialiser l'*esprit* et confondre la raison même, rendre l'*âme* palpable et Dieu visible !

D^r SURBLED.

LE KATANGA

OROGRAPHIE, HYDROGRAPHIE, CLIMAT.

I.

LES DERNIÈRES EXPLORATIONS DU KATANGA.

Katanga est le nom d'un chef établi au sud de Bunkeia. D'après l'usage en Afrique, l'appellation a d'abord été donnée à sa résidence, puis au pays qu'il a soumis. Actuellement elle a pris de l'extension. On semble englober sous ce nom, sans souci des divisions administratives décrétées par la puissance souveraine, l'immense région située à l'ouest du Tanganyika et où se trouvent les concessions faites à la Compagnie du Katanga par l'État Indépendant du Congo (1).

Les premières données sur le pays remontent à Livingstone (1870). Nous enregistrons, de 1874 à 1882, les explorations de Cameron, Pogge, Wissmann, Buchner ; en 1883-84, les docteurs Reichard et Böhme sont les premiers à pénétrer dans les territoires proprement dits du Katanga et à visiter Bunkeia ; bientôt Giraud (1883), Capello et Ivens (1885), Arnot (1885), J. Thomson (1890-91), Sharpe (1890-91) marchent sur leurs traces. Mais il faut les quatre expéditions belges, armées et organisées par

(1) Ces concessions sont limitées au nord par une ligne passant par Riba-Riba.

les soins de l'État et d'une compagnie commerciale, pour faire sortir de leur nébulosité les quelques données qu'on possédait sur le Katanga et amener la solution des intéressants problèmes hydrographiques qui étaient à résoudre dans cette contrée.

En 1890, le capitaine Paul Le Marinel reçut mission du gouvernement de l'État Indépendant de faire la reconnaissance des régions situées dans les districts sud-est. Il partit du camp de Lusambo le 23 décembre 1890 (1). Après avoir remonté le Lubi l'espace de 165 kilomètres, soit du * 5° au * 6° 20' lat. S. (2), il se dirigea vers le sud-est, traversant le Buchimai, le Lubilasch, le Lubichi, le Luembé, le Lubudi et le Lualaba. Il faisait son entrée dans la résidence de Msidi le 18 avril 1891; dès qu'il eut établi un poste sur le Lovoi, chose fort importante, et obtenu du potentat africain une lettre par laquelle il exprimait implicitement sa soumission au souverain de l'État Indépendant, Le Marinel reprit le chemin de Lusambo par un itinéraire un peu plus septentrional. On mit deux mois à le parcourir, soit du 11 juin au 11 août 1891.

La route suivie couvre 5° 30' en latitude méridionale et 4° en longitude orientale. Elle traverse tout entière des pays neufs et croise seulement aux sources du Luvoï (* 9° lat. S.) l'itinéraire du regretté Cameron.

Au point de vue scientifique, les résultats de cette exploration ne sont pas très considérables: reconnaissance d'une bonne partie du cours du Lubi, de courtes sections du Buchimai, du Lubilasch, du Lubichi, du Luembé, du Lubudi, du Lualaba, de la Likuluwe; premières notions sur le plateau des Sambas et sur les sources du Lomami, enfin importance de la ligne de faite Lufira-Lualaba.

(1) Les adjoints européens de l'expédition étaient le capitaine Descamps, Legat, lieutenant de la force publique, et le sergent Verdickt.

(2) Dans le cours de ce travail, nous marquons d'un astérisque les coordonnées astronomiques qui ne sont qu'approximatives.

Les expéditions Stairs, Delcommune et Bia-Francqui sont plus importantes au point de vue géographique pur. En 1889, le Conseil général de la Compagnie du Congo pour le commerce et l'industrie, dont le siège est à Bruxelles, avait porté ses vues sur le Katanga. Les voyageurs vantaient le climat et les richesses minières et agricoles du pays ; elle chargea de la vérification de ces faits, comme aussi de l'étude des voies de communication, une expédition placée sous le commandement de Al. Delcommune. Cet explorateur s'embarqua à Lisbonne le 6 juillet 1890, et quitta Kinchassa, sur le Stanley-Pool, le 17 octobre 1890, en destination du Lomami (1) ; il arriva le 30 novembre à Bena-Kamba.

Pendant que Delcommune agissait en Afrique pour le compte de la Société congolaise, celle-ci créait à Bruxelles une société filiale : *La Compagnie du Katanga*. Aux termes des statuts, cette nouvelle firme avait partiellement pour but l'exploration commerciale de la partie de l'État du Congo située en amont de Riba-Riba, et où l'État venait de lui faire de larges concessions (convention du 12 mars 1891). Pour atteindre cette fin, elle reprit pour son compte tous les frais faits et à faire, et les résultats acquis et espérés de l'expédition Delcommune. Le capitaine du génie Stairs, de l'armée anglaise, ancien compagnon de Stanley dans la marche de secours à Emin-Pacha, devait arriver au Katanga par le nord-est *via* Tanganyika, et le capitaine Bia, du 2^e régiment de guides belges, par le nord-ouest, en prenant pour base d'opérations Lusambo. Delcommune pérégrinait entre ces deux colonnes, en partie par le Lomami. Voyons l'itinéraire et les résultats de ces trois missions.

(1) Ses compagnons de route étaient : le lieutenant Hakansson, de l'armée suédoise; il fut assassiné avec les douze hommes de l'arrière-garde, non loin du Kassali; le médecin Briart (Belgique); l'ingénieur des mines Norbert Diderrich (Belgique); le sergent Cassart (Belgique); le baron de Roest d'Alkemade (Belgique); M. Protsch. Les deux derniers, malades, durent quitter la caravane à N'Gongo Lutita, sur le Lomami, et furent rapatriés.

L'expédition Stairs (1) quittait Londres le 11 mai 1891 ; elle arrivait le 21 juin à Zanzibar, le 9 octobre à Karema, sur le Tanganyika, et le 12 novembre sur les bords du Luapula, à deux journées au nord de Mpueto.

Le 14 décembre, Stairs faisait son entrée à Bunkeia, où Al. Delcommune l'avait précédé au commencement d'octobre.

Stairs s'efforça de restreindre les cruautés de Msidi et de lui faire accepter l'autorité de l'État ; plusieurs palabres furent tenues à cette fin. C'est au cours d'une de ces réunions que le capitaine Bodson, se voyant menacé, tua Msidi d'un coup de revolver ; il tomba lui-même sous la balle d'un chef présent à la palabre.

Bodson délivra l'Afrique d'un misérable tyran. Le royaume fut partagé équitablement entre divers petits potentats que Stairs rallia à sa cause. L'officier anglais, devenu gravement malade, reprit le chemin de la côte sur les conseils du capitaine Bia, arrivé le 30 janvier à Bunkeia. Dès le 4 février, il se mit en marche pour Mpueto ; il se trouvait le 25 avril à Abercorn, station anglaise située à la pointe sud du Tanganyika. Après avoir traversé le Nyassa, le Chiré et le Zambèse, Stairs atteignait le 5 juin la côte de l'Océan Indien, où il succombait le 8 juin à une attaque de fièvre bilieuse. Le marquis de Bonchamps et le docteur Moloney rapatrièrent les 200 Zanzibarites de leur caravane et débarquèrent à Marseille le 24 juillet.

Le bilan de l'expédition Stairs comprend quelques renseignements scientifiques sur la région comprise entre Bunkeia et le lac Tanganyika, et des résultats politiques considérables : paix et sécurité substituées à la guerre et aux atrocités d'une affreuse barbarie, et reconnaissance de l'autorité de l'État par les chefs les plus importants d'une immense

(1) Commandant de l'expédition, capitaine Stairs ; adjoints : capitaine Bodson, du régiment des carabiniers (Belgique) ; marquis Christian de Bonchamps (France) ; docteur Moloney (Angleterre) ; et Robinson, charpentier (Angleterre).

région qui consentent à arborer dans leurs villages le drapeau bleu à étoile d'or.

Nous avons dit que Delcommune était arrivé à Bena-Kamba le 30 novembre 1890 ; l'expédition se remit en route le 30 janvier 1891. Après avoir séjourné à N'Gongo Lutita ($4^{\circ} 48' 36''$ lat. S.), du 3 au 18 mai 1891, on se dirigea sur Lupungu, visité par Wissmann en 1887, et l'on fit, les 13 et 14 juillet, par $7^{\circ} 30' 29''$ lat. S., la traversée du Lomami.

A Kilemba-Museya, résidence de Kassongo-Kalombo, on séjourna un mois pour l'étude géologique du territoire. Une excursion fut dirigée au nord sur le lac Morhya, remarquable par ses habitations lacustres, et au sud sur le lac Samba, signalé pour la première fois. Le 27 août, on atteignit le lac Kassali et on fit près de son extrémité septentrionale la traversée du Lualaba. Le séjour se prolongea quelque temps sur les hauts plateaux des monts Kibala, où l'on connut les souffrances de la faim ; puis on descendit vers la Lufila ; on la remonta jusqu'à la chute de Djuo, découverte en 1884 par Reichard ; il lui donne 25 mètres de hauteur et 100 mètres de largeur.

Au delà de la Likuluwe, on parvint le 6 octobre 1891 à Bunkeia, d'où Le Marinel s'était éloigné le 11 juin 1891. Delcommune y resta douze jours et vint au poste du Lovoï. Il se remit en route vers le sud le 11 novembre ; le pays étant désolé par la guerre et par la famine, il eut hâte de se jeter vers l'ouest pour atteindre le Lualaba ; la colonne, réduite au tiers de son effectif par le manque de vivres et les désertions, était réunie à Mussima le 20 décembre. Vingt-sept canots, creusés à grand'peine dans des troncs d'arbre, y furent lancés dans la rivière ; on commença la descente le 25 février 1892 ; les rapides rendirent la navigation pénible et dangereuse ; les chutes de Nzilo, rencontrées le 11 avril, la rendirent impossible.

Delcommune s'efforça de traîner les embarcations à travers les massifs montagneux. Seize kilomètres seulement

furent franchis en un mois. A ces fatigues sans nom sont venus s'ajouter de nouveau la famine et son corollaire, les désertions. Il fallut se résigner à l'abandon des canots et, pour éviter un complet désastre, à reprendre la route de Bunkeia. On revit cette localité le 8 juin. Que d'événements depuis le mois d'octobre 1891 ! Arrivée à Bunkeia de l'expédition Stairs, mort de Msidi et de Bodson, retour précipité de l'officier anglais à la côte, et arrivée plus récente de la colonne Bia, qui s'était scindée, comme nous le verrons tout à l'heure.

Au bout d'un mois, Delcommune se remit en route pour le lac Moëro, où il se trouva le 3 août, et pour le Tanganyika, qu'il atteignit le 20 août à Rumbi. Il apprit la position critique du capitaine Jacques aux prises avec les Arabes. Le voilà aussitôt volant à son secours en compagnie de Joubert, Diderrich, Cassart et 20 soldats. Un assaut fut livré au boma occupé par l'ennemi. La panique dont furent prises les forces antiesclavagistes rendit cet effort infructueux, mais non pernicieux. Jacques se maintint dans son fort. On sait le brio qu'il a mis à rester maître de la place et les défaites que ses lieutenants et lui ont infligées aux Arabes, dont ils ont enlevé les positions fortifiées.

La situation de ses amis étant relativement favorable, Delcommune quitta Mpala le 6 octobre 1892. La marche fut continuée vers Kassanga, et Makalumbi situé sur la Lukuga.

L'explorateur suivit le cours de cette rivière jusqu'à son confluent avec le Congo ; après avoir remonté le fleuve jusque Ankorro, point de rencontre du Lualaba et du Luapula, il redescendit le 1^{er} décembre à l'embouchure de la Lukuga. De ce point il gagna le confluent du Lukassi et du Lomami, et arriva à N'Gongo Lutita le 19 décembre 1892. Le 7 janvier 1893, il entra à Lusambo sur le Sankuru, où le rejoignaient, le 10 janvier, Francqui et l'expédition sous ses ordres.

On doit à la mission Delcommune des observations sur

le climat, la géologie, les richesses du sol, etc., et plusieurs belles découvertes géographiques : reconnaissance de 300 kilomètres inexplorés au cours du Lomami ; d'une partie du cours de la Lufira, en aval de Djuo, et de celui de la Lukuga, déversoir du Tanganyika ; du cours supérieur et moyen du Lualaba, avec découverte du Kassali ; du Luapula à sa sortie du Moëro ; du Congo proprement dit en aval d'Ankorro, avec constatation de la non-existence du lac Landji ; obligation de reporter d'un demi-degré vers l'ouest le tracé du fleuve, et détermination de la supériorité du cours du Luapula sur le Lualaba, donc solution si longtemps désirée et discutée du problème hydrographique des sources du Congo, etc., etc.

L'exploration Bia-Francqui (1) ne le cède guère en importance à celle de Delcommune. Elle quitta Anvers le 18 mai 1891.

Après avoir été réunie une première fois à Matadi le 17 juin 1891, la colonne dut se diviser, pour la facilité du transport par steamers ; les deux fractions arrivèrent successivement au camp de Lusambo, d'où elles se mirent en route le 10 novembre 1891.

On remonta d'abord le Sankuru-Lubilasch et le Luembe, puis on croisa le Lomami, le Kilulului, le Luvoï, le Lualaba, pour arriver le 30 janvier à Bunkeia, où se trouvait l'expédition Stairs. Après un séjour de deux mois consacrés à des reconnaissances diverses, pendant lesquels on connut les angoisses de la famine, on s'installa à Kipuna, sur la rive droite de la Lufila.

Derscheid et Cornet s'y établirent avec une partie de la colonne ; ils devaient se porter vers le sud à la fin de juillet.

Accompagné de Francqui, Bia partit, le 15 avril, pour

(1) Le capitaine Bia avait sous ses ordres les lieutenants d'infanterie Francqui et Derscheid (Belgique) ; M. J. Amerlinck, docteur en médecine à Gand, et M. Jules Cornet, docteur en sciences naturelles, attaché à l'Université de Gand.

le Moëro. Quoique malade, il explora la rive occidentale, découvrit le Monfoïe, et se dirigea par Kiniama et Mielé-Mielé vers le lac Banguelo.

Au nom de la Société royale de géographie de Londres, il plaça sur un arbre, à Tchitambo, une plaque de bronze avec cette inscription : « *David Livingstone died here 1st May 1873* » ; puis il tourna vers l'ouest ; les 450 kilomètres qui le séparaient de Ntenke, village visité en 1885 par Capello et Ivens et situé dans le pays où Reichard constata, en 1884, l'existence de mines de cuivre, furent franchis rapidement. La rencontre de Cornet et de Derscheid se fit le 4 août. Le capitaine Bia, dont l'état ne faisait que s'aggraver, mourut à Ntenke le 30 août, d'une fièvre bilieuse hématurique.

A partir de ce moment le lieutenant Francqui prit le commandement de toute l'expédition.

Après avoir poussé des explorations dans diverses directions, la colonne se remit en route le 14 septembre, atteignit les sources du Lualaba, qu'elle descendit jusqu'au confluent du Lubudi, reconnut une grande section du Lubudi inférieur, et suivit la crête de partage du Luembé et du Lubichi. Arrivée à M'Pafu, le 17 décembre, elle passa à N'Gongo Lutita et rejoignit à Lusambo, le 10 janvier 1893, l'expédition Delcommune.

Reconnaissance du Moëro méridional ; du Banguelo-Bemba ; des sources de la Lufira ; du Lualaba, depuis ses sources jusqu'au confluent du Lubudi, et de l'intéressante section où confinent les lagunes Kabue et Kabele ; du cours inférieur du Lubudi ; du cours du Lubilasch entre M'Pafu et les rapides de Wolff ; du cours du Lubichi ; du cours inférieur du Luembe ; du plateau des Sambas ; détermination des principales lignes de faite de la partie sud-est de l'État, et de * 84 positions géographiques ; relevé de mille cotes d'altitude et de plusieurs chiffres de température diurne et nocturne ; études géologiques approfondies ; implantation de l'autorité de l'État dans ses

provinces les plus méridionales : telle est la quintessence scientifique et politique de l'expédition Bia-Francqui, qui a parcouru à peu près 6212 kilomètres et s'est reliée trois fois aux itinéraires des explorateurs Capello et Ivens.

Tout esprit impartial doit reconnaître que les résultats obtenus par les quatre explorations belges du Katanga sont admirables et dépassent en moyenne ce qu'ont produit beaucoup d'autres expéditions africaines.

Mais il nous reste un pénible aveu à faire : si le labeur a été dur, si les lauriers sont dignes d'envie, en revanche les travaux scientifiques, qui en sont la conséquence obligée, ne répondent pas encore aux plus légitimes espérances. « Noblesse oblige », dit-on : cela est vrai, même pour les explorateurs envoyés par la Compagnie du Katanga.

Il ne peut point suffire qu'ils aient mené leurs explorations avec l'intelligence, le dévouement et le courage qu'on apporte aux magistrales et difficiles entreprises et qu'ils aient déployé les qualités caractéristiques des grands explorateurs, des Livingstone, des Stanley, des Cameron, des Burton, des Speke, des Grant, des Giraud, des Rolhfs, des Barth et de tant d'autres. Après avoir traversé avec maëstria les espaces insondés de l'Afrique et goûté un repos absolument mérité, il est temps de mettre en œuvre les nombreux et intéressants matériaux récoltés jour par jour. Ainsi fait-on à l'étranger, où s'est formée toute une littérature de voyages.

MM. Francqui et surtout Cornet ont tracé la voie. Au lieu de se borner à des conférences qui excluent généralement le côté trop technique, ils ont mis en état leurs précieuses observations et donné déjà de belles et savantes notices dont on trouvera la bibliographie à la fin de notre étude. A quand un travail semblable de MM. Delcommune, Diderrich, Briart, Amelryck, etc. ? Ils pourront prétexter leur modestie. Mais ne doivent-ils pas lui faire

violence, lorsqu'il s'agit d'une œuvre dont tireront le plus grand parti la science, la patrie belge et l'État Indépendant du Congo (1) ?

OROGRAPHIE (2).

Dans toute l'acception du mot, l'Afrique est un vieux continent. Sa formation remonte aux premiers âges du globe. Les terrains primitifs dont sont faites ses assises ont subi leurs derniers bouleversements vers la fin des temps primaires. Si l'on excepte la zone méditerranéenne et quelques parties limitées de la région côtière du continent, l'Afrique (au sud de 5° lat. N.) n'a plus eu à enregistrer depuis lors d'immersion sous les eaux océaniques. Seuls les agents météoriques et les eaux torrentielles, fluviales et lacustres ont désagrégé pendant de longues périodes les masses archaïques et primaires émergées par les soulèvements qui ont précédé les temps mésozoïques. Ces dénudations séculaires ont enlevé partout les puissants massifs montagneux dus aux anciens plissements. Aujourd'hui la surface de la charpente primaire, ainsi nivelée, s'élève rarement au-dessus de 2000 mètres d'altitude.

Il s'est formé, sur les tranches arasées des couches primaires et aux dépens de leurs matériaux, d'épaisses formations d'eau douce ; ces dépôts lacustres occupent des surfaces immenses et généralement horizontales sur

(1) Nous osons espérer que la mise en œuvre des documents recueillis par MM. Delcommune, Diderrich, Briart, Amelryck, etc., au cours de leurs expéditions, permettra bientôt de compléter notre travail, qui manque de précision dans certaines parties.

(2) Pour qu'on puisse se faire une idée nette de l'orographie du Katanga, nous donnons tout d'abord quelques considérations géologiques empruntées aux intéressantes relations de MM. Cornet et Franqui.

presque toute l'étendue du continent africain ; aucun mouvement orogénique sensible ne les a affectés.

Ils constituent notamment le Kwandelungu, la Manika, etc.

« D'énergiques érosions postérieures se sont exercées sur les assises de schistes et de grès qui constituent ces formations horizontales ; de grandes vallées s'y sont creusées, mettant souvent à nu la surface du continent primaire.

« Ces considérations feront comprendre l'absence en Afrique des reliefs montagneux caractérisés qui existent sur les autres continents. Partout le relief consiste soit en *table lands*, constitués par des dépôts lacustres, soit en plateaux ondulés où affleurent les tranches des couches primaires redressées.

« En beaucoup d'endroits, il est vrai, en aval du Stanley-Pool et dans la région comprise entre la Lufila et le Lualaba par exemple, le ravinement exercé par les pluies, les torrents et les rivières peut sculpter le pays au point de donner au relief un aspect souvent très tourmenté. C'est ce qui se produit fréquemment dans les régions où affleurent les terrains primaires redressés, soit qu'ils n'aient pas été recouverts par les dépôts horizontaux, soit que ceux-ci aient déjà été recouverts par l'érosion. »

Ce sont là des phénomènes de second ordre. Si importants puissent-ils paraître, ils n'enlèvent pas au pays son caractère général : disposition en *plateaux* et absence de *lignes de relief* accusées, comparables aux Andes, à l'Himalaya, aux Pyrénées, aux Alpes, etc.

On ne peut pas ranger parmi les lignes de relief les hautes cimes du Kilima-Ndjaro, du Kénia, le groupe du Ruwenzori, le groupe du Mfumbiro, etc., qui sont d'*origine volcanique*.

Lorsqu'on coordonne et qu'on compare les divers éléments fournis par les explorateurs, on constate ce fait : en Amérique, en Asie et en Europe les chaînes de montagnes

délimitent les grands bassins hydrographiques ; sur le continent africain, les grandes lignes de faite présentent souvent un caractère d'indécision tout à fait remarquable. Trois des principaux fleuves de l'Afrique, Nil, Congo et Chari, menant leurs eaux dans trois mers différentes, enchevêtrent les branches de leurs affluents supérieurs au point que certains géographes ont supposé qu'elles pouvaient parfois s'anastomoser. Yunker a montré la réalité de ce fait pour les arbres hydrographiques de l'Ubangi, du Bahr-el-Ghazal et du Chari. L'altitude atteint 480 à 760 mètres.

Vers le sud, même absence de relief quelque peu prononcé à la limite des bassins du Congo et du Zambèse. La région d'où descendent, d'une part le Lualaba, le Lubudi, le riche faisceau des tributaires du Kassaï, et quelques affluents du Luapula, et d'autre part le Zambèse et bon nombre des artères qui le grossissent dans son cours supérieur, se présente comme une suite de plateaux légèrement ondulés, et d'une altitude moyenne assez considérable, soit 1200 à 1600 mètres. Ils consistent en massifs surbaissés, arasés, de terrains anciens fortement plissés, accompagnés de massifs granitiques très étendus.

La tranche des couches redressées est généralement recouverte d'un épais dépôt d'altération jaunâtre ou rouge, peu perméable, qui efface encore les éminences et les dépressions du sous-sol. Les pluies torrentielles de l'été, ne trouvant guère de voie d'infiltration sur ce sol argileux, entretiennent, pendant des mois, d'immenses flaques ou étangs. Sans souci de la ligne de faite, qui n'est ici que théorique et fictive, ceux-ci servent de sources communes à des ruisseaux appartenant aux bassins du Congo et du Zambèse.

A la saison sèche, les branches-mères de ces fleuves sortent parfois d'un même marécage. Le cas se présente au sud du mont Natal. On y voit sourdre, dans un petit

rayon, un affluent de la Lufla, un sous-affluent du Luapula et un tributaire du Zambèse (le Loengue ou Kafué).

Ces ruisseaux coulent d'abord lentement dans des vallées larges, marécageuses, à peine déprimées sous le niveau général. A mesure qu'ils s'éloignent de leurs sources, ils augmentent d'importance, se réunissent et creusent des vallées qui s'encaissent de plus en plus.

Abstraction faite des districts sans écoulement, l'Afrique se divise en deux immenses régions hydrographiques : l'une est presque entièrement tributaire de l'océan Indien ; l'autre, dont l'aire géographique est bien plus considérable, déverse ses eaux dans l'Atlantique, soit directement, soit par la mer Méditerranée.

La ligne de faite, ou la dorsale séparative de ces deux régions, part de l'isthme de Suez et longe la côte occidentale de la mer Rouge et la falaise abyssinienne : après avoir suivi le tracé de la grande ligne de fracture de l'Afrique orientale, elle aboutit entre le Tanganyika et le Nyassa, se confond alors avec la crête de partage Congo-Zambèse, et va rencontrer à l'ouest la chaîne côtière des *Monts de Cristal*.

A l'extrême frontière sud-est de l'État Indépendant, la crête de partage Congo-Zambèse décrit une vaste courbe qui donne au bassin du Congo une extension méridionale beaucoup plus grande qu'on ne le supposait : elle atteint $13^{\circ} 57' 31''$ lat. S. (1).

A l'ouest de cette courbe se dressent les hauteurs qui limitent le bassin du Kafué, affluent du Zambèse ; elles courent du * $12^{\circ}30'$ lat. S., vers * $13^{\circ}30'$ lat. S., et * $28^{\circ}65'$ long. E. de Gr. (2), où elles se soudent aux *Kalera Hills* (4500 pieds d'altitude ou * 1370 mètres). Les Kalera Hills déversent leurs eaux au nord dans le

(1) Les limites de l'État Indépendant ont été définitivement fixées de ce côté par une convention passée avec la Grande-Bretagne.

(2) Capello et Ivens les franchirent par * $12^{\circ}43'$ lat. S.

Moengashe, au sud dans le Lunsefwa. La ligne de faite suit alors le * 14° lat. S. sous le nom de *Irumi Monts* (5000 pieds), *Mafulwe Monts* (5000 pieds), *Malungu Monts*, *Nosawapansona Monts*. M. Thompson relève à Kwachavira, au pied du versant méridional de ces crêtes, des altitudes de 3813 pieds (par 13°57'31" lat. S.), et plus à l'est des altitudes de 3614 pieds (par 13°56'52" lat. S.) et de 2104 pieds.

A partir du * 30°25' long. E. de Gr., les montagnes longent la rive gauche du Lusiwaze, affluent du Loangwa et déversoir probable du lac Moir, dont la superficie est de 30 milles environ. Ce nom lui a été donné par M. Thompson, « in compliment to the two brothers who have done so much in and for Nyasaland ». La partie nord de ce réservoir est par 12°58'45" lat. S. La longitude orientale de sa rive gauche est par * 30°45'. — Nous sommes ici en pleine ligne de faite orientale du bassin du Congo.

Après avoir contourné la rive septentrionale du lac Moir, les crêtes vont rejoindre les *Vimbe Hills* (5500 pieds d'altitude) et atteignent vers l'est le prolongement septentrional probable non des *Lokinga Monts*, mais des *Muchinga Mountains* (1), où l'altitude atteint, d'après Livingstone, 2030 mètres ; ils bornent à l'ouest le cours de la rivière Loangwa, et forment l'escarpement du plateau Kafué-Loangwa.

Les monts Vimbe dépassent l'altitude générale de ce plateau de 500 à 600 pieds. Ils courent du nord au sud presque le long du 31° long. E. de Gr. ; le versant oriental alimente le *Mpamanzi* et autres affluents du Loangwa, le versant occidental alimente le *Molembo*, le *Lulimalu* et divers tributaires du Luapula.

Les Muchinga se soudent au nord-est aux plateaux de

(1) C'est un nom générique donné aux chaînes montagneuses de cette partie de l'Afrique.

Mambwe, de 4000 à 5000 pieds d'altitude et de 170 milles de largeur, qui s'étendent entre l'extrémité nord du Nyassa et l'extrémité sud du Tanganyika. Ce plateau, « pays de gneiss, micaschistes et schistes argileux avec massifs granitiques », appartient à la grande ligne de faite du continent africain. Son versant oriental envoie ses eaux au lac Nyassa et à la rivière Loangwa, tous deux tributaires de l'océan Indien par le Zambèse. Son versant nord-ouest est dominé à l'altitude de 2000 à 3000 pieds par les montagnes de *Chingambo*. Il en sort de nombreux torrents qui coulent au sud et à l'ouest et se réunissent pour former le Tchambézi, la branche-mère du Congo, tributaire de l'Atlantique. C'est donc à une cinquantaine de kilomètres de la pointe sud du Tanganyika que le grand fleuve a ses sources. Le plateau qui existe entre le Tanganyika et le Nyassa semble se prolonger par des plaines ondulées, qui forment ligne de faite entre les lacs Tanganyika et Rukua (ou Léopold); ce dernier est d'ailleurs entouré à l'est et à l'ouest d'un amphithéâtre de montagnes. Cette ligne de faite a son point de départ vers le mont *Sunzu*, au sud du village de Zombe, bâti sur un petit affluent du Tanganyika; elle laisse Zombe à l'ouest et Mpenza à l'est et remonte vers le nord-ouest. Elle est alors formée par les monts de l'Ufipa (1800 mètres), les hautes terres de l'Uniamwesi (1300 mètres), et finalement par le puissant relief des montagnes de l'Urundi, où le D^r Baumann s'est trouvé à 2500 mètres d'altitude, et dont les plateaux aux gras pâturages vont rejoindre le Mfumbiro exploré tout récemment par l'officier allemand comte de Goetzen.

On voit que la ligne de faite orientale du bassin du Congo contraste, nous ne dirons pas par la puissance, du moins par l'altitude du relief, avec les limites nord et sud de ce bassin.

Même situation à l'ouest. Les monts de Cristal se dressent à une faible distance de la côte et sont constitués

par des rangées de collines parallèles et de faible relief. Ils forment une succession de plateaux étagés. Du côté de l'océan les premières manifestations se montrent entre Boma et Mateba, et sur le haut fleuve dans les parages de Bolobo. Il y a en droite ligne, entre Boma et Bolobo, une distance de 550 kilomètres ; la chaîne n'a pas de plus grande largeur dans le bassin du Congo. La ligne de faite est constituée par des plateaux à l'est de Manyanga. L'altitude oscille entre 528 et 640 mètres, et atteint 1050 mètres au mont Uia.

Au milieu de ce vaste cirque de hauteurs se déroule l'admirable bassin congolais. Le pays est généralement plat, et il faut aborder les territoires du Katanga pour voir disparaître cette note caractéristique. C'est alors un enchantement de riches vallées et de vastes plateaux. Les uns, comme à Pania Mutombo et entre le Sankuru et le Lomami sous 7°40' lat. S., sont ondulés, herbus et souvent giboyeux ; le sol, très fertile, est formé d'un sable gris ou jaune, mêlé à une petite quantité d'humus ; d'autres, tel le plateau de Samba, présentent une surface unie, sablonneuse, à sol superficiel très perméable ; ce plateau de 930 à 1100 mètres d'altitude est parsemé de petits lacs et d'étangs, sources d'autant de rivières : le Lomami, le Luvoï, etc. Le paysage n'a rien d'africain. Il rappelle plutôt les sites de prédilection des pays civilisés : de grands arbres au feuillage épais, une herbe courte, une belle pièce d'eau. Parfois aussi le terrain se mamelonne fortement, et sur la crête des mamelons, comme pour égayer le paysage, se dressent à perte de vue des groupes de huttes, où abondent vivres et troupeaux de chèvres et de moutons. Mais c'est dans l'extrême sud-est de l'État Indépendant qu'on rencontre les grands accidents de terrain et les puissantes chaînes de montagnes et qu'on parcourt la partie la plus tourmentée de tout le bassin du Congo.

Deux grandes vallées d'érosion y sont dirigées à peu

près du nord au sud. Dans la plus orientale se trouvent la cuvette du lac Moëro et la partie du cours du Luapula comprise entre ce lac et 11° lat. S. La seconde vallée est située à peu près vers le centre de la région du Katanga ; elle est arrosée par la Lufila, le Dikulue et de nombreux affluents de moindre importance.

L'érosion a fait émerger deux puissantes masses, distantes d'une centaine de kilomètres ; leurs versants, du côté de la Lufila, sont constitués par des bords escarpés qui deviennent souvent de véritables falaises. Le Kwandelungu et la Manika, c'est le nom de ces masses, s'étagent en quelque sorte sur les deux lignes de faite secondaires d'un caractère très net et parfois bouleversé qui courent entre le Luapula et la Lufila à l'est, entre le Lualaba et le Dikulue, affluent de la Lufila, à l'ouest.

Ces lignes de faite ont leurs parties méridionales enchevêtrées dans la crête de partage Congo-Zambèse. La ligne Lufila-Luapula est amorcée, non loin de la source du Loengue, affluent du Zambèse, près du mont Natal, situé à l'altitude de * 1600 mètres. Elle se dirige d'abord vers le nord-est, sans présenter jusque 11° lat. S. un relief bien accusé ; à partir de Kateté, qu'elle contourne à l'est, elle court sensiblement vers le nord et se confond, atteignant parfois des altitudes de 1700 mètres, avec l'arête culminante de la chaîne du Kwandelungu. Vers $9^{\circ}15'$ lat. S., il y a bifurcation.

La ligne Lufila-Luapula court vers le nord-ouest, passe entre les sources de la Luvua et du Luvule, à l'altitude de 1220 mètres (Stairs), et s'enfonce dans le pays encore peu connu qui se trouve sur la rive droite de la Lufila. À son extrémité occidentale, par $26^{\circ}45'$ long. E. de Gr., courent, du nord au sud, les *monts Kibala*. Il semble qu'ils soient le prolongement de la Manika ou des monts Muttu. Cette contrée sauvage, formée d'une suite de hauts plateaux, situés également de 900 à 1700 mètres au-dessus du niveau

de la mer, s'étend sur la rive droite de la Lufila, et atteint peut-être la rive gauche du Luapula.

Au point où Delcommune a fait l'escalade, c'est-à-dire par * 9° lat. S., l'altitude était de 1600 mètres. Il chemina, dans ces espaces déserts, pendant 10 jours, du 12 au 22 septembre 1891. Aux fatigues résultant d'ascensions de 800 mètres, suivies le même jour d'une descente de 560 mètres, s'ajouta l'aiguillon de la faim. En revanche, pas de spectacle plus séduisant pour le plaisir des yeux. Les paysages étaient vraiment féériques. Aucune des beautés de la Suisse et des Pyrénées, où les sites charmants abondent cependant, ne peut rivaliser avec ces coins perdus des monts Kibala, dont l'ensemble tour à tour pittoresque et sauvage, imposant et grandiose, semble adouci par la brillante et contrastante végétation équatoriale.

Après l'ascension pénible d'un contrefort de 300 mètres de hauteur, l'expédition Delcommune se reposa sur le flanc de la montagne. Un spectacle admirable s'offrit aux regards. « A nos pieds, dit Delcommune, s'ouvrait un immense entonnoir à pic, dont notre crête constituait une des parois. Au fond roulaient avec fracas les eaux tumultueuses du *Katéchi*. Elles descendaient plutôt qu'elles ne tombaient d'une large crevasse. De la base au sommet de cette gorge abrupte et sauvage, les roches s'étageaient en strates horizontales jusqu'à plus de 500 mètres de hauteur.

» Comme contraste, les bords encaissés du torrent étaient tapissés de palmiers élaïs, de bananiers, de lianes et d'arbustes, d'où s'élançaient parfois quelques hauts troncs d'arbres, au port majestueux et au feuillage sombre. » Et voici la note poétique suprême de cette incomparable esquisse : « Des huttes de Bolomotos, minuscules chalets ronds et au toit conique, sont coquettement accrochées aux flancs de cette gorge profonde. »

La chaîne du Kwandelungu, dont il vient d'être ques-

tion, constitue le trait orographique le plus caractéristique de la région du Katanga. Sur un espace en latitude de près de 300 kilomètres comptés à partir de Kateté, ils s'étendent avec une persistance d'allure et de composition géologique (1) remarquable. Bia, Delcommune et Sharpe ont gravi ces bastions, les deux premiers du sud-ouest au nord-est : de Kipuna, sur la rive droite de la Lufila, à Mbonbolo, sur le lac Moëro, et des sources chaudes et salines de Moachia, au nord des monts Kunui, à Mpueto, 8°30' lat. S., à un mille et demi de la rive nord du lac ; Sharpe, de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est, d'abord en face de Mpueto, ensuite à peu près suivant le neuvième parallèle, des sources du Luvule à la côte occidentale du Moëro.

L'asymétrie de la chaîne est manifeste. L'arête culminante et par suite la masse principale sont reportées presque entièrement vers l'ouest.

Du côté des plaines de la Lufila et du Luvule, ce plateau s'élève brusquement en pentes escarpées présentant à distance l'aspect d'une falaise presque verticale ; il atteint plus de 300 mètres de hauteur et diminue de largeur à mesure qu'il se prolonge vers le nord-est. A l'ouest-sud-ouest de Mpueto, il faut encore une journée pour en faire la traversée.

D'après la coupe à travers le Kwandelungu, de Kipuna à Mbonbolo, coupe que l'on doit aux remarquables travaux du D^r Cornet, on passe rapidement de l'altitude de 930 mètres (Kipuna) à 1300, 1390, 1480 (rivière Kilumba), 1585 (rivière Loföï), 1630 mètres (ligne de partage des eaux entre la Lufila et le Luapula). Sharpe, de son côté, sous le neuvième parallèle sud (pied occidental de la chaîne), a trouvé des altitudes de 3600, 4000, 5100 et 5400 pieds.

(1) Le Kwandelungu est formé de couches horizontales du système des grès rouges.

Vue de loin, la muraille semble une surface rectiligne et continue, mais elle présente en fait de nombreuses sinuosités. De longs promontoires s'en détachent, séparant des vallées encaissées à parois presque verticales. Ces vallées mènent à des cañons étroits par lesquels descendent des rivières torrentielles à cours très limité et généralement sans importance.

Du côté oriental, le profil s'abaisse assez vite : toujours d'après les données de M. Cornet, il aboutit, en passant par des altitudes de 1610, 1490, 1397, 1245 mètres, à un versant à pente relativement très douce. L'altitude est de 1095 mètres à Mulangale (lat. S. $10^{\circ} 11' 47''$; long. E. de Gr. $28^{\circ} 13' 37''$), de 950 mètres à Mbonbolo (lat. S. $9^{\circ} 33' 22''$; long. E. de Gr. $28^{\circ} 41' 15''$), et de 880 mètres sur le Moëro. Ce versant à pente douce semble avoir une largeur de $0^{\circ} 25'$ sous 9° lat. S., et de $0^{\circ} 40'$ sous 10° lat. S. On trouve quelques marais entre ces deux parallèles, et partout des ondulations, des espaces boisés et beaucoup de gibier. Il se termine sur les rives du Luapula et du Moëro par des falaises peu élevées. Elles livrent passage à plusieurs rivières dont le cours peut atteindre une bonne centaine de kilomètres et forme des deltas d'un sol riche et couvrant d'un à trente acres. Leur altitude, d'après Sharpe, surpasse celle du lac de 50 à 200 pieds, au sud de 9° lat. S., et de 100 à 250 pieds au nord de ce même parallèle. Ces dernières falaises sont constituées par le versant d'une chaîne de collines qui courent à l'est du Kwandelungu, du 9° lat. S., jusqu'à l'ouest-sud-ouest de Mpueto. Quelques coupes naturelles, hautes de 120 mètres environ, ont permis à l'ingénieur N. Diderrich de relever la composition des schistes et des grès du Kwandelungu.

Après s'être détachée de la ligne de faite Lufila-Luapula, la masse culminante du Kwandelungu prend une direction nord-est. A sa base nord-ouest coule le Luvule. Nous rappelons que l'aspect de la chaîne est le même que dans le bassin de la Lufila. A la pointe nord-ouest du Moëro,

ces monts constituent une puissante masse rocheuse, dont Sharpe a fait la traversée entre la côte occidentale du Moëro et le coude décrit par le Luapula à sa sortie du lac, à l'altitude de 3200 pieds. Le Luapula a fini par se creuser à travers cet éperon rocheux, appelé ici mont Ulomatoa, une issue pour s'épancher dans sa grande vallée du nord-ouest.

La région qui se trouve au nord et au nord-est du Moëro est ondulée et couverte de fourrés et de forêts aux arbres rabougris. Le sol est bon et arrosé par quelques cours d'eau. Entre Rhodesia ($8^{\circ} 39' 28''$ lat. S.), construit sur un rocher à 80 pieds environ au-dessus des rives du lac Moëro, et les marais de Mwe, Sharpe a relevé de l'est à l'ouest des altitudes de 3050, 3600, 3850 et 2900 pieds. La ligne de faite se trouve à 6 ou 8 milles du lac.

D'après Diderrich, ces plateaux ondulés constituent le prolongement des monts Kwandelungu, qui inclineraient vers l'est pour se porter vers le Tanganyika et se mettre ainsi en communication intime avec la chaîne désignée par les indigènes sous le nom de Marungu. Du 6° au 9° lat. S., cette chaîne forme la zone côtière du lac. Entre Mpala et Mrumbi le flot vient se briser par places contre des falaises rocheuses, qui semblent des quais gigantesques. Les deux sommets les plus caractéristiques de la région sont le Mrumbi et le Mzawa. Le Mrumbi est un fragment isolé de la chaîne des Marungu. « Il nous apparut, dit Diderrich, comme une gigantesque pyramide tronquée, surgissant brusquement du sein de la plaine et allant se perdre dans les nuages. » Il se dresse à l'altitude de 1727 mètres. La végétation y est rare, les arbres de petite taille, et festonnés d'orseille. Des palmiers nains y croissent dans les hautes herbes ; des euphorbes à côtes rugueuses y poussent dans l'encoignure des roches.

La nature s'est montrée plus prodigue pour le mont Mzawa, situé au sud de Mpala. Ses flancs sont moins

abrupts, mais plus arides que ceux du Mrumbi : on n'y rencontre que de hautes herbes ; le sommet, au contraire, qui se dresse à l'altitude de 1802 mètres, est disposé en plate-forme et recouvert de l'exubérante végétation des tropiques. Un printemps éternel règne dans ses forêts vierges, qui forment, suivant l'expression de Diderrich, le Liban des missions tanganyikiennes. Le pays, qui est montagneux sur la côte occidentale du Tanganyika, devient assez plat vers l'intérieur, où les crêtes en s'élevant forment d'immenses plateaux. Ils sont mamelonnés et sillonnés de petites chaînes de montagnes.

A l'ouest de la large plaine alluviale arrosée par la Lufila et ses affluents se dresse, faisant face au Kwandelungu dont il a d'ailleurs la formation géologique, le plateau dénudé de la Manika ou désert. Il s'identifie en partie avec la ligne de faite Lualaba-Dikulue-Lufila. Ses pentes orientales sont raides, mais accessibles et ravinées par des cours d'eau qui ont creusé de curieux cañons. La Manika a une altitude de 1450 mètres. Elle semble prolongée vers le nord-est par le plateau de *Mitumba*, qui lui-même confine à celui de *Muttus*, voisin de la rive gauche de la Lufila.

Cette suite de plateaux, celui de la Manika tout au moins, est adossée à l'ouest à la chaîne granitique des *Monts Bia*, d'altitude moindre et dont les roches lui servent d'assises. M. Cornet donne le nom de monts Bia à la chaîne de hauteurs qui borde la vallée du Lualaba, à l'est de la grande plaine alluviale occupée par les lagunes d'Upemba, de Kabué, de Kabele et de Molenda. Ces hauteurs courent probablement jusqu'au confluent de la Lufila. Au sud-ouest elles forment le prolongement de la chaîne de Kizika Luelo. Leur axe, dit M. Cornet, où l'on trouve des sommets de 1500 mètres, est formé par un important massif granitique. La bordure occidentale est formée des couches redressées (schisto-cristallines)

du Funge, auxquelles succèdent, du côté de la vallée du Lualaba, les couches du Kabele (système de grès, psammites, grès passant au quartzite).

Les Kizika Luelo doivent avoir leur origine en un point, encore indéterminé, de la dorsale Congo-Zambèse. Ils mesurent par places 70 kilomètres en largeur et 1500, 1600 mètres en altitude. Loin de servir de limites à des bassins hydrographiques importants, ces masses, dont le fort relief sur le pays voisin n'est qu'un effet des dénudations, sont coupées diagonalement (sud-ouest nord-est) par le Lualaba. Il s'y perce une gorge étroite et profonde, entre la barrière de Nzilo ($10^{\circ} 25'$ lat. S.) et le village de Kotolo (Lulu) situé par $9^{\circ} 53' 5''$ lat. S. En ces points les Kizika Luelo émergent brusquement de la plaine qu'ils dominent de 300 mètres. Ce pays, extrêmement sauvage et tourmenté, fait d'un enchevêtrement de sommets et de crêtes, surtout dans les parties granitiques, est coupé de ravins à pic et encombré d'énormes quartiers de rochers au milieu desquels on gravit des arêtes de 200 à 300 mètres de hauteur pour s'affaler aussitôt dans des vallées situées 300 à 400 mètres en contre-bas. Cette allure est persistante au moins jusqu'au 9° lat. S.

On pourra se faire une idée de ces accidents de terrain par le fait que l'expédition Le Marinel, partie de l'altitude de 790 mètres au passage du Lualaba, ne tarda pas à se trouver à 1000, 1200 et 1400 mètres (plus loin elle atteignit même la cote 1650 mètres), et que l'expédition Bia, qui avait relevé à Kisamba, sur le Lualaba, l'altitude de 735 mètres, s'éleva d'environ 600 mètres en 4 jours.

Une des arêtes que Le Marinel franchit est à l'altitude de 1510 mètres. Elle passe près des sources de la rivière Kaluila, affluent du Lualaba, et porte l'appellation de *Monts Kunke* ou *Bena Kabamba*, d'après le nom du peuple qui s'y est réfugié. Elle est couverte d'essences au feuillage sombre : borassus, figuier, acacia, etc.

L'on peut dire que la chaîne des monts Bia est en quelque

sorte divisée, du sud-est au nord-est, en deux immenses tronçons par la large vallée marécageuse du Funge. Une chaîne de collines cristallines boisées et élevées sépare la vallée du Lualaba de celle du Funge, son affluent. Elle passe au sud-est de Kibanga, avec des altitudes de 1500 mètres, et vient se souder au nord-ouest de la Manika. Le Kafunge, tributaire du Funge, a ses sources à 600 mètres au sud-est de cette chaîne. Après une ascension longue et pénible, la colonne Bia campa à 1350 mètres d'altitude au point de soudure de la chaîne avec le plateau. N'est-ce pas cette chaîne que les indigènes appellent *Kamukubé* ?

Entre les deux puissantes falaises qui limitent la vallée de la Lufila existe une petite ligne de faite : c'est la chaîne des *Kalabi*. Limite séparative entre les bassins de la Lufila et du Dikulue, elle devient assez nette aux environs de Ntenke, et se termine près de Bunkeia ($10^{\circ} 21'$ lat. S.). Son altitude dépasse parfois 1600 mètres.

On y voit les monts de *Kitulu*, *Kalabi* (nom donné à la chaîne) et de *Kambobé* ($10^{\circ} 55'$ lat. S., $26^{\circ} 49' 5''$ long. E. de Gr., et 139 mètres d'altitude). Le prolongement méridional de ces hauteurs est peut-être constitué par les collines de *Mpiri Ditakata*, voisines de Ntenke ($11^{\circ} 23' 18''$ lat. S., et $26^{\circ} 54'$ long. E. de Gr.).

Au nord de Katanga ($11^{\circ} 0' 58''$ lat. S. et $27^{\circ} 21' 4''$ long. E. de Gr.), le plateau de 1200 mètres où coule la Lufila s'affaisse en quelque sorte d'une bonne centaine de mètres. Pour l'explorateur en marche du nord vers le sud, cet immense gradin, rebord du plateau, fait l'effet d'une puissante chaîne de montagnes reliant les Kalabi aux monts Kwandelungu. Cette apparence lui a valu le nom de *Monts Kunui*. Ils sont faits de grès et de schistes. La Lufila les traverse par une série d'étroites chutes en escaliers.

En dehors des masses montagneuses dont nous venons

de nous occuper, il n'existe dans le district du Katanga que des chaînes sans importance. Elles servent de ligne de faite aux nombreuses rivières qui alimentent le Congo ; mais leur ascension ne constitue ni une difficulté ni un obstacle. La région ne cesse pas de garder son caractère de pays de plaines, de Lusambo jusqu'au Lualaba.

En partant de l'ouest, nous avons, entre les vallées du Lubichi et du Luembé, une longue crête composée presque exclusivement de roches éruptives, appartenant la plupart à la famille granitique. La ligne de faite qui sépare les bassins du Sankuru (Luembé) et du Lomami atteint rapidement, à partir de $7^{\circ} 30'$ lat. S., 900, 1000, 1100, 1200 mètres.

Par $7^{\circ} 40'$ lat. S., un peu au delà du village de Kifumbi, l'altitude est de 1235 mètres. En descendant le versant est de la chaîne, on atteint le Lomami à la cote 1050 mètres. Le district où le Lomami a ses sources, entre les bassins du Kilubilui et du Luembé, est par $8^{\circ} 35'$ lat. S., à l'altitude de 1140 mètres.

Pour passer du bassin du Lomami dans celui du Kilubilui, sous-affluent du Lualaba, la colonne Bia passa, à peu de distance de Kassongo (Kilamba), par $7^{\circ} 40'$ lat. S., à 1133 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette ligne de faite est constituée par une masse de collines tabulaires remarquables ; leur base est formée par les grès tendres, gris ou rouges.

De Kilubilui au Luvoï, on traverse par $25^{\circ} 50'$ long. E. de Gr., et 8° lat. S., une région de hautes collines, affectant aussi une forme tabulaire remarquable. « Leur masse consiste en schistes foncés, stratifiés, horizontalement alternés de couches de grès ; ils sont surmontés d'une forte épaisseur d'un grès rouge brique, friable, où sont intercalés des noyaux colossaux de grès durs ; ce sont les roches des falaises du Sankuru. »

Sur la rive droite du Luvoï, séparant le bassin de cette rivière de la vallée où coule le Lualaba, s'étend, assez rap-

prochée du Kissali, une chaîne de collines très tourmentées. On y constate des altitudes de 1100 mètres et un développement en longitude de 60 kilomètres environ; c'est du haut de ces crêtes que la colonne Bia découvrit les quatre lagunes fluviales formées par le Lualaba : le Mulundu, le Kabele, le Kabue et l'Upemba. M. Delcommune propose d'appeler cette chaîne accidentée *Monts Hakansson*, en souvenir de l'officier suédois qui y fut assassiné par les indigènes, avec l'arrière-garde de l'expédition placée sous son commandement.

Les monts Hakansson s'étendent du confluent du Lubudi jusqu'au nord du 8° lat. S. Le long de son itinéraire, la colonne Bia a trouvé ces montagnes constituées vers l'ouest par d'importants massifs granitiques, et vers l'est par un système de schistes, de grès et de quartzites, en couches verticales.

HYDROGRAPHIE (1).

Jusqu'en 1871, le Congo ou Zaïre n'était guère connu que par son immense embouchure ou estuaire. Le 29 mars de la susdite année, Livingstone, au cours de ses pérégrinations africaines, découvrait au centre du continent, à Nyangwé, où il est large de 1200 mètres, le Congo supérieur.

Après le missionnaire, plusieurs explorateurs ont parcouru le pays, tant en aval qu'en amont, enrichissant la géographie du bassin du fleuve de données fort précieuses. Dans ce tournoi pacifique, la palme revient à coup sûr à MM. Delcommune, Cornet et Francqui. C'est même le premier de ces trois explorateurs qui a résolu le problème des origines du Congo proprement dit.

(1) La majeure partie des rivières du Katanga portent le préfixe *Lu* : Luapula, Lualaba, Lukuga, Lufila, Lubudi, Luvule, Luvoï, Lubilasch, Luembé, Lubichi, Lufunzo, Ludifwa, Lufuko, Luikussu, Luvua, Lukassi, etc.

Le *Luapula* et le *Lualaba* étaient tour à tour considérés comme la branche-mère du Congo. Aujourd'hui l'hésitation n'est plus possible. Delcommune a eu la bonne fortune de faire une étude comparée des trois branches supérieures du fleuve : le Luapula, le Lualaba et la Lukuga. Il résulte de cet examen que c'est le Luapula qui forme le cours supérieur du Congo. Il prend naissance sur le territoire anglais, sous le nom de Tchambézi.

Nous avons déjà vu que le Tchambézi a ses sources sur le versant sud-ouest des monts Chingambo. Elles forment en quelque sorte un immense éventail compris entre $^{\circ} 9$ et $^{\circ} 9\ 35'$ lat. S. ; $^{\circ} 31\ 45'$ et $^{\circ} 33\ 10'$ long. E. de Gr. Elles se réunissent pour couler dans une direction nord-est sud-ouest.

Sharpe croit que la chute du Tchambézi, de ses sources au Banguelo, doit être très faible. Une des sources, le Kabiti, est à l'altitude de 4400 pieds ; or, la carte de l'Afrique centrale de Bartholomew reconnaît au Banguelo une altitude de 4260 pieds. Ce n'est qu'une différence de niveau de 140 pieds. On peut conclure de ces observations, corroborées par les dires des indigènes, que le cours d'eau est navigable en ce point. Par $^{\circ} 11\ 20'$ lat. S., le Tchambézi reçoit (rive droite) le Lukulu, formé du Lakisha et du Ruansesi. Ce dernier a probablement sa source sur les Losanswe Range ($^{\circ} 10$ lat. S.), d'où descendent aussi le Kalongwizi et peut-être le Luango, affluent de la rive droite du Tchambézi par $^{\circ} 10\ 15'$ lat. S. Ainsi grossie, la rivière, pour une cause que nous indiquerons tout à l'heure, s'épanche sur les plateaux du Bemba (Thompson dit Lunga) ; elle forme une lagune fluviale portant le nom même du plateau et mesurant plus de 100 kilomètres en latitude ; son centre est situé par 30° long. E. de Gr., et 12° lat. S.

Les eaux de cette lagune rencontrent au nord une cuvette assez profonde qu'elles ont remplie et qu'alimentent aussi divers rivulets venus du nord. Cette cuvette

constitue le lac Banguelo proprement dit. Il y a donc erreur chez les cartographes, qui confondent, vue la contiguïté, le Bemba et le Banguelo.

Le Bemba est réduit au rôle de lac intermittent : à la saison sèche, c'est un vaste marécage, où l'on voit sinuer le Luapula ; à l'époque des hautes eaux, il acquiert assez d'importance pour se confondre avec le Banguelo.

Livingstone a découvert le Banguelo-Bemba en 1866. Il a été revu par Giraud en 1884, et depuis par plusieurs voyageurs. On estime sa superficie totale à 5090 kilomètres carrés. Il se vide de plus en plus et tend à devenir un immense marais. La chose est particulièrement sensible à la saison sèche.

Giraud donne au lac une altitude de 1292 mètres ; elle est de 3750 pieds, soit 1140 mètres (?), pour Thompson. C'est un écart considérable de 152 mètres.

Le Tchambézi, appelé « Luapula » par les indigènes dès son entrée dans la lagune de Bemba, ne sort donc pas du Banguelo ; loin de le traverser, il le contourne par le sud et continue son cours vers le sud-ouest. En face de Kanninga (3870 pieds d'altitude, et $12^{\circ} 14' 6''$ lat. S.), il forme déjà un rapide et important cours d'eau ; sa largeur est de 150 yards (157 m.) ; un bon chenal est tracé au milieu des îles formées de papyrus et de roseaux. Il reçoit bientôt à sa rive gauche le Lohombo et le Moengashe, qui ont leurs sources vers $13^{\circ} 30'$ lat. S.

Le Lohombo a son origine dans une forêt vierge. Il draine les pays de Bisa et d'Ilala où il parcourt de verdoyantes prairies. Après avoir traversé Msiri's ($12^{\circ} 17' 54''$ lat. S., et 3728 pieds d'altitude), il se jette dans le Luapula par * $12^{\circ} 10'$ lat. S. Son affluent de droite le plus important est le Molembo. Il se forme au sud-ouest du lac Moir, passe par Serenjë (4853 pieds d'altitude et $13^{\circ} 2' 20''$ lat. S.), reçoit quelques petits tributaires, et se jette dans le Lohombo par * $12^{\circ} 20'$ lat. S.

Le Moengashe arrose les vallons et les collines de

l'Ivamba; Thompson a relevé dans la vallée de la rivière les latitudes suivantes : près de l'embouchure, $12^{\circ} 25' 2''$ (3811 pieds d'altitude); à Pa-Kwemba, $12^{\circ} 54' 55''$ (3703 pieds d'altitude); à Kwa-Kavalo, $13^{\circ} 3' 55''$ (3732 pieds d'altitude); à Mulilimu, * $13^{\circ} 25'$ (4271 pieds d'altitude).

Immédiatement en aval du Moengashe, la plaine alluviale cesse; le pays se relève insensiblement; l'altitude dépasse bientôt de 300 pieds (91 mètres) le lit du Luapula. Après avoir serpenté dans de belles prairies, le fleuve se contracte et n'a plus que 70 yards (63 mètres) au moment d'entrer, près l'ancien village de Mielé-Mielé, dans une gorge étroite au travers de laquelle il se précipite avec une force et une vitesse considérables. Cette gorge, où il forme une chute de 5 à 6 mètres de hauteur, est constituée par une arête de roches dures qui, suivant une direction nord-sud, part de la ligne de faite Congo-Zambèse.

Les eaux du Luapula, qui ne peuvent pas s'écouler assez rapidement dans ce couloir, s'épanchent, comme nous venons de le dire, sur les plateaux du Bemba. Nous devons encore signaler plusieurs expansions fluviales semblables dans le bassin du Congo.

Au delà des rapides à Kalonga (3410 pieds d'altitude et $12^{\circ} 20' 44''$ lat. S., d'après Thompson; 1020 mètres d'alt., $12^{\circ} 18' 18''$ lat. S., et $29^{\circ} 1' 5''$ long. E. de Gr., d'après Francqui), le Luapula coule dans une vallée de 300 à 400 mètres de largeur et s'épanche en formant des îles; il ne tarde pas à changer de direction et à couler vers le nord. Par * $11^{\circ} 25'$ lat. S., ses eaux se grossissent de divers affluents, parmi lesquels, rive gauche, le Lufubo, que virent Capello, Ivens et Francqui.

De nouveaux obstacles, affirment MM. Cornet et Francqui, barrent le cours du Luapula, au nord de Kiniama et à Mulundu; ils n'entravent point la navigation qui est libre jusqu'au Moëro, soit sur une distance de 400 kilomètres.

Signalons toutefois que, pour Sharpe, les Johnston-Falls (10° 30' 46" lat. S.) constituent un obstacle insurmontable. C'est une succession de cataractes qui s'étendent sur une longueur de dix milles et où le fleuve s'est creusé un passage.

Par 10° 22' 16" lat. S., on rencontre, sur la rive gauche du Luapula, quelques belles formations de grès rouge.

En aval le fleuve est bordé de plaines ondulées et de collines boisées ; son eau est toujours profonde et claire. A partir de Mutchipula il inonde ses deux rives jusqu'à plusieurs kilomètres de distance. Au moment de son passage, la colonne Bia a été forcée, pour reconnaître le fleuve, de traverser d'immenses marais de 20, 25 et même 30 kilomètres de superficie, avec de l'eau jusqu'à la poitrine.

Avant de se déverser dans le lac Moëro, le Luapula reçoit quelques affluents. Il se grossit, rive droite, par 10° 12' 36" lat. S., du *Ruki*, large de 100 yards. La *Luizi* conflue à 45 kilomètres en amont de Tchafolonguta. Par * 28° 13' 37" long. E. de Gr., et à l'altitude de 1040 mètres (Francqui), 1095 mètres (Cornet), elle a 40 mètres de largeur, 1 mètre de profondeur et un courant assez fort.

Parmi les tributaires de son cours supérieur, citons encore la *Kasanka*, la *Kibiga*, etc. Un certain volume d'eau est aussi fourni au Luapula par la *Lualala*. La rencontre se fait en aval de l'embouchure du *Luizi*. C'est une rivière non guéable ; elle a 2^m50 de profondeur et mesure entre ses rives 50 à 60 mètres. La vitesse du courant est très grande. Elle a plusieurs affluents : le *Tungue*, le *Kabamba*, le *Mukachigue*, le *Katofio*. Par * 28° 15' long. E. de Gr., elle coule à l'altitude de 1090 mètres (Cornet), 1040 mètres (Francqui).

Le Luapula se jette dans le lac Moëro par 9° 25' 30" lat. S. ; d'après Sharpe, il forme en ce point plusieurs îles couvertes de roseaux. C'est un fleuve magnifique. Pendant

la saison sèche, la profondeur est de 7 à 8 pieds à son embouchure, de 5 à 9 mètres près de Tchafolonguta et de 10 pieds au moins jusqu'aux Johnston-Falls. Le thalweg du fleuve se rapproche de la rive droite.

Des Johnston-Falls jusqu'au Moëro, grande limpidité des eaux, absence de rochers et de bancs de sable, et courant d'une vitesse d'un demi-mille à un mille par heure.

La largeur du Luapula ne cesse d'augmenter. Sharpe l'estime à 250 yards, voire même un quart de mille. A Tchafolonguta elle est de 478 mètres. A l'époque des hautes eaux elle est plus grande ; les rives du fleuve sont inondées, avons-nous dit, jusqu'à plusieurs kilomètres, et ne laissent à sec que quelques points. Pour Sharpe, ces inondations constituent, à partir de $9^{\circ} 55'$ lat. S., et jusqu'au Moëro, une double lisière de marais ; il signale même quelques pools entre le Luapula et Kazembe ($9^{\circ} 48''$ lat. S.) ; le pays est ici très fertile ; mais par $9^{\circ} 44'$ lat. S., de hautes terres touchent à la rive gauche du fleuve et brisent la ligne continue des marais.

Livingstone, longeant la rive droite du Luapula, avait estimé, en arrivant à Kazembe, la largeur du fleuve à plus de 20 kilomètres. Cette erreur s'explique. Il a cru que le fleuve et le Monfoë, dont il sera bientôt question, ne formaient qu'une vaste nappe liquide.

Les premières notions sur le Moëro sont dues au missionnaire explorateur. Il vit le lac le 8 novembre 1867 et reconnut sa rive orientale. Giraud a complété ses indications en 1885.

Tout récemment Sharpe et Francqui ont fourni diverses données. Mais la carte dressée par le voyageur anglais diffère sensiblement, pour la partie sud du lac, du tracé de l'officier belge. Pendant plusieurs jours, ils ont fait tous les deux, soit à pied, soit en pirogue, la reconnaissance du Moëro méridional.

Mais nous croyons, à tout bien considérer, que les indications de Francqui, pour la pointe sud-ouest du lac,

sont plus précises que celles de Sharpe, tandis que Sharpe semble l'emporter pour l'esquisse de la partie sud-est, où se trouve le Monfoïe. Nous ferons donc des emprunts aux deux explorateurs.

Le Moëro, dont la superficie est de 5230 kilomètres carrés, est un lac de barrage formé par les monts Ulo-matoa, un éperon rocheux de la chaîne du Kwandelungu. La gorge par laquelle le Luapula se précipite et qu'il approfondit chaque jour davantage, est trop étroite pour permettre aux eaux de suivre leur cours régulier. Forcé leur est de s'épancher jusqu'au pied des crêtes qui s'étendent sur les deux rives du lac Moëro, à l'est les *Mukungu*, à l'ouest le Kwandelungu. Tout porte à croire que, dans des temps très reculés, le Moëro s'étendait beaucoup plus au sud et qu'il occupait les grandes plaines qui bordent aujourd'hui le Luapula en amont du lac. La plus grande largeur de cette nappe d'eau ne dépasse pas 25 kilomètres. La sonde accuse, dans la partie sud-ouest, des profondeurs de deux à trois mètres. L'altitude moyenne du Moëro est de 892 mètres. Ses eaux sont brunâtres; cette coloration est due probablement aux grandes herbes qui en tapissent le fond. Le village de Mbonbolo, construit à l'extrême point sud, est à 950 mètres au-dessus du niveau de la mer.

A la pointe sud-ouest du lac se trouve une espèce de poche, dont la rive occidentale est alimentée par les rivières *Lubanga*, *Katanda*, *Lusekelé*, *Kabesa* et, par * 9°30' lat. S., *Lufukwé*, au nord de l'embouchure de laquelle se trouve le mont *Kiapangi*. Le *Lufukwé* a 40 mètres de largeur, 2 mètres de profondeur et un courant impétueux. Il se grossit à gauche, par * 28°26' long. E. de Gr., et presque à l'altitude de 1035 mètres, du *Kipoïsi*, et un peu plus en aval du *Kasengi*.

A l'entrée de cette poche s'étale la seule île importante du Moëro, l'île *Kiloï*; le chef Simba y préside. Cette île est grande; on y voit les monts de *Kambia*, de *Solokalo*,

et de *Sembanji*. C'est le seul point de la région où se rencontre le palmier élaïs.

Faisant en quelque sorte pendant à cette formation, s'étale sur la droite du Luapula, dont elle est séparée par une assez grande langue de terre, une cuvette appelée Monfoïe. Elle est longue d'une trentaine de kilomètres, large de 15 à 20 kilomètres, et alimentée à sa rive orientale par les rivulets *Mbeléji*, *Konengoï*, *Luanda*, *Lusenda*, et *Tchilongé*. Cette lagune fluviale, dont la découverte est due à l'expédition Bia, est garnie de papyrus et n'a pas grande importance ; elle possède au nord un déversoir dans le Moëro.

Voilà la théorie émise par M. Francqui qui a partiellement parcouru la région. Voici les faits constatés par M. Sharpe. A la pointe sud-est du Moëro, il s'est engagé dans une anse ; il croyait que c'était le Monfoïe et il espérait arriver en pirogue jusque Kazembe où il avait vu la lagune en 1890. Mais il revint vite de ses illusions. L'anse, qui s'appelle *Chimbofuma*, est une baie profonde pratiquée au milieu des immenses marécages qui se trouvent au sud du lac. Sa limite méridionale, atteinte par Sharpe et où il n'a pas trouvé la moindre embouchure de canal ou de rivière, est par 9°30' lat. S.

Elle est séparée de la lagune de Monfoïe par des marais larges de 2 à 3 milles, impraticables aux pirogues ou aux piétons.

La lagune de Monfoïe, dont la plage est légèrement inclinée, est perdue au milieu des marais. Mais ne communique-t-elle pas, à l'époque des hautes eaux, avec le Chimbofuma et ainsi avec le Moëro ?

Le Moëro n'est pas troublé par les vents violents du Nyassa et du Tanganyika. De légères bises sont dominantes.

Les affluents les plus considérables du lac sont : au nord le *Luao* et le *Luchindo* ; à l'est, par * 10°10' lat. S., le *Luango*, et par * 9° lat. S., le *Kalongwisi*. Ce dernier,

qui est le plus important, forme un vaste delta. Quoique sa largeur soit de 70 yards et sa profondeur de 18 pouces à la barre (elle est d'une brasse en face de son embouchure), la rivière roule cependant peu d'eau à la saison sèche.

Un des affluents accidentels de droite du Kalongwisi, par * 9° lat. S., et * 29°30' long. E. de Gr., est le *Movu*; en temps ordinaire, son lit est marécageux et ses eaux stagnantes; mais à l'époque des pluies elles ont un léger mouvement d'écoulement vers le sud.

Le *Movu* étant un tributaire de la pointe sud-ouest du *Mwe*, il en résulte que celui-ci était autrefois en communication avec le *Moëro*. Qu'est-ce que le *Mwe*? C'est un ancien lac, couvert d'eau salée et non potable. Il a une étendue de 14 à 16 milles de large et 35 milles de long; quelques points émergent des roseaux et des herbes de marais.

La direction générale du *Mwe* est sud-ouest nord-est. Il est bordé de montagnes surtout du côté du nord-est; la ligne de faite qui le sépare du *Tanganyika* passe à l'est de *Mkula*, 8° 30' 38" lat. S., situé sur le *Chisela*.

Le *Chisela* est un affluent, souvent à sec, de la pointe nord-est du *Mwe*. Après avoir été une large rivière, il n'est plus, même à l'époque des pluies, qu'une suite de mares couvertes, comme le *Mwe*, de roseaux et d'herbes.

Le *Mwe* a encore deux autres tributaires: à sa pointe nord-ouest le *Choma*, torrent très fangeux, large de 10 yards et profond de 2 pieds à la saison sèche; c'est la seule eau courante qu'on rencontre entre le *Tanganyika* et l'extrémité nord du *Moëro*; enfin à la rive sud, le *Mkubwe*. Il a des traits de ressemblance avec le *Choma*; il est fangeux, profond, large de 15 yards et peuplé de crocodiles. On y rencontre quelques rapides.

Au sud du *Mwe* se trouve une île qui mesure de l'est à l'ouest 3 à 4 milles. Le gibier est abondant dans ces parages. On y voit des bécasses, de petits canards,

des buffles très nombreux, des zèbres, une espèce d'antilope rouge, des hippopotames, et aussi des lions.

Nous venons de voir que le Luapula s'écoule par l'extrémité septentrionale du lac Moëro. Il suit d'abord pendant 3 milles une direction sud-sud-ouest parallèlement à la rive du lac, dont il est séparé par une arête du Kwandelungu haute de 300 pieds. Puis il décrit une courbe accentuée vers l'ouest, se fraie un étroit passage entrecoupé de chutes et de rapides et bordé de parois raides et rocheuses, au travers des puissantes assises du Kwandelungu, et prend finalement la direction du nord-ouest.

A la sortie du Moëro, où son lit est de grès et peu profond, le Luapula ne mesure que 200 yards. Il est donc plus étroit qu'à Kazembe; mais au sud-ouest de Mpueto, distant du lac de 3 à 4 milles, sa largeur atteint 800 mètres, et son débit, constaté par Al. Delcommune le 8 août 1892, était de 530 mètres cubes à la seconde.

Le fleuve ne tarde pas à rencontrer, rive gauche, la *Luvule*. Elle longe le pied du versant nord-ouest du Kwandelungu, où elle a ses sources à * 4000 pieds d'altitude. Sharpe l'a traversée trois fois. A Ngela (9° lat. S.) l'altitude de la rivière est encore de 3600 pieds, et à Chifwabula (8°40' lat. S.) de 3100 pieds. Dans son cours supérieur, la Luvule est torrentueuse et roule des eaux limpides; mais dans son cours inférieur, où l'altitude est de * 1200 mètres, c'est une rivière vaseuse, très poissonneuse, profonde et large de * 25 yards. A l'époque où Stairs l'a traversée (21 novembre), elle était absolument à sec; sa largeur était de 10 mètres et sa profondeur de 0^m45; elle formait, au nord de Kassenga, un marais impénétrable et infranchissable qui a cinq journées de long sur deux de large. A l'époque des pluies, la Luvule débite un grand volume d'eau. En aval du confluent de ce tributaire le lit du Luapula est parsemé de nombreuses îles qui font paraître son cours moins grandiose et le subdivisent en

plusieurs branches. En face de Gwena, où l'altitude du fleuve est de 898 mètres (1), la branche principale, qui confine à la rive droite, est large de 145 à 163 mètres. La largeur totale du Luapula est de 345 mètres. Le courant a une vitesse moyenne de 33 à 41 mètres par minute.

Pendant les crues, le niveau monte de 0^m60; mais jamais les indigènes, en traversant le fleuve à gué, n'ont de l'eau au-dessus des aisselles. Le village de Gwena, que nous venons de nommer, est bâti sur une île longue et étroite située à * 20 mètres de la rive droite du fleuve. La position de cette agglomération est par 8° 09' 10" lat. S. (2) et 29° 06' 45" long. E. de Gr.; cette dernière coordonnée a été prise lors d'une éclipse de lune observée par Stairs la nuit du 15 au 16 novembre 1892.

Sur les deux rives du fleuve et sur les îles existent des plantations de mtama blanc, de maïs et de manioc; les eaux abondent en crocodiles et en poissons.

Dans ces parages, le courant du Luapula est presque nul et le lit formé de roches aiguës; des rapides se montrent déjà à 2 milles de la pointe nord du Moëro. Impossible en novembre de lancer un steamer sur le bief du Luapula compris entre Gwena et le Moëro; mais en janvier peut-être, à l'époque des crues, le régime du fleuve change en cet endroit.

En aval de Gwena, au contraire, et jusque un peu au delà du confluent du Lufunzo, Stairs a descendu le Luapula sur un de ses canots d'acier. Mais plus en aval les rapides et les tourbillons rendent impossible toute navigation, même par pirogues.

Le Lufunzo se jette dans le Luapula à * 8 kilomètres en aval de Gwena. A son embouchure c'est un cours d'eau tranquille; il a une cinquantaine de mètres de largeur,

(1) Stairs l'estime, dans un autre passage, à 918 mètres, et le marquis de Bonchamps à 902 mètres.

(2) Autre coordonnée également due à Stairs : 8°04'44" lat. S.

une profondeur de thalweg de 2 mètres à 2^m50 et une vitesse de 3 kilomètres à l'heure. Sur un espace d'un mille on ne rencontre ni rochers ni troncs d'arbres, puis on se butte à des sauts qui ont arrêté Stairs dans sa course. Le long des berges du Lufunzo, il y a beaucoup de caoutchouc aussi bien en arbres qu'en lianes. Dans son cours supérieur la rivière se grossit de la *Ludifwa*. C'est un petit cours d'eau très rapide, très profond, coulant en pays ondulé et large à un endroit de 14^m50.

Par * 8°15' lat. S. Böhm et Reichard ont découvert, en 1883, l'étroite gorge de *Kiukuru*, au fond de laquelle le Luapula coule à l'altitude de 710 mètres. Il est dominé par les *monts Kalilango* (rive gauche) et *Kiwellé* (rive droite). Le long de l'itinéraire des explorateurs allemands nous notons, dans le voisinage du fleuve, des altitudes de 1090 mètres (rive droite) et 960 mètres (rive gauche). Le fleuve a donc ici un encaissement de 265 mètres. De la gorge de Kiukuru jusque Ankoro (* 6°35' lat. S.), se présente une longue section du Luapula, dont la reconnaissance est à faire. A Ankoro l'altitude du fleuve est de 564 mètres. La dénivellation est donc de 146 mètres depuis Kiukuru et de 360 mètres depuis le lac Moëro.

A partir d'Ankoro, nous sortons du mystère, grâce aux précieuses découvertes de MM. Al. Delcommune et Mohun, consul des États-Unis d'Amérique au Congo. C'est au sud ce village que le Luapula, doté maintenant du nom de Congo, reçoit, rive gauche, le *Lualaba*. Étudions ce gros affluent du fleuve.

C'est à la connaissance du Lualaba (1) que les expéditions du Katanga ont apporté les plus importantes contributions. Il y a deux ans il était à peine connu. Les explorateurs n'avaient fait que franchir la rivière : ainsi Cameron,

(1) Les intéressantes notices du lieutenant Franconi et du Dr Cornet, où tout est à citer, ont servi de base à cette partie de notre travail. Les altitudes qu'ils ont relevées et que nous adoptons diffèrent très sensiblement des chiffres de M. Al. Delcommune.

Reichard, Capello et Ivens, qui ont traversé un des affluents par $12^{\circ} 40'$ lat. S., et se sont dirigés sur Ntenke sans chercher à descendre la vallée ; Arnot qui, en 1887, visita Kazembe (rive gauche) par $10^{\circ} 42' 18''$ lat. S., $26^{\circ} 04' 02''$ long. E. de Gr., et 1460 mètres d'altitude ; Le Marinel enfin, qui aborda le Lualaba par $9^{\circ} 55'$ et $9^{\circ} 12'$ lat. S.

En amont de Kazembe on ne savait rien du cours initial du fleuve.

Grâce aux explorateurs belges, MM. Delcommune, mais surtout Francqui et Cornet, dont l'exploration s'est étendue à 300 kilomètres environ du cours supérieur et moyen du Lualaba, on connaît aujourd'hui les sources, le régime et la nature du cours d'eau : débit, rapides, cataractes, système lacustre, etc., le degré de navigabilité, les pays traversés et les peuples riverains.

On ne peut guère indiquer avec précision la direction générale de la rivière. Jusque près de Kabundji, au nord des rapides de Gandueruma ($11^{\circ} 06' 21''$ lat. S., $26^{\circ} 0' 16''$ long. E. de Gr.), elle court du sud-est au nord-ouest ; de ce point jusqu'au confluent du Lubudi, elle se rapproche de la méridienne, et coule enfin vers le nord-est jusqu'à sa rencontre avec le Luapula.

Les sources du Lualaba, voisines des sources de la Lufila, ont toujours été marquées trop au sud-ouest sur les cartes géographiques.

On doit les placer par $11^{\circ} 44' 48''$ lat. S., et à l'altitude de 1525 mètres. C'est au milieu de collines coniques, formées chacune d'un énorme bloc de minerai de fer magnétique (oxydule) et parfois d'oligiste compacte ou de limonite massive, qu'elles prennent naissance. Ces collines font brusquement saillie sur un terrain peu accidenté ; elles n'altèrent pas le caractère tabulaire de la région et donnent au pays l'aspect d'une vaste prairie couverte de taupinières.

De ses sources jusqu'aux rapides de Kalenge, en aval

du confluent du Lubudi, le Lualaba accomplit presque partout un énergique travail d'érosion ou de creusement; il perce son chenal dans de puissants massifs rocheux. La vallée supérieure traverse en aval de Kazembe les couches primaires, inclinées d'est à ouest, qui constituent exclusivement ce pays.

Dans cette section, les rives sont constituées par des terres basses généralement fertiles; quoique le cours soit déjà tourmenté, la navigation est possible dans quelques biefs peu étendus, et se fait en eau absolument calme entre Kazembe et Nzilo; la rivière passe à l'ouest de Kafunda-Mikopo ($11^{\circ} 42' 39''$ lat. S., $26^{\circ} 28' 54''$ long. E. de Gr., et 1610 mètres d'altitude), à l'est de Chamalenge ($11^{\circ} 34' 39''$ lat. S., $26^{\circ} 12' 36''$ long. E. de Gr., et 1580 mètres d'altitude), à Muchima ($11^{\circ} 25' 01''$ lat. S., $26^{\circ} 11' 05''$ long. E. de Gr., 1470 mètres d'altitude), à Gandueruma, à Kabundji (1410 mètres d'altitude), à l'est de Mupanja ($10^{\circ} 54' 25''$ lat. S., $26^{\circ} 02' 53''$ long. E. de Gr., 1470 mètres d'altitude) et de Kazembe. Au nord de ce dernier centre le Lualaba méandre dans les plaines d'un ancien lac. Il couvre plus d'un demi-degré en latitude et compte des villages tels que Mauvue et Kazembe.

Le cours d'eau reçoit plusieurs affluents, la plupart de nulle importance. La Munafuchi conflue, rive gauche, un peu en amont de Muchima; en face du village de Kifuika, à quelques kilomètres de son embouchure, elle a une largeur de 12 mètres, une profondeur de 1^m20 et un courant de 1^m20 par seconde. Aux points où le Lualaba rencontre des bandes de roches dures se trouvent la chute de Muchima et les rapides (1480 mètres d'altitude) situés au nord de Chamalenge, à Gandueruma, et entre Kabundji et Mupanga.

En aval de Mauvue se dresse la région montagneuse de Nzilo ou de Kizika Luelo.

Le Lualaba se perce dans ces masses, suivant une direction oblique, une étroite tranchée encore en pleine

voie de creusement. Une coupe faite dans la partie septentrionale de la gorge de Nzilo donne au niveau des eaux une altitude de 1270 mètres et une largeur de 45 mètres ; au sommet des berges à pic, une altitude de 1610 mètres et une largeur de 70 mètres.

C'est par une simple entaille de 20 à 30 mètres de largeur que la rivière se rue avec une violence indescriptible. Les audacieux qui la voudraient suivre dans sa course furibonde payeraient de leur vie cette témérité.

Elle subit en effet, entre les puissantes murailles où elle zigzague, trois séries de formidables chutes et rapides : les cataractes de Nzilo ; sur une distance de 14000 mètres environ, elles tombent de 1380 à 1260 mètres ; les cataractes de Mukaka, dont la chute est de 235 mètres pour 38 kilomètres de son cours ($1260 - 1025 = 235$ mètres) ; enfin les cataractes de Kambululu : leurs extrémités, distantes de 18 kilomètres environ, sont à l'altitude de 1025 mètres et de 930 mètres.

La dénivellation totale produite par ces obstacles est donc de 450 mètres pour une distance de 70 kilomètres environ. Elle était de 145 mètres des sources du Lualaba jusque Mauvue, soit un parcours de 200 kilomètres.

Le cours d'eau reçoit, rive gauche, en amont des rapides de Kambululu, la *Lufupa*, découverte et franchie par Arnot en 1887. Elle vient du sud-ouest et mesure, à son confluent, une largeur de 35 mètres, une profondeur de 0^m90 et une vitesse de 2^m50 à la seconde. L'expédition Francqui campa le 19 octobre sur sa rive gauche et au sud-ouest de son embouchure par 10° 14' 03" lat. S., 25° 50' 52" long. E. de Gr., et 1028 mètres d'altitude. C'est dans ces parages, par * 9° 55' lat. S., et 25° 33' long. E. de Gr., que Le Marinel fit une première fois la traversée du fleuve. Il mesurait 80 à 90 mètres de largeur et 3 mètres de profondeur. Ses eaux étaient limpides.

A une quinzaine de kilomètres du confluent de la Mufuchi, en aval de la dernière grande cataracte, une

région en plateau fait brusquement place, sur la rive gauche du Lualaba, au district tourmenté qu'on vient de signaler. Sur la rive droite, au contraire, les séries de collines accidentées qui bordent la rivière ne s'en écartent qu'un peu en aval du village de Katolo ou Lulu (9°53'05" lat. S., 25°55'02" long. E. de Gr.). Ce n'est donc qu'à partir de ce centre habité que le Lualaba coule dans un pays à peine ondulé, formé de couches horizontales.

Au point de rencontre du Lubudi, un des affluents de la rive gauche, le Lualaba est parsemé de gros rocs. Il butte contre l'extrémité méridionale de la puissante masse rocheuse des monts Hakansson, et décrit, à 2000 mètres en aval de l'embouchure du Lubudi, une grande courbe vers le sud. Puis il reprend la direction nord-est et franchit les chutes de Kalenge. On compte 125 kilomètres environ de ces chutes jusqu'à la Mufuchi (930 mètres d'altitude). La différence de niveau entre ces deux points extrêmes est de plus de 185 mètres. Nous rencontrons ici une nouvelle série d'obstacles ; ils correspondent à des zones de roches siliceuses dures intercalées dans les phyl-lades redressés. Leur importance est faible, si on les compare aux terribles sauts qui hérissent la rivière à la traversée des monts Nzilo.

Les plus importants sont : entre les altitudes de 930 et 910 mètres, et distantes de * 34 kilomètres, les chutes de Katala Mutumba, précédées et suivies d'un rapide ; entre les altitudes de 910 et 880 mètres et distantes de * 11 kilomètres, les chutes de Kimakima et de Kultuto, séparées par un rapide ; entre les altitudes de 880 et 830 mètres et distantes de * 14 kilomètres, deux rapides ; entre les altitudes de 830 et 820 mètres et distantes de * 16 kilomètres, les chutes de Kalenga Muchiampala, qui tombent d'une hauteur de 4^m50, et de Lupaia, avec, en aval, deux rapides ; entre les altitudes de 820 et 755 mètres (confluent du Lubudi) et distantes de * 36 kilomètres, les chutes de Kambudi, suivies de deux

rapides. Enfin les chutes de Kalenge, les dernières de cette longue série qui commence à quelques kilomètres des sources du fleuve, semblent constituer le seul accident sérieux — il a 3 ou 4 mètres de hauteur — qui interrompe encore la régularité du cours de la rivière. D'après les affirmations des indigènes, et les observations barométriques de M. Delcommune, la navigabilité du Lualaba serait possible, malgré l'existence de deux petits rapides aisément franchissables, entre Ankoro et Kassali, voire même jusqu'en amont de la lagune Kabué.

Du lit du Lualaba émergent diverses îles : *Katéa* et *Kapopo*, entre le village de Lulu et les chutes de Kimakima ; *Kamana* ($9^{\circ}23'03''$ lat. S., $25^{\circ}55'41''$ long. E. de Gr., 790 mètres d'altitude), et *Kafitoï* ($9^{\circ}14'55''$ lat. S., $25^{\circ}57'04''$ long. E. de Gr.).

Jusqu'ici le Lualaba n'a reçu que fort peu d'affluents importants, à sa rive gauche. Ce sont généralement des cours d'eau guéables pendant la majeure partie de l'année ; le plus grand nombre, surtout à la traversée des régions montagneuses, sont des torrents presque toujours à sec.

Après la Lufupa, l'affluent occidental le plus considérable dans ces parages et celui qui joue le grand rôle dans l'hydrographie générale du Lualaba, c'est le Lubudi. Il n'est pas navigable.

Annot, Le Marinel, Cameron avaient fourni quelques renseignements sur la rivière ou ses affluents. Mais à l'expédition Francqui revient l'honneur d'avoir déterminé son cours de $9^{\circ}35'$ lat. S. jusqu'à son confluent ($9^{\circ}13'44''$ lat. S., $26^{\circ}01'35''$ long. E. de Gr.).

A première vue, le Lubudi semble le rival du Lualaba. L'expédition Francqui a cru un instant qu'il constituait le cours d'eau principal. Aspect imposant, grande largeur, courant rapide : en fallait-il davantage ? L'illusion fut d'un instant. La rivière a peu de profondeur. Le 30 octobre 1892, son débit était de 218 mètres cubes par

seconde ; en effet sa largeur, à 200 mètres en amont de son confluent, atteint 145 mètres, la profondeur moyenne un mètre, et la vitesse du courant 1^m50 par seconde. Au même endroit le Lualaba présente un débit de 675 mètres cubes, la largeur étant de 150 mètres, la profondeur moyenne de 2^m25, et la vitesse de courant de 2 mètres à la seconde. Et cependant M. Wauters continue d'estimer que c'est le Lubudi qui est la branche-mère du Lualaba !

Nous avons vu que la masse des monts Hakansson refoulait les eaux du Lualaba vers le sud. Le Lubudi, qui a coulé sensiblement du sud au nord, vient buter contre ce même relief et s'infléchit du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

Avant de se rejoindre, les deux rivières coulent parallèlement pendant environ deux kilomètres, séparées par une étroite bande de terre de nature alluviale : elle se prolonge au confluent par l'île *Gomé*, de forme allongée et de même origine.

Francois constate dans cette île que les plus fortes crues du Lubudi dépassent de 2^m50 le niveau constaté au moment de son passage. Quelques kilomètres en amont de son embouchure, le Lubudi se dilate considérablement et se divise en plusieurs bras. Ils forment des îles, entre autres les *Kiowé*, basses, depuis longtemps habitées, et couvertes d'une végétation touffue où abondent l'élaïs, le dattier sauvage, le pandanus. Ces îles sont fréquentes sur le cours inférieur de la rivière comme aussi sur le Lualaba en aval de la Lufupa.

La vallée du Lubudi est creusée dans les couches redressées où l'expédition Francois a découvert la plus belle coupe géologique levée au cours du voyage. Ses versants sont ravinés par une succession de torrents, et couverts de la savane boisée qui s'étend jusqu'aux bords du Luembé.

On constate un certain encaissement et l'existence d'une suite de chutes et de rapides dans la section du Lubudi comprise entre son embouchure et le confluent

du Luabu ; les rives, comme les îles, sont couvertes d'une végétation assez dense, et le pays est passablement fertile.

A une trentaine de kilomètres de son embouchure, le Lubudi se grossit, rive gauche, du Luabu (Cornet a découvert en cet endroit une station de silex taillés). Cet important affluent, traversé par Cameron et Le Marinel, descend du plateau des Sambas ; la limpidité de ses eaux est remarquable.

A hauteur du confluent du Luabu, près des villages de Kitala et de Katunda, la nature géologique du sol change subitement, comme aussi l'aspect du pays et de la végétation. « Aux couches inclinées ou verticales du bas Lubudi, disent MM. Francqui et Cornet, succèdent des assises horizontales analogues à celles qui bordent le Sankuru, le Kassai et le Congo jusqu'au Stanley-Pool. Dans la vallée du Luabu, on observe une admirable coupe naturelle, où l'on voit les couches horizontales, consistant ici en bancs épais de conglomérats, de schistes et de grès tendres, se heurter à une haute falaise, formée des couches presque verticales du Lubudi inférieur.

« C'est l'emplacement d'une ancienne rive du lac qui a occupé autrefois la plus grande partie du bassin actuel du Congo et qui a déposé ses épais sédiments sur une aire immense. »

Si nous continuons à remonter le cours du Lubudi, nous constatons un élargissement de sa vallée, une dépression des versants et, en raison de la fertilité du sol, un développement assez prononcé des arbres de la savane boisée, qui forment souvent de véritables bois de haute futaie peuplés d'antilopes.

Près de Kasolo (9° 17' 35" lat. S.) conflue, à droite, la *Luima*, rivière profonde, rapide, non guéable et plus importante que le Luabu ; comme celui-ci, elle draine une partie importante du plateau des Sambas ; par * 9° 35' lat. S., nous avons (rive gauche) un autre tributaire, le

Litembuc ; Le Marinel a suivi sa vallée, y relevant les altitudes de 880 à 900 mètres. En amont de ce point le Lubudi est large d'une cinquantaine de mètres et profond de 3 à 4 mètres ; la rapidité de son cours est moyenne.

Entre ces deux affluents on voit souvent apparaître dans le lit et sur les rives du Lubudi des affleurements des couches redressées du cours inférieur de la rivière, accompagnées de pointements granitiques. Mais latéralement ces roches sont recouvertes par les grès horizontaux et l'aspect du pays ne change pas. Plus en amont, la direction du Lubudi continue d'être sensiblement méridionale. Il se grossit encore de quelques affluents, et a ses sources, d'après M. Wauters, sur un nœud orographique que les cartes portugaises appellent *Mont Rumea* (* 11° 15' lat. S.), d'où sortent aussi les branches-mères du Zambèse.

MM. Cornet et Francqui ont raison, nous semble-t-il, de ne pas partager cette manière de voir. Ils placent les sources du Lubudi sous 13° lat. S., là où Capello et Ivens avaient cru reconnaître le Lualaba. Le cours du Lubudi dépasserait donc de * 100 kilomètres celui du Lualaba, mesuré de ses sources jusqu'au confluent de cette rivière. D'après leur hypothèse encore, la deuxième rivière, traversée par les voyageurs portugais, se jetterait non dans le Lubudi, mais dans le Lualaba sous le nom de *Kisola*.

A partir des rapides de Kalengé la vallée du Lualaba s'élargit considérablement ; en certains endroits elle mesure 50 kilomètres en longitude ; elle est bordée à l'est et à l'ouest par les monts Bia et Hakansson.

A Kissamba (735 mètres d'altitude, 9° 7' 55" lat. S., 26° 14' 21" long. E. de Gr.), la rivière est large de * 350 mètres et profonde de 2 à 3 mètres. Elle abandonne définitivement le régime de creusement et décrit ses larges méandres dans une vaste nappe alluviale. Ces alluvions s'étendent sur la vallée d'érosion que s'est creusée le

Lualaba et règnent jusqu'à la jonction de cette rivière avec le Luapula par $^{\circ} 6^{\circ} 25'$ lat. S., et $26^{\circ} 55'$ long. E. de Gr. L'hydrographie de cette région est curieuse.

Le long des rives du cours d'eau règne tout un chapelet de lagunes latérales (Kabué, Kabelé, Mulundu et Upemba) ou d'expansions lacustres ; au nord de $5^{\circ} 30'$ lat. S., M. Mohun révèle l'existence d'autres lagunes.

C'est le commandant V. Lovet Cameron qui signala le premier leur existence ; il a observé non seulement le lac Upemba, dont Reichard a indiqué, en 1883, les scintillements lointains, mais il a vu du haut d'une colline, à la distance d'une vingtaine de milles, le lac Kassali ; son exploration a dû être confiée à quelques hommes de l'expédition, qui firent un rapport détaillé. Al. Delcommune et le regretté Bia, les premiers parmi les Européens, ont réalisé la reconnaissance respective du Kassali et du Kabelé.

Nous avons ici les vestiges d'un vaste lac, envasé à une époque relativement récente par les alluvions du fleuve. Il s'étendait jusqu'au pied des collines bordières de la vallée, et devait sa formation à quelque barrage rocheux existant en aval et aujourd'hui disparu.

Ce fait n'est pas unique en Afrique. - Sur le haut Lualaba même, d'après MM. Cornet et Francqui, immédiatement en amont de Nzilo, la plaine de Kazembe marque, à n'en pas douter, l'emplacement d'une ancienne expansion lacustre, vidée par suite de l'approfondissement de la gorge de Nzilo. Les vastes plaines de la Lufila, en amont des chutes de Djuo, ont sans doute une origine analogue, et la rivière les inonde encore tous les ans à l'époque des hautes eaux. De même le lac Moëro, à une époque antérieure, a eu probablement une étendue double de celle qu'il présente aujourd'hui, et il doit tendre à se vider à mesure que son déversoir s'approfondit. - Nous en avons déjà dit autant du Banguelo-Bemba.

Toutes les lagunes du Lualaba n'ont pas la même

importance. Au sud du Kassali sont échelonnés d'amont en aval : le Kabué (rive droite), le Kabelé et le Mulundu (rive gauche); enfin, sous la même latitude que ce dernier, mais plus important que les trois autres, l'Upemba (rive droite).

La colonne Bia a vu ces quatre nappes d'eau, d'une altitude de 1300 mètres. Elles sont voisines du Lualaba, allongées presque parallèlement à son cours et reliées au fleuve par plusieurs chenaux. L'étude du Kabelé seul a été faite (1). Sa reconnaissance dura trois jours. Il est de forme grossièrement ovale. Le capitaine Bia fit la traversée de la partie nord du lac, entre Kizanga (rive occidentale) et Gandu sous la même latitude à la rive orientale; ce trajet de 12 kilomètres constitue la largeur du lac. Sa plus grande longueur est d'un peu plus de 20 kilomètres. La profondeur est faible et ne dépasse nulle part trois mètres.

Le Kabelé est séparé du Lualaba par une sorte de bourrelet formé conformément aux lois de l'alluvionnement. Il est large d'environ un kilomètre et un peu plus élevé que le restant de la plaine. Lors des variations du niveau du fleuve, le mouvement des eaux a ménagé, dans cette sorte de digue naturelle, quatre chenaux étroits. A l'époque des crues, ils mènent à la lagune le trop plein du Lualaba; mais dès que celui-ci baisse, ils servent de déversoir aux eaux du Kabelé.

Le Kabelé reçoit à sa rive gauche quelques affluents assez importants : le *Kamolondo*, le *Nenei*, le *Luitu*, etc. D'après MM. Cornet et Francqui, « cet apport doit, indépendamment des variations du niveau du Lualaba, produire un certain afflux de la lagune vers le fleuve. Quoi qu'il en soit, on voit que le Kabelé, comme le Kabué et sans doute les lagunes voisines, constitue, pour le cours

(1) MM. Cornet et Francqui sont d'avis que l'Upemba et le Mulundu sont de même nature que le Kabué et le Kabelé.

du Lualaba, une sorte de régulateur qui tend à modérer, en aval, la rapidité et l'intensité des crues et des baisses de niveau. »

M. Delcommune est d'avis que ces lagunes font au Lualaba des saignées sérieuses. Lors de son premier passage du Lualaba, en août 1891, au confluent du Luvoï, il mesura le débit du cours d'eau ; en décembre 1892, à 110 kilomètres en aval, il constata, malgré le commencement de la saison des pluies, un débit inférieur à celui de l'année précédente.

A quelles causes, demande-t-il, attribuer cette différence, qui semble anormale, si ce n'est à l'évaporation constante, et non compensée par les affluents, des eaux du fleuve dans ses nombreuses expansions ?

A l'époque du passage de la colonne Bia, la saison des pluies battait son plein ; à l'est et à l'ouest de la lagune, les eaux limoneuses jaunâtres du Lualaba et des affluents directs se mêlaient aux eaux limpides et brunes du Kabelé (1).

Cet apport de matières limoneuses, qui se déposent sur le fond de la lagune, doit l'envaser de plus en plus, et entraîner sa prochaine disparition.

Une cause de nature organique tend au même résultat. Sur toute la périphérie de la lagune règne une large zone de papyrus constituant une roselière extrêmement dense et de plus en plus étendue. Les débris de ces plantes, mêlés au limon, augmentent sans cesse en épaisseur et tendent à constituer des îlots et un sol peu ferme d'abord, mais qui acquiert de la consistance avec le temps.

« C'est ainsi que le Kabelé est bordé d'une couche d'un humus noir extrêmement fertile, encore envahie tous les

(1) Nous lisons dans le rapport du capitaine Bia : « La nuance des eaux diffère d'une rive à l'autre. Au premier quart de la traversée, elles sont brunes, et au deuxième quart blanches, limoneuses ; plus loin elles deviennent très brunes et le long de la rive orientale elles ont la teinte limpide des eaux du Lualaba. » (MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE, 27 novembre 1892.)

ans par les eaux lors des fortes crues et où les indigènes ont installé leurs plantations. -

Le gibier d'eau est on ne peut plus abondant sur le Kabelé : des nuées de pélicans, de grues, d'oies, de canards, de sarcelles, etc., etc., se laissent tirer presque à bout portant.

Le Kabelé et le Lualaba sont à l'altitude de 730 mètres d'après Bia. Le Marinel, qui traversa le Lualaba en amont du Kabelé par $9^{\circ} 55'$ et $9^{\circ} 12'$ latit. S., donne comme altitude de ces deux points de passage 790 et 660 mètres. Où sont les chiffres inexacts ? Sont-ce ceux de Bia, qui leva les altitudes par l'anéroïde de poche, à partir du lac Kabelé ?

Le lac Kassali s'étend de $* 8^{\circ}$ à $* 8^{\circ}20'$ lat. S. Il apparaît comme une vaste expansion marécageuse du Lualaba. C'est plutôt une lagune qu'un lac. Il est couvert d'une infinité d'îles herbeuses. Les eaux sont noirâtres. Sa largeur atteint une quinzaine de kilomètres. La longueur est beaucoup plus considérable. En cet endroit la large vallée du Lualaba est nettement marquée, creusée sur une largeur de plus de 50 kilomètres entre les monts Bia à l'est, et les monts Hakansson à l'ouest. Les hauts massifs de gneiss et de quartzites des monts Hakansson dominent la rive occidentale du Kassali.

Nous venons de voir que plusieurs lagunes fluviales appauvrissent le Lualaba de $9^{\circ}20'$ à 7° lat. S. Heureusement des affluents viennent compenser partiellement ces saignées. Les principaux sont le *Fungé*, le *Lubudi*, le *Luvöi*, et la *Lufila*.

Entre les lacs Kabelé et Kabué et non loin de ce dernier, à Kisamba, le Lualaba a une largeur de 350 mètres environ ; son courant est assez faible. Les rives sont peu élevées : 1 mètre à 1^m50. C'est à quelque distance de ce point qu'un modeste cours d'eau, le Fungé, se déverse à la rive droite du fleuve. Il est signalé par Bia sous le

nom de Fungere, et par Paul Le Marinel sous celui de Fungue. M. Wauters, qui a eu sous les yeux les cartes itinéraires des deux explorateurs, identifie ces rivières.

D'après le croquis joint à un article de MM. Cornet et Francqui, le Fungé se déverse à la rive droite du Kabué(1); sa large vallée marécageuse divise en deux la chaîne des monts Bia. Le *Kafungé*, un des tributaires du Fungé, présente une particularité intéressante. Il est formé par des sources thermales sulfureuses.

La vue de ruisseaux d'eau presque bouillante, dit le D^r Cornet, l'odeur pénétrante qui se répandait au loin et les nuages de vapeur qui s'en échappaient, jetèrent les Noirs dans une stupéfaction indicible.

« Les eaux sortent du sol à une température dépassant 70° C. et dégagent une forte odeur d'hydrogène sulfuré; elles ont déposé des amas épais d'un travertin spongieux et friable. Les sources sont disséminées sur un espace elliptique d'environ deux hectares de superficie. Leur débit total peut être évalué à trois cents litres par seconde. »

On croyait jusqu'ici que le Luvoï grossissait le Lualaba (rive gauche) au sud du Kassali. Grâce à l'expédition Delcommune, on sait de science certaine qu'il conflue vers 8° lat. S., quelques kilomètres en aval de l'extrémité nord de ce lac. C'est à Cameron que sont dues les premières notions sur le bassin du Luvoï. Après lui Le Marinel, Bia et Delcommune l'ont traversé dans son cours supérieur et inférieur. La rivière semble un des tributaires les plus considérables de la rive gauche du Lualaba. Elle reçoit plusieurs affluents, parmi lesquels, rive gauche, une rivière appelée Killuilui par Cameron et Kulubilui par Bia.

La limite des bassins du Luvoï et du Lualaba est formée vers * 8° 20' lat. S., par un vaste plateau de 1152 mètres d'altitude.

(1) LE MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE, pp. 101-102.

Le bassin de la Lufila, le tributaire de droite le plus important du Lualaba, a été parcouru dans tous les sens, mais surtout dans son cours supérieur. Reichard, Sharpe, Stairs, Delcommune fixèrent plusieurs points de son cours inférieur et moyen. A Capello et Ivens est due la découverte de ses sources.

Elles sont à 20 ou 25 kilomètres à peine de celles du Lualaba. La rivière s'engage aussitôt dans une large vallée bien accusée. Elle creuse son lit dans des couches verticales de dureté très variable et est obstruée, jusqu'au niveau de Katanga, par de nombreuses chutes et rapides. Ces obstacles écartent toute idée de navigabilité, quoiqu'un grand nombre d'affluents, descendus des Kabali et des massifs montagneux du Muiombo situé au sud de Makaka ($11^{\circ} 6' 23''$ lat. S., $27^{\circ} 52' 23''$ long. E. de Gr., et 1210 mètres d'altitude) en fassent un cours d'eau important.

A la région accidentée que la Lufila vient de traverser succède une immense plaine alluviale, superbe, n'ayant de limites qu'à 24 kilomètres au nord-ouest ; elle est d'altitude peu supérieure à celle du cours d'eau et recouverte de savanes herbues.

C'est ici que la ville de Katanga est construite.

Au nord de cette grande plaine, la rivière franchit, par un étroit défilé, le gradin du Kunui ; après une nouvelle série d'obstacles, elle arrive à hauteur de Moachia ($10^{\circ} 32'$ lat. S.) où elle reçoit à droite le ruisseau de ce nom. Plus en aval, elle traverse encore quelques rapides peu importants jusqu'à Tchikonguruka.

Près de Moachia on voit sortir, sur une grande étendue, des fissures des roches, « une eau à la température de 35° à 40° , fortement chargée de sels, principalement de chlorure de sodium et de sulfate de magnésium. Cette eau donne lieu, par son évaporation constante, à la formation d'une épaisse croûte de sels couvrant une longue bande de terrain parallèle à la Lufila. Les indigènes des villages

voisins recueillent ces dépôts et les agglomèrent en masses cylindriques qui font l'objet d'un commerce important et sont exportées au loin, jusque dans le pays des Baüssi, sur la rive droite du Luapula. »

A la latitude du poste du Lofoi, la Lufila s'est creusé une immense vallée d'érosion large de 100 kilomètres où elle coule en commun avec la Bunkeia, le Dikulue, la Luvua et nombre de leurs affluents. Cette vallée, limitée comme nous l'avons vu par les plateaux du Kwandelungu et de la Manika, est occupée par une nappe d'alluvions argilo-sablonneuses.

Chaque année, à la saison des pluies, les rivières débordent et transforment, pour plusieurs mois, la plaine en un vaste lac. Il s'étend jusqu'aux limites de l'horizon et dépose de nouvelles couches de limon fertilisant. Quand les eaux se sont retirées, la savane se couvre d'une herbe haute et serrée, et est envahie aussitôt par de nombreux troupeaux de gros gibier descendu des plateaux voisins (zèbres, buffles, antilopes).

Les eaux du lac ou de la rivière tombent en cascades étagées dans la Lufila inférieure, par une gorge étroite explorée par Al. Delcommune, mais découverte par Böhm et Reichard. A l'entrée d'amont la gorge, creusée à travers le plateau de Mitumba, n'a que 100 mètres de largeur. Les eaux forment immédiatement une chute de 22 mètres de hauteur, puis la rivière reçoit, rive gauche, le *Luvilombo*, en aval du Dikulue. De nombreuses chutes se succèdent en aval où la vallée s'élargit peu à peu. Il s'en trouve même de petites, non loin du Kassali, dans lequel la Lufila se jette, selon toutes les probabilités. D'après Delcommune, le lac Kassali est à l'altitude de 564 mètres ; celle de la Lufila, en amont de la chute de Djuo, est de 887 mètres. La différence de niveau est donc de 323 mètres pour un parcours de 175 kilomètres.

Entre les limites que nous venons d'indiquer, le cours de la Lufila dépasse 500 kilomètres. La largeur de la

rivière est variable. Près du confluent du Dikulue elle est de 45 yards, et la vitesse du courant de 2 milles à l'heure. A l'embouchure de la Luvua, la Lufila a 70 mètres de largeur et 13 mètres de profondeur. Ses eaux sont potables, calmes et tranquilles.

Les affluents qui enrichissent la Lufila sont généralement de peu d'importance, mais ils élargissent considérablement l'envergure de la vallée depuis les sources salines de Moachia jusqu'aux rapides de Djuo. Sur la rive gauche, d'aval en amont, par $9^{\circ} 35'$ lat. S., nous rencontrons le *Luvilombo*, grossi du rivulet *Tembwe Mufle* venu de l'est ; plus au nord le *Dikulue*, qui se creuse un lit profond, à partir de son embouchure ; à 8 kilomètres en amont de ce point, c'est un beau cours d'eau, de 39 à 49 mètres de largeur, de 6 mètres de profondeur et d'une vitesse de 1600 mètres à l'heure. La crête des berges domine les eaux de la rivière de 10 et même de 13 mètres. La rivière glisse tout d'une pièce comme un flot d'huile, avec à peine une ride à la surface. A l'époque des pluies, son niveau monte de 2 mètres, et presque partout un steamer d'un mètre de tirant d'eau passerait facilement. Vers 10° lat. S., le Dikulue se grossit, rive droite, de l'*Uleya* ; le *Bunkeia* est un autre tributaire de la rive gauche ; sa vallée est large de 3 à 5 kilomètres devant la ville de ce nom ; ce cours d'eau naît dans les massifs de *Kambobé*. C'est sur ses bords qu'est construite la capitale de feu Msidi.

Sur la rive droite de la Lufila nous avons déjà signalé les sources thermales salines de *Moachia*. Un groupe d'affluents a ses sources sur le Kwandelungu. Ils coulent tous dans une direction nord-nord-ouest et vont rencontrer la crête occidentale de la chaîne, d'où ils se précipitent d'une hauteur de 600 à 700 mètres dans la vallée de la Lufila. Arrivés là, ils courent vers l'ouest jusqu'à leur jonction avec la rivière. Les trois plus considérables sont la *Luvua*, le *Kilumba* par $9^{\circ} 55'$ lat. S., et le *Loföi*. La Luvua conflue un peu en amont du Dikulue. Sa direction

est nord-est sud-ouest. Sa largeur est de * 15 mètres, sa profondeur de 6^m50. Le courant a une vitesse de 1600 mètres à l'heure. Par * 9° 35' lat. S., elle coule à l'altitude de 990 mètres. Elle se grossit à l'est, du nord au sud, du *Mpango*, du *Luiki*, du *Luisi*. Le *Luiki* est un torrent descendu du plateau et dont une chute a * 200 pieds. Une branche du *Luisi* se précipite également, à * 8 kilomètres à l'est-sud-est de Kifuntwe, par-dessus un mur rocheux de 50 mètres d'élévation. On aperçoit de plusieurs kilomètres de distance les reflets soyeux de cette chute majestueuse.

Le *Kilumba* se précipite, sur une assez courte distance, de l'altitude de 1480 mètres à l'altitude de 940 mètres.

Le *Lofoi* est l'affluent de droite le plus important de la *Lufila*. L'expédition *Bia* l'a traversé à l'altitude de 1510 mètres, d'après *Franqui*; de 1585 mètres, d'après *Cornet*. Il mesurait 32 mètres de largeur, et * 0^m70 de profondeur. Ses eaux sont limpides et coulent sur de gros blocs de calcaire avec une vitesse d'un mètre à la seconde. A sept journées de marche de *Bunkeia*, le *Lofoi*, qui semble traverser le *Kwandelungu* dans une grande partie de sa largeur, coule dans un couloir large à peine 50 mètres et dont les parois raides se dressent à plus de 200 mètres de hauteur. La rivière tombe à pic du haut de cette muraille qui constitue un obstacle infranchissable. L'État Indépendant du Congo y a établi un poste.

Pour compléter cette monographie du réseau fluvial du *Lualaba*, il nous reste à grouper quelques chiffres relatifs au cours de la rivière.

Près de *Kafunda-Mikopo*, le *Lualaba* a une largeur de 15 mètres, une profondeur de 0^m70 et une vitesse de courant de 2 mètres à la seconde. Ces dimensions atteignent 25 à 30 mètres, 3 mètres et 0^m50 en face du village de *Chamalenge*; la largeur à *Mushima* ne dépasse pas 30 mètres, et le débit 60 mètres cubes à la seconde. Dans

les parages de Kazembe, la largeur est de 120 à 180 pieds. En amont des cataractes de Nzilo, à Manvué, la rivière est large de 80 mètres, profonde de 3 à 4 mètres et dotée d'un courant d'un mètre à la seconde. Enfin le Lualaba, comme nous l'avons déjà dit, mesure, en amont du confluent du Lubudi, une largeur de 150 mètres, une profondeur de 2^m25 et une vitesse de courant de 2 mètres.

Son débit est donc en ce point de 675 mètres cubes à la seconde. Chose curieuse, ce débit n'est plus que de 253 mètres cubes à Kikondja, au confluent du Luvöi, point où Delcommune traversa pour la première fois le Lualaba. Delcommune, il est vrai, a relevé ces chiffres le 31 août 1891, tandis que Francqui et Cornet ont opéré le 30 octobre 1892, en pleine saison des pluies.

Delcommune se base avec raison, semble-t-il, sur le faible débit du Lualaba pour affirmer que cette rivière se jette dans le Luapula à Ankoro. Ce débit, en effet, il a pu le comparer à celui du Luapula (1). Or, ce dernier débit, sous la même latitude, et à une année de distance, 8 août 1892, était de 520 mètres cubes au village de Mpueto, où le Luapula, au débouché du lac Moëro, mesure 800 mètres entre ses rives. Qu'on n'accuse pas le système d'observations : il a été le même dans les deux branches du fleuve : triangulation pour les largeurs, même nombre de sondages pour la profondeur, et procédé identique pour mesurer la vitesse du courant.

On remarquera au surplus que le Lualaba, en aval de Kikondja, ne reçoit plus qu'un affluent important, le Luvöi, et qu'il paraît saigné par diverses lagunes ; le Luapula, au contraire, se grossit de trois tributaires connus : la Luvule, le Lubuli (rive gauche) et le Lufunzo (rive droite), chacun d'eux aussi considérable que le Luvöi.

A première vue, du reste, on reconnaît la supériorité du

(1) Delcommune a fait une seconde série d'observations à Ankoro. Il est regrettable qu'elles ne soient pas encore publiées.

Luapula. Près de Mpueto, à une si grande distance du confluent du Lualaba, il conserve l'aspect imposant d'un grand fleuve. A sa sortie du Moëro il est coupé par des rapides, et à deux journées de marche en aval, là où Delcommune a quitté ses rives, il forme un grand pool, couvert d'îles boisées, dont plusieurs sont habitées et reliées entre elles par des chutes.

Enrichi de l'important volume d'eau du Lualaba, le Luapula continue son cours vers le nord. Il est bientôt entravé mais non interrompu par des rapides. Par * 5° 30' lat. S., il reçoit à droite la *Lukuga*. Grâce à Al. Delcommune et à MM. Mohun et Hinde, on peut faire disparaître des cartes le lac *Landji*, que les cartographes plaçaient au confluent de cette rivière, et reporter d'un demi-degré vers l'ouest le tracé du fleuve en cet endroit. Il en résulte que l'intervalle compris entre ce confluent et celui du *Lomani* et du *Lukassi* ne dépasse guère 80 kilomètres en pays plat, non coupé de rivières.

La section du Congo qui s'étend de Kassongo à l'embouchure de la *Lukuga*, c'est-à-dire de 4° 30' à * 5° 30' lat. S., soit une distance de 135 kilomètres, vient d'être reconnue par M. Mohun et le docteur Hinde. Après avoir lutté avec le vaillant Dhanis contre les hordes esclavagistes, les explorateurs ont quitté Kassongo, en pirogue, le 18 mars 1893.

Toute une série de rapides s'échelonnent sur les 110 kilomètres qui séparent Lukuna (* 4° 34' lat. S.) et Kongola (* 5° 12' lat. S.). La navigation est impraticable aux steamers, mais possible aux pirogues dans trois ou quatre petits biefs. Le plus important mesure 15' en latitude. Il est compris entre Sangha, à l'embouchure (rive droite) du *Lulindi* (* 4° 38' lat. S.), et Mutabelli, au confluent du Congo et du *Kallambuga*. En amont de Kongola les rapides disparaissent et le Congo est navigable jusque Ankoro.

La largeur du cours d'eau est très variable ; elle atteint 1500 mètres à 3000 mètres entre Sangha et Mutabelli, mais descend à 90 mètres dans la gorge étroite comprise entre Kongola et Lenga. C'est dans cette partie très pittoresque du fleuve que M. Mohun signale les « Portes d'enfer » (* 5° 20' lat. S.). Le fleuve, large de 180 mètres, se rue entre une colline de 125 mètres de hauteur située sur la rive droite et une falaise de granit noir de 30 mètres environ, qui s'élève sur la rive gauche ; au milieu des eaux, dont la chute totale est de 4^m 30, se dressent deux énormes monolithes de quartz, hauts de 25 à 30 mètres, partageant le courant en trois chenaux impétueux.

Le Congo s'élargit en amont de Kongola et présente deux grandes expansions, semées d'îles, qui terminent la série de lagunes existant entre le Luvoï et le Lubudi. L'expansion la plus méridionale est voisine de l'embouchure de la Lukuga. Ne peut-on pas, ne doit-on pas même supposer, quoique M. Mohun n'ait pas entendu prononcer le mot, qu'elle constitue le lac Landji signalé à Cameron par les Arabes ?

En cette partie de leur cours, les eaux du Congo sont très basses en janvier et en février ; la crue commence vers le 1^{er} janvier ; vers le milieu d'avril les rapides les plus dangereux sont généralement submergés et les pirogues les franchissent sans encombre. D'après les constatations de M. Mohun, les eaux avaient monté de 4^m50 dans les « Portes d'enfer » du 18 mars au 15 avril.

Depuis le confluent du *Luama* (* 4° 43" lat. S.), large de 225 mètres environ à son embouchure, jusqu'à Kongola, le Congo coule dans une vallée étroite, dont l'axe ne dépasse pas 3000 mètres. Elle est bordée à l'est et à l'ouest par des collines parfois boisées ; leur altitude oscille entre 50 et 1000 à 1200 mètres. Par * 4° 58' lat. S., se dressent deux reliefs d'allure originale. Celui de la rive droite du Congo, d'une altitude de 950 mètres, a été baptisé par M. Mohun du nom de *Mont Dhanis* ; celui

situé sur la rive gauche du fleuve, et d'une altitude de 1350 mètres, du nom de *Mont Cleveland*. Ne sont-ce pas des hauteurs déjà signalées par Stanley ?

En amont de Kongola, la vallée s'élargit considérablement.

En aval de Kassongo, le fleuve passe à Nyangwé (1200 mètres de largeur), Riba-Riba, Kibongé, Stanley-Falls, etc. Nous bornons l'étude du cours du Congo à ce point, où nous avons enfin des coordonnées astronomiques des plus précises. La station des Stanley-Falls est située par $10^{\circ} 30' 18''$ lat. S., et $25^{\circ} 10' 42''$ long. E. de Gr. ; elle a 428 mètres d'altitude. On doit ces résultats aux précieuses opérations géodésiques faites en Afrique par les capitaines Delporte et Gillis (1).

Toutes les coordonnées et dimensions du cours proprement dit et du bassin du fleuve que nous relevons en amont des Stanley-Falls ont été indiquées par les explorateurs. Si consciencieuses qu'aient été leurs observations, elles sont sujettes à erreur ; il suffit d'un rien à un instrument, d'une lecture trop précipitée au cours d'un voyage, etc., pour que les constatations ne soient pas exactes.

De là vient aussi l'écart parfois considérable qui existe entre les chiffres fournis par divers voyageurs et pour lequel la conciliation est difficile.

Pour Nyangwé, par exemple, l'altitude est de 620 mètres d'après Livingstone ; Stanley estime le niveau des eaux devant cette ville à 631 mètres, et, un peu en aval, M. Wauters marque sur sa carte la cote 480. Où est le renseignement exact ? A part le chiffre de M. Wauters, comment concilier les données relatives à Nyangwé avec celles relevées par Al. Delcommune à l'embouchure de la Lukuga (497 mètres), à Ankoro et à Kassali ; avec celles rapportées par Le Marinel, qui estime l'altitude du Lua-

(1) Extr. des MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. LIII.

laba à 790 mètres par $9^{\circ}55'$ lat. S., et à 660 mètres par $9^{\circ}12'$ lat. S., et $26^{\circ}8'$ long. E. de Gr.; avec celles enfin de l'expédition Bia-Francqui, dont les observations donnent en aval du point de passage de Le Marinel 730 mètres à la lagune Kabelé ?

Et cependant toutes ces cotes d'altitude ont leur grande valeur, ne fût-ce que pour l'établissement d'une carte hypsométrique du bassin du Congo.

Nous avons dit que le Luapula se grossissait, par $5^{\circ}30'$ lat. S., et $26^{\circ}45'$ long. E. de Gr., de la *Lukuga*, espèce de canal d'écoulement naturel et intermittent.

Plusieurs hypothèses ont été émises sur la nature du cours de cette rivière. Il y a 20 ans (mai 1874), Cameron, constatant un léger mouvement de ses eaux vers l'ouest, signala le premier son véritable rôle : elle était l'émissaire du Tanganyika. Cette opinion fut acceptée par plusieurs sous bénéfice d'inventaire. On doit la ranger parmi les conquêtes définitives de la science, grâce aux observations faites sur place par Al. Delcommune ; il a exploré la section de la rivière comprise entre l'embouchure et Kabumbi ($29^{\circ}10'$ long. E. de Gr.), situé à 90 kilomètres en ligne droite de l'origine de la Lukuga ; c'est le point extrême atteint par Thompson en 1880, et que personne n'avait dépassé depuis. En 1893, MM. Mohun et Hinde ont remonté le cours d'eau depuis son confluent jusqu'à la Luizi.

La Lukuga suit une direction générale est-ouest en décrivant une grande courbe vers le nord. Elle sort du Tanganyika, à l'altitude de 812 mètres, par 6° lat. S., et 30° long. E. de Gr.

A 7 kilomètres en aval, la largeur est de 550 mètres, la profondeur de 5^m50 et la vitesse du courant d'un nœud et demi.

Plus bas la largeur atteint parfois 1500 mètres ; elle se réduit à 250 ou 300 mètres, après un cours de 20 kilomètres, c'est-à-dire au moment où la rivière pénètre dans la gorge de Mitwanzi, creusée dans la chaîne des

Monts Kakazi, et dominée au nord et au sud par des masses rocheuses de 300 à 350 mètres de hauteur : au nord les *Kiandja*, au sud les *Kibunga*. Cette gorge est tapissée de rapides jusqu'au village de Kalumbi, situé au pied des contreforts occidentaux de la chaîne et à 699 mètres au-dessus du niveau de la mer ; la dénivellation, pour un parcours à vol d'oiseau de 90 kilomètres, est déjà de 113 mètres.

Les rapides cessent de barrer la rivière sous la longitude de Wabensa, où la vallée s'élargit et où la Lukuga devient marécageuse ; ils se rencontrent encore plus en aval pour disparaître définitivement en amont de M'Buli (* 27° 25' long. E. de Gr.). La largeur de la vallée est de 8 kilomètres ; la rivière s'épanche et se divise en plusieurs bras, enserrant de grandes îles. Elle est d'autant plus navigable aux pirogues que le courant est à peine perceptible. A certaines places, les herbes hautes et semblables à des joncs obstruent le lit du cours d'eau et entravent la navigation. M. Mohun a constaté une profondeur maxima de 1^m25 à 1^m50. Il existe à l'embouchure de la Lukuga un delta dont les bras mesurent, d'après M. Hinde, celui du nord 30, et celui du sud 25 mètres de largeur. Dans le bras méridional on constate un courant très rapide et une profondeur de 4^m50. A son confluent, l'altitude de la Lukuga est de 497 mètres. Pour un parcours total de 400 kilomètres environ, la chute est donc de 325 mètres.

Comme cours d'eau, la Lukuga n'a pas grande importance. Al. Delcommune constate partout fort peu d'eau ; mais il a exploré la rivière à la saison sèche. A Kalumbi, sa largeur est de 50 mètres. A la mi-novembre, l'ingénieur Diderrich a relevé à son confluent 57 mètres de largeur, 1^m50 de profondeur, 0^m37 de vitesse de courant. Le débit est donc de 3 mètres cubes 635 à la seconde.

On voit que ces chiffres ne correspondent pas absolument avec ceux que nous devons au docteur Hinde.

Parmi les tributaires de la Lukuga, signalons le *Ludu*

(r. d.), la *Luizi* (r. g., * 6° lat. S., 27° 35' long. E. de Gr.), et la *Niamba* (* 5° 55' lat. S., 28° 50' long. E. de Gr.), ancienne source probable de la Lukuga.

Nous disons « ancienne source probable de la Lukuga »; M. A.-J. Wauters nous en donne la raison. « A une époque lointaine, la Lukuga était un modeste affluent du Luapula, séparé du bassin du Tanganyika par les monts Kakazi.

» Le lac constituait un *tchad*, c'est-à-dire une mer intérieure sans écoulement. Les eaux fluviales et celles des affluents s'y accumulant firent monter le niveau à un point qui ne fut plus jamais atteint depuis. Lorsqu'il atteignit le col le plus bas de la ligne de pourtour du bassin, précisément à l'endroit reconnu par Cameron, et où s'affaisse le relief de la chaîne du Kakazi, les eaux s'épanchèrent vers l'ouest par la vallée du premier ruisseau qui se présenta à leur course et qui les conduisit dans la Niamba, cours supérieur de la Lukuga, puis dans le Luapula.

» Le niveau baissa insensiblement, et le canal, percé à travers la montagne, s'approfondit sous l'action de la vitesse du courant et sous la poussée de la masse liquide.

» Tout le long du cours de la rivière se montrent les traces du phénomène et du passage violent des eaux. L'érosion du lit et des roches bordières de la rivière est extraordinaire; à certaines places, des roches plates, dont les faces ont été rongées par le courant, se dressent à 7 et 8 mètres au-dessus du niveau des eaux. Très loin dans la vallée, on retrouve des coquillages apportés jadis par les eaux du lac.

» Depuis de longs siècles, le niveau du Tanganyika est réglé par l'altitude du plafond du canal d'émission. A l'écoulement impétueux de l'époque des débuts a succédé une période de calme naturel; suivant la plus ou moins grande abondance des pluies, le débit du lac est plus ou moins considérable. Il arrive parfois, après une année de

sécheresse, que le niveau atteint à peine le plafond du canal; le courant est alors presque invisible; - peut-être même, nous le verrons bientôt, est-il arrêté maintenant par une barrière de sables et de plantes aquatiques.

Occupons-nous un instant du Tanganyika. Nous disons Tanganyika et non Tanganika. Cameron, à qui l'on doit surtout le tracé du lac, et qui connaît le pays, ses habitants et leur langue, signale que le vocable Tanganika n'a aucun sens.

Ku Tanganya en effet veut dire faire un mélange, et Tanganyika, endroit où se fait le mélange. Cette dernière orthographe doit donc être conservée, puisqu'elle respecte l'étymologie du mot; mais, d'après Stairs, Cameron se trompe non pas pour l'orthographe du mot, mais pour son étymologie. *Tanganyika* vient de *Tanga*, mot kifipi, qui signifie lac, et de *Nyika*, qui en kifipi, kinyamwezi et kiswahili veut dire désert ou solitude.

Le Tanganyika a pour coordonnées * 3° 15' et * 9° lat. S., * 29° 10' et 31° 20' long. E. de Gr. La largeur, en face de Karéma, est de 37 kilomètres. L'altitude moyenne est de 812 mètres. La direction générale est nord-ouest sud-est. Le lac présente une superficie de 35 130 kilomètres carrés, une profondeur estimée par Giraud à 600 mètres, et un développement côtier supérieur à 1500 kilomètres. L'eau est fraîche, claire, douce, potable, de qualité inférieure à celle du Nyassa, mais supérieure, d'après Stairs, à celle du lac Victoria. Sans être saumâtre, elle est caractérisée par une petite saveur indéfinissable, à laquelle on se fait aisément.

Le bassin du Tanganyika est considérable. Au sud ses limites vont probablement au delà du 10° lat. A la pointe sud-ouest du lac se trouve Sumbu (8° 29' 20" lat. S.); l'altitude y est de 3300 pieds; à Pambete, dans les plus hauts sommets des plateaux, elle atteint 5000 pieds, soit 2300 pieds environ au-dessus du niveau du lac. A 3 milles à l'ouest de Sumbu coule le *Mungela*. Son lit est rocheux

et à sec en août. Il se jette dans le Tanganyika, à 3 milles au nord de ce village. Cette rivière doit être identifiée avec la Mongera de la carte de la partie sud-ouest du lac dressée par M. Here. Dans la vallée du Lofu inférieur se trouve le district de Liendwe; il est d'une grande fertilité et constitue le grenier d'abondance du sud du Tanganyika.

Le bassin s'étend vers l'est jusqu'à plus de 400 kilomètres dans la direction de la côte. Il doit donc comprendre Tabora, que Cameron rattache à la vallée du Nil; la ligne de partage passe probablement à quelques milles au sud-est de ce centre. Le pays est drainé par le *Malagarazi*, le plus important tributaire du Tanganyika. Il a ses sources à l'ouest-sud-ouest du Victoria Nyanza vers 4° lat. S. Grossi, rive gauche, par * 5° lat. S., de l'*Igombé*, originaire de l'est de Tabora, il conflue au sud d'Udjidji.

Le Tanganyika, le lac Albert-Édouard (4480 kilomètres carrés de superficie) et le lac Albert s'étendent du nord au sud, au fond d'une faille énorme, mais d'assez faible largeur, des terrains *primitifs* et *primaires* de cette partie de l'Afrique. Ses bords sont constitués à l'est comme à l'ouest par des plateaux élevés dominés par des pics.

Entre le Tanganyika et l'Albert-Édouard la faille se resserre, mais l'altitude des parois ne diminue pas; leur point culminant atteint 3000 mètres. Des rivières en descendent qui s'écoulent à l'ouest vers le Congo, à l'est vers le nord.

Le fond de la faille est occupé par le lac *Kivu*. Il doit prendre la place du lac *Oso*, signalé mais non entrevu par Stanley, et devenu un tributaire de droite de la *Lowa*. Le Kivu est placé à mi-distance entre le Tanganyika et l'Albert-Édouard; il est aussi étendu que ce dernier, et est coupé par le parallèle 2° lat. S. Il a une forme ovale nord-sud. Dans sa partie méridionale se trouve la grande île de *Kwiswi*. L'altitude du lac est de 1500 mètres; ses

eaux se déversent dans la *Rusiji*. Elle doit être torrentueuse et encombrée de chutes et de cataractes, car à un développement latitudinal équivalent à peu près à un degré correspond, entre la source et l'embouchure dans le Tanganyika, une différence de niveau d'environ 700 mètres. La rivière coule dans une étroite vallée et est navigable aux pirogues dans son cours inférieur ; sa direction semble nord-nord-ouest. Au nord du Kivu, et au sein des plaines ondulées constituant le fond de la faille, se dresse le massif du Mfumbiro, que couronnent cinq pics volcaniques isolés, rudes et abrupts. Ils constituent la ligne de partage des eaux du Nil et du Congo. Mesurés au sextant, ces pics se trouvent dans une direction est-nord-est vers ouest-nord-ouest, entre $1^{\circ} 2'$ et $1^{\circ} 30'$ lat. S., et vraisemblablement tous sont placés entre $29^{\circ} 30'$ et 30° long. E. de Gr. Le cône le plus occidental, qui est le plus élevé, est un volcan encore en activité. Il est appelé par les indigènes *Kirunga Asha gongo*, c'est-à-dire *le lieu des sacrifices*. Une colonne de feu et de fumée s'échappe de son cratère, qui s'ouvre à l'altitude de 3420 mètres.

D'après les découvertes du D^r Baumann, c'est la chaîne bordière orientale du bassin de la Rusiji qui représente probablement les « Montagnes de la Lune » dont Ptolémée d'Alexandrie a consacré le souvenir ; mais il semble, depuis la fructueuse expédition du lieutenant de hussards allemands comte von Gœtzen, que cet honneur échoit à la chaîne du Mfumbiro. C'est sur le versant oriental de ces montagnes (* 2000 mètres d'altitude) que le *Kagera* a ses sources. Stanley et Baumann y virent l'affluent le plus méridional du Nil. Pour M. A.-J. Wauters, le grand réservoir, la source-mère d'où s'échappe le fleuve d'Égypte, restera géographiquement le lac auquel Speke, son découvreur, a donné le nom de Victoria. Aucun affluent ne paraît assez important pour exercer une influence décisive sur le régime des eaux du lac. Un des tributaires du Kagera, le *Luvironza* (probablement le *Ruvuvu* de

Baumann), descend, par * 4° lat. S. et 30° long. E. de Gr., des massifs de grès qui limitent au nord le bassin du Malagarazi.

Les indigènes affirment que le Tanganyika subit des crues périodiques, et mettrait à se remplir 40 à 50 ans d'après Delcommune, trois lustres d'après Stairs. Cameron et Stanley témoignent de cet accroissement du volume des eaux qu'ils ont vues à leur plus haut étiage; en revanche, d'autres voyageurs ont constaté, depuis, le retrait de la nappe liquide. La position de la station de Karéma, construite par le major Cambier, en donne la preuve : cette station, établie sur une pente douce, se trouve aujourd'hui à 155 pieds au-dessus du niveau du lac. Lors de sa création, le pied de la rampe était battu par le flot, qui s'est retiré de 820 mètres. Quelle énorme déperdition de volume !

Quelle est la cause de ce phénomène, de ce mouvement alternatif de hausse et de baisse des eaux du lac? Elle réside dans la fermeture de la Lukuga. Cette fermeture est occasionnée par des dunes que le flux et le vent amoncellent à la bouche de la Lukuga et que consolide et agglomère la riche végétation tropicale. Vienne une crue exceptionnelle des eaux du lac, due à une saison particulièrement pluvieuse, et la digue sera rompue, les obstacles balayés, le déversoir rétabli dans ses fonctions.

Mais à la saison sèche, les affluents du lac sont taris, et son niveau descend fort bas par suite d'une évaporation active. Le barrage se reforme, et l'émissaire du lac cesse de fonctionner pour une période indéterminée, mais assez longue. Le lac s'élève, hausse en même temps par l'action des flots la barrière de sable et emprisonne ses eaux jusqu'à ce qu'un débordement, semblable à celui de 1878, se reproduise.

Cette année-là, Delcommune se trouvait à Boma dans le Bas-Congo. De mémoire d'indigène le fleuve n'avait pas subi semblable crue (à la saison des pluies). Les cataractes du

ciel ne furent pas seules à la provoquer ; elle était due aussi au débordement du Tanganyika, dont la baisse rapide coïncide avec cette date.

Pour compléter l'hydrographie du Katanga, nous devons nous occuper du cours supérieur de deux gros affluents du Congo, le *Lomami* et le *Sankuru*.

Nous avons vu que l'expédition Francqui a quitté les rives du Lubudi au point où il avait été franchi par Le Marinel. Elle se dirigea vers le nord-ouest à la recherche des sources du Luembé ; les explorateurs se sont élevés lentement sur un plateau immense et sans ondulations sensibles. Ils l'ont appelé *plateau des Sambas*, du nom de la tribu qui l'habite. Il est peu de régions aussi intéressantes au point de vue hydrographique. Bon nombre de cours d'eau y prennent naissance, sur un espace relativement restreint. Leurs sources se reconnaissent de loin à un bouquet d'arbres qui les entoure. Ce sont tantôt des étangs ou de grandes flaques d'eau, tantôt des marécages circulaires, envahis par des plantes aquatiques ou par un épais gazon flottant.

Ce plateau dépasse le niveau des mers de 1000 à 1100 mètres. La pointe nord du lac Kinda ($9^{\circ} 27' 38''$ lat. S.) est à l'altitude de 980 mètres, et Sambas ($9^{\circ} 12' 33''$ lat. S.) à l'altitude de 1100 mètres.

On y rencontre de grandes plaines ; le sol, formé d'un sable gris, souvent chargé d'humus, est assez fertile. Il est couvert d'une herbe courte, de savanes plus ou moins boisées, et par place de denses forêts de fougères atteignant 2^m 50 en hauteur.

Les étangs les plus considérables, restes probables d'un ancien lac, sont le *Mussolu*, le *Kinda* situé plus au nord et de plus grandes dimensions, enfin le *Kalengue*, qui l'emporte sur les deux autres par son étendue. Leurs eaux, profondes de quelques décimètres seulement, déversent leur trop plein dans la *Luina*, dont la source est

voisine de celle du Lubilasch. La Luina, grossie en aval du *Butechi*, que forme un bon nombre de ruisseaux affluents, traverse une vallée peu profonde, mais large et marécageuse, et va se jeter dans le Lubidi. Le *Luaba*, un autre tributaire de ce dernier cours d'eau, draine avec la Luina une grande partie du plateau des Sambas.

Dans la partie ouest du plateau on voit sourdre les affluents du Lubilasch supérieur, et dans sa partie septentrionale ceux du Luembé, du Lubichi, du Luvoï, du Kilubilui, du Lomami, etc.

Rien de curieux comme la formation de ces cours d'eau. Ce sont d'abord, dit Francqui, « des ruisseaux à peine définis, larges sans profondeur, que l'on dirait être des prolongements de marais. Pendant longtemps ces rivières coulent ainsi lentement, d'une façon à peine perceptible, dans des lits mal définis. Le courant est trop faible pour produire la moindre érosion ; l'eau coule sur la plaine en suivant la ligne de la plus grande pente. Plus loin on voit le ruisseau se rétrécir graduellement et acquérir plus de profondeur : il possède un lit ; plus bas encore, il coule dans une vallée indécise d'abord, mais qui s'accuse bientôt de plus en plus. A mesure qu'on avance vers le nord, la vallée s'approfondit, le débit s'accroît par l'apport des affluents et les ruisseaux deviennent des rivières qui s'avancent dans des vallées de plus en plus accusées. »

Le *Sankuru* et ses affluents, le *Luembé* et le *Lubichi*, sont dans ce cas.

Ils coulent parallèlement vers le nord, séparés par d'étroites et longues crêtes granitiques, dont les versants sont sillonnés par un grand nombre de ruisseaux. Avant de confluer dans leurs déversoirs respectifs, ces ruisseaux descendent dans des ravins à flancs très raides et impénétrables, où s'épanouit une végétation dense, riche en fougères arborescentes.

Le *Sankuru* est un gros affluent du Kassai. De sa

source jusque Lusambo, la branche supérieure porte le nom de Lubilasch.

Près de Mutombo-Mukulu (950 mètres d'altitude, 7° 57' 45" lat. S., et 23° 51' 49" 80 long. E. de Gr.), il mesure 75 à 80 mètres de largeur et 3 mètres de profondeur. Son courant est faible. Des roches rendent la navigation impossible.

Le Lubichi et le Luembé se jettent à la rive droite du Lubilasch par * 6° 45' et * 6° 20' lat. S.; le Buchimai et le Lubi, plus en aval, à sa rive gauche. En aval du confluent du Luembé, la vallée s'élargit beaucoup et a les flancs en pente douce. Jusqu'aux chutes de Wolff, le cours d'eau a les rives basses, légèrement boisées et trace mille méandres. Sa largeur et sa profondeur sont très variables. En face du village de Kalega, où il s'épanche sur une largeur d'environ 400 mètres, il n'y a presque pas d'eau à la saison sèche et les roches se montrent à découvert. C'est dire que la rivière est alors presque partout guéable; mais la succession des rapides jetés entre Bouta Menge et M' Pafu, à l'embouchure du Luembé, la rendent impropre à la navigation.

Nous venons de citer les chutes de Wolff. Elles sont situées à * 30 kilomètres au sud de Pania Mutombo. C'est un accident topographique remarquable. Brusquement et dans le sens longitudinal, le pays se redresse de 120 mètres environ, sans que la nature géologique subisse de changement. On a là une faille, c'est-à-dire une cassure suivant un plan vertical est-ouest. Elle arrêta les steamers montés par le Dr Wolff en 1886, et par Al. Delcommune en 1888.

En aval des chutes de Wolff, le Sankuru se grossit à droite d'une petite rivière, le *Kachimbi*; les pluies torrentielles en font un torrent furieux; il roule ses eaux dans une gorge dont le fond est situé à 115 mètres en contrebas du niveau général du plateau.

A Pania Mutombo, le Sankuru est encaissé de 60 à

80 mètres. En aval jusque Lusambo, il est des falaises à pic, hautes de 60, 80 et 100 mètres et d'une réelle beauté.

Un épais rideau de forêt couvre les rives du cours d'eau, depuis Bena-Bendi. A quelques heures de navigation en amont de Lusambo, il s'éclaircit, et disparaît entièrement près de Pania Mutombo.

A 2 journées de marche en amont de Pania Mutombo, le Sankuru coule à l'altitude de 550 mètres; au confluent du Luembé, à la cote 730 mètres; et un degré plus en amont, au point où Le Marinel a quitté la rivière, à l'altitude de 950 mètres.

Le Luembé est un affluent important et peu connu du Sankuru. Il constitue peut-être son tributaire principal en amont de Lusambo. En général la vallée est large et fort productive, les rives basses, boisées et giboyeuses. Il arrive cependant que des rochers plongent à pic dans la rivière et obstruent son cours, et qu'ailleurs ses bords soient marécageux.

Le bassin du Luembé s'étendant jusque 24° 30' long. E. de Gr., celui du Sankuru a une extension orientale supérieure aux prévisions.

Par * 8° 15' lat. S., le Luembé est large de 25 mètres et profond de 2 à 3 mètres; au village de Nzofa la largeur est de 200 mètres et la profondeur de 3 mètres. Entre 7° lat. S., et le village de Moï Gobo, il coule dans un profond ravin.

A Moïnaku, la rivière est barrée par une chute. La pente générale est rapide. A Nzofa, l'altitude est de 760 mètres, et au village de Moïkongé (7° lat. S.), de 1043 mètres.

Dix à quinze minutes en aval de la bouche du Luembé se trouve, à la rive gauche du Sankuru, le confluent du Buchimai (* 6° 05' lat. S., et * 24° 03' long. E. de Gr.). Le Buchimai est grossi sur sa rive droite par un cours d'eau important, le *Luebé*. Dans les plaines arrosées par ces

rivières se trouvent des centres importants, par exemple Muzembé (880 mètres d'altitude et $7^{\circ} 19' 41''$ lat. S.).

Un autre affluent de gauche du Sankuru, c'est le *Lubi*. Le Marinel l'a remonté l'espace de 165 kilomètres. Il y relève les altitudes suivantes avec les latitudes méridionales correspondantes : 530 mètres et $5^{\circ} 41' 12''$; — 300 mètres et $6^{\circ} 06' 10''$; — 770 mètres et $6^{\circ} 15' 47''$; — 780 mètres et $6^{\circ} 20' 40''$ (village de Tchikunga). A son confluent la largeur est de 70 mètres.

Le cours du Lubi est trop rapide pour être navigable, mais le pays qu'il arrose est beau et très peuplé.

La source du *Lomami* est par 1140 mètres d'altitude, $8^{\circ}35'$ lat. S., et $24^{\circ}55'$ long. E. de Gr., dans un marécage de 40 mètres de largeur.

A 4 kilomètres en aval, il est large de 10 mètres et profond de 1^m50 . Si nous exceptons une petite section traversée par Bia et par Al. Delcommune, son cours, d'un développement total de 1200 kilomètres, est entièrement inconnu jusque $6^{\circ} 10'$ lat. S., point où Cameron a cessé de remonter la rivière pour la rejoindre près de ses sources. C'est à peu près sous cette même latitude qu'elle a été reconnue par Wissmann.

Son bassin affecte une forme tout à fait étrange. Il couvre 10° en latitude et n'atteint nulle part 2° en longitude. Le plateau étroit, où coule le Lomami, semble dominer, tout au moins dans le cours supérieur et moyen de la rivière, les deux bassins qu'il sépare : celui du Lualaba à l'est, celui du Sankuru à l'ouest. La ligne de faite, du côté du Sankuru, est à l'altitude de 1235 mètres, un peu au delà du petit village de Kifumbi ($7^{\circ}40'$ lat. S.), et du côté du Lualaba, à l'altitude de 1133 mètres (ou même 900 mètres), par $7^{\circ}40'$ lat. S., où le passage d'un bassin à l'autre se fait par un pays tourmenté.

Le Lomami coule d'abord dans la vaste plaine, sans vallée bien accusée ; puis il s'encaisse peu à peu et se creuse

une voie assez large dans des couches horizontales. Par $7^{\circ}30'29''$ lat. S., point où il est navigable, le fond de la vallée d'érosion, large ici de 1500 mètres, est occupé par une plaine alluviale marécageuse; la rivière y coule tranquillement en décrivant de courts méandres. Comme importance, elle est comparable à la Meuse à Dinant. L'eau est brune et d'une grande limpidité.

Le Lomami reçoit à sa rive gauche, à Ilugulongo ($7^{\circ}35'$ lat. S., et 1060 mètres d'altitude), le *Lucte*, affluent assez important, navigable aux pirogues; il vient du sud, où l'on trouve sur ses rives Nbumbi, par 1060 mètres d'altitude et $8^{\circ}26'45''$ lat. S.; puis par $5^{\circ}45'$ lat. S., le *Lukassi*, que Delcommune a remonté l'espace d'un degré; et enfin par $5^{\circ}5'$ lat. S., le *Lubimbi* (Lurimbi de Wissmann), dont Francqui a déterminé les sources: elles sont à deux pas de Lupungu, un peu au sud du 6° lat. S.

En aval de Bena-Kamba, le Lomami se grossit à droite d'un important affluent dont le véritable nom est *Lubaye* et non *Tombassi*, d'après Hodister (1).

Depuis Bena-Kamba, sous 3° lat. S., jusqu'à N' Gongo Luteté, par $4^{\circ}50'$ lat. S., les eaux tumultueuses du Lomami présentent trois groupes de rapides: à 5 kilomètres de Bena-Kamba, les rapides de Lissambo, aisément franchissables; puis ceux de Donho, plus difficiles; enfin les troisièmes absolument *inabordables*.

CLIMAT.

Le climat du Katanga est doux et presque tempéré. Il est caractérisé par des matinées froides et fraîches et par l'absence des chaleurs déprimantes si meurtrières dans certaines régions équatoriales.

On y jouit d'une saison humide et d'une saison sèche

(1) LE MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE, 1892, p. 82, c.

très bien tranchées. La saison des pluies, pendant laquelle le ciel est généralement couvert, semble commencer vers le 10 septembre et durer jusque vers le 25 avril. Ce sont d'abord quelques ondées insignifiantes. Le premier mois, les belles journées sont même plus nombreuses que les jours pluvieux. Vers la mi-octobre seulement, l'eau se met à tomber avec abondance. « Les sentiers sont inondés, disent nos explorateurs en parlant de la situation dans les parages de Bunkeia; les rivières sont gonflées au point que des ruisseaux comme l'Unukeia, qu'on traverse avec de l'eau jusqu'aux mollets, n'était plus guéable quinze jours après, et avait plus de deux mètres de profondeur. Au delà du ruisseau, la savane est inondée et on a de l'eau jusqu'à la ceinture. »

Le D^r Amerlinck a fait des observations, partielles malheureusement, pour deux saisons de pluies.

Pendant les 160 jours de la première période (du 17 novembre 1891, départ de Pania Mutombo, au 24 avril 1892, arrivée à Kipuna, au sud-est de Bunkeia), il relève 96 jours de pluie (soit 60 p. c.); du 9 septembre 1892 au 15 janvier 1893 (retour à Pania Mutombo), soit 129 jours, il y a eu 57 journées pluvieuses ou 44,18 p. c.

Les températures les plus élevées constatées ont été de 36° C. le 24 novembre 1891; de 35° le 25 décembre; le 3 février 1892, à Bunkeia, de 33°,5; de 37°,5 le 20 octobre 1892, à Kiamanzi, et de 36° en quatre autres endroits.

Parmi les températures les plus basses, relevons :
 A) *A l'heure de midi* : 22°,5 C., le 19 décembre 1891, à Bena-Ngengé; 23° le 30 décembre, à Kassongo; 23° le 7 janvier 1892, sur les bords du Loföï; 24° le 10 janvier, au lac Kabelé(1); 23° le 5 février, à Bunkeia; 25° au confluent du Lubudi, le 30 octobre. B) *Pendant la nuit* : 14° C., le

(1) MM. Cornet et Francqui donnent au village de Kisenga (Kabelé) 24° C. le 10 et 23° le 11 janvier 1892.

22 décembre 1891, sur les bords du Lomami; 15° le 21 janvier 1892, et 14°,5 le 22 janvier, sur le plateau de la Manika; 12° le 23 septembre, à Muchima; 11° le 30 septembre, à Kazembé; 12° les 1^{er} et 2 octobre, à Manvué; 11°,5 le 6 octobre, à Muanga, et 13° le 13 octobre, dans la même localité.

La grêle a accompagné deux fois les orages : le 25 octobre 1892 à Behe, sur le Lualaba, et le 12 novembre suivant, au lac Mussolu.

La saison sèche commence vers le 25 avril; jusqu'au 8 septembre, donc pendant 137 jours, la colonne Bia n'a pas subi une seule pluie. Le 7 et le 8 mai 1892, dit le D^r Amerlinck, la température s'est élevée à 35° et 36° C. (1). Ce maximum est une exception; la température est peu variable : elle s'élève journallement à 32° C. environ. Les températures nocturnes les plus basses ont toutes été observées à Ntenke, au sud de Bunkeia : le 22 juillet, — 0°,5 C.; le 30, + 3°; le 31, + 4°; les 1^{er}, 2 et 3 août, + 4°,5. Ces trois dernières températures ont été prises à l'air libre. Plusieurs fois le thermomètre marquait le matin 5°, 6° et 7° C.

« Dans le Marungu, disent les Pères Blancs, le climat est celui de toute l'Afrique équatoriale, mais les mois de juin et de juillet sont plus froids que partout ailleurs, à cause du vent qui descend des hauts plateaux. A cette époque, commencement de la mousson du sud; le thermomètre marque pendant la nuit + 10° et même + 9° C., ce qui est relativement froid pour les indigènes. Le pays est salubre, car les marais, foyers de pestilence et de fièvres, y sont rares. » Cette salubrité doit aussi être attribuée à l'altitude de la région et à la fréquence des vents et des grandes bises du lac.

(1) Il est curieux de rapprocher les maxima et minima de température de la saison pluvieuse avec les mêmes données] concernant la saison sèche.

Pendant la saison sèche, le ciel est d'une pureté remarquable ; rarement un nuage éphémère voile le soleil ; ses ardeurs sont tempérées et rendues supportables par les vents dominants du sud-est. Ces vents soufflent avec une grande violence sur les hauts plateaux et dans les savanes immenses, et parfois pendant plusieurs jours consécutifs ; ils abaissent considérablement, la nuit, le niveau de la température.

Dans les plaines et vallées des grandes rivières, les extrêmes de la température sont moins sensibles et les nuits moins froides.

Nous rapprochons ici deux données qu'il y aura lieu de concilier plus tard, et fournies, la première par le D^r Amerlinck, la seconde par le D^r Briart :

« La pluie n'est pas toujours accompagnée d'orage comme dans le Bas-Congo. Bien des fois nous avons eu des journées entières de pluie sans aucun orage. Je ne peux mieux comparer la saison des pluies au Katanga qu'au temps dont nous sommes si souvent gratifiés en Belgique : des averses successives entrecoupées d'éclaircies de courte durée. » Dans la même note du 12 avril 1893, M. Amerlinck constate cependant que le début de la saison humide a été marqué par quelques pluies insignifiantes précédées d'orages.

« Les pluies, dit le D^r F. Briart, sont assez abondantes, mais, sauf de rares exceptions, ne durent qu'un certain temps, commençant et finissant avec l'orage qui les accompagne presque toujours. Il est assez rare que l'on ait à observer ces longues pluies continues, imperturbables, monotones, qui durent un ou deux jours, comme les pluies d'automne de notre climat de Belgique. Un orage vient et dure une heure ; la pluie pendant ce temps tombe avec une violence toute tropicale, puis cesse peu à peu et le soleil reparait. »

Sharpe dit que la saison des pluies, dans le voisinage du Moëro et du Luapula, commence vers le 23 octobre

et que, vers le milieu de novembre, elles ne discontinuent pas. Elles ont pour compagnes des orages épouvantables.

D'après M. Swan, les orages sont fréquents, mais la foudre tombe rarement.

Stairs consigne dans son *Journal de voyage* une intéressante observation faite sur la rive droite du Luapula, non loin de Gwena. Avant un orage, il règne dans les couches inférieures de l'atmosphère un violent courant d'air froid, qui se dirige vers le point où va se produire le phénomène. L'orage et le courant marchent en sens contraire. Dès que les manifestations électriques ont cessé, le vent prend une autre direction.

Pour être complète, l'esquisse de la géographie physique du Katanga devrait embrasser tout au moins l'étude du sol et du sous-sol. Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer aux savants travaux de M. Cornet, où tout est à méditer. En donner la quintessence, se serait les déflorer. Mieux vaut laisser butiner dans le riche faisceau de vues neuves et personnelles de l'explorateur. L'esprit et le cœur en recueilleront satisfaction et bénéfice.

F. VAN ORTROY,
Capitaine de cavalerie.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

Nous avons toujours aimé des situations nettes : elles évitent et préviennent des ennuis et des critiques souvent désagréables. Quoi qu'il en doive coûter au succès de cette notice, nous avouons n'y avoir pas grand mérite. Elle n'est empreinte d'aucune note personnelle : notre rôle s'est borné à coordonner des éléments épars dans diverses publications. Souvent même les

auteurs, MM. Francqui, Cornet et Wauters surtout, retrouveront ici leurs expressions, leurs phrases, d'assez longs textes à peine modifiés, dont il nous a plu d'être esclave. Mais il nous semble que ces déficiences sont compensées par l'esprit qui a présidé à la rédaction de notre travail; il est élaboré consciencieusement et avec le souci de la plus grande précision scientifique.

Sources. LE MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE : 1891. *A propos du Haut Lualaba*. Lettre de Cameron, p. 47; — 1892. *L'Expédition Paul Le Marinel au Katanga. Du Camp de Lusambo chez Msidi*, par A.-J. W. (Wauters), pp. 9-11; — *Le Katanga d'après des données de M. le missionnaire Swan*, par A.-J. Wauters, pp. 27-23; — *Lettre du marquis de Bonchamps, datée du 17 novembre 1891, du camp sur le Luapula*, p. 40; — *L'Expédition du capitaine Stairs. Du lac Tanganyika au Katanga et du Katanga au Zambèse. Rapport du chef de l'expédition*, pp. 62-63 et 1 croquis; — *Correspondance adressée au MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE par le capitaine Stairs*, pp. 70; — 80; — *L'Expédition Bia au Katanga. De Lusambo à Bunkeia. Résumé du rapport du chef de la mission*, pp. 125-126 et 1 carte (y compris le rapport géologique de M. Cornet, p. 126); — 129-130; — 133-136; — *L'Expédition Delcommune*. a) *Rapport du chef de l'expédition [De N'Gongo Luteté (18 mai 1891) à Albertville (20 août 1892)]*, pp. 139-142 et 1 carte; — b) *Lettre du Dr Briart*, pp. 149-150; — 1893. *Les Belges au Katanga. Retour des expéditions Delcommune et Francqui. Leurs résultats géographiques*, par A.-J. Wauters (y compris des communications d'Al. Delcommune, Francqui et Derscheid), pp. 51-57 et 2 croquis; — *Les Belges au Katanga. Communications de MM. Delcommune, Francqui, Cornet, Briart, Diderrich, Amerlinck et Derscheid*, pp. 59-42; — *L'Expédition Bia-Francqui. Rapport du Dr Cornet (suite au n° précédent)*, pp. 41-42; — 47-48; — 53-56; — *Tableau des observations astronomiques faites par les membres de l'expédition du Katanga sous le commandement de MM. Bia et Francqui*, p. 61; — *Expédition Bia-Francqui. De Kipuna sur la Lufila à Mbombolo. Exploration de la chaîne du Kwandelingu*: a) *Coupe géologique et notice*, par le Dr Cornet, pp. 69-70; — b) *Populations, faune, flore*, par Francqui, pp. 75-76; — *Note sur les lacs Moëro et Monfoie.. par le lieutenant Francqui*; — *Les Montagnes de la Lune. Exploration du Dr Oscar Baumann*, p. 79 et 1 croquis; — *L'Exploration du Lualaba depuis ses sources jusqu'au lac Kabelé. Relation du lieutenant Francqui et du Dr Cornet*, pp. 87-91, une carte, 2 coupes et 2 gravures; — 101-102 et 1 croquis; — 1894. *Au lac Tanganyika. Les Tremblements de terre*, par N. Diderrich, pp. 25-24; — A.-J. Wauters. *L'Exploration de la Lukuga, l'émissaire du lac Tanganyika, par l'expédition Delcommune*, pp. 27-28 et 1 croquis; — *L'Exploration du Lubudi*, par MM. Cornet et Francqui, pp. 51-52 et 1 carte; — *Le Relief du bassin du Congo et la genèse du fleuve.. par A.-J. Wauters*, pp. 59-42 et 2 cartes en couleurs; — 53-56, 2 croquis et 3 gravures.— *Le Plateau des Sambas. Sources du Sankuru, du Lomami, du Luembé et de la Luina*, par Francqui et Cornet, pp. 65-64; — Mohun. *De Kassongo au confluent de la Lukuga*, pp. 84-85 et 1 croquis; — A.-J. W. (Wauters). *De Lulwabourg au Tanganyika*, pp. 106-107 et un intéressant croquis; — A.-J. W. (Wauters.) *La troisième traversée de l'Afrique centrale de Pangani à Banana*, par

le lieutenant C^{te} von Götzen, pp. 109-110 et croquis ; — 1895. A. J. W. (Wau-ters). *L'expédition von Götzen. Le Ruanda. — Le volcan Kirunga. — Le lac Kivu. — Le cours de la Loua*, pp. 45-47 et 1 croquis. — LE CONGO ILLUSTRÉ : 1893. *De Zanzibar au Katanga. Journal du capitaine Stairs* (1890-91), traduction, pp. 5-7 et suiv. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE BELGE DE GÉOGRAPHIE : 1893. *Les Expéditions belges au Katanga*, par J. Dufief, Al. Delecommune, N. Diderich, Briart, Franqui, Cornet, Amerlinck, pp. 103-163 et 1 carte ; — *Le Bassin supérieur du Congo*, par L. Franqui, pp. 545-564. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ANVERS : 1892-1893. *Voyage au Katanga*, par Al. Delecommune, pp. 237-241 ; — *Voyage au Katanga*, par le lieutenant Franqui, pp. 242-251 ; — 1893-1894. *Le sol du Katanga au point de vue agricole*, par le Dr Cornet, pp. 36-46. — LE MOUVEMENT ANTIESCLAVAGISTE : 1892-1893. *Lettre du 15 septembre 1892 adressée d'Albertville*, par l'ingénieur N. Diderich à Madame Jacques, la mère du commandant de la première expédition antiesclavagiste au Tanganyika pp. 59-68 — PETERMAN'S MITTEILUNGEN : 1893. *Neue Arealbestimmungen des Kontinents Afrika*, von Landmesser Br. Trognitz, pp. 220-221. — THE GEOGRAPHICAL JOURNAL : 1889. *Journey from Natal to Bihé and Benguella, and thence across the Central Plateau of Africa to the sources of the Zambesi and Congo*, by Arnot, pp. 63-82 et 1 carte ; — 1890. *Johnston's Journey North of Lake Nyassa and visit to Lake Leopold*, pp. 225-227 ; — *British Central Africa*, by Johnston, pp. 745-745 et 1 carte ; — 1891. *Notes on the country lying between Lakes Nyassa and Tanganyika*, by David Cross, pp. 86-99 ; — *Mr Alfred Sharpe's Journey from Karonga (Nyassa) to Katanga (Msidi's Country) via the Northern shore of Lake Mucro*, pp. 425-427 et 1 carte ; — 1892. *A Journey to Garenganze*, by Sharpe, pp. 36-47 et 1 carte ; — 1893. *The Lake Bangwelo and the unexplored region of British Central Africa*, by Joseph Thomson, pp. 97-121 et 1 carte ; — *A Journey from the Shire River to Lake Mucro and the Upper Luapula*, by Alfred Sharpe, pp. 524-553 et 1 carte ; — 1894. Crawford. *Une Visite au lac Moero*, pp. 460-461 (d'après *Echoes of Service*, 1^{re} partie, juillet 1893) ; — 1895. Dr Hinde. *Three Years' travel in the Congo free State*, pp. 426-446, vignettes et 1 carte. — *Près du Tanganyika, par les Missionnaires de S. Em. le cardinal Lavignerie*.... Anvers, 1892, in-8°, 103 pp., 1 carte et portraits. — BLUE-BOOK. Africa. N° 6 (1894). Report by commissioner Johnston of the first three years' administration of the eastern portion of British central Africa, dated March 31, 1894, ... London : ... in-f°, 45 pp. et 3 cartes en couleur. — Documents inédits importants communiqués par M. Cornet, docteur en sciences naturelles, préparateur à l'Université de Gand ; nous ne pouvons assez le remercier pour le gracieux empressement qu'il a émis à seconder nos efforts.

Pour la géologie du Katanga, voir surtout les travaux suivants du même M. Cornet :

Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expédition. PETERMAN'S MITTEILUNGEN, 1894, 1 carte en couleurs ; — *Les Formations post-primaires du bassin du Congo*. ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XXI, pp. 195-279, mémoires, 1 carte en couleurs ; — *Les Gisements métallifères du Katanga*. MÉMOIRES ET PUBLICATIONS DE LA SOC. DES SCIENCES, DES ARTS ET DES LETTRES DU HAINAUT, 2 planches.

L'ÉDUCATION DE LA FEMME

SELON LA SCIENCE.

Dans les conférences que nous avons données à la *Société scientifique de Bruxelles* en 1876 et en 1893, sous le titre: *Les lois naturelles de l'éducation*, nous avons émis, au sujet des méthodes pédagogiques encore en usage dans la plupart des écoles de filles, certaines critiques que nous tenons à préciser en nous appuyant sur les données de la physiologie et de la pathologie.

« Sous prétexte, disions-nous, qu'il faut préparer la femme à la vie d'intérieur, on ne tient souvent pas assez compte des principes élémentaires de l'éducation physique.

» L'hygiène est encore aveuglément violée dans beaucoup de pensionnats et d'écoles normales de femmes. Combien de jeunes filles traverseraient sans accident la période la plus critique de leur développement, si on appliquait dans les couvents les règles de la gymnastique rationnelle qui donnent de si beaux résultats en Suède, en Allemagne et en Amérique !

» Combien de *milliers* d'enfants échapperaient chaque année à la mort, si leurs mères avaient appris autre chose à l'école que des arts d'agrément, toujours en vertu de ce déplorable système d'éducation qui sacrifie tout au *culte de la forme* ! »

« Nous sommes heureux, écrivions-nous en 1882, dans

les colonnes du journal de l'honorable doyen d'âge du Parlement et de la presse belge, M. Coomans, nous sommes heureux de pouvoir invoquer, à l'appui de notre thèse, l'approbation d'un grand évêque, Mgr Dupanloup. Certes, il ne faut pas viser à faire de la femme un bas-bleu, mais il importe de ne pas laisser croupir, dans une ignorance profonde des lois de la nature, celles qui sont appelées à guider les premiers pas de l'homme dans la vie et à lui donner cette éducation première dont l'empreinte ne s'effacera plus.

« Cependant, on continue à élever les jeunes filles dans une ignorance telle qu'elles sont le plus souvent incapables de se choisir un époux et d'élever leurs enfants en connaissance de cause.

» Tout est sacrifié au culte des arts, de la *forme*, de façon à développer encore les illusions de l'imagination qui prédestinent la femme à tant de déceptions et de souffrances. »

M. Legouvé, un artiste, un fin lettré, dont nos lecteurs connaissent l'ouvrage intitulé : *L'Éducation sentimentale*, a publié notamment sur la « question des femmes » les lignes suivantes, qui confirment absolument notre thèse.

« Être épouse et mère, est-ce donc seulement commander un dîner, gouverner des domestiques, veiller au bien-être matériel et à la santé de tous ? Que dis-je ? est-ce seulement aimer, prier, consoler ? Non ! C'est tout cela, mais c'est plus encore : c'est *guider et élever*, par conséquent c'est *savoir*. Sans savoir, pas de mère complètement mère ; sans savoir, pas d'épouse vraiment épouse. Il ne s'agit pas, *en découvrant à l'intelligence féminine les lois de la nature*, de faire de toutes nos filles des astronomes et des physiciennes. Il s'agit de tremper vigoureusement leur pensée par une instruction forte, pour les préparer à entrer en partage de toutes les idées de leur mari, de toutes les études de leurs enfants.

» On énumère tous les inconvénients de l'instruction, et

l'on met en oubli tous les périls mortels de l'ignorance. Pourquoi telle femme est-elle dévorée d'*ennui* ? Parce qu'elle ne sait rien. Pourquoi telle autre est-elle capricieuse, vaine, coquette ? Parce qu'elle ne sait rien. Pourquoi dépense-t-elle, afin d'acheter un bijou, le prix d'un mois de travail de son mari ? Pourquoi le ruine-t-elle par les dettes qu'elle lui cache ? Pourquoi, le soir, l'entraîne-t-elle, fatigué ou malade, dans des fêtes qui lui pèsent ? Parce qu'elle ne sait rien, parce qu'on ne lui a donné aucune idée sérieuse qui pût la nourrir, parce que le monde de l'intelligence lui est fermé... A elle donc le monde de la vanité et du désordre ! Tel mari, qui se moque de la science, eût été sauvé par elle du déshonneur. »

Pourquoi ces excellents conseils, donnés même par des hommes de lettres, n'ont-ils guère porté de fruits jusqu'à présent ?

La raison en est, selon nous, dans cet esprit païen qui préside, à notre insu, depuis la Renaissance à l'éducation de la jeunesse, comme l'a fait si bien remarquer depuis le R. P. Grou (1).

« Le culte du vrai est sacrifié au culte du beau et surtout du BEAU SENSIBLE ; on veut faire de la femme une « *charmuse* » quoi qu'il en coûte ; et pour cela, on n'hésite pas à sacrifier l'avenir de la famille, la santé et la *vie* ; car trop souvent un surmenage imbécile conduit précocement à ce fatal résultat, diamétralement opposé au but poursuivi. Ou bien, la jeune fille devient une proie pour l'anémie, la névrose, l'hystérie ; elle s'étiole faute d'exercices suffisants ? »

Nous avons cependant reconnu, dans notre dernière conférence, que de grands progrès ont été réalisés depuis vingt ans, en certaines écoles. Mais il reste beaucoup à faire, car il s'agit de modifier l'*esprit* qui a présidé jus-

(1) Voir *L'Enseignement des sciences naturelles dans les collèges*, discussion. ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, XVIII^e année.

qu'ici à l'éducation. « Cette éducation, disions-nous, doit devenir plus positive et moins exclusivement esthétique. La pédagogie doit s'inspirer des révélations de la biologie et du sentiment religieux, plutôt que d'une esthétique de convention dont le sensualisme et le paganisme sont les véritables pères et qui, loin d'assurer le développement harmonique des facultés physiques et morales, ne favorise guère que l'épanouissement de la coquetterie chez la femme, déjà trop portée par sa nature à la frivolité.

» On trouve dans les Pères de l'Église des premiers siècles d'excellentes considérations à ce sujet, que nos éducatrices semblent avoir complètement perdu de vue, trompées par les suggestions d'une littérature pédagogique qui ne s'inspire guère que du culte de la forme et dont l'ignorance, en matière de lois naturelles, est véritablement idéale !

» On semble ne pas se douter que les sciences naturelles *bien enseignées* constituent précisément le meilleur contrepoids à la légèreté d'esprit des jeunes filles, parce que la femme est merveilleusement douée pour les sciences d'observation, voire même jusqu'à un certain point pour les sciences expérimentales, dont les applications jouent un si grand rôle dans la vie d'une ménagère et d'une mère de famille. Et d'abord, il importerait de décharger les programmes de l'enseignement des femmes de ce vieux fatras mnémotechnique de faits et de dates historiques qu'elles s'empressent généralement d'oublier dès qu'elles ont quitté le couvent. »

Nous croyons avoir insisté suffisamment, dans notre dernière conférence, sur la nécessité d'enseigner l'histoire d'une façon plus synthétique et plus philosophique dans les collèges, pour qu'il soit nécessaire d'y revenir. Il est vraiment étrange, en dépit des nombreux traités de pédagogie et de méthodologie qui ont paru dans le cours de ce siècle, de voir combien peu de professeurs sont capables, même dans les écoles du degré supérieur, de dégager les

données essentielles des accessoires où elles se noient, de sorte que l'étudiant, dans la mémoire duquel on a entassé sans discernement des faits et des dates, n'est souvent plus à même de se rappeler ni de coordonner, après quelques mois, les choses capitales, les événements principaux dont la philosophie de l'histoire établit et maintient l'enchaînement.

En ce qui concerne spécialement l'enseignement des femmes, qu'importe à une jeune fille de savoir que telle bataille a été remportée en telle année ou que tel traité de paix a été conclu à telle date, par tel ou tel général ? Lorsque plus tard, devenue mère de famille, elle se trouvera ignorante et désarmée vis-à-vis des nombreux accidents dont la vie réelle est semée, des indispositions et des maladies de ses enfants, elle maudira, si elle a conscience du danger et de son impuissance, l'imbécillité de ses maîtres qui ne lui ont rien appris de ce qu'il faut pour lutter en connaissance de cause contre la nature. Elle regrettera les années consumées en stériles exercices de musique, parce qu'elle comprendra enfin, trop tard, hélas ! qu'on ne dompte plus aujourd'hui, comme du temps d'Orphée, les bêtes féroces avec une lyre, mais que la science seule, la connaissance des lois naturelles, permet à l'homme de lutter victorieusement contre les agents destructeurs qui l'entourent.

Répétons-le, il ne s'agit pas de faire des jeunes filles des savantes et des pédantes, comme on a tenté de le faire dans certaines écoles rationalistes en France et en Belgique, depuis une vingtaine d'années. Il s'agit tout simplement de les initier aux éléments des sciences naturelles, aux grandes découvertes de la biologie, de la physique, de la chimie, qui intéressent au plus haut degré la *vie humaine* et qui ont contribué, pour une si large part, au développement du bien-être au XIX^e siècle. Vu les aptitudes spéciales du génie féminin, cette initiation est des plus aisées, si on substitue la méthode intuitive à la

méthode mnémotechnique en usage, méthode particulièrement détestable quand elle s'applique à l'enseignement des sciences naturelles, et qui explique les succès nombreux obtenus par des maîtres et des maîtresses formés suivant les règles de l'ancienne pédagogie.

La patience, la minutie, ce que certains philosophes à courte vue appellent à tort, selon nous, la petitesse ou l'étroitesse d'esprit de la femme, la prédisposent singulièrement à l'étude des sciences d'observation pure, qui exigent l'orientation de l'attention vers les plus infimes détails, les observations les plus minutieuses, les classifications, etc. D'autre part, l'imagination, l'intuition, la subtilité d'esprit de la femme, constituent également de précieuses qualités pour l'étude des sciences expérimentales, ce qui explique surabondamment les succès, étonnants à première vue, obtenus depuis peu par les jeunes filles dans l'étude de la médecine, de la chimie et même de la physique.

- Le génie n'est qu'une longue patience -, disait Buffon. Ce n'est pas tout à fait notre avis, mais il est indiscutable que cette vertu, innée chez la femme, plutôt *acquise* chez l'homme, contribue pour la plus large part, à l'époque actuelle, au renom d'un grand nombre de naturalistes dont l'insuffisance et l'étroitesse d'esprit se trahit dès qu'ils abordent les problèmes de l'ordre philosophique. Il suffit de lire pour s'en convaincre les élucubrations de l'école positiviste et évolutionniste. Quel est le philosophe qui n'ait été frappé de la faiblesse de raisonnement et de la crédulité de la plupart de ces soit-disant observateurs, qui affectent le plus profond dédain pour les croyances religieuses reposant sur les *faits* les mieux établis, et acceptant, souvent sans aucun contrôle, toutes les affirmations favorables à leurs idées préconçues, à leurs théories *à priori* (1) ?

(1) Voir *Les Naturalistes philosophes*. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 1879.

Qu'on n'oppose donc pas à notre thèse cette fin de non recevoir, trop longtemps admise sans examen, que le cerveau de la femme n'est point apte aux études scientifiques ayant pour but l'exploration du domaine de la nature.

Plus que tout autre, la jeune fille est sensible aux beautés et aux harmonies de la création; mieux que tout autre, elle est à même d'en apprécier le charme et, par le fait même, de s'initier aux lois naturelles que devrait connaître toute mère de famille, ne fût-ce que pour éloigner de ses enfants les causes de destruction ou de démoralisation. Mais le préjugé traditionnel est si véhément en cette matière que beaucoup de pédagogues refusent encore de se rendre à l'évidence; ou bien des scrupules, très honorables sans doute mais peu justifiés, selon nous, s'opposent à l'adoption de la réforme dans certaines écoles où l'on apprécie à leur juste valeur les bienfaits de la science. La crainte d'éveiller une curiosité malsaine chez les jeunes filles, précisément à l'âge où s'éveillent les passions, contribue certainement pour une large part au maintien du préjugé.

La sollicitude timorée des maîtresses, particulièrement dans les couvents, où l'on se préoccupe avant tout de former les *âmes*, justifie jusqu'à un certain point le maintien de l'ordre de chose existant. Mais nous espérons démontrer, par des exemples tirés de l'expérience médicale, voire même uniquement de la connaissance de l'hygiène, que cette ignorance systématique, loin de préserver toujours la jeunesse des écarts d'imagination ou de conduite que l'on redoute, contribue trop souvent au contraire à rompre l'équilibre physique.

Nous croyons que ce serait rendre un très grand service à ceux qui se dévouent à l'éducation de la jeunesse que de les convaincre de ces vérités naturelles, trop longtemps méconnues, en leur faisant toucher du doigt les résultats déploraables, souvent diamétralement opposés au but

poursuivi, obtenus par le maintien des méthodes empiriques d'éducation.

Nous pensons l'avoir démontré déjà en ce qui concerne l'éducation des jeunes gens ; puissions-nous réussir à convaincre les maîtresses intelligentes et instruites qui poussent souvent jusqu'à l'héroïsme leur dévouement à l'œuvre de l'éducation de la femme !

II.

« La nature a un budget fixe, disait Goëthe ; ce qu'elle dépense sur un point, elle l'économise sur un autre. » Rien n'est plus vrai. Le sang est un capital qui apporte aux divers appareils de l'organisme les éléments nécessaires à leur restauration et à leur fonctionnement intermittent ou continu. Ainsi, quand le cerveau travaille énergiquement, la physiologie nous apprend qu'il emprunte à la masse sanguine environ un cinquième du capital en circulation. Virchow compare les globules rouges, qui font la richesse du sang, aux pièces d'or en circulation dans un pays. Lorsque ces globules diminuent, le sang s'appauvrit, comme lorsque le papier-monnaie remplace les pièces d'or chez une nation épuisée par la guerre ou par des dépenses exagérées d'une autre nature (1). L'*anémie* est la manifestation pathologique de la diminution des globules rouges dans l'organisme. Elle sévit cruellement dans les écoles et les pensionnats de jeunes filles, en cette fin de siècle ; c'est surtout dans les écoles normales et dans les écoles primaires préparatoires que ce fléau, l'une des principales causes de la dégénérescence

(1) Un millimètre cube de sang renferme plus de 5 millions de globules rouges. Cette quantité varie suivant le sexe et les tempéraments. D'après Milne-Edwards, quand le nombre de ces globules diminue, la fibrine augmente dans le sang. D'après Claude Bernard, ces globules ne vivent que quelques semaines.

des races, exerce les plus grands ravages à cause de l'excès de travail cérébral et de l'insuffisance de travail musculaire. « En général, dit le D^r Rochard, savant spécialiste dont nous aimons à invoquer le témoignage, celles qui parviennent à l'école normale ont déjà épuisé leur santé par l'effort qu'il a fallu faire pour l'emporter sur les autres. La plupart sont atteintes d'anémie et d'une irritabilité qui confine à la névrose. »

Les programmes des écoles normales belges ne diffèrent guère de ceux de France, et le surmenage y est le même, à peu de chose près. Dans les écoles primaires préparatoires, la durée des classes par semaine varie entre trente et trente-cinq heures. « La petite fille qui a passé six ou sept heures en classe est en outre forcée de consacrer à la maison un temps assez long aux devoirs et aux leçons ; en rentrant elle doit se mettre immédiatement au travail et n'a plus un instant pour aider sa mère aux soins du ménage. » (*Rapport* du D^r Dujardin Beaumetz à l'Académie de médecine.) Eh bien, nous n'hésitons pas à l'écrire, ce programme est un monument d'ignorance des lois de la vie ; il accuse chez ses auteurs et chez ceux qui le maintiennent une regrettable insouciance du bien public ou tout au moins un impardonnable entêtement dans la routine. Qu'on n'objecte pas l'insuffisance du temps disponible, car il serait très facile d'exiger une année de plus et de reporter le travail sur une plus longue période ; ce serait même un excellent moyen d'empêcher un trop grand nombre de filles sans ressources de se lancer dans cette carrière décevante de l'enseignement où la plupart *usent leur vie* avant d'atteindre l'épanouissement de la jeunesse.

Mais ce n'est pas seulement dans les écoles normales que la nature est aveuglément violentée par inconscience des lois du développement physique. Le mal est général, et sévit avec plus ou moins d'intensité dans les pensionnats et les couvents où l'on élève les enfants favorisés de la fortune. Ici ce n'est plus le besoin, c'est l'ambition,

c'est le désir de plaire qui constitue l'une des principales causes du surmenage. Quelle somme de travail représente la formation de ces jeunes virtuoses du piano, qui pourront briller plus tard dans le monde, mais à quel prix? Pour une jeune fille dont la constitution robuste triomphe de cette épreuve barbare, combien de malheureuses vouées pour toute leur existence à la névropathie? Car, comme le fait très bien remarquer le D^r Rochard, « la musique est le plus névropathique de tous les arts ».

Ce n'est pas que nous soyons adversaire d'une éducation esthétique de la femme, surtout dans les classes riches; nous croyons, au contraire, que la musique et surtout le chant sont des éléments qu'il ne faut pas négliger, mais à condition de ne pas en exagérer l'importance dans l'éducation et de ne pas laisser absorber par ces exercices le temps nécessaire à l'acquisition des connaissances utiles et à la gymnastique corporelle. Il existe d'ailleurs bon nombre d'instruments de musique moins coûteux et moins compliqués que le piano, certains instruments à cordes, par exemple, dont les peuples de race espagnole apprennent à jouer sans effort et presque sans étude et qui suffisent pour former l'oreille musicale et occuper agréablement, avec le chant, les loisirs de la vie de famille (1).

Certains de ces instruments, comme la mandoline, redeviennent à la mode dans nos pays du nord. Ils supplanteront avantageusement, dans beaucoup d'intérieurs bourgeois, cet instrument de torture pour les parents et les voisins qu'on appelle un piano, et permettront de gagner un temps précieux pour l'éducation physique.

Il importe, en effet, de modifier à tout prix et sans tarder les programmes actuels de l'enseignement, de prévenir cette prédominance fatale du système nerveux

(1) Dans le programme que nous avons tracé des *écoles ménagères agricoles belges*, nous avons inséré le chant et l'hygiène physique et morale comme branches *obligatoires*. Voir BULLETIN DE L'AGRICULTURE, 1890-91.

sur le système musculaire qui prépare une génération de femmes hystériques et déséquilibrées, au moral comme au physique, en d'autres mots, un véritable danger social (1).

La grande erreur de la pédagogie empirique est de croire que, puisque la femme est prédestinée à la vie d'intérieur, il faut priver la jeune fille des exercices qui sont admis dans les collèges de garçons. Sous prétexte de lui donner « une bonne tenue », on entrave son développement normal. Tout au plus tolère-t-on dans certains pensionnats quelques jeux pendant les récréations, généralement trop courtes. « Il est des couvents, dit le D^r Rochard, où le silence, les attitudes recueillies, les promenades graves dans les allées, les jardins, passent pour l'idéal de la bonne éducation. Dans d'autres, au contraire et particulièrement dans les maisons du Sacré-Cœur, on s'efforce, comme dans les collèges des jésuites, de faire jouer les élèves. Les maîtresses les y excitent et se mettent de la partie ; les danses en rond, la course, les barres, les échasses, le cerceau et le jeu de croquet sont les divertissements habituels de leur récréations. »

L'exemple du Sacré-Cœur devrait être *imposé* à toutes les maisons d'éducation où le clergé possède juridiction.

Combien de fois, en visitant *certain*s pensionnats, n'avons-nous pas été attristé de voir de malheureuses jeunes filles, arrivées à l'âge de la puberté, atteintes d'anémie et condamnées à des exercices intellectuels qui ne pouvaient que développer cette redoutable maladie, trop souvent l'avant-coureur de la phtisie ou de quelque autre affection mortelle (2). Il ne suffit plus, en effet, dans ces cas-là, de forcer

(1) « Une femme débile et valétudinaire est destinée à souffrir sans cesse et à faire souffrir les autres. Toutes les qualités morales et intellectuelles sont stériles lorsqu'elles n'ont pas pour support un organisme capable de les faire valoir. » D^r Rochard.

(2) « L'anémie n'est pas à proprement parler une maladie ; elle n'a d'autre conséquence apparente qu'un affaiblissement général et un ralentissement sensible dans l'activité de la plupart des fonctions ; mais elle diminue considérablement le pouvoir de résistance aux maladies. La *chlorose* est l'anémie

les enfants à jouer, à courir ; souvent elles n'en sont plus capables. Il faut commencer par réduire sérieusement le travail du cerveau, afin que le sang appauvri puisse se porter ailleurs pour suffire aux besoins de la vie végétative. Il faut une alimentation spéciale, riche, azotée, intensive ; bref, une série de conditions qui se trouvent rarement réunies même dans les pensionnats les mieux tenus. C'est pourquoi nous avons toujours conseillé l'externat aux parents dont les enfants se trouvaient en proie à ce mal insidieux et dont on ne constate trop souvent les ravages que lorsqu'il est trop tard.

Même dans les externats, il importe de préconiser certaines mesures d'hygiène en vue de favoriser le rétablissement de l'équilibre physiologique de la jeune fille, si souvent rompu, surtout dans les villes, à l'âge de la puberté. Ainsi, nous avons constaté qu'il suffisait souvent de *supprimer les devoirs du soir* en les remplaçant par des promenades ou quelques exercices gymnastiques appropriés, pour atteindre le but désiré sans le concours du médecin.

Il faut convenir que l'ancienne école médicale abusait singulièrement des médicaments dans bien des cas où, seule, une bonne hygiène, fondée sur la connaissance de la physiologie, pouvait rétablir l'équilibre. Ainsi, combien de fois n'avons-nous pas vu administrer, dans ces cas particuliers, des pilules de fer à dose massive ou d'autres médicaments indigestes qui ne font souvent que troubler davantage la nutrition déjà profondément altérée. N'est-ce pas ce qui explique les succès remportés, dans ces conjonctures, par l'homéopathie, qui eut incontestablement le grand mérite de s'inspirer sérieusement des préceptes de l'hygiène rationnelle à une époque où la manie des médicaments sévissait dans le monde médical ? Quoi qu'il

des jeunes filles caractérisée par la diminution des globules rouges et non, comme on le croyait autrefois, par la diminution de la quantité de fer du sang. » Dr Lebon.

en soit, nous sommes convaincu — et nous parlons d'expérience — que le traitement si simple que nous préconisons peut produire en peu de temps des résultats inespérés, et l'on ne saurait assez appeler l'attention des parents et des maîtresses sur la nécessité de prendre des mesures en conséquence. On abuse d'ailleurs, dans presque toutes les écoles, de ces devoirs du soir, très nuisibles dans les villes à la digestion du repas principal. Il serait désirable, au point de vue de l'hygiène, que ces devoirs fussent réduits au minimum et que, conformément à la méthode préconisée par le chanoine Feron, *les devoirs se fissent en classe*. Il est vrai que cette réforme exige une préparation très sérieuse de la part des professeurs ; mais n'avons-nous pas le droit de l'exiger au nom de nos intérêts les plus chers ? Quand un jeune élève a travaillé du cerveau huit heures pendant le jour, on ne peut généralement, sans provoquer d'hyperesthésie cérébrale, le surmener davantage. Encore une fois, qu'on prolonge plutôt la durée des études que de s'obstiner à vouloir gagner du temps au détriment de la santé publique. L'élève dont le développement se fait normalement rattrape d'ailleurs bien facilement le temps perdu : cela a été démontré surabondamment, en Angleterre et ailleurs (1). Dans les pensionnats de jeunes filles, on pourrait remplacer très avantageusement les études du soir par des exercices de gymnastique et de callisthenie, comme en Suède. On ne se doute pas combien cette gymnastique, basée sur le *rythme des mouvements*, contribue à développer l'harmonie des formes et, par conséquent, la grâce et la force.

Il a paru, dans ces dernières années, de fort bons ouvrages didactiques en cette matière qui devraient être dans toutes les mains des directrices de couvents et d'écoles normales, notamment les manuels du D^r Fernand Lagrange : *Physiologie des exercices du corps* (ouvrage

(1) Voir notre conférence à la Société scientifique de Bruxelles, avril 1894.

couronné par l'Institut); — *De l'Exercice chez les adultes*; — *La Médication par l'exercice*, et enfin *L'Hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens*, ouvrage couronné par le Ministère de l'Instruction publique.

III.

On ignore généralement, dans les écoles de femmes, combien l'insuffisance des fonctions du *poumon* et de la *peau* prédispose à la phtisie et aux congestions passives qui engendrent des habitudes vicieuses ou des accidents hystériques ou chlorotiques.

Bouchardat cite, dans son grand traité d'hygiène, une étude sur *La Phtisie à la Martinique* du D^r Rufz, d'où il résulte que, contrairement à ce que beaucoup de gens s'imaginent, la tuberculisation pulmonaire est aussi commune dans les pays chauds, où les femmes se donnent peu ou point d'exercice, que dans les pays froids. Chez les Blancs créoles, ce sont les femmes surtout qui offrent le plus large contingent à la tuberculisation pulmonaire. En France, la statistique a démontré la même chose, et Bouchardat, d'accord avec Laënnec, Benoiston, Papavoine et autres médecins spécialistes ou hygiénistes distingués, affirme qu'il faut rechercher surtout dans l'insuffisance de l'exercice la cause de la *misère physiologique* chez la femme. La meilleure preuve fournie par la statistique en faveur de cette thèse, c'est que, dans les professions où les hommes exercent un métier tandis que les femmes se livrent aux rudes travaux des champs, la proportion est renversée, comme l'a si bien démontré le D^r Clark.

Laënnec cite un couvent où les religieuses mouraient en fort peu de temps, à l'exception de celles qui avaient soin du jardin, de la cuisine et de l'infirmerie.

« Toutes les causes, conclut Bouchardat, qui mettent

obstacle aux fonctions respiratoires, peuvent et doivent favoriser le développement de la phthisie. »

Parmi ces causes, il faut ranger en première ligne le défaut de gymnastique pulmonaire, l'insuffisance ou l'impureté de l'air, le défaut de fonctionnement de la peau. C'est pourquoi l'hydrothérapie et les cures d'air dans les régions maritimes ou de montagnes produisent de si beaux résultats *lorsqu'on s'y prend à temps*. Malheureusement, le plus souvent on ne songe à ces remèdes si simples que lorsque l'équilibre est déjà rompu et que la misère physiologique, lentement établie par une violation continue des lois de la nature, a épuisé les ressources de l'organisme. On préfère s'en tenir aux vieux errements de la médecine empirique, au lieu de prêter l'oreille aux conseils des hygiénistes, et consommer sur place des médicaments qui font la fortune de spécialistes peu scrupuleux.

Si, par ces temps de surmenage universel où si peu de familles peuvent se targuer de n'avoir pas hérité d'une tare physique, où la dégénérescence de la race préoccupe à juste titre les savants et les philanthropes éclairés, les pédagogues et les parents avaient une juste notion du danger, nous sommes persuadé qu'on EXIGERAIT partout les réformes que nous préconisons et qu'on verrait se multiplier les écoles « *sanitaria* » à la campagne, au bord de la mer et dans les montagnes, au détriment des pensionnats où l'air, l'eau et le mouvement sont parcimonieusement mesurés (1).

L'exercice de la natation, par exemple, est rarement enseigné aux jeunes filles dans les internats, et produirait cependant un bien considérable en favorisant à la fois le travail des muscles, des poumons et de la peau, et en

(1) Le bureau d'hygiène de la ville de Bruxelles, dirigé par le M. Dr Janssens, a publié à ce sujet des prescriptions fort sages, notamment en ce qui concerne la prophylaxie de la tuberculose. Il serait désirable que ces instructions fussent répandues dans toutes nos écoles.

développant les soins de propreté, souvent trop négligés dans certains pensionnats où l'on s'inspire d'une pudeur exagérée frisant de bien près le jansénisme.

On ne se doute évidemment pas combien ces soins importent, non seulement à la santé physique, mais à la santé intellectuelle et morale de l'enfant à l'âge où doit s'établir ou se rompre définitivement l'équilibre physiologique.

En ce qui concerne le choix de la situation et des exercices d'une école, il est indispensable, dans bien des cas, de consulter le médecin de la famille au courant des infirmités ou des tares héréditaires dont nous parlions plus haut.

Ainsi, par exemple, un enfant prédisposé à l'asthme ne sera pas envoyé dans les montagnes où la pression de l'air est sensiblement réduite, tandis qu'un enfant dont les poumons n'ont besoin que d'exercice pour se développer et dont il importe de stimuler l'appétit se trouvera fort bien, au contraire, de ce qui nuit au premier.

A défaut de bassin de natation, un simple appareil d'hydrothérapie pourrait rendre de grands services dans les pensionnats de jeunes filles. Il se trouverait certainement dans tous, si les maîtresses avaient conscience du bien que peut produire ce traitement en dehors de toute médication, dont elles ne constatent que trop souvent l'impuissance. Ainsi nous croyons, avec plusieurs médecins en renom, que le vin de quinquina, que l'on prodigue dans l'anémie, la chlorose, l'anorexie, et dont on discute sérieusement aujourd'hui l'efficacité, fait souvent beaucoup de mal parce qu'il empêche de songer à prendre à temps les mesures d'hygiène nécessaires.

N'est-ce donc pas un éloquent enseignement de la nature de voir des filles du peuple, surtout à la campagne, se fortifier, en dépit d'une nourriture grossière, indigeste, souvent insuffisante, parfois même d'un véritable surmenage physique ?

N'est-ce pas, à la lettre, la réalisation de la prédiction de l'Écriture : « *Tu gagneras ta vie à la sueur de ton front ?* » La classique maxime : « *Labor improbus omnia vincit* » s'applique surtout au travail corporel, au point de vue de l'hygiène et de la conservation de l'individu et de la race. Dès que le travail musculaire cesse, la nutrition se ralentit, les besoins organiques augmentent l'intensité de la combustion, la *force vitale* diminue, surtout lorsque le cerveau draine une bonne partie de la masse sanguine et suspend la respiration (1) pour se livrer à un travail continu, c'est-à-dire *anormal*.

Les voyageurs nous apprennent quelles privations endurent impunément certaines tribus sauvages, certaines peuplades vivant sous des climats mortels pour les Européens, et dont nous admirons la force et la souplesse, l'endurance et la longévité.

Pourquoi ? Parce qu'elles ne violent pas constamment les lois de la nature, parce qu'elles vivent au grand air, parce que la civilisation ne leur a pas imposé ces multiples exigences qui contribuent pour une si large part à la dégénérescence des races et dont nous avons trop longtemps méconnu le danger ; mais aujourd'hui que les sciences physiques et naturelles, appliquées à l'étude de l'organisme humain, ont si largement et si rapidement déchiré les voiles qui dérobaient ce danger à nos ancêtres, ou tout au moins les empêchaient d'en avoir une juste notion, il serait coupable de ne pas prescrire les mesures nécessaires pour lutter, en connaissance de cause, contre les causes de destruction si multiples dont nous sommes entourés.

N'est-ce pas tout d'abord à la femme, à la future mère de famille, à l'institutrice, qu'il faut prodiguer les lumières bienfaisantes de cette science nouvelle qu'on appelle la

(1) La physiologie nous enseigne que l'*attention* prolongée entrave singulièrement les mouvements respiratoires et la sécrétion des sucs gastriques, c'est-à-dire la combustion et la nutrition.

biologie et dont l'hygiène nous prescrit les lois ? Cet enseignement n'a-t-il donc pas une tout autre importance que celui de la musique ou de l'histoire des aberrations humaines dans les âges d'ignorance et de barbarie ? Il est vraiment stupéfiant de voir combien la puissance de la routine et le culte exclusif de la forme retiennent nos pédagogues enlisés sur ce point, malgré les avertissements réitérés des médecins et les cris d'alarme des philanthropes. Cet arrêt *volontaire* dans l'histoire des progrès de l'esprit humain ne sera certes point l'un des phénomènes les moins intéressants à méditer pour les philosophes de l'avenir. Il prouve une fois de plus que l'humanité comme l'individu est avant tout l'esclave de ses habitudes, et qu'elle commence toujours par s'insurger contre les vérités nouvelles, alors même que son bien-être et son avenir sont en jeu, quand elles contrecarrent la

« MODE ».

L'étude de la SUGGESTION ORGANIQUE et de l'OBSESSION MORBIDE devrait servir de base à la science de l'éducation, parce qu'elle nous permet seule de remonter à la cause des impulsions mystérieuses et des aberrations de la nature humaine contre lesquelles l'ancienne pédagogie empirique luttait jusqu'ici en aveugle. Combien de parents, d'institutrices, de maîtres et de maîtresses d'école continuent à *punir* sans le savoir *la maladie*, à s'irriter contre d'irrésistibles impulsions chez des enfants dont les tares héréditaires leur échappent absolument !

Quand comprendra-t-on enfin qu'il n'y a pas d'ENFANTS véritablement MÉCHANTS, qu'il n'y a que des malades, qu'il n'y a pas d'enfants possédés, mais *obsédés*, c'est-à-dire des êtres déséquilibrés par les fautes de leurs ancêtres et dont on pourrait très souvent rétablir la santé physique et morale, si on voulait se donner la peine de s'initier aux lois de la nature au lieu de perdre un temps précieux aux bagatelles de la forme, sous prétexte de former le goût, de cultiver l'esthétique et de développer le sentiment du beau ?

Le Beau n'est que la splendeur de l'*ordre*, disait saint Augustin, infligeant ainsi d'avance un formel démenti et une sévère leçon aux esthètes modernes qui se réclament de la doctrine chrétienne.

En affirmant qu'il n'y a pas d'enfants méchants, nous n'entendons nullement confirmer la thèse de Jean-Jacques Rousseau prétendant que l'homme naît bon, mais que c'est la société qui le déprave. L'observation démontre au contraire, de la façon la plus éclatante, que l'homme naît, même à l'état sain, avec des instincts pervers et des appétits grossiers qu'il appartient à l'éducation de réprimer ou de corriger. Seulement nous tenons à mettre les parents et les instituteurs en garde contre ces impulsions morbides irrésistibles, ces *mauvais instincts* qui se manifestent *avant l'âge de raison* et que l'on confond trop souvent avec la perversité *acquise*.

« Les lettrés qui passent leur vie à étudier le sens des mots et l'histoire des aberrations humaines, au lieu de remonter l'enchaînement des phénomènes naturels pour pénétrer le *sens des choses*, maudissent généralement les *mauvais instincts* de leurs enfants et maltraitent ceux-ci, ou les repoussent vainement sans les guérir ; ils jugent sévèrement les *insuffisants* et les *instables*, parce qu'ils ne comprennent pas que l'intelligence puisse marcher de pair avec l'infirmité psychique ou morale. Ils ne sont pas éloignés d'attribuer à des puissances surnaturelles et diaboliques ces dispositions vicieuses et criminelles qui se manifestent souvent dès l'enfance.

» Ils ne songent pas que ces malheureux sont avant tout des *infirmes* qui méritent toute leur pitié et tous leurs soins, parce qu'ils sont atteints de monomanies impulsives ou de dégénérescences diverses du système nerveux, maladies où le diable n'a rien à voir, de l'avis des Pères de l'Église les plus savants, à commencer par saint Thomas.

» La nature, qui n'admet pas plus l'exception de l'ignorance que la loi civile, condamne sans miséricorde ces

malheureux à traîner le poids des erreurs de leurs pères, à travers une existence misérable et méprisée, si l'éducation fondée sur la loi naturelle et morale ne les écarte à temps de la pente initiale. L'hygiène seule peut redresser l'équilibre physiologique dont la rupture entraîne celle de l'équilibre mental et produit la dégradation du sens moral.

» N'est-ce pas un devoir de conscience, pour les pères de famille et les instituteurs, de s'initier sérieusement aux lois qui président à l'évolution régulière et parallèle de l'âme et du corps, afin de ne pas s'exposer, en les violant sans le savoir, à aggraver les maux qu'ils veulent combattre? Combien de malheureux, même dans les classes instruites de la société, traînent une existence misérable, ou meurent à la fleur de l'âge, parce que leurs parents, leurs maîtres ou eux-mêmes, absorbés par la culture de l'esprit, ont transgressé, *sans le savoir*, les lois naturelles! »

Nous croyons n'avoir rien à changer à ces lignes que nous écrivions *il y a quatorze ans* dans le journal *La Paix*, nonobstant les protestations violentes qu'elles soulevèrent alors dans un certain milieu pédagogique, plus initié à la connaissance des langues mortes qu'à celle des *lois de la vie* et trop disposé à condamner A PRIORI des théories reposant uniquement sur l'observation et l'expérience.

Aujourd'hui surtout que la pathologie a mis en pleine lumière la fréquence et l'hérédité de certaines maladies résultant du surmenage du système nerveux, comme l'hystérie, l'épilepsie, la manie, l'amnésie, etc., il nous paraît indispensable d'exiger, de la part des instituteurs et des institutrices, la connaissance de ces vérités naturelles dont l'ignorance est si préjudiciable aux enfants qu'on leur confie.

Nous allons plus loin : en 1889, au Congrès international d'agriculture de Paris, nous avons, pour prendre date, proposé à la section de l'enseignement d'inscrire un cours obligatoire de *philosophie naturelle* au programme de nos écoles de droit où se forment nos législateurs, afin de leur

permettre d'apprécier, en connaissance de cause, la portée des découvertes scientifiques, tant dans l'ordre pédagogique que dans l'ordre juridique, sociologique, agricole, etc. Cette proposition n'était que la paraphrase d'une idée formulée à la tribune de la Société scientifique en 1876 (séance d'avril ; voir *Annales*, 1^{re} année), sur laquelle nous sommes revenu à plusieurs reprises. Depuis lors, cette idée a été réalisée en partie pour ce qui concerne le droit pénal dans certaines universités, notamment à Bruxelles.

Qu'il nous soit permis, en terminant, d'émettre le vœu de voir notre législature, à l'occasion de la revision de la loi sur l'enseignement, adopter les réformes si nécessaires et si urgentes que nous proposons en matière pédagogique.

Louvain, 14 juin 1895.

ALPH. PROOST,

Professeur d'hygiène à l'École supérieure
d'Agriculture de l'Université.

(1) Depuis que nous avons écrit ces lignes, la presse française attire l'attention sur les résultats inespérés obtenus par le service de l'hygiène de la ville de Paris dans le traitement prophylactique de la phthisie, presque sans médicaments, à l'asile des enfants tuberculeux d'Ormesson.

D'autre part, elle publie des statistiques tendant à établir que l'étude du piano contribue pour une large part à développer chez les jeunes filles des accidents névropathiques de toute nature.

D'après le Dr Waëtzold, sur mille jeunes filles mises à l'étude du piano avant douze ans, *six cents* ont été atteintes de troubles nerveux avant leur majorité. Ce nombre se réduit à deux cents chez celles qui ont commencé plus tard l'étude du piano, et à cent chez celles qui n'ont pas étudié la musique ».

L'ARGON.

C'est une histoire étrange que celle de la découverte de ce nouveau gaz de l'atmosphère, et l'on conçoit à peine que, pendant plus de cent ans, il ait pu se dérober aux investigations des savants.

En 1775, Lavoisier, en France, et Scheele, en Suède, démontrent presque en même temps que l'air est, non pas un corps simple, mais un mélange de deux corps : l'oxygène et l'azote (1). A leur suite, une foule de chimistes en entreprennent l'étude ; un grand nombre d'analyses sont faites pour déterminer la proportion relative des deux gaz. C'est tout d'abord Priestley, qui absorbe l'oxygène au moyen du bioxyde d'azote ; mais sa méthode entre les mains des expérimentateurs donne des résultats tellement différents, qu'il semble dès lors n'exister pas de rapport fixe entre les quantités de ces deux corps dans l'atmosphère ; aussi admet-on que la composition de l'air varie avec les régions considérées et, dans une même région, avec les saisons. En 1781, Cavendish reprend les essais, et après des analyses renouvelées à soixante jours différents, il peut déclarer que, bien que le vent et le temps eussent été fort variables pendant ces soixante jours, il n'avait pu observer aucune

(1) Le premier de ces deux corps était alors connu sous les noms d'*air pur*, d'*air vital*, d'*air déphlogistiqué*, donnés par Priestley en 1774 ; le second, sous ceux d'*air vicié*, de *moffette atmosphérique*, d'*aer mephiticus*, donnés par Scheele en 1772. Lavoisier proposa de nommer le second *azote*, parce qu'il n'entretient pas la vie, et désigna plus tard le premier sous le nom d'*oxygène*, quand il eut reconnu ses propriétés acidifiantes.

différence dans la proportion des deux gaz ; que l'air n'était pas plus phlogistique (riche en azote) à une époque qu'à une autre. Aussitôt les expériences recommencent de plus belle : Gay-Lussac, durant une de ses ascensions en ballon, puise de l'air à 7000 mètres d'altitude ; Brünner en rapporte du sommet du Faulhorn ; M. Frankland en recueille aux environs de Chamounix, et Bunsen dans les plaines de la Prusse aux environs de Marburg ; toujours on lui trouve la même composition. Cette composition est déterminée par Cavendish, puis revue par Dumas, Boussingault, de Humbolt, Gay-Lussac, Bunsen, Regnault, Reiset, pour ne citer que les noms les plus illustres ; leurs chiffres concordent en général assez bien et se rapprochent fort de ceux que trouvait, il n'y a pas longtemps, M. Leduc : en volumes, 21,02 d'oxygène et 78,98 d'azote ; en poids, 23,23 d'oxygène et 76,77 d'azote.

Bien plus, on dose jusqu'à des gaz qui sont contenus dans l'atmosphère en quantités minimales : sans parler de la vapeur d'eau, dont la proportion est si variable avec la situation géographique, l'altitude, les saisons, la température, Boussingault et Reiset arrivent à donner comme valeur moyenne de la quantité d'anhydride carbonique contenu dans l'air, 0,0003 en volumes, soit 3 litres de gaz carbonique pour 10 000 litres d'air ; on trouve que 100 000 litres d'air contiennent de 1,1 à 3,5 milligrammes d'ozone et environ 2,2 milligrammes de gaz ammoniac ; on découvre des traces d'hydrogène sulfuré et d'acide azotique, et une multitude de détritux minéraux, végétaux et animaux ; enfin les célèbres travaux de M. Pasteur mettent en évidence la présence dans l'air de microorganismes, causes des phénomènes de fermentation et de putréfaction. Et parmi tous ces savants de marque, personne qui découvre l'argon, l'argon qui se rencontre pourtant dans l'atmosphère en quantité bien plus considérable que le gaz carbonique lui-même ! Personne ? Je me trompe : il en est un — et ce n'est pas là le trait

le moins curieux de l'histoire de ce nouveau gaz — il en est un qui l'isole, mais ne le découvre pas.

Cavendish, au cours de ses expériences sur l'air, en arrive à se demander si, dans ce que l'on comprenait alors sous le nom d'air phlogistique (azote), il n'existe pas un grand nombre de substances différentes. Pour répondre à cette question, il consulte l'expérience; il traite l'air atmosphérique par l'étincelle électrique en présence d'une lessive de potasse. Il obtient un premier résidu; des additions successives d'oxygène jusqu'à refus diminuent ce résidu, qui finalement se fixe à $1/120$ de l'air employé. Tout porte à croire, et c'est l'affirmation de ceux-là mêmes qui ont découvert le nouveau gaz, tout porte à croire qu'avec quelques impuretés, il a devant lui l'argon; un pas de plus, et l'argon est trouvé. Mais non: Cavendish s'arrête là et se contente de conclure: « Il y a donc une partie de l'air phlogistique (azote) de notre atmosphère qui diffère du reste et ne peut être transformée en acide nitrique; elle constitue au plus $1/120$ du tout. » Et depuis plus d'un siècle, les chimistes ont lu et relu ces lignes, et pas un n'a songé à reprendre les expériences du savant anglais, pas un n'a songé à interroger ce gaz différent de l'azote, à le forcer à révéler sa nature.

N'est-ce pas étrange? et en présence de pareils faits, n'y a-t-il pas lieu de se demander si une étude plus attentive, plus sévère, plus exigeante vis-à-vis des résultats, et de l'explication des légères divergences qu'ils présentent, n'amènerait pas la découverte de bien des éléments nouveaux? Sans doute, des causes spéciales, comme nous le verrons bientôt, ont nécessairement dû rendre difficile celle de l'argon; mais qui nous garantit que de semblables obstacles n'existent pas pour beaucoup d'autres éléments? De plus, quel corps a été plus étudié et avec plus de soin, semblait-il, que l'air qui nous entoure? et nous ajouterons même: que de fois l'expérience qui a servi de point de départ aux auteurs de la récente découverte, a été

renouvelée par les chimistes sans amener le même résultat !

Quoi qu'il en soit de ces considérations, après les quelques noms que nous avons cités au sujet de l'étude de l'air, on imagine aisément quel étonnement se manifesta parmi les savants, quand on apprit que, le 8 août 1894, au congrès de la *British Association*, à Oxford, lord Rayleigh et M. W. Ramsay annoncèrent qu'ils venaient de découvrir dans l'atmosphère un gaz inconnu, plus dense que l'azote, plus inerte que lui, existant dans l'air en quantités relativement considérables, et possédant un spectre caractéristique. Quelle que fût l'autorité des auteurs de la communication, beaucoup se refusaient à croire à la possibilité d'un tel événement. Leurs doutes, leurs hésitations, durent s'évanouir devant l'évidence des faits. Le 31 janvier, dans une assemblée extraordinaire de la Société royale tenue dans le grand amphithéâtre et le laboratoire de l'*University College*, devant un auditoire d'élite, comprenant non seulement les membres de la Société royale, mais aussi ceux des Sociétés de chimie et de physique de Londres et bon nombre de notabilités scientifiques de l'Angleterre, lord Rayleigh et M. W. Ramsay exposèrent leurs recherches et les résultats auxquels ils étaient déjà parvenus (1).

ORIGINE DE LA DÉCOUVERTE.

En 1882, lord Rayleigh, dans un discours présidentiel (2), attirait l'attention des savants sur la nécessité,

(1) La plupart des détails qui vont suivre sont donnés d'après les mémoires de lord Rayleigh et MM. W. Ramsay, Crookes et Olszewski, publiés dans la *NATURE* anglaise du 7 février 1895; et d'après la traduction qu'a donnée de ces mémoires, de la discussion qui en a suivi la lecture, et d'un mémoire de M. J. Dewar sur *Les Anomalies dans la liquéfaction de l'azote*, l'excellente *REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES*, dans son numéro du 13 février 1895.

(2) *NATURE*, 24 août 1882: *The British Association*.

au point de vue des théories chimiques, d'une détermination nouvelle et plus exacte des densités des principaux gaz, et exprimait l'opinion que le temps était peut-être venu de l'entreprendre; lui-même, annonçait-il, avait déjà commencé des préparatifs dans ce but. Après douze ans de travail assidu, un premier pas était fait : le poids atomique de l'oxygène était déterminé avec toute l'exactitude possible et trouvé égal à 15,82, si l'on maintient celui de l'hydrogène égal à 1.

Puis vint le tour de l'azote. Dès l'abord, une difficulté se présenta : l'azote enlevé à l'atmosphère et l'azote retiré des combinaisons chimiques n'avaient pas la même densité : le premier était de $\frac{1}{230}$ plus dense que le second.

Voici comment lord Rayleigh fut amené à constater cette différence. Pour se procurer de l'azote, le savant anglais avait eu tout d'abord recours à un procédé imaginé par M. Vernon Harcourt d'Oxford; ce procédé donne un azote provenant à la fois de l'ammoniaque et de l'air atmosphérique. L'air, après avoir barbotté dans une solution concentrée d'ammoniaque, est entraîné dans un tube chauffé au rouge; pendant le passage du mélange gazeux dans ce tube, l'oxygène de l'air se combine à l'hydrogène du gaz ammoniac pour donner de l'eau; le gaz ammoniac en excès est ensuite absorbé par un acide, l'eau entraînée mécaniquement et l'eau de combinaison, arrêtées par les dessiccateurs ordinaires. Ce procédé d'un emploi fort commode permit à lord Rayleigh d'obtenir pour la densité de l'azote des résultats très concordants. Jugeant qu'il était prudent de ne point s'en tenir à une seule méthode, le savant anglais voulut alors employer, dans une seconde série d'expériences, le procédé généralement usité, la préparation de l'azote par enlèvement de l'oxygène de l'air au moyen du cuivre au rouge : il était du reste pleinement persuadé, comme il le dit lui-même, que les seconds résultats confirmeraient en tous points les premiers. L'événement trompa son attente : l'azote ainsi obtenu était

plus lourd de 1/1000 environ que l'azote fourni par le procédé de M. Vernon Harcourt ; une deuxième expérience ne fit que rendre la différence de poids plus évidente.

C'était il y a trois ans. Vivement intrigué, lord Rayleigh publie les résultats auxquels il est parvenu et les soumet à la critique des chimistes ; plusieurs réponses lui parviennent, mais aucune ne va au cœur de la question. On parlait de molécules d'azote dissociées et résolues en atomes ; mais la chose paraissait peu probable, puisque les deux sortes d'azote avaient après tout même origine : c'est en effet tout au plus si, dans le procédé Vernon Harcourt, l'ammoniaque fournit un septième de l'azote mis en liberté ; le reste provient de l'atmosphère aussi bien que dans le procédé au cuivre.

Un secret instinct avertissait lord Rayleigh que la divergence était due, non à une dissociation partielle des molécules d'azote provenant de la préparation du gaz par l'ammoniaque, mais à la présence de la petite quantité d'azote extrait de cette ammoniaque et qui, pour une raison inconnue, devait être plus léger que l'azote de l'air. Cette supposition, il était facile de la vérifier : il suffisait de remplacer, dans le procédé Vernon Harcourt, le courant d'air par un courant d'oxygène pur ; la totalité de l'azote recueilli serait alors fournie par le gaz ammoniac. L'expérience fut réalisée ; la différence entre les deux poids se trouva du coup quintuplée : l'azote retiré de l'ammoniaque était d'environ $1/2$ p. c. plus léger que l'azote de l'air (1).

Que faire ? Avant tout, il fallait rechercher si cette divergence était générale et constante pour tout azote chimique. Lord Rayleigh s'en procure par plusieurs procédés très différents les uns des autres. Il le retire du peroxyde d'azote, soit par l'action de l'étincelle électrique, soit par celle d'une température très élevée ; il le retire

(1) NATURE, 15 juin 1895 : *Argon*, par lord Rayleigh.

ensuite du protoxyde d'azote ou oxyde azoteux, soit par l'étincelle, soit par élévation de température, procédé qui fournit 28 p. c. d'azote, soit enfin en faisant passer ce gaz sur un mélange chauffé au rouge d'oxyde de chrome et de carbonate de sodium; il le dégage de l'azotite d'ammonium par simple action de la chaleur; enfin, voulant vérifier si la chaleur employée pour la préparation ou la purification du gaz n'avait aucune influence sur sa densité, il s'efforce d'obtenir à froid de l'azote pur. Sur le conseil de M. Thorpe, il a recours à l'action de l'hypobromite de sodium, NaBrO , sur l'urée $(\text{AzH}_2)_2\text{CO}$. Cette action est la suivante :



Le bromure de sodium reste en solution, et le gaz carbonique produit conjointement avec l'azote peut être absorbé à froid par la soude caustique.

Mais son espoir est déçu : l'azote ainsi préparé n'est pas pur : son action sur le mercure, et l'odeur de rat mort qu'il dégage le prouvent suffisamment. Aussi il importe peu qu'on ait trouvé son poids supérieur à celui même de l'azote atmosphérique; on ne peut tirer de ce fait aucune conclusion. Sans doute, ces impuretés sont dues, très probablement, non pas à l'urée, mais à l'hypobromite employé, puisqu'après barbotage à travers une solution de ce dernier, l'azote atmosphérique lui-même attaque le mercure. N'importe, le but n'était pas atteint : pour obtenir par ce procédé un gaz parfaitement pur, il fallait le faire passer sur des tournures de cuivre chauffées au rouge, puis sur du fer chauffé de même au rouge vif dans un tube de même métal, enfin sur de l'oxyde cuivrique.

Heureusement on découvrit que l'azote fourni par l'azotite d'ammonium pouvait être purifié sans l'aide de la chaleur; l'odeur ammoniacale qu'il avait après sa préparation disparaissait par son passage à travers l'acide sulfurique, et l'odeur nitreuse presque imperceptible qu'il conservait encore après ce traitement n'avait, l'expérience le

prouva, aucune influence appréciable sur la densité du gaz. Les chiffres pour l'azote de l'azotite d'ammonium purifié à froid, et pour le même azote purifié à chaud, furent trouvés parfaitement identiques, ainsi qu'il ressort du tableau suivant, où nous résumons ce qui a été obtenu par les procédés indiqués jusqu'ici :

	Poids du contenu du ballon :
Azote du peroxyde	2,3001 gr.
Azote de l'oxyde azoteux	2,2990 "
Azote de l'urée	2,2985 "
Azote de l'azotite d'ammonium (purifié à chaud)	2,2987 "
Azote de l'azotite d'ammonium (purifié à froid)	<u>2,2987 "</u>
En moyenne	2,2990 gr.

Réduisant de 0,0006 pour compenser l'erreur qu'a pu entraîner la contraction du ballon quand on y faisait le vide, et multipliant par le rapport 1,2572 : 2,3108, nous obtenons pour poids moyen du litre d'azote chimique, à 0° et 760 millimètres de pression, le nombre 1,2505 gramme.

D'autre part lord Rayleigh retira aussi l'azote de l'air ; il en élimina l'oxygène : soit à chaud, par l'action du cuivre ou du fer au rouge, l'oxygène, se fixant alors en transformant le cuivre en oxyde cuivrique ou le fer en oxyde magnétique ; soit à froid, en le faisant passer à travers une solution d'hydrate ferreux qui absorbe l'oxygène en se transformant en hydrate ferrique. L'azote fut ensuite purifié et desséché à froid, et on le pesa dans le ballon qui avait servi aux expériences précédentes ; on obtint les chiffres suivants :

Azote obtenu par le cuivre au rouge	2,3103 gr.
Azote obtenu par le fer au rouge	2,3100 "
Azote obtenu par l'hydrate ferreux	<u>2,3102 "</u>
En moyenne	2,31016 gr.

On en déduit le poids moyen du litre à 0° et 760 millimètres, à savoir 1,2572 gramme.

Il semblait qu'on pût s'en tenir là. Pourtant, lord Rayleigh et M. W. Ramsay, qui, vivement intéressé par ces recherches, est venu se joindre à lui (1), veulent plus encore : ils transforment l'azote atmosphérique en azote chimique. Pour cela, ils l'absorbent par le magnésium au

(1) Il est fort difficile de déterminer exactement la part qui doit être attribuée en propre à chacun des deux savants dans la découverte de l'argon ; eux-mêmes semblent, dans tous leurs écrits, avoir à plaisir confondu ce qui revenait à l'un et à l'autre, voulant en quelque sorte rester unis dans la gloire de la découverte, comme ils l'avaient été du reste dans la plupart des recherches qui ont amené un si beau résultat. Ils se complétaient l'un l'autre ; les connaissances du premier perfectionnaient les connaissances du second. Au point de développement où en sont arrivées actuellement les sciences physiques et chimiques, il n'est plus guère possible d'exceller à la fois dans chacune d'elles : tout au plus peut-on posséder l'une à fond, en ayant de l'autre des notions assez étendues pour comprendre et utiliser ce qui s'y découvre. Mais ce dernier point est absolument indispensable : car, autant certaines connaissances chimiques sont nécessaires au physicien, autant, et peut-être plus encore, des connaissances physiques étendues sont nécessaires au chimiste.

Lord Rayleigh, physicien avant tout, bien que parfaitement au courant des lois et des méthodes générales de la chimie, doit avoir eu la haute direction des expériences qui ont établi les données physiques de l'argon ; au contraire, c'est plutôt M. Ramsay, chimiste, mais chimiste possédant à fond les lois et les méthodes générales de la physique, qui doit avoir eu l'initiative des recherches tendant à établir les données chimiques de ce gaz. Voici, au surplus, ce qui semble résulter de la lecture du mémoire des deux savants et d'une conférence sur l'argon, donnée par lord Rayleigh à la *Royal Institution*, le vendredi 5 avril 1895, conférence publiée par *NATURE*, 13 juin.

C'est à lord Rayleigh qu'est due la découverte de la différence de poids entre l'azote atmosphérique et l'azote chimique, ainsi que la vérification de la constance de cette différence pour les deux variétés d'azote préparées par les procédés déjà indiqués. Alors intervient M. Ramsay ; il semble que les savants aient d'abord refait de concert les expériences de lord Rayleigh ; puis M. Ramsay prend l'initiative des recherches sur l'azote chimique obtenu par la transformation de l'azote atmosphérique et sur l'isolement de l'argon par absorption de l'azote à l'aide du magnésium. Lord Rayleigh paraît, au contraire, préférer la méthode électrique de séparation des deux gaz, bien qu'il reconnaisse de grands avantages à l'emploi du magnésium ; faut-il y voir la preuve qu'elle a été appliquée plus spécialement sous sa direction ? Enfin c'est à M. Ramsay que sont dus les essais pour faire entrer l'argon en combinaison, et plus tard la découverte de l'hélium, qui est venue se greffer sur celle de l'argon.

rouge ; puis, traitant par l'eau l'azoture de magnésium ainsi obtenu, ils recueillent l'azote sous forme d'ammoniaque. De cette ammoniaque, une partie est traitée par l'hypochlorite de calcium qui met l'azote en liberté ; cet azote est ensuite purifié comme précédemment, en passant sur du cuivre au rouge vif et de l'oxyde cuivrique ; une seconde partie est absorbée par l'acide chlorhydrique et transformée en chlorure d'ammonium. Ce chlorure évaporé à siccité est redissous dans l'eau pure, et sur sa solution concentrée on fait réagir l'hypobromite de sodium. L'azote fourni par la réaction est purifié et desséché en passant successivement à travers la potasse caustique et deux tubes contenant l'un de la chaux sodée, l'autre de l'anhydride phosphorique ; on arrivait ainsi à un azote pur sans intervention de la chaleur ; de plus, les auteurs avaient poussé le scrupule jusqu'à vérifier par des dosages comparés du chlorure d'ammonium ainsi obtenu à l'aide de l'azote atmosphérique, et du chlorure d'ammonium le plus pur que fournissent les fabriques de produits chimiques, que, dans les deux cas, l'ammoniaque était bien identique.

Eh bien, les résultats ont non seulement été les mêmes pour l'azote chimique dérivé de l'azote atmosphérique, qu'il eût été purifié soit à froid, soit à chaud, mais se sont trouvés en concordance avec ceux obtenus pour l'azote chimique fourni par les procédés décrits plus haut. L'azote atmosphérique, transformé en azote chimique, donnait, quand il était purifié au rouge, pour poids du contenu du ballon, 2,29918 grammes, ce qui conduit pour le poids du litre à 0° et 760 millimètres de pression à la valeur 1,25053 gramme ; purifié à froid, le litre pesait dans les mêmes conditions 1,2521 gramme. La moyenne de ces deux poids, 1,25131 gramme, se rapproche fort de celle donnée plus haut, 1,2505 gramme.

Si on compare la densité de l'azote chimique à celle de l'oxygène, on a :

$$\frac{Az_2}{O_2} = \frac{2,2984}{2,6276} = 0,87471.$$

Si l'on fait la même chose pour l'azote atmosphérique, on obtient :

$$\frac{Az_2}{O_2} = \frac{2,30956}{2,62760} = 0,87896.$$

En prenant $O = 16$, on a pour l'azote chimique :

$$Az = 13,9954 ;$$

et pour l'azote atmosphérique :

$$Az = 14,06336.$$

Enfin si l'on compare dans les mêmes conditions le poids du litre d'azote chimique, 1,2505 gramme, au poids du litre d'azote atmosphérique, 1,2572 gramme, on voit qu'ils diffèrent notablement à partir de la troisième décimale. C'est cette divergence, si considérable pour des poids appréciés avec toute l'exactitude désirable, qui est le vrai point de départ des recherches et de la découverte des deux savants. Lord Rayleigh l'a dit spirituellement : « La découverte de l'argon est le triomphe de la troisième décimale. »

L'anomalie était dûment constatée et les expériences avaient été répétées trop souvent, elles avaient été conduites avec trop de soins et d'habileté, pour qu'on pût l'attribuer à une erreur dans le calcul ou dans le mode opératoire. Il fallait donc chercher ailleurs l'explication ; mais où ? Une seule hypothèse était possible : l'un des gaz, peut-être tous les deux, contenaient en mélange, avec ce qu'on pourrait appeler l'azote normal, un autre gaz plus léger dans le cas de l'azote chimique, plus lourd dans le cas de l'azote atmosphérique, que l'azote normal lui-

même; c'était là ce qui causait l'écart en défaut ou l'écart en excès d'avec la densité normale.

PREMIÈRES VÉRIFICATIONS.

Mais ce gaz, quel était-il? Était-ce une impureté de nature connue? — Pour l'azote atmosphérique, la chose n'était pas possible: tous les éléments connus de l'air autres que l'azote avaient été soigneusement éliminés. Pour l'azote chimique, l'impossibilité ne semblait pas moins grande; absolument parlant toutefois, un peu d'hydrogène, provenant sans doute de la décomposition de vapeur d'eau au rouge, aurait pu échapper à l'action de l'oxyde de cuivre et passer par conséquent à travers les tubes à dessécher. Dans ce cas, l'introduction intentionnelle d'hydrogène dans l'azote atmosphérique devait en diminuer la densité et la ramener peu à peu à celle de l'azote chimique. On consulta l'expérience: on introduisit de l'hydrogène dans l'azote atmosphérique; on le traita, comme on avait traité l'azote chimique, par l'oxyde cuivrique au rouge, et l'on trouva que son poids n'était en rien modifié.

Il fallait recourir à autre chose. La légèreté plus grande de l'azote chimique serait-elle due peut-être à une résolution partielle ou totale de la molécule diatomique d'azote en atomes isolés? Le nombre des molécules étant le même, d'après la loi d'Avogadro, dans des volumes égaux des deux gaz pris sous des conditions identiques de température et de pression, si certaines molécules d'azote chimique n'avaient contenu qu'un atome, il s'en serait suivi évidemment que le poids de ce dernier gaz eût été plus faible que celui de l'azote atmosphérique, où pareille résolution des molécules n'aurait pas existé. Telle avait été, on s'en souvient, la première hypothèse émise par les chimistes en réponse à la lettre dans laquelle lord Rayleigh publiait, il y a environ trois ans, les résultats

de ses expériences. Cela paraissait peu probable : car la grande inertie de l'azote vis-à-vis des autres corps trouve précisément, comme nous le verrons plus tard, son explication plausible dans l'affinité si énergique des atomes de ce gaz l'un pour l'autre ; cette affinité est telle que ces atomes, fussent-ils même momentanément isolés, se recombineraient rapidement. Or un échantillon d'azote chimique conservé huit mois ne manifesta, au bout de ce temps, aucune augmentation de densité. En tout cas, l'effluve électrique, qui opère la condensation de l'oxygène sous une molécule de trois atomes, qui donne en d'autres termes naissance à l'ozone, aurait, selon toute probabilité, facilement raison de cet isolement. Que l'azote chimique soit composé en tout ou en partie d'atomes isolés, ou que l'azote atmosphérique possède lui aussi de ces molécules dissociées, l'action de l'effluve électrique devra modifier leur poids spécifique. Tous deux y sont soumis, tous deux gardent leur poids inaltéré.

On ne pouvait pourtant admettre que le poids plus considérable de l'azote atmosphérique fût dû à l'existence de molécules d'azote condensé, modification allotropique de l'azote normal, qui serait vis-à-vis de lui quelque chose d'analogue à ce qu'est l'ozone vis-à-vis de l'oxygène. Sans doute, de pareilles modifications sont possibles, et, d'après MM. J. J. Thomson et Treefall, l'azote éprouverait une condensation quand on l'électrolyse sous faible pression ; mais ces états allotropiques sont détruits par la chaleur ; ils ne pouvaient par conséquent subsister dans l'azote atmosphérique privé d'oxygène par passage sur du cuivre ou du fer chauffés au rouge.

Restait l'hypothèse du mélange à l'azote d'un gaz inconnu jusqu'ici. Cette hypothèse n'était guère admissible pour l'azote chimique, après les travaux qui avaient si exactement dosé tous les éléments des composés dont on l'avait extrait. Il fallait donc supposer dans l'air l'existence d'un corps nouveau sur lequel seraient sans influence les réactifs

au moyen desquels on avait successivement éliminé la vapeur d'eau, l'anhydride carbonique et l'oxygène ; nous disons dans l'air, car le fait que trois méthodes complètement différentes de préparation de l'azote atmosphérique avaient donné pour ce gaz des poids identiques, empêchait de s'arrêter, ne fût-ce qu'un instant, à la pensée que ce corps inconnu aurait pris naissance pendant la série des opérations. Dans ce cas, en effet, non seulement les trois procédés auraient dû être également aptes à produire le gaz nouveau, mais encore ils auraient dû tous trois le produire dans les mêmes proportions.

La méthode de diffusion imaginée par Graham permettait de vérifier rapidement cette supposition. Ce savant, recherchant les lois qui président au passage des gaz par des orifices étroits et à parois minces, avait trouvé que les volumes des différents gaz qui s'écoulent dans le vide pendant l'unité de temps, quand ces gaz sont soumis à la même pression, sont inversement proportionnels à la racine carrée de leur densité ; cette loi peut s'appliquer approximativement aux parois poreuses de faible épaisseur. C'est ainsi que Graham lui-même avait partiellement séparé l'azote de l'oxygène de l'air. Si l'azote atmosphérique contient un gaz plus dense que l'azote pur, après son passage à travers un tube poreux autour duquel on aurait fait le vide, il devra se trouver plus riche en gaz plus dense, et le poids du litre en sera augmenté.

L'appareil fut disposé de la façon suivante : trois groupes de quatre tuyaux de pipe en terre, rangés en série, furent placés à l'intérieur d'un manchon en verre, parallèlement à l'axe. Les séries de tubes poreux débordaient du manchon des deux côtés ; leur extrémité antérieure s'ouvrait à l'air libre, l'extrémité postérieure était reliée à un aspirateur à eau disposé de manière à recueillir 2 p. c. du gaz entrant dans les tubes. Les deux extrémités du manchon étaient fermées hermétiquement, de manière à ne laisser à l'air extérieur de communication avec l'intérieur du

manchon qu'à travers les parois poreuses ; ce manchon portait en outre une tubulure latérale qui permettait de maintenir à l'intérieur un vide partiel à l'aide d'une trompe. Dans ces conditions, l'air qui passait par les tuyaux de pipe laissait diffuser une partie de son azote, le moins dense des gaz qui entrent dans sa composition, et pénétrait dans l'aspirateur plus riche en gaz inconnu. Ce gaz, nous l'appellerons dès maintenant *argon*, pour éviter les périphrases ; plus tard nous verrons la raison d'être de cette appellation.

L'air plus riche en argon de l'aspirateur était ensuite traité par le cuivre et l'oxyde cuivrique au rouge, l'acide sulfurique, la potasse caustique et l'anhydride phosphorique, qui absorbaient successivement l'oxygène, l'hydrogène, l'ammoniaque, le gaz carbonique et la vapeur d'eau. A volume égal, le résidu gazeux, si la supposition des auteurs se réalisait, devait être plus lourd que l'azote atmosphérique ordinaire. En effet, la moyenne de trois expériences donne, sur celui-ci, un excès de 0,00187 gramme pour un volume de résidu pesant 2,3 grammes. Mentionnons encore, pour donner une idée du soin apporté par lord Rayleigh et M. W. Ramsay dans leurs essais, et de la patience qu'il leur a fallu pour mener leur œuvre à bonne fin, une expérience où le vide fut continué pendant deux mois, et qui donna un excès de 0,0049 gramme. C'était quelque chose, mais on s'attendait à mieux ; en conséquence on modifia l'appareil : on supprima l'arrangement en séries parallèles, et on ne garda qu'une seule série de huit tuyaux. La surface poreuse était ainsi diminuée d'un tiers, mais, par contre, un vide plus parfait pouvait être maintenu à l'intérieur du manchon ; aussi deux expériences amenèrent-elles des excès en poids de 0,0037 et 0,0033 gramme.

Graham a décrit en 1866, dans les *Philosophical Transactions*, un nouveau procédé de séparation de gaz mélangés de densités différentes, à l'aide des membranes de

caoutchouc. Une disposition pratique pour réaliser cette expérience consiste en un tube de verre divisé en deux compartiments suivant l'axe, par un tissu de soie enduit d'un couche de caoutchouc finement vulcanisé, ou par une finelame de caoutchouc soutenue de manière à pouvoir supporter sur une de ses faces une pression assez considérable; une des sections hémicylindriques du tube s'ouvre d'un côté à l'air libre, de l'autre est reliée à un aspirateur à eau; la seconde section est hermétiquement fermée aux deux extrémités, mais porte une tubulure latérale qui permet de la relier à une trompe à mercure décrite également par Graham. Cette trompe très simple se compose d'un long tube de verre vertical portant à sa partie supérieure un entonnoir à robinet rempli de mercure, et recourbé en crochet semi-circulaire à sa partie inférieure qui plonge dans une cuvette à mercure; un tube soudé latéralement la relie au diffusiomètre. On laisse couler le mercure dans le tube vertical; les gaz qui ont diffusé à travers le caoutchouc sont entraînés et peuvent être recueillis sur le mercure à la partie inférieure de la trompe: quatre ou cinq opérations successives, quatre ou cinq « atmolyses » du même résidu gazeux, pour employer le mot de Graham, arriveraient à séparer presque complètement l'azote et l'oxygène de l'air. Cette méthode, les auteurs avaient dès l'origine l'intention de l'appliquer à l'azote atmosphérique; malheureusement le temps leur manqua pour le faire. Au reste, les deux expériences précédentes prouvaient suffisamment que l'azote atmosphérique devait être considéré non pas comme un corps simple, ainsi qu'on l'avait fait jusqu'alors, mais comme un mélange de deux ou plusieurs gaz; dans ces conditions, le troisième procédé n'offrait d'intérêt que sous le rapport d'une étude de la diffusion de l'argon, et l'on conçoit aisément que les deux savants, si préoccupés déjà d'isoler ce gaz et d'en reconnaître les principales proprié-

tés, n'aient pu songer à l'examiner à tous les points de vue.

ISOLEMENT DE L'ARGON ; SA DENSITÉ.

L'existence dans l'azote atmosphérique d'au moins un corps différent de l'azote ainsi établie, il fallait retirer ce corps du mélange et en rechercher les données physiques et chimiques. On ne connaissait encore aucune des réactions du gaz inconnu ; force était donc, pour le séparer de l'azote normal, d'absorber ce dernier. Plusieurs moyens pouvaient également bien être employés à cet effet : on pouvait tout d'abord l'éliminer par action du bore, du silicium, du titane, du lithium, du strontium, du baryum, du magnésium, de l'aluminium, du mercure, d'un mélange de carbonate de baryum et de charbon, à haute température, enfin des amalgames de calcium, baryum ou strontium au rouge sombre ; l'azote, dans ces conditions, se combine au métal en formant l'azoture correspondant. On pouvait aussi recourir à l'action de la décharge électrique, et sous son influence absorber l'azote par l'hydrogène en présence d'acide (formation d'ammoniaque, puis du sel d'ammonium correspondant à l'acide employé) ; ou par l'oxygène en présence d'alcalis (formation de vapeurs rutilantes, puis d'un mélange d'azotite et d'azotate alcalins) : c'est à ce dernier procédé, du reste jadis employé par Cavendish, que les deux savants eurent tout d'abord recours.

Une éprouvette renfermant de l'air était installée sur une cuve contenant une solution alcaline très étendue ; les rhéophores enfermés, sur toute la partie qui pouvait plonger dans le liquide, dans des tubes en verre recourbés en U, amenaient le courant au haut de l'éprouvette. Ce courant était fourni par une bobine de Ruhmkorff de taille moyenne actionnée par cinq piles Grove. On recon-

nut que, pour les extrémités des fils conducteurs, l'écartement de 5 millimètres était le plus favorable au point de vue du rendement ; trente centimètres cubes étaient alors absorbés en une heure, c'est-à-dire trente fois autant que dans les expériences de Cavendish. A mesure que le volume des gaz diminuait dans l'éprouvette, on ajoutait de nouvelles quantités d'oxygène ; finalement, le jaillissement continu de l'étincelle pendant toute une heure n'ayant plus amené la moindre contraction, on jugea que tout l'azote était absorbé ; on fit passer le résidu dans une éprouvette graduée de petite section et on apprécia le volume ; on enleva ensuite l'oxygène en excès à l'aide d'un pyrogallate alcalin et on mesura à nouveau le volume. Le résidu fut alors réintroduit dans l'eudiomètre et additionné d'une quantité d'air égale à la première ; puis la même série d'opérations recommença. On obtint ainsi, en opérant primitivement sur 50 centimètres cubes d'air, comme résidu après la première expérience : argon et oxygène, 1 centimètre cube ; argon purgé d'oxygène, 0,32 centimètre cube ; après la seconde expérience, argon et oxygène, 2,2 centimètres cubes ; argon purgé d'oxygène, 0,76 centimètre cube.

Certes, ce résidu n'était pas de l'oxygène, l'action du pyrogallate l'eût enlevé. Ce n'était pas non plus de l'azote, car l'action très longtemps continuée de l'étincelle au sein d'un mélange de ce corps avec de l'oxygène, dans les conditions les plus favorables à la production de vapeurs rutilantes, n'avait amené aucune réduction de volume. Il était pour ainsi dire impossible que ce fût de l'hydrogène ; toutefois les conditions tout à fait anormales dans lesquelles l'étincelle se produisait vers la fin de l'expérience, l'espace restreint où elle jaillissait, la température élevée produite et par conséquent la présence en plus grande quantité de vapeur d'eau dans la petite atmosphère résiduelle, n'étaient pas sans donner quelque inquiétude aux deux savants : n'y avait-il pas là des gaz de décomposition ? Pour éclaircir

ces doutes, des essais furent tentés sur de faibles quantités de mélange, cinq centimètres cubes d'air et sept centimètres cubes d'oxygène ; l'absorption totale étant plus rapide, on évitait l'élévation de la température et, par suite, la présence de la vapeur d'eau : on obtint comme résidu en argon pur 0,06 centimètre cube. Plusieurs expériences donnèrent des résultats très semblables ; les légères différences remarquées pouvaient du reste s'expliquer — et la suite des recherches ne fit que confirmer cette explication — par la solubilité de l'argon dans l'eau.

Il était dès lors évident que le résidu final n'était pas causé par le passage de l'étincelle en volume réduit, mais se trouvait en relation assez constante avec le volume d'air soumis à l'expérience. Toutefois la quantité d'argon recueillie ainsi était absolument insuffisante pour exécuter des recherches sur le corps lui-même ; à peine fut-il possible de réunir, dans un tube spécialement construit à cet effet, un assez grand volume de gaz pour en étudier le spectre. On ne reconnut d'abord dans ce spectre aucune des lignes de l'azote ; toutefois, après une heure ou deux, alors qu'un peu de ce gaz, primitivement en dissolution dans l'eau sur laquelle s'ouvrait le tube, avait pu se mêler à l'argon, elles se manifestèrent.

On utilisa, pour obtenir un rendement meilleur, un dispositif basé sur une remarque faite par M. Crookes. Ce savant avait émis récemment l'opinion que les aigrettes brillantes, qui terminent les électrodes de platine entre lesquelles jaillit l'étincelle produite par un courant alternatif à haute tension, étaient dues à la combustion de l'azote dans l'oxygène de l'air. Transformant à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff, en courant à haut potentiel, le courant fourni par un alternateur de Méritens, les auteurs firent passer durant sept jours l'étincelle dans des mélanges d'air et d'oxygène tiré du chlorate de potassium, introduits successivement dans l'eudiomètre : les masses totales qui avaient réagi s'élevèrent finalement pour l'air à 7925 cen-

timètres cubes et pour l'oxygène à 9137 centimètres cubes ; l'absorption avec ce nouveau dispositif avait pu être portée à trois litres par heure, trois mille fois la vitesse d'absorption des expériences de Cavendish (1). Les deux jours suivants, huitième et neuvième jours, de l'oxygène seul fut ajouté ; 500 centimètres cubes disparurent et le résidu total fut de 700 centimètres cubes. On continua encore, deux heures durant, l'étincelle, sans produire aucune contraction ; seulement, la raie jaune de l'azote avait disparu et l'étincelle était devenue étroite et bleue. Alors on absorba l'oxygène à l'aide d'un pyrogallate alcalin : le résidu fut de 65 centimètres cubes ; on remplaça l'oxygène du chlorate de potassium par de l'oxygène électrolytique et l'on essaya l'action de l'étincelle ; elle n'amena pas la moindre réduction ; on substitua à ce dernier de l'hydrogène électrolytique ; ce fut peine perdue : les 65 centimètres cubes se maintinrent et, avec eux, le spectre où manquaient toutes les lignes de l'azote ; ce ne fut qu'après quelques jours de séjour sur l'eau que celles-ci commencèrent à réapparaître.

On est stupéfait de voir de quel luxe de précautions s'entourent les deux savants anglais. Les résultats, pourtant si concluants, que nous venons de rapporter, ne leur suffirent pas : ils font la contre-expérience. Trois litres d'azote chimique tiré de l'azotite d'ammonium, sont soumis aux opérations décrites ci-dessus, jusqu'à ce que le gaz non absorbé ne laisse plus voir que de très faibles traces des raies de l'azote ; après l'absorption de l'oxygène, le résidu en argon est de 3,3 centimètres cubes : on en eût obtenu plus du triple, avec un même volume d'azote

(1) Actuellement à l'aide de transformateurs « Hedgehog » construits par M. Swinburne, lord Rayleigh transforme en un courant de 2400 volts le courant alternatif de 100 volts, fourni par une compagnie électrique à la *Royal Institution* ; avec un potentiel aussi élevé, la combinaison et l'absorption de l'azote et de l'oxygène a pu être portée à 7 litres par heure, soit 7000 fois ce qu'obtenait Cavendish. (Voir *NATURE*, 15 juin 1895 : *Argon*, par lord Rayleigh.)

atmosphérique. Dans une autre expérience, près de six litres d'azote provenant de la même source, l'azotite d'ammonium, furent traités par onze litres d'oxygène, et ne laissèrent comme résidu que 3,5 centimètres cubes d'argon ; le résidu eût été de 75 centimètres cubes environ pour six litres d'azote atmosphérique. Cet argon provient de l'eau employée pour la manipulation de si grandes quantités d'azote et d'oxygène ; on en obtient même quand on prépare, non l'azote, mais le gaz carbonique.

Le doute n'était plus permis : on avait affaire à un gaz qui ne dérivait pas de l'azote chimique, et ce gaz, on le possédait exempt de tous les autres gaz connus ; on pouvait en rechercher la densité. Malheureusement, les quantités d'argon préparées à l'aide de l'étincelle et de l'oxygène, même par le second procédé, ne furent jamais assez grandes pour permettre aux auteurs de la découverte le remplissage du ballon qu'ils employaient toujours à cet effet : une détermination directe de la densité de l'argon obtenu par l'oxygène reste donc à faire (1).

On put toutefois la calculer indirectement par deux méthodes complètement différentes.

Première méthode. Nous avons vu plus haut que, dans un volume donné d'air, 0,79 sont occupés par l'azote atmosphérique ; dans les 7925 centimètres cubes d'air traités dans l'expérience précédente, il y en avait par conséquent $0,79 \times 7925$ centimètres cubes. Si donc nous désignons par a le volume d'argon contenu dans un volume d'azote atmosphérique, nous aurons, en nous rappelant qu'on obtenait comme résidu de l'expérience 65 centimètres cubes d'argon pur :

$$a = \frac{65}{0,79 \times 7925}$$

(1) Peut-être, maintenant que l'absorption par la méthode électrique a pu être portée à 7 litres à l'heure, cette détermination directe a-t-elle été faite, mais nulle part nous n'en avons trouvé la relation.

Cela posé, appelons d la densité de l'argon, D la densité de l'azote pur, D' celle de l'azote atmosphérique, toutes ces densités étant prises par rapport à l'air; le poids d'un corps étant égal à son volume multiplié par sa densité, et le poids de l'argon ajouté à celui de l'azote pur devant donner le poids du mélange, c'est-à-dire de l'azote atmosphérique, nous aurons :

$$ad + (1 - a) D = D',$$

d'où l'on tire

$$d = D + \frac{D' - D}{a}.$$

Nous venons d'obtenir la valeur de a ; quant à D et D' , ils ont été trouvés plus haut égaux respectivement à 2,2990 et 2,31016.

Remplaçant dans la formule, on en déduit la valeur de d :

$$d = 3,378.$$

Si l'on prend 14 pour densité de l'azote pur par rapport à l'hydrogène, 16 pour celle de l'oxygène, on trouve pour celle de l'argon la valeur 20,6.

Seconde méthode. En introduisant dans le ballon qui leur servait à la détermination des densités environ 400 centimètres cubes d'argon, et en complétant le volume avec de l'oxygène pur, les auteurs ont trouvé, comme poids du mélange, 2,7315 grammes; un volume égal d'oxygène pur, à même température et à même pression, pesait 2,6270 grammes, soit un excès de 0,1045 gramme pour le poids du mélange. De ces données, il s'agit de déduire le poids qu'aurait le contenu du ballon, s'il était rempli d'argon pur.

Soit v le volume de l'argon, v' celui de l'oxygène compris dans le mélange, d la densité de l'argon, d' celle de l'oxygène, enfin a le rapport $\frac{v}{v + v'}$ du volume d'argon

au volume total du mélange; la quantité que nous cherchons s'exprimera par $(v + v') d$.

Or, nous avons :

$$rd + v'd' - (v + v') d' = 0,1045$$

ou
$$v(d - d') = 0,1045.$$

Divisant les deux membres par a , ou, ce qui est la même chose, par $\frac{v}{v+v'}$, il vient :

$$(v + v')(d - d') = \frac{0,1045}{a},$$

d'où, $(v + v') d'$ étant égal à 2, 6270 :

$$(v + v') d = 2,6270 + \frac{0,1045}{a}.$$

Des analyses, faites par deux méthodes différentes, conduisirent à des résultats assez concordants, qui donnèrent pour a la valeur 0,1845; on en déduit :

$$(v + v') d = 3,193.$$

En prenant comme ci-dessus 16 pour densité de l'oxygène, on arrive pour la densité de l'argon au nombre 19,45, et après correction, à 19,7, dans l'hypothèse qu'un peu d'azote s'y serait mélangé. Il s'ensuit que l'air doit contenir environ 1 p. c. d'argon, ce que l'expérience a en effet démontré.

Lord Rayleigh et M. W. Ramsay n'ont pas isolé l'argon par l'action de l'étincelle sur un mélange d'azote atmosphérique et d'hydrogène en présence d'un acide; mais une note publiée par M. H. F. Newall (1) permet de croire qu'on arriverait par là aussi à un bon résultat. Ce savant s'occupe depuis quelque temps des spectres à basse pression, et il lui arrive parfois d'y trouver des

(1) NATURE, 7 mars; 1895: *Note on the Spectrum of Argon*, par H. Newall.

lignes non encore connues ; il les fixe alors par la photographie. Après la publication du mémoire de M. Crookes sur le spectre de l'argon, il revit sa collection et trouva, portant les dates de mai et juin 1894, des spectres qui présentaient 72 lignes de ce gaz ; ces spectres avaient été fournis par de l'air traité par l'effluve électrique — celle-ci donne de meilleurs résultats que l'étincelle — en présence d'hydrogène et d'un acide. Il répéta plusieurs fois l'expérience avec quelques variantes et obtint toujours pour l'argon des résultats concordants.

Les deux savants anglais retirèrent aussi l'argon de l'azote atmosphérique en absorbant l'azote par un métal au rouge : ils reconnurent que, parmi tous ceux que nous avons cités, le plus propre à cet effet, tant à cause de la facilité avec laquelle il se combine à l'azote, que du prix relativement peu élevé auquel on peut se le procurer dans le commerce, était le magnésium (1). Lord Rayleigh, comparant, dans la conférence dont nous avons déjà parlé, le procédé électrique et le procédé au magnésium, en arrive à conclure qu'il est fort malaisé de décider lequel des deux est préférable ; la comparaison elle-même est difficile à établir dans de bonnes conditions, puisque les deux méthodes ont été appliquées par deux hommes différents. Autant qu'on en peut juger, les quantités d'azote absorbé ne diffèrent guère ; peut-être, sous ce rapport, l'emploi du magnésium présente-t-il un léger

(1) Depuis, les travaux de M. Guntz ont prouvé qu'au moins au point de vue de la facilité des réactions, le lithium, que l'on se procure facilement pur par électrolyse, au moyen d'un procédé inventé par ce savant, est d'un emploi préférable au magnésium. Le lithium, en effet, se combine très énergiquement avec l'azote à une température inférieure au rouge sombre. (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 8 avril 1895, note de M. Guntz : *Sur une expérience simple montrant la présence de l'argon dans l'azote atmosphérique.*) Dans le procédé au magnésium, au contraire, on doit employer une température si élevée, que la chaleur dégagée par la combinaison de l'azote et du métal menace à chaque instant de faire fondre le tube de verre ; c'est probablement cette dernière circonstance qui nécessite la surveillance attentive, trouvée si pénible par lord Rayleigh.

avantage ; mais, par contre, ce dernier procédé exige, au moins pour lord Rayleigh, assez peu habitué à conduire des réactions chimiques, une telle surveillance des appareils que le savant physicien avoue franchement trouver moins de fatigue dans quatorze heures d'emploi du procédé électrique que dans huit heures seulement d'application de l'autre méthode. En pratique, tout dépendra des conditions d'installation dans lesquelles on se trouve : si l'on a à sa disposition des courants alternatifs, il est probable qu'on aura recours à l'électricité ; dans le cas contraire, on donnera la préférence au magnésium, surtout si l'on a l'habitude des opérations en tubes portés au rouge.

Quoi qu'il en soit, dans un premier essai fait, d'après cette méthode, par M. Percy Williams, on se contenta de laisser quelque temps l'azote, privé d'oxygène par l'action du cuivre au rouge, en contact avec le magnésium ; le résidu avait pour densité 14,88, chiffre supérieur sans doute à celui de l'azote atmosphérique, mais beaucoup trop peu supérieur pour que le résultat pût être considéré comme concluant.

Dans une seconde expérience, on fit passer très lentement l'azote atmosphérique dans un tube en verre contenant du magnésium chauffé au rouge, en assurant un contact aussi intime que possible entre le gaz et le métal. Dans ces conditions, on voit le magnésium se combiner avec incandescence à l'azote, et cette incandescence se propager lentement de l'entrée du tube jusqu'à la sortie ; la chauffe du tube, très forte à l'origine, doit être soigneusement réglée, de peur que la chaleur de combinaison n'amène la fusion du verre. Un seul tube bourré de tournures de magnésium absorbe sept à huit litres de gaz ; l'azoture de magnésium produit se présente sous forme d'une masse orangée spongieuse. On recueillit, en dix jours, 1500 centimètres cubes de gaz, qui fut alors purifié et desséché une première fois sur la chaux sodée, l'anhydride phospho-

rique, le magnésium au rouge, l'oxyde cuivrique, puis encore sur la chaux sodée et l'anhydride phosphorique ; finalement, les 1500 centimètres cubes furent réduits à 200 ; après une nouvelle absorption, la densité monta de 16,1 à 19,09 ; le spectre présentait encore des raies de l'azote en mélange avec celles de l'argon. Alors, on purifia à nouveau le gaz, par passage de l'étincelle en présence d'oxygène et d'une solution alcaline ; après absorption de l'oxygène qui n'avait pas réagi par un pyrogallate alcalin, le résidu, encore réduit, se présenta avec une densité égale à 20.

Dans une nouvelle expérience faite pour préparer de plus grandes quantités d'argon, on multiplia les précautions. L'air débarrassé de son oxygène par le cuivre au rouge était recueilli dans un réservoir d'où il repassait une seconde fois sur du cuivre ; puis traversant un tube en U, à acide sulfurique, servant à la fois de premier dessiccateur, et d'indicateur pour les quantités de gaz à l'entrée, il était encore desséché sur de la chaux sodée et sur de l'anhydride phosphorique ; de là, il pénétrait dans un tube fortement bourré de tournures de magnésium et porté au rouge, puis dans un second tube indicateur des gaz à la sortie ; cent à cent cinquante litres d'azote donnèrent ainsi comme résidu quatre à cinq litres de gaz. Ce résidu, on le refoula, à l'aide d'une pompe Springel, à travers un système de deux tubes renfermant, le premier successivement du cuivre et de l'oxyde cuivrique, et porté au rouge, le second de la chaux sodée et de l'anhydride phosphorique, jusque dans un réservoir de 300 centimètres cubes de capacité ; recueilli ensuite dans une éprouvette, il traversait une dernière fois un tube à magnésium ; l'enlèvement complet de l'azote durait d'ordinaire deux jours.

Les meilleurs échantillons, ceux dont le spectre ne laissait plus voir aucune des raies de l'azote, avaient pour densité 19,90. On peut, en effet, négliger une valeur tout

à fait anormale de 20,38, à raison des erreurs qu'a pu causer le poids considérable du ballon à l'aide duquel elle a été trouvée.

Postérieurement à la lecture du mémoire et en vue de vérifier si certaines hypothèses émises au sujet de l'argon n'étaient pas en contradiction avec les propriétés de ce gaz, M. Ramsay a refait avec plus de soin encore toutes ces mesures de densité; nous résumons dans le tableau suivant ses derniers résultats, ainsi que ceux qu'il avait obtenus précédemment (1) :

DATE DE L'EXPÉRIENCE	POIDS DU LITRE	DENSITÉ POUR 0 = 16
26 nov. 1894	1,7784	19,904
27 nov. 1894	1,7713	19,825
22 déc. 1894	1,7704	19,814
16 févr. 1895	1,7834	19,959
19 févr. 1895	1,7842	19,969
24 févr. 1895	1,7810	19,932
Moyenne des six expériences :	1,7781	19,900

Ici encore, les deux savants voulurent vérifier si un même traitement n'isolait pas de l'argon dans l'azote chimique. Une expérience laissa 3 centimètres cubes pour trois litres d'azote, une autre 3,5 centimètres cubes comme résidu de quinze litres, soit seulement la quarantième partie environ de ce qu'eussent donné quinze litres d'azote atmosphérique. La constance du résidu prouve à l'évidence que cet argon ne dépend pas de la quantité d'azote chimique soumis à l'expérience; il provient, suivant toute probabilité, et d'une pénétration d'air par les fuites de l'appareil, et de l'eau sur laquelle l'azote était recueilli.

Les quantités d'argon obtenues par ces différents procédés étaient suffisantes pour qu'on pût étudier le nouveau

(1) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 avril 1895 : *Les Nouvelles recherches du professeur William Ramsay sur l'argon et la découverte de l'hélium*, par G. Charpy.

corps. Déjà on en connaissait la densité; on s'occupa ensuite de son spectre, de sa solubilité dans l'eau, de sa liquéfaction et de sa solidification, du rapport de ses chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant, enfin, de ses caractères analytiques.

SPECTRE DE L'ARGON.

L'étude spectroscopique de l'argon fut confiée spécialement à M. Crookes : on ne pouvait la remettre en de meilleures mains. Ce savant remarqua tout d'abord qu'il était fort difficile d'obtenir le gaz parfaitement pur; toujours, au commencement des expériences, les raies de l'azote se superposaient à celles de l'argon; toutefois, quand l'étincelle avait jailli quelque temps, ces raies disparaissaient. M. Crookes attribue ce fait à l'absorption de l'azote par le platine : sous l'influence de la décharge dans une atmosphère très raréfiée, le platine des électrodes serait comme volatilisé et projeté sur les parois du tube, par suite de ce que ce savant appelle *l'évaporation électrique*. Dans cet état d'extrême division, ce métal serait éminemment propre à absorber les traces d'azote qui souilleraient encore l'argon (1). L'aluminium jouirait de cette propriété à un degré plus élevé encore, ainsi que M. Crookes l'a constaté en employant des tubes à électrodes formées de ce métal.

Mais le fait le plus caractéristique est certes la curieuse propriété que possède l'argon de donner deux spectres différents, un spectre rouge et un spectre bleu; toutefois ces deux spectres ne se manifestent pas également bien dans les mêmes conditions; leur production dépend de la

(1) M. Crookes serait même, paraît-il, parvenu à obtenir ainsi de l'argon pur, en partant de l'azote atmosphérique : il suffirait de laisser passer la décharge pendant huit heures. Voir JOURNAL DE PHYSIQUE, MARS 1893 : *L'Argon*, par M. C. Raveau.

force et de la température de l'étincelle, aussi bien que de la pression à l'intérieur du tube. C'est ainsi qu'une forte bobine de Ruhmkorff, actionnée par un courant de trois ampères sous six volts, donne le spectre rouge sans mélange de bleu ; mais, par un courant de 3,84 ampères sous onze volts, avec intercalation d'une bouteille de Leyde de 50 pouces carrés de surface, la même bobine donne le spectre bleu. C'est ainsi aussi que, toujours avec la même bobine actionnée par un courant de 8,84 ampères sous onze volts, l'étincelle jaillissant dans une atmosphère d'argon à trois millimètres de pression donne le spectre rouge ; puis, la pression diminuant, vers $1/2$ millimètre, des traînées bleues commencent à se montrer ; enfin, à $1/4$ de millimètre de pression, le spectre bleu se manifeste dans tout son éclat.

En superposant les spectres de l'argon obtenu par les deux procédés différents, M. Crookes les a trouvés identiques ; M. Schuster a fait la même remarque pour les deux variétés d'argon étudiées à la pression atmosphérique. D'autre part, aucun autre gaz ou vapeur n'a fourni de spectre comparable à celui de l'argon : sur trois coïncidences apparentes de raies spectrales, deux ont été reconnues fausses par l'emploi d'une dispersion plus forte, et il est probable que, si l'on augmentait encore cette dispersion, la troisième coïncidence s'évanouirait elle aussi (1).

On compte 80 raies dans le spectre rouge, 119 dans le bleu ; sur le nombre total de 199 raies, 26 raies paraissent être communes aux deux spectres. Deux lignes sont surtout caractéristiques ; elle sont situées dans la partie rouge et ont respectivement pour longueur d'onde 696,56 et 705,64 millièmes de millimètre. Le spectre rouge

(1) Ces lignes, vraies au moment où l'hélium n'avait pas encore été découvert par M. Ramsay, ne le sont plus aujourd'hui. L'hélium, débarrassé de toutes les impuretés que peut en lever l'étincelle électrique, présente encore une des lignes rouge vif caractéristiques de l'argon. Nous verrons plus loin qu'on induit de ce fait que l'hélium et l'argon contiennent tous deux en mélange un corps commun.

étant peu visible quand l'étincelle jaillit dans l'argon à la pression atmosphérique, on peut y ajouter trois lignes bleues situées un peu en deçà de la raie F de Fraunhofer ; elles ont pour longueur d'onde 476,50—473,53—472,56 millièmes de millimètre.

La présence de deux spectres différents indiquerait, d'après les auteurs de la découverte, l'existence, dans ce qu'ils ont appelé argon, de deux gaz en mélange. Ils citent à ce propos l'opinion de M. E. C. Baly, préparateur de M. Ramsay. « Quand un courant électrique, dit ce savant, passe à travers un mélange de deux gaz, l'un est séparé de l'autre et apparaît dans la lueur négative. » Remarquons d'abord qu'il ne suit pas de là que, dans tous les cas de dualité de spectres, on ait affaire à un mélange de deux gaz ; de ce qu'une proposition est vraie, on ne peut pas conclure que la réciproque l'est aussi.

Au surplus, ce phénomène n'est pas restreint au seul argon ; M. Crookes lui-même signale l'azote, qui présente, suivant les circonstances, un spectre à bandes estompées ou un spectre à raies fines. On pourrait citer encore le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le sélénium, le cadmium et plusieurs autres, dans lesquels, sous l'influence des variations de la pression, de la température, et de l'étincelle, on voit des lignes alterner avec des cannelures, d'autres fois certaines lignes alternativement apparaître et disparaître. Prenons, par exemple, l'oxygène : dans le tube de Plücker, ce gaz se colore en jaune dans la partie capillaire, en bleuâtre autour du pôle négatif ; à ce même pôle négatif on peut observer un spectre continu et un spectre de bandes ; enfin, suivant les circonstances, on peut obtenir deux spectres de lignes complètement dissemblables ; avec certaines précautions on peut même les obtenir tous deux à la fois. On explique assez généralement les faits de ce genre en supposant qu'ils correspondent à deux édifices moléculaires différents, c'est-à-dire à deux groupements

différents des atomes constitutifs de la molécule, l'un plus simple, l'autre plus compliqué.

Si l'on ajoute à ces rapprochements le fait déjà cité que les deux spectres de l'argon ont 26 raies communes et que ces raies ne comptent pas toutes parmi les plus fortes ; si, de plus, on considère que les deux variétés d'argon, préparées par les deux savants anglais au moyen de méthodes aussi différentes que celles rapportées ci-dessus, ont été trouvées identiques au point de vue spectral ; si enfin on se rappelle que le gaz obtenu par M. Newall, à l'aide d'un troisième procédé, a donné 72 raies du spectre publié par M. Crookes, il paraît fort improbable qu'on ait affaire à un mélange : un au moins des gaz aurait dû, semble-t-il, disparaître dans la suite des réactions. Il est vrai qu'on peut objecter que M. Newall n'a retrouvé que 72 des raies du spectre complet ; mais il est facile de répondre que le gaz sur lequel il opérait était loin d'être pur et qu'il n'avait pas du reste cherché à le rendre tel : or, il arrive fréquemment qu'un gaz existant en faible quantité seulement dans un mélange ne se manifeste que par ses raies principales.

Depuis la découverte de l'hélium par M. Ramsay, un nouveau fait, tiré lui aussi des études spectrales, semble venir appuyer la thèse de ceux qui voient dans l'argon un mélange : les spectres de l'hélium et de l'argon ont une ligne rouge commune ; cette ligne commune trahit, dit-on, la présence d'un troisième corps, commun à chacun de ces mélanges de gaz que nous nommons hélium et argon ! Qu'un groupement de raies distinctes les unes des autres soit caractéristique d'une espèce chimique, on l'admettra assez facilement, et l'expérience, jusqu'ici, n'a fait que confirmer de plus en plus cette opinion ; que même, dans des circonstances exceptionnelles et pour des raisons tout à fait particulières, une seule raie le soit aussi, cela pourrait se faire encore ; mais vouloir, toujours et dans tous les cas, attribuer la même signification à chacune des lignes prises

isolément, c'est, nous semble-t-il, aller au delà de l'expérience et manifester pour l'analyse spectrale une estime qui ne repose pas sur des faits suffisamment établis. La probabilité pour qu'une ligne isolée se retrouve dans le spectre de deux corps simples est beaucoup plus considérable que la probabilité de l'existence, dans deux éléments, d'un même groupe de lignes. Au reste, il ne faut pas chercher bien longtemps dans une table de longueurs d'onde, celle de Thalén, par exemple, pour trouver deux corps ayant une ligne commune : la raie de longueur d'onde 4534,2 dix-millionièmes de millimètre est commune au calcium et au titane, la raie 4302,0, au bismuth et au tungstène, les raies 4274,5 et 4253,9, au calcium et au chrome, la raie 4607,5, au calcium et au strontium ; il faudrait donc appliquer, au même titre, au calcium et au titane, au bismuth et au tungstène, au calcium et au chrome, au calcium et au strontium, la même conclusion que celle que l'on tire pour l'hélium et l'argon de la présence d'une même raie rouge dans ces deux corps. Personne pourtant, croyons-nous, n'a songé à le faire jusqu'à présent, bien que plusieurs aient dû remarquer déjà les coïncidences signalées. Si l'on répond que ces coïncidences disparaîtraient peut-être par une étude plus approfondie ou par l'emploi d'une plus forte dispersion, nous ne voyons pas pourquoi, tant que l'on reste dans le domaine des possibilités, semblable réponse ne vaudrait pas également bien pour l'hélium et l'argon.

Sans doute ces raisons ne prouvent pas non plus l'unité de composition de l'argon, mais elles montrent au moins qu'une opinion n'est pas plus certaine que l'autre. Il est douteux que les méthodes spectroscopiques actuelles, employées seules, conduisent à un résultat certain ; de nouvelles vérifications par d'autres méthodes physiques s'imposent et déjà les auteurs de la découverte les ont entreprises.

SOLUBILITÉ DE L'ARGON DANS L'EAU.

La solubilité de l'argon dans l'eau, solubilité dont on avait déjà soupçonné l'influence sur les contre-expériences rapportées plus haut, a été également étudiée. On trouve que, dans l'eau à 12°, ce gaz se dissout à raison de 4 p. c. en volume, soit près de deux fois et demie autant que l'azote et un peu plus que l'oxygène. Il s'ensuit évidemment que l'air dissous doit être plus riche en argon : l'expérience confirme du reste cette déduction. Par deux fois les deux savants anglais pesèrent, dans leur ballon à densité, l'azote tiré des gaz dissous dans l'eau d'une citerne à eau de pluie; ils trouvèrent, comme poids, respectivement 2,3221 et 2,3227 grammes. Si nous nous reportons aux chiffres donnés plus haut pour l'azote chimique et l'azote atmosphérique, nous trouvons, au bas mot, dans le cas présent, un excès de 24 milligrammes sur la première moyenne et de 11 milligrammes sur la seconde. Ces chiffres justifient pleinement l'hypothèse faite plus haut au sujet de l'argon trouvé, lors du traitement de l'azote chimique soit par l'étincelle, soit par le magnésium; ce volume, si faible et si constant, peut fort bien être fourni par l'eau employée aux manipulations.

LIQUÉFACTION ET SOLIDIFICATION DE L'ARGON.

M. Olszewski, dont on reconnaît l'autorité en pareille matière, a étudié la liquéfaction et la solidification du nouveau gaz. L'échantillon que M. Ramsay lui avait remis pour cette étude était des plus purs : à peine contenait-il au maximum 1 à 2 p. c. d'azote; encore ne laissait-il apercevoir au spectroscope aucune des raies de ce dernier gaz. M. Olszewski fit deux séries d'expériences.

Dans la première, il employa, pour la production du froid, l'éthylène liquide bouillant sous pression réduite ; la température était relevée à l'aide d'un thermomètre à hydrogène. A $-128^{\circ},6$, l'argon se liquéfia sous une pression de 38 atmosphères ; en élevant la température, la moyenne de sept expériences donna comme point critique -121° ; la pression de liquéfaction correspondante était alors de 50,6 atmosphères. Le point critique de l'argon est donc -121° , c'est-à-dire qu'au-dessus de cette température, aucune pression ne peut condenser le gaz en liquide.

Dans la seconde série d'expériences, on s'efforça de déterminer la température à laquelle l'argon se liquéfie sous la pression atmosphérique ; on employa comme agent frigorifique l'oxygène liquide. A $-182^{\circ},7$, l'argon, même lorsque la pression était augmentée d'un quart d'atmosphère, ne manifesta aucune tendance à la liquéfaction ; son point d'ébullition était donc situé plus bas que celui de l'oxygène. On abaissa la température en réduisant la pression au-dessus de la surface de l'oxygène dans le réfrigérant ; à -187° , l'argon commença à se liquéfier ; on ramena alors la pression qu'il subissait à la pression atmosphérique au moment de l'opération (740,5 millimètres de mercure) : quatre expériences donnèrent comme moyenne $-186^{\circ},9$. La quantité d'argon traité occupait à la température et à la pression normale 95,5 centimètres cubes ; après liquéfaction, elle n'occupait plus que 114 millimètres cubes, ce qui conduit à la densité 1,5 environ pour l'argon liquide ; ce chiffre est beaucoup plus considérable que celui de l'azote, 0,885, et même que celui de l'oxygène, 1,124, dans des conditions identiques.

La température continuant à décroître, à -191° l'argon prit en une masse cristalline qui, plus bas, devint blanche et opaque ; ces cristaux fondent à $-189^{\circ},6$: c'est là, du moins, le chiffre donné par quatre expériences. Rappelons que l'oxygène, dont l'argon se rapproche assez pour

la manière dont il se comporte pendant la liquéfaction, n'a pas encore pu être solidifié.

De l'étude faite par M. Olszewski, il semble résulter une conclusion toute opposée à celle que l'on voulait tirer de la présence des deux spectres : elle conduirait à admettre que l'argon n'est pas un mélange, mais un gaz unique : l'existence d'un point de liquéfaction et d'un point de solidification constants a été en effet regardée jusqu'ici comme la caractéristique d'un corps simple ou d'un composé défini. D'après ses différents modes de préparation, il est fort peu probable que l'argon soit un composé ; il resterait donc à admettre que c'est un élément.

Pourtant, ici aussi il y a, semble-t-il, des arguments en faveur de l'opinion contraire. Quelle est la cause du singulier phénomène que nous mentionnions ci-dessus ? Pourquoi, par simple abaissement de température, les cristaux d'argon solide, de limpides qu'ils étaient, deviennent-ils blancs et opaques ? M. Olszewski se contente de rapporter la chose, sans en donner la moindre explication ; serait-ce peut-être qu'elle ne lui semble pas extraordinaire, à lui qui connaît si bien la manière de se comporter, aux basses températures, des gaz solidifiés ? Faut-il, au contraire, voir dans ce fait la preuve de l'existence en mélange dans l'argon d'un gaz dont le point de liquéfaction serait situé en dessous du point de solidification de l'argon, et, dans ce cas, ce gaz serait-il un nouveau corps inconnu, ou peut-être l'azote dont quelques traces pouvaient encore souiller, nous l'avons vu, l'argon remis à M. Olszewski par M. Ramsay ? Toutes questions qui doivent forcément rester pour le moment sans réponse.

Il nous faut dire encore, pour être complet, que certaines expériences de M. Dewar semblent infirmer les preuves que l'on tire de l'étude de M. Olszewski en faveur de l'unité du gaz argon. Ce savant ayant remarqué que, lorsqu'on laissait s'évaporer de l'air liquide, les dernières gouttes étaient constituées par de l'oxygène presque pur, se demanda si,

au moment de la liquéfaction de l'air, l'oxygène se liquéfiait aussi avant l'azote. Pour résoudre pareille question, on ne pouvait songer à opérer sur le mélange lui-même. Si l'oxygène liquide est bleu pâle, l'azote dans le même état physique est incolore ; à supposer donc que l'azote se liquéfiait après l'oxygène, on n'aurait eu pour juger du moment de sa liquéfaction que l'appréciation d'un très léger affaiblissement du bleu de l'oxygène déjà liquide, et l'on sait combien de tels moyens sont précaires. L'on ne pouvait non plus songer à les liquéfier tous deux séparément à des pressions identiques ; l'on savait parfaitement que, dans ces circonstances, l'azote devient liquide à une température moins élevée que celle où l'oxygène manifeste le même phénomène ; mais ce n'était point là reproduire les conditions dans lesquelles ces deux gaz se trouvent dans l'atmosphère : dans un mélange gazeux, en effet, chaque gaz conserve sa pression propre ; l'air contenant, en chiffres ronds, 79 p. c. d'azote et 21 p. c. d'oxygène, et la somme des pressions des deux gaz donnant la pression atmosphérique, l'azote dans le mélange a pour pression 0,79 d'atmosphère et l'oxygène 0,21.

M. Dewar, par une méthode aussi simple qu'ingénieuse, liquéfia en regard l'un de l'autre les deux gaz séparés et soumis à des pressions respectivement égales à celles qu'ils ont dans l'air. Un tube coudé deux fois à angle droit, scellé à une extrémité, effilé à l'autre, plonge par cette dernière extrémité jusqu'au fond d'un ballon à distiller dont le col est soudé sur le pourtour de ce tube ; le col du ballon porte, en outre, une tubulure latérale qui permet de le remplir de tel gaz, à telles pressions et températures que l'on voudra ; en même temps que le gaz parfaitement desséché, on y introduit une certaine quantité d'anhydride phosphorique, puis la tubulure est scellée à la lampe et l'appareil est prêt à fonctionner. Dans l'expérience de M. Dewar, deux ballons semblables, remplis, l'un d'oxygène, l'autre d'azote, dans les conditions que nous avons

indiquées, plongeait l'extrémité scellée de leur tube dans une même éprouvette, aux deux tiers remplie d'air ou d'oxygène liquides au-dessus desquels on pouvait, à volonté, augmenter ou diminuer la pression. Dans ces circonstances, il trouva que la liquéfaction de l'oxygène ne précède que de quelques secondes seulement celle de l'azote; après évaporation complète de l'azote, il reste encore un peu d'oxygène liquide, et pour les deux gaz liquides le point d'ébullition est le même. Une conclusion se lit facilement dans les grandes lignes de cette expérience. A supposer que l'argon soit un mélange de deux ou plusieurs gaz, si ces gaz se trouvent en mélange dans des conditions semblables à celles dans lesquelles on vient de liquéfier l'azote et l'oxygène, c'est-à-dire, si chacun y conserve la pression qu'il avait dans l'atmosphère, alors même que leur température de liquéfaction sous des pressions identiques seraient très distantes (comme c'est le cas pour l'oxygène et l'azote, l'oxygène bouillant à $-182^{\circ},7$ et l'azote à $-194^{\circ},4$, sous la pression atmosphérique), on ne pourrait les distinguer l'un de l'autre dans la liquéfaction du mélange. Or, les conditions susdites de pression sont réalisées dans l'argon sur lequel on a opéré; donc, il reste encore possible que l'argon soit un mélange.

Il y aurait beaucoup à dire au sujet de ce raisonnement. La majeure suppose une loi générale, et une loi générale ne se base pas sur un seul fait particulier; pourtant les expériences de M. Dewar n'ont porté que sur l'azote et l'oxygène pris à des pressions égales à celles qu'ils possèdent dans l'atmosphère, abstraction faite de l'argon, du gaz carbonique, de la vapeur d'eau, de l'ozone, etc..., dont l'ensemble au moins peut avoir une pression non négligeable dans une expérience un peu exacte. La mineure, pour être vraie, doit supposer que les différents gaz peut-être contenus dans le mélange qu'on appelle argon résistent également bien aux diverses réactions auxquelles

l'argon a été soumis pendant sa préparation, et, de plus, possèdent des coefficients de solubilité dans l'eau proportionnels à la pression qu'ils ont dans l'atmosphère ; or, rien de tout cela n'a été prouvé.

Mais laissons ces considérations ; il est un argument qui nous semble plus décisif. M. Olszewski ne s'est pas contenté de liquéfier l'argon, il l'a solidifié : or, n'est-il pas très probable que, dans l'acte de la solidification, l'abaissement de la température n'étant produit que très lentement dans les expériences de M. Olszewski, différents gaz en mélange se seraient révélés par des cristaux se formant isolément et successivement en différents points d'une masse restée d'abord liquide ? La masse entièrement congelée, n'aurait-on pas vu, lors de sa fusion, le liquide se former au même moment en différents points de cette masse, et celle-ci présenter après peu de temps l'aspect d'un squelette de glace nageant au sein de la partie déjà fondue ? Des faits de ce genre se sont passés, nous le verrons plus loin, dans les expériences de M. Dewar. Pourtant, rien de semblable n'est relaté dans le mémoire de M. Olszewski.

Il faut toutefois avouer que si, dans le mélange, c'est le corps le plus facilement solidifiable qui existe en plus grande proportion, l'aspect des choses pendant la solidification serait changé ; ce serait alors celui d'une masse cristalline bulleuse, qui pourrait peut-être devenir ensuite blanche et opaque, comme nous l'avons insinué plus haut, par suite de la condensation en une sorte de brouillard du second gaz non encore entièrement liquéfié.

Nous voici donc de nouveau ramenés au même doute sur l'unité de l'argon ; ici encore nous croyons pouvoir dire que les méthodes frigorifiques seules ne pourront probablement pas donner de solution certaine. D'après nous, le vrai moyen de trancher la question, — et nous pensons que les quantités d'argon dont on dispose aujourd'hui sont assez grandes pour en permettre l'emploi, —

c'est l'atmolyse de ce gaz par la seconde méthode de Graham. Nous avons vu que, grâce à elle, en quatre ou cinq opérations, ce savant était parvenu à séparer presque complètement l'azote et l'oxygène de l'air, bien qu'il n'y ait qu'une différence de 2 entre les densités de ces deux gaz par rapport à l'hydrogène. Nous pensons que la même méthode, appliquée un nombre suffisant de fois à l'argon, devra nécessairement isoler, dans le cas d'un mélange même de deux gaz à densités très voisines, des résidus dont les poids différents sous même volume et même pression accuseraient nécessairement la nature différente. La solution, ainsi obtenue par une autre voie, nous mettrait à même de juger de l'aptitude des méthodes spectroscopiques et frigorifiques à prononcer en de semblables questions.

Mais les travaux de M. Dewar ont une portée plus générale et semblent attribuer la production d'argon à l'action du magnésium sur l'azote. Voici les expériences d'où cette conclusion découle. M. Dewar, à l'aide du dispositif décrit ci-dessus, liquéfie en regard l'un de l'autre de l'azote atmosphérique et de l'azote chimique, et ne trouve entre eux aucune différence de propriétés; comparant ensuite de l'azote atmosphérique qui a passé sur le magnésium et de l'azote atmosphérique non soumis à ce traitement, il observe que le premier se liquéfie plus vite et, liquide, s'évapore plus lentement que le second; enfin, comparant de l'azote atmosphérique traité par le magnésium et de l'azote chimique soumis au même traitement, il remarque qu'ils se comportent tous deux de la même manière: comme tous deux, non traités par le magnésium, restaient liquides alors même que l'on abaissait progressivement la température, de même tous deux, après ce traitement, donnent de petits cristaux transparents nageant au sein d'une masse liquide qui est de l'azote. En résumé donc, azote atmosphérique et azote chimique n'ayant pas passé sur le magnésium n'offrent à la

liquéfaction aucune différence de propriétés; après passage sur ce métal, ils acquièrent des propriétés différentes des premières, mais ces propriétés sont identiques pour les deux gaz, quelle que soit leur origine, atmosphérique ou chimique. Conclusion : la présence de ce qu'on appelle « argon » est due à une réaction de magnésium; donc, ou bien l'argon est une modification de l'azote opérée par le magnésium (modification entendue dans son sens le plus large, comme changement allotropique ou réaction); ou bien, si c'est un gaz nouveau différent de l'azote, les deux variétés, l'azote chimique et l'azote atmosphérique, le contiennent également.

Que l'azote atmosphérique et l'azote chimique ne présentent pas de différence sensible de propriétés, cela se conçoit assez bien : l'argon ne se trouvant qu'en assez petite quantité dans l'azote atmosphérique, sa présence ne doit guère influencer sur le point de liquéfaction. Si l'on se rappelle ensuite que, sous même pression atmosphérique, le point de liquéfaction de l'argon et celui de l'azote sont peu distants, beaucoup moins en tous cas que celui de l'azote et de l'oxygène, et que pourtant ces deux derniers gaz, pris à des pressions respectivement égales à celles qu'ils ont dans l'atmosphère, se liquéfient, comme nous l'avons vu, presque en même temps; si l'on considère enfin que, ainsi qu'il résulte des travaux déjà cités de lord Rayleigh et M. Ramsay, l'azote chimique de M. Dewar, probablement recueilli sur l'eau, devait contenir une certaine quantité d'argon, on ne s'étonnera pas que, dans ses expériences, le point de liquéfaction de l'azote atmosphérique diffère de celui de l'azote chimique d'une quantité tout à fait inappréciable.

Que l'azote atmosphérique traité par le magnésium ait manifesté des propriétés différentes, non seulement cela se conçoit, mais c'était même à prévoir; le gaz obtenu par M. Dewar, tout en renfermant encore, suivant toutes probabilités, de l'azote en quantité considérable, était

beaucoup plus riche en argon, et la présence en plus grande abondance de ce dernier devait nécessairement avoir pour conséquence la liquéfaction plus rapide, constatée par le savant physicien.

Mais ce qui constitue une anomalie renversante, c'est le fait que l'azote chimique, après traitement par le magnésium, a présenté les mêmes propriétés. Pareil résultat doit être dû — et M. Dewar lui-même est le premier à admettre la possibilité de cette explication — à la présence en assez grande quantité, dans cet azote chimique, d'impuretés, comme argon, oxygène, etc..., dont l'effet immédiat aurait été l'élévation du point de liquéfaction. La conclusion qu'un tel résultat amènerait ne peut tenir, en effet, contre les travaux de lord Rayleigh et de M. William Ramsay : comment des expériences basées sur deux procédés aussi différents que l'emploi de l'étincelle et celui du magnésium au rouge, et prolongées pendant des temps variables, auraient-elles pu leur donner toujours le même argon et dans une proportion constante non avec la durée de l'opération, mais avec le volume des gaz traités ? Comment se ferait-il que, dans leurs contre-expériences sur l'azote chimique, ils n'aient rien obtenu en fait d'argon, sinon des quantités minimales, tout à fait accidentelles, tout à fait étrangères au procédé lui-même, puisqu'elles étaient sans proportion aucune avec le volume des gaz sur lesquels on avait opéré et avec le temps qu'avaient duré les manipulations ? Comment, enfin, la seule application de la méthode de Graham à l'air, sans l'intervention d'aucune réaction chimique, eût-elle suffi à donner aux deux savants anglais un gaz notablement plus riche en argon ?

RAPPORT DES CHALEURS SPÉCIFIQUES DE L'ARGON.

Lord Rayleigh et M. William Ramsay déterminèrent ensuite, par la méthode acoustique, le rapport de la chaleur spécifique de l'argon sous pression constante, à sa

chaleur spécifique sous volume constant. Nous rappellerons brièvement en quoi consiste cette méthode et comment on l'applique.

Newton fut le premier à se servir, pour déterminer la vitesse a de propagation du son dans un gaz, de la formule:

$$a = \sqrt{\frac{e}{d}(1 + \alpha t)}.$$

Dans cette formule, α représente le coefficient de dilatation des gaz; t , la température estimée en degrés centigrades; d , la densité du gaz à 0° et 760 millimètres de pression; enfin e , son élasticité (1); or, cette formule conduisit à des résultats notablement inférieurs à ceux que donnaient les mesures directes: pour l'air, par exemple, la différence fut d'un sixième.

En 1816, Laplace expliqua ce désaccord entre la théorie et l'expérience: Newton avait supposé que la transformation opérée par les condensations et dilatations successives du gaz était isothermique, c'est-à-dire que la chaleur ainsi produite se répandait immédiatement dans toute la masse, et s'échappait au dehors par rayonnement ou par conductibilité; en d'autres termes, il avait supposé que le phénomène se passait à température constante; en conséquence, il se servait, pour l'évaluation de e , de la loi de Mariotte sur la constance du produit du volume par la pression.

Laplace fit remarquer que, par suite de la mauvaise conductibilité des gaz et de la rapidité des variations de densité qui accompagnent la propagation du son, la transformation était plutôt adiabatique, c'est-à-dire que la chaleur restait confinée dans la couche où elle avait été

(1) On appelle élasticité d'un gaz le rapport de l'augmentation de la pression à la compression correspondante produite dans le gaz, cette compression s'estimant elle-même par le rapport $\frac{dv}{v}$ de la variation du volume au volume primitif.

produite. Or, dans ce cas, le phénomène est soumis à une loi énoncée par Laplace lui-même d'abord, reprise ensuite par Poisson, qui lui a donné son nom : le produit de la pression par le volume correspondant élevé à une puissance égale au rapport de la chaleur spécifique du gaz à pression constante, C , à sa chaleur spécifique à volume constant, c , est une constante :

$$pv^{\frac{c}{C}} = C^{te}.$$

Dans ces conditions, la formule devient

$$a = \sqrt{\frac{e}{d} \left(1 + \alpha t \right) \frac{C}{c}};$$

c'est la formule de Laplace. Les valeurs de a ainsi calculées concordent fort bien avec celles que fournit l'expérience directe. Remarquons toutefois avec lord Rayleigh (*Theory of Sound*) que, pour employer en toute sécurité cette formule, il faut faire usage d'un son assez élevé ; alors seulement la rapidité des vibrations sonores sera telle que l'on pourra légitimement concevoir la chaleur comme absolument localisée là où la vibration l'a produite.

On peut donc, à l'aide de la formule de Laplace, calculer la vitesse de propagation du son à une température donnée, dans un gaz dont on connaît l'élasticité, la densité et le rapport des deux chaleurs spécifiques. Mais on peut aussi retourner l'application de la formule et s'en servir pour calculer le rapport des chaleurs spécifiques d'un gaz dont on a déterminé l'élasticité et la densité, et dans lequel on mesure la vitesse de propagation du son. Ce dernier élément peut dans certains cas être déterminé directement ; le plus souvent on n'y arrive qu'en passant par la formule

$$a = \eta \lambda,$$

dans laquelle η est le nombre de vibrations correspondant

au son émis, et λ sa longueur d'onde, ou la distance à laquelle l'ébranlement se propage pendant la durée d'une vibration complète dans le gaz soumis à l'expérience.

Si l'on compare entre eux, à la même température, deux gaz qui suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, certains termes disparaissent et l'on a :

$$\frac{a}{a'} = \frac{\eta \lambda}{\eta' \lambda'} = \sqrt{\frac{1}{d} \cdot \frac{C}{c}} : \sqrt{\frac{1}{d'} \cdot \frac{C'}{c'}}$$

Si l'on emploie de plus le même son, $\eta = \eta'$, la formule se simplifie encore et devient :

$$\frac{\lambda^2 d}{\lambda'^2 d'} = \frac{C}{c} : \frac{C'}{c'}$$

Prenons l'air pour second gaz : d devient égal à 1 ; $C : c$ a été trouvé par Röntgen, Wüllner, Kayser, Jamin et Richard égal à 1,41. D'autre part, on a pu trouver, pour le gaz que l'on compare à l'air, la densité d' ; il suffira donc de déterminer les valeurs λ et λ' correspondant au son émis dans l'air et dans le gaz étudié, pour déduire de la formule le rapport des deux chaleurs spécifiques dans ce gaz.

A cet effet, Kundt employait le procédé suivant. Un tube de verre porte à une de ses extrémités un couvercle en laiton qui se visse sur un anneau mastiqué sur le tube ; ce couvercle est traversé par une tige de laiton qui y glisse à frottement doux et qui est munie à l'intérieur du tube d'un bouchon de caoutchouc vulcanisé d'un diamètre sensiblement égal au diamètre intérieur de ce tube ; l'ensemble de la tige et du bouchon fait office de piston et n'a d'autre effet que de permettre de raccourcir à volonté la colonne d'air. L'autre extrémité est armée d'un couvercle en laiton du même genre, traversé par une tige de verre qui porte en son milieu un bouchon de caoutchouc ; le couvercle, en pressant ce bouchon contre l'extrémité du

tube de verre, assure tout à la fois une fermeture hermétique et la fixité absolue de la tige de verre ; enfin à l'extrémité de cette tige qui se trouve à l'intérieur du tube, est mastiqué un disque de caoutchouc vulcanisé dont le diamètre est à peu près égal au diamètre intérieur du tube ; des robinets latéraux permettent de purger d'air ce tube et de le remplir de tel gaz que l'on voudra.

Cela fait, Kundt introduisait dans le tube du lycopode, du sable fin, du fer en poudre, ou mieux que tout cela, de la silice en poudre impalpable, obtenue par calcination de la silice gélatineuse, et la répartissait aussi également que possible sur les parois ; puis, après avoir refermé le tube, il frottait la partie extérieure de la tige de verre avec un morceau de laine imbibé d'eau, de manière à produire des vibrations longitudinales. Le disque de caoutchouc vulcanisé qui termine la tige à l'intérieur du tube communique alors les déplacements longitudinaux qu'il subit à la masse d'air enfermée dans le tube ; celle-ci tend à se segmenter en portions telles que chacune puisse vibrer à l'unisson du son émis par la tige de verre, c'est-à-dire en portions égales à la demi-longueur d'onde du son émis par la verge dans le gaz considéré. Pour que cette segmentation soit parfaite, il faut que la longueur de la colonne vibrante de gaz comprise entre le disque et le fond du tuyau soit égale à un multiple exact de la demi-longueur d'onde ou de la distance entre deux nœuds consécutifs ; on parvient facilement à la rendre telle, en enfonçant plus ou moins le piston que porte le tube à son extrémité.

On voit alors la silice pulvérulente, rejetée des ventres vers les nœuds, dessiner des lignes nodales d'abord confuses, puis de plus en plus nettes à mesure que le réglage par le disque du fond devient plus parfait ; enfin, au moment où la longueur de la colonne de gaz est exactement multiple de la demi-longueur d'onde, toute la poussière est rassemblée en bandes fines suivant les lignes nodales. Il suffit alors, pour avoir la longueur d'onde dans le gaz étudié, de mesurer la distance entre la première ligne et la troisième.

Quand on veut comparer les vitesses de propagation du son dans deux gaz différents, il n'est pas nécessaire de recourir deux fois à la même opération : on monte simplement aux deux extrémités d'une même verge vibrante deux tubes semblables, contenant chacun un des gaz à étudier. On peut également, à l'aide de ce même appareil, trouver la vitesse de propagation du son et par conséquent aussi, en recourant à la formule donnée plus haut, le rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant, dans la vapeur d'un corps qui n'est pas gazeux à la température ordinaire ; il n'y a qu'à maintenir le tube qui le contient à une température suffisamment élevée. C'est ainsi que Kundt et M. Warburg ont pu déterminer le rapport $\frac{c}{c}$ pour la vapeur de mercure et l'ont trouvé égal à 1,666.

Tel est le dispositif qui donne les meilleurs résultats. A la rigueur pourtant, il suffit, et c'est même la première méthode employée par Kundt, d'enfermer le gaz à étudier dans un tube de verre scellé aux deux extrémités et dont les parois intérieures ont été saupoudrées de poussière ; on fixe alors le tube par son milieu dans une pince et on le frotte avec un morceau de laine mouillée. Le tube vibre longitudinalement, les extrémités scellées agissent comme le disque de caoutchouc dans l'expérience précédente, la colonne d'air se segmente et la poussière se porte vers les nœuds. Mais les indications sont beaucoup moins nettes, parce que les lignes nodales tendent à se produire sous forme de spirale, et que la silice pulvérulente, au lieu de se rassembler sur les nœuds en minces crêtes transversales, les entoure d'un anneau. Pour avoir la demi-longueur d'onde, il faudra prendre la distance entre les centres, difficiles à trouver avec grande exactitude, de deux anneaux consécutifs.

Le mémoire de lord Rayleigh et M. W. Ramsay ne dit pas formellement lequel de ces deux dispositifs a été adopté par ces savants, mais un passage semblerait indiquer

qu'ils ont choisi le second. Deux séries d'expériences ont en effet été faites avec des échantillons de gaz complètement différents, l'une dans un tube de deux millimètres, l'autre dans un tube de huit millimètres de diamètre. Des tubes de si faible section paraissent se prêter mal à l'emploi de la première méthode, bien qu'en toute rigueur, au moins avec le tube de huit millimètres de diamètre, la chose soit possible (1).

Quoi qu'il en soit, la moyenne du rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant a été trouvée égale à 1,65 pour la première série d'expériences et à 1,61 pour la seconde.

Depuis, de nouvelles déterminations plus exactes de ce rapport ont été faites par M. Ramsay. Voici un tableau qui les résume (2).

DENSITÉ DE L'ARGON.	LONGUEUR D'ONDE		TEMPÉRATURE		RAPPORT DES CHALEURS SPÉCIFIQUES.
	DANS L'AIR.	DANS L'ARGON.	DE L'AIR.	DE L'ARGON.	
19,92	19,59	18,08	17°5	17°5	1,653
19,96	33,73	31,00	6°7	6°5	1,641
19,91	34,10	31,31	7°2	8°6	1,629
19,94	34,32	31,58	11°2	11°5	1,659

La moyenne de ces déterminations donne pour le rapport des chaleurs spécifiques 1,645. La valeur de ce

(1) Peut-être pourrait-on conclure d'un passage des observations présentées à la séance du 31 janvier, après la lecture des mémoires, par M. Rucker, président de la Société de physique, que les deux méthodes ont été employées. Voici ce passage : « Quelques-uns d'entre nous ont eu l'occasion de voir le mémoire (des auteurs de la découverte) avant qu'il fût lu aujourd'hui, et connaissent peut-être un ou deux faits qui, je pense, n'ont pas été actuellement mentionnés par le professeur Ramsay. Un de ces faits, c'est que les expériences nécessaires pour déterminer le rapport des chaleurs spécifiques, qu'elles aient été répétées deux ou plusieurs fois, ont été, je le sais, exécutées par deux méthodes différentes. » REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 13 février 1895.

(2) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 avril 1895 : *Les Nouvelles recherches du professeur William Ramsay sur l'argon et la découverte de l'hélium*, par M. G. Charpy.

rapport pour l'argon se rapproche donc de la valeur 1,666, trouvée par Kundt et M. Warburg pour la vapeur de mercure; ce fait conduirait à admettre que, tout comme celui-ci, l'argon est monoatomique.

Pour bien comprendre comment on arrive à cette conclusion, il faut se rappeler quelques idées admises dans la théorie cinétique des gaz. D'après cette théorie, les gaz sont composés d'une infinité de petites particules isolées les unes des autres, qu'on nomme molécules. Chaque molécule est animée d'un mouvement de translation; elle se meut uniformément en ligne droite jusqu'à ce qu'elle en rencontre une autre; rejetée par celle-ci en dehors de sa première direction, elle se meut alors suivant une nouvelle trajectoire rectiligne reliée à la première par une petite courbe de raccordement; puis, nouvelle rencontre, nouvelle trajectoire, et ainsi de suite. Le chemin complet que parcourt une molécule gazeuse se compose donc d'une série de petites trajectoires rectilignes raccordées par des courbes.

Mais ce mouvement de translation n'est pas le seul que possède la molécule au sein du gaz; les chocs moléculaires doivent nécessairement, chaque fois qu'ils ne se font pas suivant la ligne des centres, produire un mouvement de rotation de la molécule sur elle-même. Outre cela, on admet généralement avec Clausius que les particules plus petites qui composent la molécule, les atomes, ont un mouvement vibratoire propre au sein de la masse moléculaire animée elle-même d'un mouvement de translation (1); ils oscilleraient autour d'un point, centre d'équilibre, et le seul élément fixe dans la molécule serait la position relative de ces divers points.

(1) D'après la théorie cinétique, l'énergie calorifique existant dans un gaz est, en tant qu'elle se manifeste à nous comme température, égale à la force vive du mouvement de translation des molécules; or cette force vive s'exprime d'après la même théorie par $\frac{3}{2}pv$, où v représente le volume du gaz et p la pression. Supposons qu'on ait calculé cette valeur pour un volume d'air égal à un gramme à 0° et 760 millimètres de pression, et dont la

Quand on chauffe un gaz en lui permettant de se dilater, la chaleur fournie se divise en trois parties : une première partie est employée à vaincre les résistances qui s'opposent à l'expansion du gaz ; une seconde partie détermine un accroissement de vitesse dans les mouvements de translation des molécules ; enfin une troisième est absorbée par l'augmentation de la vitesse de vibration des atomes dans la molécule. La somme de ces deux dernières parties constitue ce qu'on appelle l'accroissement de l'énergie cinétique totale contenue dans le gaz.

Or, on a trouvé que, pour un même gaz, l'énergie des mouvements de translation, que nous appellerons K , et l'énergie cinétique totale H , sont entre elles dans un rapport invariable. Pour déterminer ce rapport, on choisit le cas le plus simple, celui où le gaz est chauffé à volume constant, c'est-à-dire sans qu'on le laisse se dilater. On trouve alors

$$\frac{K}{H} = \frac{3}{2} \left(\frac{C}{c} - 1 \right),$$

en conservant à C et c les mêmes significations que ci-dessus.

température a été portée de 0° à 1° , sans qu'on lui ait permis de se dilater. Si la quantité de chaleur fournie au gaz est, tout entière, consommée pour l'augmentation de la force vive du mouvement de translation des molécules, il doit y avoir égalité entre la valeur trouvée et la chaleur spécifique de l'air à volume constant, exprimées en mêmes unités. Or, tandis que $\frac{3}{2} pv$ s'exprimerait dans le cas présent par 0,1040 calorie, la chaleur spécifique de l'air à volume constant est 0,684 calorie ; à quoi est employée la portion de l'énergie calorifique fournie, qu'on ne retrouve pas dans l'accroissement des mouvements de translation ? En dehors de ceux-ci, il serait difficile d'imaginer une autre espèce de mouvement dans un gaz monoatomique ; aussi leur chaleur spécifique à volume constant serait-elle égale à 0,1040 calorie. Mais dans un gaz polyatomique, on peut concevoir en plus des vibrations des atomes au sein même de la molécule, et c'est à les augmenter que serait employé l'excès de la chaleur spécifique à volume constant sur l'énergie calorifique absorbée par les mouvements de translation : la chaleur spécifique à volume constant d'un tel gaz serait donc plus considérable que 0,1040 calorie. C'est ce que nous avons constaté pour l'air, qui renferme les gaz diatomiques oxygène et azote.

Introduisons dans cette formule la valeur de $C : c$ trouvée pour la vapeur de mercure, à savoir $C : c = 1,666$, ou, ce qui revient au même, $C : c = 5 : 3$.

Nous avons :

$$\frac{K}{H} = \frac{3}{2} \times \frac{2}{3} = 1,$$

d'où

$$K = H,$$

c'est-à-dire que l'énergie cinétique totale se retrouve tout entière dans la force vive des mouvements de translation; donc il n'y a plus de mouvement vibratoire des atomes; or, on admet que cela n'est possible que dans un gaz monoatomique; donc la molécule de vapeur de mercure ne contient qu'un atome. Mais le rapport des chaleurs spécifiques de l'argon est très voisin de la valeur 1,66; donc la molécule d'argon, elle aussi, ne contient qu'un atome.

De la monoatomicité de l'argon et de sa densité donnée plus haut, on peut déduire son poids atomique. Si l'on admet la loi d'Avogadro et d'Amperè, on doit, pour obtenir le poids moléculaire d'un gaz, multiplier par 2 sa densité par rapport à l'hydrogène. Or la densité de l'argon par rapport à l'hydrogène est 19,9. Il s'ensuit que son poids moléculaire est 39,8; mais l'argon étant monoatomique, son poids atomique est égal à son poids moléculaire; le poids atomique de l'argon est donc 39,8.

Tout serait dit, et l'argon serait peut-être définitivement rangé parmi les rares gaz ou vapeurs monoatomiques, si la valeur 39,8, que la monoatomicité entraîne pour le poids atomique de ce corps, n'était venue déranger la classification des corps simples généralement admise par les chimistes.

Si l'on range les corps simples les uns à la suite des autres par ordre de poids atomiques croissants, on

observe que l'ensemble des propriétés physiques et chimiques se répète assez régulièrement après un certain nombre de termes; en d'autres mots, on remarque que les propriétés des corps simples sont fonction périodique de leurs poids atomiques. C'est sur ce principe que M. Mendéléeff a basé sa classification. Il a construit une table à double entrée, contenant huit colonnes verticales et douze séries horizontales : les corps simples sont rangés dans les différentes cases de ce tableau, en tenant compte tout à la fois de leur poids atomique et de leurs propriétés. C'est ainsi que certaines de ces cases restent libres en attendant qu'on découvre les éléments qui les doivent occuper. Dans les colonnes verticales, se trouvent les corps doués de propriétés semblables au point de vue des combinaisons; dans les séries horizontales, appelées périodes, sont groupés ceux qui offrent, du commencement à la fin de la rangée, des variations régulières dans leurs propriétés. Si l'on fait entrer l'hydrogène dans la classification, les séries d'ordre impair sont nommées petites périodes et comprennent sept termes; les séries d'ordre pair constituent les grandes périodes et renferment dix termes, les trois derniers ne différant que fort peu par leurs poids atomiques et occupant ensemble la huitième colonne. Nous donnons ici un tableau de ce genre, afin de permettre au lecteur de saisir plus facilement les raisonnements qui vont suivre. Les points d'interrogation remplacent des corps prévus par la théorie, mais non encore découverts. (1)

(1) Nous avons fait entrer dans ce tableau les corps découverts postérieurement à la publication de la classification périodique par M. Mendéléeff : le scandium, Sc; le gallium, Ga; le germanium, Ge; le néodyme, Nd; le praséodyme, Pr; le samarium, Sa; l'erbium, Er; le thulium, Tu; l'ytterbium, Yb; le masrium, Ms. Nous avons fait précéder d'un astérisque ceux dont le poids atomique a été déterminé sur un oxyde de formule non encore bien certaine. Nous avons omis dans ce tableau des corps comme le holmium, le décipium, l'ytterbium β , le philippium, qui probablement ou se confondent avec l'un des corps qui y figurent, ou ne sont qu'un mélange de quelques-uns d'entre eux.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1,0032	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
2	Li 7,03	Gi 9,102	B 10,99	C 12,00	Az 14,04	O 16,00	Fl 18,99	? ?
3	Na 23,05	Mg 24,37	Al 27,08	Si 28,40	P 31,03	S 32,06	Cl 35,45	? ?
4	K 39,13	Ca 40,00	Sc 44,09	Ti 48,13	V 51,21	Cr 52,15	Mn 55,09	Fe 56,00
5	Cu 63,44	Zn 65,38	Ga 69,90	Ge 72,32	As 75,00	Se 79,07	Br 79,96	Ni 58,50
6	Rb 85,40	Sr 87,52	Y 89,00	Zr 90,67	Nb 94,20	Mo 96,10	? ?	Rh 103,10
7	Ag 107,93	Cd 112,69	In 113,70	Sn 118,10	Sb 120,34	Te 125,00	I 126,86	Pd 106,25
8	Cs 132,88	Ba 137,44	*Ce 138,00	La 138,50	Nd 140,80	Pr 143,60	? ?	Sa 150,00
9	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
10	Fr 166,00	*Tu 170,70	Yb 173,20	? ?	Ta 182,80	W 184,00	? ?	Os 191,60
11	Au 197,25	Hg 200,36	Tl 203,62	Pb 206,91	Bi 208,00	? ?	? ?	Ir 193,18
12	? ?	*Ms 225,00	? ?	Th 232,40	? ?	U 238,40	? ?	Pt 194,83

Si l'on jette les yeux sur cette classification et qu'on y veuille loger l'argon avec son poids atomique 39,8, on voit qu'il n'y a pas place pour lui ; toutes les cases voisines de ce nombre sont occupées. On trouve en effet :

le potassium, avec son poids atomique			39,13
le calcium,	—	—	40
le scandium,	—	—	44,09

Étant donné le principe de la classification de M. Mendéléeff et les faits qu'elle veut mettre en relief, il n'est pas douteux que ces trois corps ne soient parfaitement sériés, et pour la colonne, et pour la période. Si donc on veut à toute force introduire l'argon dans la série avec son poids atomique 39,8, on se heurte aux difficultés suivantes, signalées la plupart par MM. J. H. Gladstone et J. Emerson Reynolds (1). Ou bien on doit créer toute une nouvelle colonne intermédiaire entre la première et la seconde colonne actuelle, ou bien son introduction immédiatement après le potassium vient à partir du calcium déranger tout le reste de la classification ; son poids atomique, 39,8, si rapproché de celui du calcium, constitue une anomalie dans la succession des poids atomiques ; de plus, en occupant cette place, il contrarie la suite régulière des points de fusion et des volumes atomiques ; enfin l'argon, dont l'inertie chimique est si grande, nous le verrons plus loin, se trouve alors dans la même série horizontale que le potassium et le calcium, corps à affinités énergiques, dont les composés sont si stables, même, pour la plupart, à haute température.

Supposons maintenant l'argon diatomique, comme presque tous les autres gaz connus ; son poids atomique sera par suite 19,9. Il vient alors se placer tout naturellement à la suite du fluor ; il complète la première grande

(1) NATURE, 21 février 1893 : *Argon*, par J. H. Gladstone ;—et 21 mars 1893 : *Argon and the Periodic System*, par J. Emerson Reynolds.

période et est le premier de trois éléments de poids atomiques très voisins dont la loi périodique permet de supposer l'existence; il se range ainsi dans la huitième colonne où se trouvent déjà les groupes du fer, du palladium et du platine; or, tout comme les éléments de ces groupes, à une température très élevée au-dessus de son point de fusion, c'est-à-dire pour lui à la température ordinaire, l'argon possède une grande inertie chimique et ne forme guère de composés stables.

Si l'on examine maintenant la série horizontale, on voit encore que le nouveau gaz y est parfaitement à sa place : il s'y trouve en compagnie de l'azote et de l'oxygène et, c'est en leur compagnie aussi qu'on l'a rencontré dans l'air, ainsi qu'on a trouvé le gallium dans des minerais de zinc et le scandium dans des roches contenant aussi du calcium ou du titane; en outre, tout comme l'azote, l'oxygène et le fluor, il est gazeux à la température ordinaire et il se rapproche des deux premiers (le fluor n'a pas encore été liquéfié) pour le point de liquéfaction; enfin son volume atomique est petit aussi bien que celui des corps précédents.

La considération de la classification de M. Mendéléeff fait donc pencher la balance du côté de la diatomicité de l'argon, et ce n'est pas seul argument que l'on ait en faveur de cette hypothèse. M. Lecoq de Boisbaudran a, lui aussi, imaginé une classification des corps simples, mais en s'appuyant sur des principes qui, sans contredire ceux sur lesquels M. Mendéléeff a basé sa série périodique, en sont cependant complètement différents. Cette classification n'a malheureusement pas encore été exposée en entier par l'auteur, mais l'aperçu très succinct qu'il en a publié récemment aux *Comptes rendus* (1), et quelques autres détails donnés par lui, surtout au moment de la découverte du gal-

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 20 mai 1895 : *Classification des éléments chimiques.*

lium (1), permettent de croire qu'elle repose principalement sur les réactions chimiques et sur l'analyse spectrale.

M. Lecoq de Boisbaudran avait remarqué que, dans chaque famille naturelle des éléments, il en est un qui résume en quelque sorte les principales propriétés de tout le groupe; ce corps, il en fait le centre, le *nœud*, de la famille naturelle, et range les différents nœuds sur une même ligne horizontale. Dans un même groupe, les corps simples de poids atomique supérieur à celui du nœud présentent, entre ces mêmes poids atomiques, une différence très grossièrement voisine de 48; ceux qui lui sont inférieurs par le poids atomique présentent des décroissements de ces mêmes poids généralement égaux à 16.

Les triades (groupes de trois corps) supérieures sont tout à fait comparables, tant au point de vue chimique qu'au point de vue spectroscopique. Quand le poids atomique du nœud est au moins égal à 33, il existe sous lui deux corps dont les poids atomiques diffèrent d'environ 16 : dans le cas contraire, il n'existe sous lui qu'un seul corps présentant avec le nœud la même différence; mais alors au-dessus du corps de poids atomique le plus élevé de la triade supérieure vient se placer un élément dont le poids atomique offre un fort accroissement sur celui de ce corps. Toutes les familles contiennent ainsi le même nombre d'éléments; toutes commencent par l'hydrogène (2). D'après ces données et quelques autres fournies

(1) ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 5^e série, tome X, 1877 : *Sur un nouveau métal, le gallium*, par M. Lecoq de Boisbaudran. — Voir aussi : COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 24 janvier et 2 mai 1870.

(2) Dans la pensée de l'auteur, l'hydrogène ne commencerait pas les huit familles, mais seulement la première, et à la base des sept autres devraient venir se placer sept corps de poids atomiques décroissants inférieurs à celui de l'hydrogène. Nous ne pouvons entrer dans tous ces détails, nous ne pouvons non plus faire remarquer plusieurs variations régulières que présente le tableau ci-dessus. Notre but, en effet, n'est nullement de donner ici un exposé complet de la classification de M. Lecoq de Boisbaudran, et, le voudrions-nous, la chose serait impossible, les détails fournis par l'auteur étant encore loin d'être suffisants pour cela. Nous voulons simplement montrer

par M. Lecoq de Boisbaudran dans une première note à l'Académie des sciences, on peut former pour les huit principales familles le tableau suivant :

Elém.	—	—	—	—	(? η)	Bi	Pb	Tl
P. atom.	—	—	—	—	210,00	208,00	206,91	205,62
Elém.	Ba	Cs	(? ζ)	l	Te	Sb	Sn	In
P. atom.	137,44	132,88	132,71	126,86	123,00	120,54	118,10	115,70
Elém.	Sr	Rb	(? ϵ)	Br	Se	As	Ge	Ga
P. atom.	87,52	85,40	84,01	79,96	79,07	75,00	72,32	69,90
NOEUDS	Ca	K	(? δ)	Cl	S	P	Si	Al
P. atom.	40,00	39,13	36,40	35,45	32,06	31,03	28,40	27,08
Elém.	Mg	Na	(? γ)	Fl	O	Az	C	Bo
P. atom.	24,37	23,03	20,0945	18,99	16,00	14,04	12,00	10,99
Elém.	Gl	Li	(? β)	(? α)	—	—	—	—
P. atom.	9,102	7,05	3,9	2,9	—	—	—	—
Elém.	H	H	H	H	H	H	H	H
P. atom.	1,0052	1,0052	1,0052	1,0052	1,0052	1,0052	1,0052	1,0052

Comme on le voit d'après ce tableau, M. Lecoq de Boisbaudran prévoit l'existence d'une famille de cinq corps, dont les quatre supérieurs auraient respectivement pour poids atomiques :

20,0945 ; 36,40 \pm 0,08 ; 84,01 \pm 0,20 ; 132,71 \pm 0,15.

Cette famille, d'après l'auteur, serait de nature métalloïdique, et ses éléments devraient être octovalents ; mais, en même temps, ils sembleraient ne pouvoir se combiner aux autres corps simples. L'élément de poids atomique 20,0945 devrait être relativement abondant dans la nature et plus volatil que l'oxygène. On ne peut ne pas être frappé, en lisant ces lignes, de l'identité entre les détails

que cette classification, quels qu'en soient du reste les avantages, pouvait effectivement permettre de prévoir l'existence de l'argon. — Ceux des lecteurs qui désirent plus de détails en trouveront dans les *COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES* du 20 mai 1895. Espérons que M. Lecoq de Boisbaudran complétera bientôt ce premier exposé.

donnés et les caractères de l'argon connus jusqu'ici (1). Inutile de faire remarquer que, si l'on suppose que le poids atomique de l'argon est 20,0945, on doit nécessairement le regarder comme diatomique.

Enfin, un dernier argument en faveur de la diatomicité de ce gaz est son refus si énergique d'entrer en combinaison avec d'autres corps, refus dont nous aurons plus loin les preuves. L'azote, lui aussi, manifeste cette singulière propriété, bien qu'à un moindre degré, et l'on avait longtemps attribué sa conduite vis-à-vis des autres éléments à une grande inertie personnelle. Actuellement les idées ont changé : on reconnaît au contraire en lui une des formes les plus actives de la matière, et l'on met son indifférence sur le compte de son extrême affinité pour lui-même : deux atomes d'azote ont, l'un pour l'autre, un attachement si exclusif, si égoïste, qu'il faut recourir aux grands moyens pour rompre les liens qui les unissent et les décider à se combiner à d'autres corps ; encore, dans certains cas, de pareilles combinaisons ne se maintiennent-elles que difficilement. Si l'on admet la même explication pour rendre raison de la soi-disant inertie plus grande encore de l'argon, il faut de toute évidence supposer que sa molécule renferme au moins deux atomes (2).

On voit donc que les avis peuvent facilement se partager, que les docteurs peuvent n'être pas d'accord au sujet de l'atomicité de l'argon : les méthodes physiques font pencher vers une molécule monoatomique ; les méthodes chimiques, au contraire, donnent la préférence à une

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 18 février 1893 : *Remarques sur les poids atomiques*, par M. Lecoq de Boisbaudran. — Nous ajouterons aussi, de peur que des prévisions réalisées d'une manière si surprenante ne paraissent à quelques-uns faites après coup, que dans cette même note on trouvera aussi des détails relatifs aux trois autres corps supérieurs de cette famille hypothétique.

(2) Voir aussi l'explication des réactions des corps à l'état naissant, dans *Les théories modernes de la chimie et leur application à la mécanique chimique*, par Lothar Meyer, traduit de la cinquième édition par M. Albert Bloch.

molécule diatomique. De ces deux opinions, laquelle est la plus probable ? Il serait, pensons-nous, fort difficile de le dire dans l'état actuel de la science. Sans doute, la théorie cinétique des gaz constitue un magnifique édifice, dont toutes les parties sont admirablement et solidement agencées entre elles ; sans doute l'extrême simplicité avec laquelle elle permet d'expliquer presque tous les phénomènes qui se passent dans les gaz, et les lois auxquelles ils sont soumis, la rend souverainement attrayante ; on ne doit pourtant pas perdre de vue qu'elle est, non pas la traduction de ce que nous constatons, mais une hypothèse imaginée pour en donner une explication commode.

Les classifications chimiques ont du reste eu, elles aussi, des confirmations remarquables. Sans parler des groupements de corps semblables que produit le principe même sur lequel elles sont basées, celle de M. Lecoq de Boisbaudran a conduit son auteur à la brillante découverte du gallium ; elle lui a permis de déterminer à l'avance le poids atomique de ce métal, et de faire modifier celui du germanium, cherché à la hâte seulement par celui qui l'avait découvert, M. C. Winkler, avec un échantillon non encore purifié. Quant à la classification de M. Mendéléeff, plusieurs corps sont venus successivement remplir les cases qu'elle laissait vacantes. Citons le gallium, dont le poids atomique, la densité, la valence, les propriétés chimiques avaient été prédites par le savant chimiste russe ; le scandium et le germanium (1), qui sont venus occuper deux cases laissées vides dans la troisième et la quatrième colonne. Il y a plus encore ? pour la régularité des modifications dans les propriétés physiques, M. Mendéléeff avait assigné à deux corps, le tellure et l'uranium, des

(1) Nous ne voulons pas allonger cette énumération en citant les autres nombreux corps découverts depuis que M. Mendéléeff a proposé sa classification en séries périodiques. La plupart de ces corps ont été trop peu étudiés jusqu'ici pour qu'on puisse dire avec certitude si l'ensemble de leurs propriétés physiques et chimiques leur permet d'occuper la place que leur poids atomique leur assigne.

poids atomiques différents de ceux qu'on leur attribuait au moment où il publiait sa classification ; de nouvelles déterminations sont venues justifier les nombres que le savant russe avait proposés. Toutefois, il faut l'avouer, la classification de M. Mendéléeff n'est pas à l'abri de tout reproche : la régularité de la période pour les propriétés physiques ne semble pas toujours bien accusée ; puis, certains éléments ne paraissent pas avoir la valence que leur assigne la colonne qu'ils occupent : il est, par exemple, difficile d'admettre que le fer, le nickel et le cobalt soient octovalents : il est vrai qu'une étude plus attentive des corps, à ce point de vue, a déjà fait et fera probablement encore disparaître bien des difficultés (1).

Si donc chacune des méthodes a des raisons pour elle, chacune aussi prête flanc à des objections. Nous ne dirons pas avec M. Rucker que la série périodique des éléments ne peut soutenir le parallèle avec la théorie cinétique des gaz (il est vrai que M. Rucker est physicien, ce qui explique ses préférences) ; mais nous ne rejetterons pas non plus les conclusions émises par celle-ci, parce qu'elles semblent en contradiction avec celles qu'amène l'examen de la classification de M. Mendéléeff. En attendant plus amples informations, en attendant, par exemple, qu'on ait découvert un certain nombre de composés de l'argon faciles à étudier, nous nous tiendrons sur une sage réserve : c'est le parti le plus sûr ; nous y serons du reste en excellente compagnie.

M. Berthelot, rendant compte à l'Académie des sciences de la découverte de lord Rayleigh et de M. W. Ramsay (2), faisait déjà remarquer que l'explication du rapport anormal

(1) Voir, par exemple, sur la bivalence du glucinium et la trivalence de l'aluminium, la note de M. Alph. Combes, aux *COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES*, 24 décembre 1894.

(2) *COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES*, 4 février 1895 : *Sur l'argon, nouveau constituant de l'atmosphère découvert par MM. Rayleigh et Ramsay.*

1,66 des chaleurs spécifiques d'un gaz, par la monoatomicité de ce gaz, aussi bien que la formule permettant de calculer ce rapport en fonction de la vitesse de propagation du son, n'était légitime que pour les gaz suivant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac ; or ces deux lois n'ont encore été vérifiées ni pour l'argon ni pour la vapeur de mercure, le seul autre gaz qui ait présenté le rapport 1,66.

Il est bon d'observer de plus que si l'explication donnée pour le mercure a été si facilement acceptée, c'est que des raisons chimiques avaient déjà démontré qu'il est monoatomique : son poids atomique, déduit de la chaleur spécifique et de la densité de vapeur de ses composés, avait en effet été trouvé égal à son poids moléculaire déduit de sa propre densité de vapeur par rapport à l'hydrogène. Les mêmes raisons ont fait admettre la monoatomicité du zinc et du cadmium ; il serait utile de vérifier si, pour eux aussi, le rapport des chaleurs spécifiques est égal à 1,66.

M. Berthelot ne se contente pas de faire des réserves sur la légitimité, dans le cas présent, de la conclusion tirée du rapport des deux chaleurs spécifiques ; on peut même dire qu'il ne répugne nullement à l'idée d'une molécule polyatomique pour l'argon, puisque, sans toutefois se prononcer, il insinue que ce gaz pourrait être à l'azote ce que l'ozone est à l'oxygène (1) : il est évident que dans ce cas il ne serait plus question pour lui de monoatomicité. M. Mendéléeff, examinant la place que l'argon pourrait occuper dans sa classification, suppose successivement que la molécule de ce gaz contient un, deux, trois, etc..., jusqu'à six atomes (2). M. Victor Delahaye, dans une note adressée à l'Académie, considère ce gaz comme un azoture de carbone. Enfin M. Bevan, professeur à Melbourne, suppose que les molécules d'argon sont diatomiques, mais qu'à la température ambiante elles sont pour

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 18 mars 1895 : *Essais pour faire entrer l'argon en combinaison chimique*, par M. Berthelot.

(2) NATURE, 4 avril 1895 : *Professor Mendeleeff on Argon*.

la plupart dissociées, en sorte qu'un cinquième seulement d'entre elles conservent deux atomes ; ainsi s'expliquerait fort bien la valeur du rapport des chaleurs spécifiques inférieure à 1,66, trouvée pour ce gaz (1). Nous verrons plus tard ce qu'il faut penser de ces opinions ; mais le seul fait qu'elles ont été énoncées prouve déjà que les chimistes sont loin d'attribuer unanimement au fameux rapport 1,66 la signification absolue que voudraient lui donner les partisans de la monoatomicité de l'argon.

M. Armstrong, président de la Société de chimie de Londres, n'est pas moins hésitant à ce sujet : il trouve que toute la partie du mémoire de lord Rayleigh et de M. W. Ramsay, où il s'agit des déductions tirées du rapport anormal des chaleurs spécifiques, est (nous citons l'expression même qu'il emploie, tout en s'excusant de sa hardiesse devant l'assemblée) - d'un caractère furieusement spéculatif ». D'après lui, il serait clair que les auteurs de la découverte, eux-mêmes, ne sont pas bien persuadés de la légitimité d'une application de cette méthode à la détermination de l'atomicité des gaz en général ; à *fortiori*, dans le cas actuel, où l'on a affaire à un corps qui présente de si extraordinaires propriétés (2).

Il est fort possible du reste que de nouvelles recherches mettent d'accord la physique et la chimie ; on a même déjà signalé sur quel terrain la conciliation pourrait avoir lieu.

Peut-être dans l'argon deux atomes sont-ils réunis de manière à donner une molécule sphérique ; peut-être, dans la molécule diatomique d'argon, les deux atomes ont-ils l'un pour l'autre une affinité si grande, peut-être sont-ils réunis par des liens si rigides, que l'énergie introduite dans la molécule par l'échauffement ne parvient pas à diminuer leur union d'une façon appréciable ; le mouvement

(1) NATURE, 6 juin 1895 : *Argon and Dissociation*, par M. Penry Vaughan Bevan.

(2) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 février 1895 : *Discussion sur l'argon à la Société royale de Londres*.

vibratoire, au sein de la molécule, serait ainsi presque nul, et l'on concevrait alors que le rapport des chaleurs spécifiques se rapprochât fort de 1,66 ; nous disons « se rapprochât fort », car, à proprement parler, la moyenne des résultats obtenus par M. W. Ramsay dans ses dernières expériences est 1,645 et non pas 1,66.

Remarquons à ce sujet que le rapport $C : c$ peut présenter pour les différents corps des valeurs très diverses ; peut-être même l'attention ne s'est-elle pas assez portée sur ce point. Voici quelques-unes des valeurs trouvées :

Mercure	1,66	Gaz sulfureux	1,25
Argon	1,645	Acide sulfhydrique	1,31
Acide chlorhydrique	1,43	Gaz ammoniac	1,30
Hydrogène	1,39	Méthane	1,27
Brome	1,29	Chlorure stannique	1,09
Gaz carbonique	1,276	Éther	1,06

On a expliqué cette différence dans la valeur du rapport $C : c$ par le nombre variable des atomes contenus dans la molécule, en ce sens que ce rapport deviendrait d'autant plus petit que plus grande serait la contenance de la molécule en atomes. Naumann a même voulu établir en loi que si l'on appelle n le nombre d'atomes contenus dans la molécule, on aura la formule :

$$\frac{C}{c} = \frac{5 + n}{3 + n}$$

La valeur 1,667 du rapport $C : c$ correspondrait à un gaz monoatomique ; la valeur 1,400, à un gaz diatomique ; la valeur 1,333, à un gaz triatomique, etc(1)... Malheureusement les exceptions à cette loi sont trop nombreuses : le brome, par exemple, pour lequel ce rapport est très rapproché de celui des gaz censément tétratomiques, est

(1) Voir : *Lehrbuch der Allgemeinen Chemie*, par Wilh. Ostwald, 1^{er} volume.

diatomique; le méthane pentatomique a pour rapport des chaleurs spécifiques 1,27, tandis que celui du gaz sulfureux triatomique est 1,25; en outre, cette loi ne rend pas compte des valeurs intermédiaires qui forment certainement la majorité; elle ne laisse pas non plus concevoir comment la présence d'un halogène dans un composé entraîne toujours, c'est un fait constaté, un abaissement du rapport des chaleurs spécifiques.

On pourrait peut-être faire entrer aussi en ligne de compte l'affinité qui unit les atomes; dans cette hypothèse, le rapport 1,667 s'expliquerait soit par la monoatomicité du gaz, soit par le maximum d'affinité entre plusieurs atomes dans une seule molécule; la diminution de la valeur du rapport pour les différents gaz trouverait sa raison d'être dans l'augmentation du nombre des atomes formant la molécule ou dans l'affaiblissement de la force d'affinité qui les tient unis entre eux. La valeur moyenne 1,645 trouvée pour l'argon conduirait ainsi à admettre pour ce gaz une molécule au moins diatomique, mais dont les deux atomes seraient rivés par une force d'affinité relativement très considérable.

On peut aussi, tout en gardant à la fameuse valeur 1,667 du rapport des chaleurs spécifiques la signification que lui attribuaient Kundt et M. Warburg, conserver intacte la classification de M. Mendéléeff; mais il faut alors supposer que l'argon est un mélange d'au moins deux gaz et non un corps unique. C'est une hypothèse de ce genre que proposent lord Rayleigh et M. W. Ramsay à la fin de leur mémoire: l'argon contiendrait en réalité deux gaz se rangeant tous deux dans la huitième colonne de la série périodique des éléments; l'un aurait comme poids atomique 37, et viendrait immédiatement après le chlore; l'autre se placerait après le brome avec 82 pour poids atomique; dans ces conditions, le mélange devrait contenir 93,3 p. c. du premier corps et 6,7 p. c. du second. Seulement, dirons-nous après les auteurs eux-mêmes, il n'est

guère admissible que 6,7 p. c. d'un gaz possédant un poids atomique si élevé soient parvenus à se cacher si bien à tous les regards durant la liquéfaction du mélange. Si l'on écarte cette difficulté, on doit reconnaître que le corps de poids atomique 37, monoatomique, sans combinaisons possibles ou avec des combinaisons dans lesquelles il se manifesterait comme octovalent, peut fort bien compléter une série où l'on compte déjà



Quoi qu'il en soit, il nous semble que c'est le cas où jamais de répéter avec M. Armstrong que tout cela présente « un caractère furieusement spéculatif ». Avouons-le toutefois, ces spéculations mêmes, pour étranges qu'elles paraissent, trouveront pleine excuse, si elles aident les chercheurs à jeter un peu de jour sur la ténébreuse histoire de ce corps bizarre.

Enfin, il reste à dire quelques mots d'une hypothèse que nous avons déjà insinuée plus haut, celle de M. Bevan. D'après le professeur de Melbourne, l'argon serait originellement diatomique, peut-être même sa molécule contiendrait-elle d'abord un nombre d'atomes plus grand encore ; mais par suite de l'élévation de température, — et pour l'argon la température ordinaire des laboratoires est une température déjà très élevée, — la plupart des molécules seraient dissociées, en sorte qu'environ 5 p. c. seulement de la somme totale resteraient diatomiques, les autres étant résolues en atomes isolés. Il se passerait pour l'argon quelque chose de semblable à ce qui existe dans la vapeur d'iode qui, diatomique vers 300°, se dissocie à mesure que la température s'élève, pour n'être plus que monoatomique au-dessus de 1500°, ainsi que l'ont montré les travaux de Dumas, Deville, Troost, V. Meyer, Crafts et

Meier, etc... Si, dans l'argon devenu presque entièrement monoatomique à la température à laquelle se fait l'expérience, il reste environ 5 p. c. de molécules diatomiques, le rapport des chaleurs spécifiques doit être effectivement très voisin de 1,65.

Cette hypothèse est celle qui sauvegarde le mieux la classification de M. Mendéléeff, tout en conservant au rapport 1,667 des chaleurs spécifiques la signification qu'on lui a attribuée jusqu'ici; malheureusement l'expérience lui est contraire. Nous avons vu en effet que des observations fort concordantes ont donné à M. Ramsay 19,9 pour la densité de l'argon; de plus, trois séries d'expériences ont permis au même savant de conclure que la loi de dilatation de l'argon est identique à celle de l'hydrogène, ou des gaz parfaits, dans les limites — 87° à + 250° (1) : si dès lors on admet que la généralité des molécules d'argon sont monoatomiques, il faut supposer à tout le moins que les molécules diatomiques, qui s'y rencontreraient en mélange, sont en quantité excessivement petite, beaucoup plus petite que 5 p. c.; et dans ce cas l'hypothèse de M. Bevan ne peut plus subsister.

Comme on le voit, dans l'état actuel de nos connaissances, ce n'est qu'à grand renfort d'imagination qu'on parvient à maintenir un certain accord entre la théorie cinétique des gaz et les classifications chimiques. Le plus sage, nous le répétons, est d'attendre que la portée des moyens employés ait été appréciée à sa juste valeur, d'attendre surtout que l'argon ait donné des composés assez convenables pour permettre d'arriver à la connaissance de son poids atomique par les procédés chimiques ordinaires.

Malheureusement, nous l'avons déjà dit, il semble jus-

(1) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 avril 1895 : *Les Nouvelles recherches du professeur William Ramsay sur l'argon et la découverte de l'hélium*, par M. G. Charpy.

qu'ici s'y refuser obstinément. Étant données les différentes réactions employées pour l'isoler de l'oxygène et de l'azote atmosphériques, on a pu voir que le cuivre et le magnésium au rouge, et l'étincelle électrique en présence d'oxygène et d'alcali ou en présence d'hydrogène et d'acide, sont sans effet sur lui; il est aussi rebelle à l'action de la soude caustique, du chlore sec ou humide, de la chaux sodée, du phosphore et du soufre au rouge vif, du nitrate de potassium, du peroxyde de sodium, des persulfures de sodium et de calcium au rouge blanc. On peut sans crainte distiller dans un courant de ce gaz le tellure, le potassium et le sodium : l'éclat métallique de ces deux derniers n'est pas même altéré; pas d'absorption par la mousse ou par le noir de platine; pas d'oxydation par les hypobromites, l'eau de brome, l'eau régale, le permanganate de potassium; il n'est pas davantage attaqué par l'acide chlorhydrique, les alcalis, le bore et le silicium l'état naissant. Les auteurs ont beau multiplier les tentatives, rien n'y fait; il n'est pas même altéré par le contact des agents les plus violents; il semble se refuser à toute alliance avec d'autres corps. C'est cette extraordinaire inertie qui lui a valu le nom d'« Argon » (*ἀργόν* signifie : qui ne travaille pas, inactif).

À son tour, M. Moissan essaie de le combiner au titane, au bore, au lithium, à l'uranium : c'est peine perdue; l'argon, suivant la pittoresque expression de lord Rayleigh, résiste à la tentation à laquelle succombe l'azote. Le terrible fluor lui-même est sans action appréciable sur lui (1).

Seul, M. Berthelot est parvenu à déterminer la combinaison de l'argon avec la benzine sous l'influence de l'effluve électrique (2), dont l'emploi est de beaucoup préférable à celui de l'étincelle : celle-ci élève trop et d'une

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 6 mai 1893 : *Action du fluor sur l'argon*, par M. H. Moissan.

(2) *IBID.*, 18 mars 1893 : *Essais pour faire entrer l'argon en combinaison chimique*, par M. Berthelot.

manière trop durable la température du milieu dans lequel elle jaillit ; elle détruit ainsi les composés formés dans une première phase ; l'action de l'effluve, au contraire, est trop rapide pour amener semblable résultat. Il a employé à cet effet un appareil dont il est l'inventeur (1) et qui consiste en deux tubes en verre à parois très minces distincts l'un de l'autre ; l'un est une sorte d'éprouvette fermée à une extrémité, ouverte et élargie à l'autre ; autour de cette éprouvette on a fixé, avec de la gomme, un mince ruban de platine enroulé en spirale. Le second tube, recourbé en V et fermé à une extrémité seulement, peut par cette branche entrer presque à frottement doux dans le premier, de telle sorte qu'il ne reste entre les deux tubes qu'un espace annulaire de très faible épaisseur ; ce tube en V est rempli d'eau acidulée. Sur la cuve à mercure, on introduit dans le tube éprouvette une certaine quantité du ou des gaz que l'on veut étudier ; puis on y glisse le tube en V. Un des fils du courant induit d'une bobine de Ruhmkorff aboutit à l'armature extérieure de platine, l'autre plonge son extrémité dans l'eau acidulée du tube intérieur ; on détermine dans la lame annulaire de gaz une décharge silencieuse de potentiel variable. C'est dans ces conditions que M. Berthelot est parvenu autrefois à faire absorber l'azote par la benzine, l'essence de térébenthine, le méthane, l'acétylène, le papier à filtrer, la dextrine, etc... L'action de la benzine sur l'azote avait donné naissance à un produit solide, sorte de résine qui se condensait sur les parois des tubes ; cette résine, fortement chauffée, se décomposait avec dégagement d'ammoniacque (2). L'argon aurait-il une réaction analogue ? Il fallait essayer.

M. Berthelot avait reçu de M. Ramsay un tube cylin-

(1) ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 5^e série, tome X, 1877 : *Appareils destinés à faire agir l'effluve électrique sur les gaz*, par M. Berthelot.

(2) *Essai de mécanique chimique*, par M. Berthelot, 2^e volume, pp. 584 et suiv.

drique contenant 37 centimètres cubes d'argon extra-pur (1), ne présentant plus trace d'azote dans son spectre et ayant 19,95 pour densité, 1,64 pour rapport des chaleurs spécifiques. Sur cette quantité, il préleva 10 centimètres cubes et, après y avoir ajouté quelques gouttes de benzine, introduisit le tout dans l'appareil décrit ci-dessus. Le volume du mélange est alors de 10,5 centimètres cubes. Dix heures durant, on laissa passer l'effluve, la tension du courant étant assez faible; après ce temps, la benzine qui n'avait pas réagi fut absorbée par une goutte d'acide sulfurique: le volume n'était plus que de 8,9 centimètres cubes. De nouvelles additions de benzine et l'action d'un courant de forte tension continuée plusieurs heures le réduisirent successivement à 6,4 et à 3,2 centimètres cubes; mais alors, force fut à M. Berthelot de s'arrêter, les dimensions de ses appareils ne lui permettant pas de pousser l'opération plus loin. Le résidu gazeux de l'expérience contenait de l'argon, de l'hydrogène et des vapeurs de benzine; sur les parois des tubes qui délimitaient l'espace annulaire s'était déposée une matière résineuse, jaune, odorante qui, sous l'action de la chaleur, donna des produits volatils bleuisant le papier rouge de tournesol, et un résidu charbonneux abondant.

Comme on le voit, cette réaction rapproche l'argon de l'azote, auquel il ressemble déjà par sa grande inertie vis-à-vis des autres corps, bien qu'il s'en écarte sous beaucoup d'autres rapports. Malheureusement les quantités de gaz dont disposait alors le savant chimiste n'étaient pas assez considérables pour lui permettre une étude plus complète de ses combinaisons; mais il estimait dès lors que l'on pourrait sans trop de difficultés, quand on serait parvenu

(1) D'après les expériences de M. Berthelot, cet argon, que l'on pensait extra-pur, devait pourtant contenir une assez forte proportion d'azote, probablement introduite par accident au moment du remplissage et du scellage du tube. Les chiffres pour l'absorption donnés plus loin se rapportent au mélange d'argon et d'azote.

à se procurer l'argon en plus grande abondance, en obtenir des composés.

Sa manière de voir vient de recevoir une première confirmation dans la découverte faite par lui d'une nouvelle combinaison de l'argon (1). M. Berthelot ayant trouvé que, dans l'appareil décrit ci-dessus, l'action de l'effluve sur un mélange d'azote et de vapeurs de sulfure de carbone donne lieu à la formation d'un produit qu'on peut considérer comme un dérivé du sulfocyanogène, voulut essayer si l'argon ne fournirait pas de composé analogue. Ses efforts furent couronnés de succès. Au moyen de nouvelles quantités d'argon, que lui avait envoyées M. W. Ramsay, il obtint un corps dont le mode de formation est tout à fait comparable à celui du corps précédent, mais qui, par ses réactions, se distingue nettement des sulfocyanures ; il parvint même, en détruisant par la chaleur la combinaison formée par l'effluve, à régénérer de l'argon en proportions considérables.

Ces deux composés de l'argon trouvés par M. Berthelot sont les seuls connus au moment où nous écrivons ces lignes. Ils n'ont pas encore permis de décider, d'une manière certaine, quelle est la nature de ce gaz, et, sur ce point, nous en sommes toujours réduits aux hypothèses. Ces hypothèses, nous avons déjà eu occasion d'en dire un mot : nous les reprenons ici en ajoutant, quand cela sera nécessaire, les raisons pour et contre.

Nous avons vu plus haut qu'au moment de la découverte de l'argon, M. Berthelot avait insinué que ce gaz pourrait bien être de l'azote condensé sous une molécule triatomique. Il se basait pour cela sur le fait que le poids moléculaire, déterminé par les recherches de densité exécutées jusque-là, se rapprochait assez de 42, qui est exactement le triple du poids atomique de l'azote ; il fallait toutefois supposer

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 17 juin 1895 : *Nouvelle combinaison de l'argon ; synthèse et analyse*, par M. Berthelot.

de plus que les deux formes, argon et azote, n'étaient pas transformables l'une dans l'autre, pas plus que ne le sont les métaux isomériques ou polymériques. Revêtue de l'autorité du savant chimiste français, cette hypothèse, bien qu'elle eût été proposée avec les plus grandes réserves, méritait d'être examinée sérieusement. M. Ramsay entreprit donc de nouvelles déterminations de la densité de l'argon; nous avons vu que le résultat fut qu'en aucun cas cette densité ne pouvait dépasser 19,9, sinon par quelques centièmes; par le fait même le poids moléculaire ne pouvait être porté à 42 et il fallait en conséquence rejeter l'opinion qui tendrait à attribuer à l'argon le symbole Az_3 .

Quelques chimistes ont repris cette hypothèse, mais en y ajoutant un élément nouveau : l'argon, d'après eux, outre les molécules Az_3 , contiendrait un certain nombre de molécules Az_2 ; ce serait pour cela qu'au lieu de la valeur 21 qu'il devrait avoir régulièrement, ce gaz ne présenterait que la densité 19,9; malheureusement ceux qui énoncent de pareilles conjectures, ou bien ne prennent pas garde qu'une telle densité entraînerait l'existence dans le mélange d'environ 14 p. c. de molécules Az_2 , ou tout au moins oublient que le spectroscope devrait nécessairement révéler la présence de ces 14 p. c. de molécules normales d'azote, puisqu'il parvient facilement à en déceler 1 1/2 p. c.

M. Bevan se représente l'argon comme un mélange de molécules diatomiques et de molécules monoatomiques; nous avons donné plus haut les motifs sur lesquels il appuyait cette supposition; mais nous avons indiqué en même temps qu'elle allait à l'encontre des résultats obtenus par M. Ramsay dans ses nouvelles expériences.

M. Victor Delahaye considère l'argon comme un azoture de carbone; la chose paraît peu probable, non seulement parce qu'il serait difficile qu'un composé quelconque, et surtout un azoture, résistât à tous les réactifs qui se sont acharnés sans résultat sur l'argon, mais plus spécialement parce que ce corps a été traité entre autres par l'oxyde

cuivrique et le cuivre au rouge et par la chaux sodée ; or ce sont précisément là deux moyens employés en chimie organique pour retirer l'azote de ses composés.

Les hypothèses énoncées par M. Mendéléeff ne semblent guère plus acceptables : outre qu'elles ne reposent sur aucune expérience, elles soulèveraient certes des réclamations unanimes de la part de ceux qui ont déjà tant de peine à admettre qu'un gaz diatomique puisse offrir un rapport des chaleurs spécifiques se rapprochant de 1,66. Remarquons du reste que le chimiste russe les énonce uniquement comme des possibilités absolues et non comme des probabilités.

La présence de deux spectres différents dans l'argon a conduit, nous l'avons dit, plusieurs savants à voir dans ce gaz un mélange de deux corps ; nous ne revenons plus sur cette opinion déjà longuement discutée au cours de ce travail.

La majorité des chimistes regardent l'argon comme un gaz diatomique nouveau et lui attribuent le symbole A_2 . Nous avons déjà donné les raisons qui militent en faveur de la diatomicité ; et sa façon étrange de se comporter vis-à-vis de tous les réactifs, son refus presque invincible d'entrer en combinaison, le distingue de tous les autres corps connus ; dans les composés mêmes obtenus par M. Berthelot, bien qu'il se rapproche de l'azote pour le mode de formation, il s'écarte pourtant encore, par ses réactions, des composés analogues obtenus à l'aide de ce gaz (1).

(1) Nous laissons de côté plusieurs hypothèses plus étranges les unes que les autres ; il est étonnant de voir à quel point l'imagination de plusieurs chercheurs s'est exercée sur ce pauvre argon.

Pour en donner un exemple, citons avec lord Rayleigh celle qu'émettait, il y a peu de temps, un journal qui ne voit pas autre chose dans l'argon que l'oxyde azoteux si bien connu. Lord Rayleigh nous semble trop modéré, quand il se contente de dire que la densité de l'oxyde azoteux, 22, se rapproche assez de celle de l'argon ; nous dirions plutôt que la densité de l'oxyde azoteux est très différente de celle de l'argon ; et nous ajouterions avec lui que c'est néanmoins là le seul trait de ressemblance que présentent ces deux corps.

Tel est l'état actuel de nos connaissances au sujet du nouveau gaz de l'atmosphère ; si nous recherchons ce qui, parmi tous les détails donnés, est connu avec certitude, nous voyons que cela se réduit à fort peu de chose. Sans doute un corps jusqu'ici inconnu a été découvert dans l'air qui nous environne ; il s'y trouve dans la proportion de 1 p. c. ; sa densité est très voisine de 19,9 ; il se dissout dans l'eau à raison d'environ 4 p. c. à 12° ; il se liquéfie à — 121°, sous 50,6 atmosphères de pression ; son point d'ébullition est — 187°, son point de fusion — 189° 6, sa densité à l'état liquide environ 1,5 ; il possède deux spectres, un spectre rouge et un spectre bleu ; enfin il a 1,645 pour rapport moyen de la chaleur spécifique à pression constante, à la chaleur spécifique à volume constant.

Mais en dehors de ces données positives, que de doutes, que d'incertitudes ! Ce nouveau gaz est-il un corps unique, ou un mélange de plusieurs corps ? Est-ce un élément ou un corps composé ? Si c'est un corps simple, est-il monoatomique ou polyatomique ? Est-ce un gaz tout différent des corps jusqu'ici découverts, ou est-ce une modification allotropique d'un élément déjà connu ? Dans les deux cas, quelles sont ses réactions caractéristiques ? Quel est le rôle dans l'atmosphère de ce gaz étrange, dont M. Ramsay n'a pu retrouver trace ni dans les plantes, ni dans les animaux ? Autant de questions qui n'ont pas encore reçu de réponses satisfaisantes.

Quoi qu'il en soit, on ne peut qu'admirer la science et l'habileté avec lesquelles lord Rayleigh et M. William Ramsay ont poursuivi leur œuvre ; on a pu voir par cet exposé que de patience et de ténacité il leur a fallu pour la mener à bonne fin. Lord Rayleigh, si habitué pourtant par ses travaux précédents à lutter contre les difficultés expérimentales, avoue ne les avoir jamais rencontrées sous une forme aussi pénible que dans ces recherches. Sans doute, toutes les questions n'ont pas été résolues ; mais peut-on penser à le leur reprocher, quand on songe

que chaque expérience exigeait de dix à quinze jours avant d'amener une conclusion acceptable ? Ne doit-on pas plutôt savoir gré à leur modestie de ne s'être pas réservé à eux-mêmes l'étude complète de ce corps intéressant ?

Non seulement leur travail dote la chimie d'un gaz nouveau, mais il provoque le contrôle des conclusions jusqu'ici admises de bien des méthodes physiques et chimiques. Que de découvertes aussi cette première découverte va-t-elle peut-être amener ! Déjà d'heureux augures nous en sont donnés.

M. Brauner, professeur de chimie à l'université bohémienne de Prague, se basant sur l'identité presque complète de la raie de longueur d'onde 372,98 signalée par M. Crookes dans le spectre bleu de l'argon et de la raie 373,00, la plus remarquable du spectre des nébuleuses et des étoiles blanches, conclut à la possibilité de l'existence, dans ces nébuleuses et ces étoiles blanches, du gaz récemment découvert dans l'atmosphère (1).

M. Berthelot voit se développer, sous l'influence de l'effluve électrique, dans des tubes contenant un mélange d'argon et de vapeur de benzine, une fluorescence d'abord violacée à laquelle succède une pluie de feu rougeâtre, peu après remplacée par une magnifique fluorescence verte, visible en plein jour ; l'analyse par le spectroscope y fait découvrir trois ou quatre raies se rapprochant fort de certaines raies de la lumière zodiacale et de l'aurore boréale, entre autres de la raie principale qui a pour longueur d'onde 557 millièmes de millimètre (2).

M. Ramsay lui-même, en quête de composés naturels de l'argon, tire d'un minéral rare de la Norvège, la clévéite, — sorte de pechblende avec plomb, cérium, yttrium, etc., — non pas l'argon (3), mais un gaz qui lui donne, entre

(1) NATURE, 28 mars 1895 : *Notes*.

(2) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES. 16 avril 1895 : *Observations sur l'argon ; spectre de fluorescence*, par M. Berthelot.

(3) M. Ramsay annonçait comme résultat ses premières expériences sur

autres raies, la brillante raie jaune de l'hélium (587,59). M. Clève (1) et surtout M. Deslandres (2) parviennent à identifier de nombreuses raies du spectre de ce gaz avec des raies de la chromosphère solaire. Ce dernier réduit par là à deux seulement le nombre des raies permanentes du soleil non encore retrouvées dans le spectre de corps terrestres. Plus récemment encore, M. Ramsay extrait d'une météorite un mélange d'argon et d'hélium ; ce dernier gaz se montre dans presque tous les minéraux rares qu'il étudie, au point qu'il s'étonne qu'on ne l'ait pas découvert plus tôt (3).

A son tour, M. Norman Lockyer soumet à l'analyse spectrale divers échantillons de terres rares ; il observe une soixantaine de raies nouvelles, dont il arrive à reconnaître la moitié environ dans des raies de la chromosphère solaire et des étoiles blanches d'Orion (4). Une étude attentive de ces différents minéraux l'amène à penser que les raies de l'hélium, aussi bien que les raies nouvelles trouvées par lui, se rapportent à plusieurs métaux différents (5).

la clévéite, la découverte dans ce minéral d'un mélange d'argon et d'hélium ; plus tard, il fut amené par les remarques de MM. Clève et Lockyer, qui n'avaient pas observé la moindre trace d'argon dans le spectre du gaz de la clévéite, à reprendre l'étude spectroscopique des gaz dégagés par ce minéral sous l'action de l'acide sulfurique ; il reconnut qu'en effet aucune des raies de l'argon n'y était visible. Ce gaz s'était probablement mélangé par accident à l'hélium, lors du remplissage et du scellage du tube de Plücker. NATURE, 16 mars, 1893 : *Helium, a Gaseous Constituent of Certain Minerals*, par M. W. Ramsay.

(1) NATURE, 18 avril 1893 : *Terrestrial Helium*, par J. Norman Lockyer.

(2) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 20 mai 1893 : *Comparaison entre les spectres du gaz de la clévéite et de l'atmosphère solaire*, par M. H. Deslandres.

(3) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 15 mai 1893 : *Sur l'argon et l'hélium. Extrait d'une lettre de M. Ramsay à M. Berthelot*.

(4) NATURE, 16 mai 1893 : *On the New Gas obtained from Uraninite*, par M. Norman Lockyer.

(5) Aussi pensons-nous qu'il ne faut attribuer qu'une valeur très relative aux chiffres donnés pour la densité de l'hélium, 3,88 (M. Ramsay), 2,02 (M. Clève) ; ce sont très probablement des densités de mélanges de gaz ; nous nous garderons donc de chercher à placer l'hélium dans une classification chimique.

N'est-ce pas le cas de dire avec lord Kelvin (1), en nous rappelant que la découverte de l'argon, et toutes celles qui sont venues et viendront peut-être encore se greffer sur elle, ont leur origine dans l'aride vérification des densités des principaux gaz entreprise par lord Rayleigh : « Des mesures soigneuses et exactes semblent aux esprits peu au courant de la véritable science un objet moins noble, moins digne de leurs préoccupations, que la recherche des nouveautés ; c'est pourtant presque toujours dans le souci de pareilles mesures et dans l'examen laborieux et persévérant des résultats numériques que les grandes découvertes scientifiques ont pris naissance. »

FERN. GOOSSENS, S. J.

(1) NATURE, 6 décembre 1894 : *The Anniversary Meeting of the Royal Society.*

LES CAOUTCHOUCS AFRICAINS

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE DU LATEX.

I. CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

Actuellement, les connaissances relatives aux caoutchoucs d'Afrique sont bien peu étendues; les végétaux qui les donnent sont à peine indiqués, leurs produits peu connus et les procédés de récolte souvent très primitifs; on serait, en général, très embarrassé de dire avec certitude si telle gomme élastique, provenant de telle région, a été produite par un végétal de tel genre, si elle a été fournie par une seule plante ou si elle résulte du mélange de plusieurs sucs laiteux.

Les renseignements sont encore trop incomplets pour pouvoir faire un travail d'ensemble sur les caoutchoucs d'Afrique; je me bornerai donc à donner quelques indications sommaires sur ce que l'on en connaît, après quoi je passerai à l'étude des Lianes à caoutchoucs du genre *Landolphia*, que j'ai spécialement étudiées et qui sont considérées comme les plantes productrices par excellence (1);

(1) Cette monographie du genre *Landolphia* paraîtra dans les *Annales de la Soc. scient. de Bruxelles*, XIX^e année, actuellement sous presse.

je tâcherai de jeter un peu de lumière sur cette partie de la question, et j'indiquerai autant que possible les procédés à employer pour obtenir les meilleurs résultats.

II. VÉGÉTAUX PRODUCTEURS.

Bien que les plantes africaines reconnues comme donnant du caoutchouc soient encore peu nombreuses, il est en tout cas certain qu'il en existe beaucoup, ainsi que je puis l'affirmer d'après, ce que m'a dit M. Lecomte, botaniste envoyé au Congo français spécialement pour y étudier les plantes utilisables, et d'après les renseignements que j'ai pu recueillir de divers côtés. Je signalerai seulement pour le moment :

Ficus Vogelii Miq.

Ficus sycomorus Lin.

Ficus Brazii R. Br.

Ficus Vohsenii Warb.

Ficus Preussii Warb.

Ficus usambarensis Warb.

Ficus Holstii Warb.

Periptoca graeca Lin.

Cynanchum oralifolium Wight.

Tabernaemontana crassa Benth.

Carpodinus dulcis Sabine.

Carpodinus acida Sabine.

Carpodinus uniflorus Stapf.

Calotropis procera R. Br.

Les *Landolphia*.

III. COMPOSITION DU LATEX.

Le latex est généralement un liquide blanc, ressemblant absolument à du lait, et qui se trouve contenu dans des cellules spéciales nommées *laticifères*. Examiné au micro-

scope, il se montre constitué par d'innombrables globules de caoutchouc maintenus en suspension dans un liquide.

Le latex renferme un très grand nombre de substances qui varient suivant le genre auquel appartient la plante productrice. L'analyse suivante donnera une idée de ce que l'on y trouve habituellement.

D'après Faraday, la composition du latex d'*Hevea elastica* (caoutchouc du Para) est la suivante :

Eau avec sels organiques.	563
Caoutchouc	317
Albumine.	19
Substances amères, riches en azote, avec cire	71,3
Corps insolubles dans l'alcool, solubles dans l'eau	29,1
	<hr/>
	999,4

Celle de l'*Euphorbia platyphyllos* Lin. est, d'après Weiss et Wiesner :

Eau.	77,22
Résine	8,12
Gomme.	2,15
Caoutchouc	0,73
Sucre et corps extractifs	6,41
Albumine	{
dissoute	0,51
non dissoute.	2,02
Corps gras.	1,33
Cendres.	1,51
	<hr/>
	100,00

Le latex des *Landolphia* répond aux caractères indiqués ci-dessus. Je n'ai guère connaissance que des analyses du latex de ces plantes aient été faites, ce qui est évidemment très regrettable, et il est à espérer que cette lacune sera bientôt comblée; toutefois, il est permis de dire à priori que qualitativement leur composition sera très analogue à celle qui est donnée ici, mais que quantitativement-

ment cette composition en différera peut-être énormément. Les latex des différentes espèces du genre n'ont pas une composition chimique identique, ainsi qu'on peut le déduire des quelques données que l'on possède au sujet de certaines d'entre elles ; ainsi le latex du *L. owariensis* P. de Beauv. se coagule avant l'ébullition, alors que celui du *L. comorensis* var. *florida* ne se coagule guère qu'après évaporation ; la première espèce donne un excellent caoutchouc très élastique ; la seconde, une gomme élastique mêlée à une telle dose de résine qu'elle est absolument inutilisable. J'ai eu l'occasion de voir ces deux produits chez M. Lecomte, qui les avait préparés lui-même ; je puis donc affirmer la chose avec certitude et dire que le *L. comorensis* var. *florida*, contrairement à l'opinion généralement admise, ne mérite pas d'être exploité, tout au moins comme plante à caoutchouc. On doit, je pense, attribuer la méprise commise au sujet de cette plante à ce que les indigènes désignent sous le même nom ces deux lianes et mélangent souvent leurs latex.

Une autre preuve que les latex des divers *Landolphia* ne sont pas identiques nous est fournie par ce fait, qu'abandonnés à eux-mêmes ils se comportent très différemment ; ainsi celui du *L. Kirkii* se coagule au fur et à mesure qu'il sort de la plante, alors que d'autres restent liquides pendant un temps plus ou moins long.

D'après M. Lecomte, la teneur en caoutchouc du latex des *Landolphia* varie de 20 à 50 p. c. suivant les époques, et naturellement aussi suivant les espèces.

M. Baucher renseigne le *L. senegalensis* D. C. comme pouvant fournir de 2 à 3 kilogrammes de caoutchouc par pied.

IV. ESSAI DES LATEX.

Il est, paraît-il, toujours possible de reconnaître d'avance et facilement si c'est la résine ou le caoutchouc qui domine dans un latex. M. Lecomte a, en effet, observé

que les latex résineux prennent, au moment de la solidification, une apparence nacrée, ce qui n'a jamais lieu avec les latex riches en caoutchouc. Les Noirs distinguent les bons latex des mauvais, ce qui semble indiquer que lorsqu'ils ajoutent un latex résineux à un latex à caoutchouc, c'est dans un but de fraude et non par ignorance. Au Congo français, pour s'assurer de la qualité d'un suc laiteux, les Noirs font autour de leur bras un ruban à l'aide de ce liquide, puis, lorsqu'il s'est solidifié, ils retroussent les bords de la lamelle formée et en font une sorte de bracelet ; s'ils réussirent à obtenir un bracelet élastique, ils considèrent la liane comme bonne, dans le cas contraire ils la rejettent.

Dans plusieurs localités de l'État indépendant, c'est en s'enduisant de latex certaines parties du corps et en examinant la qualité du produit laissé après l'évaporation du liquide, qu'ils jugent de la valeur de la liane.

V. RÉCOLTE DU LATEX.

Pour obtenir le suc laiteux qui tient en suspension le caoutchouc, il est nécessaire de lui créer une voie de sortie. Les indigènes incisent le végétal de façons très diverses, suivant les régions, mais, généralement, ils procèdent très mal. Les uns donnent des coups de couteau ou de hache dans le tronc, sans tenir compte de la profondeur des entailles ou de leur direction ; d'autres, plus expéditifs, coupent les lianes ; or, il paraît à peu près certain que presque toujours les lianes coupées périssent, à moins que la section n'ait été faite au moins à trois mètres du sol.

En tout cas, la récolte par ce procédé doit être prohibée de la façon la plus absolue. Les lois de l'État tolèrent seulement les incisions, et encore faut-il qu'elles ne soient pas trop profondes. De légères incisions suffisent pour la

récolte, attendu que les vaisseaux laticifères se trouvent placés à une faible distance de la surface externe. Pour pratiquer ces incisions, des couteaux courts, aigus, solides et bien aiguisés me paraissent suffisants. On admet que la meilleure figure de saignée à adopter consiste en une fente verticale, sur laquelle viennent se raccorder 2 ou 3 paires d'incisions obliques. On pratique un nombre plus ou moins grand d'incisions semblables, d'après la dimension de la liane, en ayant soin de ne point les faire toutes du même côté, mais, au contraire, en quatre points différents, opposés deux à deux.

Les saignées ne doivent point être répétées trop souvent, afin que la liane ne s'épuise pas et puisse refabriquer du latex ; le temps de repos doit varier suivant l'espèce, l'individu, la saison, etc. ; c'est l'observation attentive des plantes productrices, sur les lieux, qui permettra de le fixer.

Le suc laiteux qui s'écoule des incisions devra être l'objet de soins spéciaux. Les indigènes qui le laissent couler par terre obtiennent un produit absolument impur ; ceux qui se le frottent sur le corps, puis l'enlèvent avec la main nue ou enduite de sable, récoltent une matière mélangée de corps gras et autres substances pour le moins inutiles.

Lorsque le latex se coagule immédiatement sur la plaie, les indigènes de Mozambique, ainsi que ceux de certaines parties du Gabon, d'après M. Lecomte, saisissent la portion solidifiée et l'attirent doucement à eux, de façon à ce que le latex, sortant de la plante sous forme de traînée et se solidifiant aussitôt, produise des filaments qui sont ensuite enroulés en boule ou en fuseau autour d'un fragment de bois, au fur et à mesure de leur formation. Un caoutchouc obtenu de cette manière doit nécessairement être bon, s'il n'est pas, dans la suite, retravaillé dans un but de fraude.

On peut rapprocher de ce procédé la récolte du caout-

chouc de Ceara, qui se fait en recueillant les larmes provenant de la dessiccation du latex sur les incisions mêmes.

Beaucoup de sucs laiteux jouissent de la propriété de se coaguler presque instantanément; on n'en connaît point encore la cause.

VI. COAGULATION.

Les latex ne se coagulent pas toujours spontanément; il est souvent nécessaire de les recueillir et d'en déterminer ensuite la coagulation.

Pour les recueillir, on fixe à la base de l'entaille, au moyen d'argile ou de liens, un récipient quelconque, par exemple un tube de bambou ou unealebasse, dont la principale condition sera d'être propre. Lorsqu'on a obtenu une quantité suffisante de liquide, on le verse dans une auge où l'on fera conguler le tout.

Les procédés employés pour faire prendre le latex en masse sont des plus variés. Au Para, on se sert d'un instrument en bois affectant la forme d'un battoir de blanchisseuse, pourvu d'un manche très long afin de pouvoir le manier avec plus d'aisance et à deux mains; on en plonge l'extrémité élargie dans le latex, puis on l'expose sous toutes ses faces à un feu alimenté par les graines d'un palmier (*Maximiliana regia*). Ce feu dégage une fumée très abondante qui, tout en déterminant la solidification du caoutchouc, l'imprègne de principes antiseptiques qui l'empêcheront dans la suite de subir des fermentations putrides semblables à celles des caoutchoucs africains.

En Afrique, cette méthode n'est guère usitée; la coagulation s'y fait de façons très diverses suivant les régions, mais tous les procédés employés rentrent dans les catégories suivantes: 1° par les acides; 2° par les sels; 3° par l'alcool; 4° par la chaleur.

1°. *Par les acides.* En divers points, on utilise les acides pour opérer la coagulation; tantôt on s'adresse au suc de citron (Madagascar, Sénégal, Rivières du Sud), d'autres fois à l'acide tartrique; là où les Blancs ont pu conseiller le Noir, ils lui ont indiqué l'acide sulfurique dilué (Madagascar et certaines républiques américaines); parfois, enfin, les indigènes font usage de suc végétaux, obtenus par expression de plantes grasses (Congo), d'Euphorbes, sans doute, ou de décoction de Tamarin (Madagascar). Ces deux derniers procédés, bien qu'ayant l'avantage de recourir à des substances qui existent sur place et de ne nécessiter aucun frais, ne me semblent guère convenables, par suite des impuretés que ces suc ne manquent pas d'introduire dans le caoutchouc (tannin, matières azotées, sucres, acides).

Au Congo, on utilise quelquefois le fruit de certains *Amomum*. Le caoutchouc obtenu par ce procédé est excellent; sa valeur oscille entre fr. 6,60 et fr. 6,80, alors qu'avant l'emploi de cette méthode le caoutchouc de ces mêmes régions (district de l'Équateur) valait seulement de fr. 4,60 à fr. 4,80; étant donné ce résultat, l'État indépendant du Congo a pris des mesures pour généraliser ce procédé sur tout son territoire. C'est M. le capitaine Fiévez qui, le premier, l'a renseigné au gouvernement.

Le jus de citron, outre qu'il est coûteux, a le même défaut que les méthodes précédemment citées; toutefois, les quantités de ce suc nécessaires pour déterminer la coagulation sont si minimes qu'on pourrait n'y point faire attention, si l'opération était bien faite; malheureusement il n'en est pas ainsi, car on trouve fréquemment des graines de citron dans le caoutchouc ainsi traité.

En Sénégambie, les Noirs s'y prennent d'une manière tant soit peu différente: ils font une incision, puis ils lavent la plaie avec une solution de sel marin ou de jus

de citron, après avoir placé à la base de l'entaille une petitealebasse dans laquelle s'écoule le coagulum.

De même que d'autres acides minéraux, l'acide sulfurique convient bien pour coaguler le latex ; mais c'est une substance dangereuse, dont l'emploi exige une prudence qui manque habituellement aux Noirs. De plus, les caoutchoucs coagulés par les acides doivent être soigneusement lavés ; comme ces lavages sont difficiles à effectuer convenablement, les produits conservent presque toujours une partie de leur acidité, ce qui, paraît-il, déplaît aux marchands de caoutchouc.

M. Lecomte, envoyé au Gabon pour étudier les produits utilisables de cette région, notamment les caoutchoucs, a fait des recherches sur les procédés de coagulation à employer de préférence ; comme il a bien voulu me donner quelques indications au sujet de ses expériences, je vais relater ce qu'il pense des procédés mis en œuvre.

A son avis, les acides donnent souvent de mauvais résultats, parce que les indigènes versent la solution acide dans le latex, alors que c'est le contraire qu'il convient de faire. M. Lecomte m'a dit avoir obtenu de beaux caoutchoucs en procédant de cette dernière façon, même avec de l'acide azotique dilué ; malgré cela, il ne recommande pas cette méthode.

2° *Par les sels*. Diverses solutions salines peuvent servir de coagulants, notamment celle de chlorure de sodium (sel de cuisine) employée au Cap-Vert et au Sénégal, d'alun (sulfate d'alumine et de potasse), de sublimé corrosif (bi-chlorure de mercure), etc.

Leurs défauts sont : pour certaines, d'être des poisons pouvant donner lieu à des accidents extrêmement graves (le sublimé entre autres) ; pour toutes, d'introduire une quantité plus ou moins grande de substance saline dans le caoutchouc et d'altérer ainsi la qualité de ce produit ; enfin, de donner un caoutchouc contenant de l'eau dont il est difficile de le débarrasser.

Ainsi, il est reconnu que le caoutchouc de Pernambuco est altéré par suite du procédé employé pour le coaguler : la méthode suivie consiste à traiter le latex par une solution concentrée d'alun, puis à soumettre la masse obtenue à une forte pression destinée à en expulser plus ou moins ce sel.

3° *Par l'alcool.* A Madagascar, ainsi que dans certaines régions du continent, on emploie parfois l'alcool de traite pour déterminer la prise en masse. L'alcool est certes un bon coagulant, mais, pour obtenir un excellent résultat, il faudrait se servir d'alcool fort, en assez grande quantité, ce qui rendrait le procédé très coûteux ; de plus, il paraît que le caoutchouc est capable d'en absorber une forte dose.

4° *Par la chaleur.* M. Lecomte, et je me range à son avis, pense que la meilleure méthode pour coaguler le caoutchouc est l'emploi de la chaleur.

Dans les procédés indiqués précédemment, des impuretés pénètrent toujours dans le produit obtenu et peuvent nuire plus ou moins à ses propriétés ; en outre, de l'eau ou de l'alcool peuvent être absorbés et en augmenter le poids ; enfin, plusieurs demandent beaucoup de prudence dans leur emploi ou obligent à des manipulations plus ou moins compliquées.

En faisant usage d'une chaleur convenable, on obtient un caoutchouc compact, renfermant peu d'eau, plus ou moins stérilisé et, par suite, ne prenant point aussi facilement une mauvaise odeur, comme c'est le cas pour beaucoup de caoutchoucs africains ; de plus, cette méthode n'exige que peu de matériel et des matières qu'on trouve partout.

Exposer comment il faut employer la chaleur est difficile, car le procédé doit varier suivant les espèces végétales, et probablement aussi suivant les époques ; tout cela doit être déterminé sur place, expérimentalement, par des personnes très au courant de la question.

Dans certains cas, il suffit de chauffer le latex à une température inférieure au point d'ébullition pour provoquer la formation du coagulum (*L. owariensis*, Pal. de Beauv.); d'autres fois on est obligé d'évaporer complètement (*L. owariensis* var. *florida* K. Schum.); enfin il est des latex pour lesquels il suffit de plonger les récipients qui les renferment dans de l'eau chaude.

Le procédé au trempage employé au Para, décrit précédemment, et qui donne de très bons résultats, pourrait sans doute être utilisé au Congo. Il a le grand avantage de donner un caoutchouc imputrescible, renfermant très peu d'eau.

Quand on emploie la chaleur, on doit observer qu'il convient de ne point trop élever la température, sans quoi le caoutchouc reste poisseux.

A l'Exposition d'Anvers de 1885 figuraient des plaques de caoutchouc préparées à l'aide du procédé dit Macedo-Bentes, dont on trouve la description dans le rapport présenté en cette occasion par M. Fr. De Walque (1), qui s'exprime en ces termes :

« Avec la méthode Macedo-Bentes, le suc laiteux est étendu sur des planches polies; on en met différentes couches qui, en se séchant successivement, forment une feuille très fine et très claire de 6 à 7 millimètres d'épaisseur, où tout le caoutchouc est de qualité supérieure, ce qui augmente considérablement la valeur en diminuant les déchets.

» Ce caoutchouc brut en feuilles constitue une des nouveautés les plus intéressantes qui aient paru à l'exposition. L'inventeur a résolu ce triple problème : expulsion de l'humidité, qui augmente inutilement le poids du caoutchouc; absence de matières étrangères, qui diminuent la valeur des produits et rendent obligatoire une classifi-

(1) *Rapports des membres du jury international des récompenses de l'Exposition d'Anvers de 1885*. T. III, p. 286 (rapport de M. Van Heurek) et p. 356 (rapport de M. De Walque).

cation rigoureuse des diverses sortes en plusieurs catégories ; enfin la facilité du transport, par suite de la forme en feuilles. —

VII. EXTRACTION PAR FERMENTATION.

Le caoutchouc exploité dans la région qui s'étend entre Léopoldville et le Kwango oriental est fourni par une petite plante herbacée, d'un mètre de hauteur environ, qui croît dans la brousse, ce qui la fait désigner sous le nom de *caoutchouc des prairies*. D'après les renseignements que m'a donnés M. le capitaine Chaltin, ses fleurs et ses fruits sont identiques à ceux des autres lianes à caoutchouc, ce qui me fait supposer que la plante en question est le *L. lucida* K. Schum., exploité à Mukenge.

Le caoutchouc du Kwango, dont de forts beaux spécimens figuraient à l'Exposition d'Anvers, section de l'État indépendant du Congo, est d'un rouge brun, très élastique et de bonne qualité. On l'obtient en arrachant les plantes, en coupant les branches et les racines, et en les faisant ensuite rouir, comme le lin, afin de les débarasser des portions cellulosiques ; après quoi on soumet le tout à un battage énergique qui en sépare le caoutchouc. Le produit qui en résulte est ensuite pétri en boules, forme sous laquelle il se vend. Ce travail est effectué par des femmes (Lieutenant Costermans).

On doit rapprocher de ce procédé une méthode préconisée il y a quelque temps (1) dans un brevet, laquelle consiste à soumettre les végétaux frais ou secs, réduits en fragments convenables, à l'action d'une déchiqueteuse et d'un courant d'eau, soit froide, soit chaude, de manière à transformer mécaniquement la matière en une masse plus ou moins finement broyée. Pour séparer la gutta ou le caoutchouc de cette masse, on jette celle-ci dans une

(1) Voir REVUE QUESNEVILLE, 1894, p. 126.

grande quantité d'eau, puis on recueille les cellules à gutta qui s'élèvent sous forme d'écume à la surface. Lorsqu'on en a réuni une certaine quantité, on la pétrit à la main ou mécaniquement et, finalement, on la soumet à l'action de persilleuses, afin d'en former une pâte.

Ce procédé ne paraît guère pouvoir être employé en Afrique : 1° parce que les lianes y sont très nombreuses et que leur latex fournit un excellent caoutchouc sans nécessiter pareille main-d'œuvre ; 2° parce qu'il exigerait l'emploi d'appareils broyeurs perfectionnés, d'un prix assez élevé, peu transportables dans les régions centrales de l'Afrique ; 3° enfin ce procédé exige la destruction des plantes, ce qui serait désastreux.

CHAPITRE II.

ÉTUDE DES CAOUTCHOUCS AFRICAINS.

I. FORME ET ASPECT.

Les caoutchoucs d'Afrique varient beaucoup d'aspect, de couleur, de forme et de qualité : cela est dû à ce qu'ils ne sont point fournis partout par les mêmes végétaux ; de plus, les procédés de récolte sont souvent très différents ; enfin, les indigènes y ajoutent ordinairement deux ou trois sucs laiteux, qui ne sont point toujours les mêmes, ne s'y trouvent pas dans des proportions constantes et ne sont pas toujours caoutchoutifères. Aussi je pense qu'il faut être très réservé lorsqu'on donne son avis sur un caoutchouc africain.

Le manque de discernement dans la récolte, l'addition de sucs végétaux divers ou de fragments de toute espèce, dans un but de fraude ou pour aider la coagulation, la préparation défectueuse, sont toutes causes qui rendent le caoutchouc mauvais.

II. EXAMEN DES CAOUTCHOUCS AFRICAINS.

Nous allons passer rapidement en revue les caoutchoucs des diverses régions d'Afrique, à l'exclusion de ceux de l'État indépendant du Congo, auxquels nous consacrerons un chapitre spécial.

J'indiquerai les formes qu'affectent les caoutchoucs africains, sans toutefois insister sur ce point, car je considère les formes et les couleurs comme très variables et de peu d'importance au point de vue de l'origine des marchandises.

Pour que la description d'un caoutchouc ait de la valeur, il est nécessaire que le descripteur ait recueilli et coagulé lui-même le produit décrit. Il ne suffit pas qu'il l'ait fait faire par des indigènes, à moins qu'il ne possède des produits d'origine absolument certaine; comme c'est le premier cas qui se présente le plus fréquemment, il en résulte que l'on ne peut guère se fier aux descriptions données.

Les noms des espèces auxquelles tel ou tel produit est attribué, sont donnés sous toutes réserves dans le présent travail; car notre opinion est que toutes ces déterminations sont inexactes.

Sénégal. — Le caoutchouc du Sénégal est attribué au *Landolphia senegalensis* D. C., au *Landolphia tomentosa* (Leprieur) A. Dew., et peut-être aussi au *Landolphia Heudelotii*, A. D. C. Le Sénégal lui-même ne fournit que peu de caoutchouc; par contre, le Soudan français, le Foutah-Djallon, les Rivières du Sud et les territoires de Samory, de Tieba, de Kong, etc., en donnent des quantités assez notables. Son introduction remonte à une époque déjà lointaine; on trouve, en effet, qu'en 1855 il en arrivait en France, et qu'en 1856 il en est entré 10 884 kilogr.

Ce caoutchouc se présente sous forme de boules plus ou moins volumineuses et sous forme de plaques de 130 à

150 grammes, gluantes, grumeleuses, noirâtres en dehors, grisâtres en dedans. Il peut renfermer jusqu'à 38 p. c. de substances étrangères (eau et impuretés).

D'après Baucher, les boules sont obtenues par coagulation du latex à l'aide de procédés chimiques, tandis que les plaques se préparent en coagulant à l'aide de la chaleur.

D'autre part, Sambuc dit que dans l'intérieur des terres les boules s'obtiennent en enlevant, au moyen d'un couteau, un mince lambeau d'écorce, après quoi on lave la plaie avec une solution de sel marin; le latex se coagule à sa sortie et forme sur la surface de section une sorte de feutrage de caoutchouc en filaments enchevêtrés; on râcle, et en enroule ces fils les uns sur les autres en boules d'une certaine grosseur.

On désigne au Sénégal sous le nom de *gomme de Kell* un produit fourni par des *Ficus*. C'est, d'après Baucher, une substance rouge dont la coloration est due à la présence des matières colorantes de l'écorce externe; cette substance, plutôt ductile qu'élastique, présente les caractères d'une gutta-percha de qualité inférieure et non ceux d'un caoutchouc de valeur moyenne.

On y signale également le *Calotropis procera* R. Br. comme susceptible de fournir du caoutchouc, ainsi que d'autres végétaux qui ne sont encore connus sous leurs noms indigènes.

Gambie. — La Gambie fournit aussi un peu de caoutchouc. Il provient, paraît-il, de deux plantes, dont l'une est une liane analogue au *L. owariensis* Pal. de Beauv., nommée en Volof « *Tavol* » et en Mandingue « *Pholey* »; c'est, je pense, le *L. senegalensis* D. C. La gomme donnée par ce végétal est blanche et élastique. L'autre plante serait un arbre que les Volofs nomment « *Maddah* » et les Mandingues « *Cabbah* ». Ce nom de *Maddah* fait penser au *Mad* du Sénégal, qui est le *L. Heudelotii* D. C.; mais comme cette dernière est une liane et non un arbre, il se pourrait que le *Maddah* fût plutôt un *Ficus*.

Le produit de cette seconde plante est moins bon que celui de la première. La récolte se fait par incisions ; la coagulation du latex est provoquée par addition d'eau salée.

Ce sont les Mandingues, Noirs très commerçants, qui rassemblent le caoutchouc récolté dans les diverses parties du territoire et viennent le vendre aux Européens. On y cultive le *Manihot Glaziovii* Muell., qui s'y développe bien malgré le sol pierreux, sablonneux et très aride où la plantation a été faite.

Casamance. — On donne ce nom au territoire parcouru par le fleuve Casamance ; cette région peut fournir une grande quantité de caoutchouc ; ainsi, d'après M. Chapel, Sedhiou a exporté :

En 1883	59 623 kilogr.
En 1884	103 347 "
En 1887	150 000 "

On distingue deux sortes de gomme de cette provenance : l'une, récoltée sur la rive droite du fleuve et sur les hauts plateaux, est connue sous le nom de *Casamance* ; l'autre, provenant de la rive gauche, est appelée *Gambie*.

Ce caoutchouc se présente sous forme de boules plus ou moins volumineuses, dont le poids varie entre 300 et 800 gr. et peut même aller jusqu'à 2 kilogr. ; leur chair est grisâtre, tirant sur le blanc crémeux, parfois sur le rose. Il se présente aussi sous forme de plaques irrégulières, plus épaisses au centre qu'à la périphérie.

Le taux de ce caoutchouc a varié, depuis six ans, entre trois et six francs.

On l'attribue au *Landolphia senegalensis* D. C., espèce abondamment répandue sur toute cette portion de la côte africaine ; mais d'autres espèces interviennent certainement dans sa production.

La récolte est effectuée par les Mandingues ou naturels du pays et par les Acous, Noirs venant chaque année dans la Casamance pour recueillir la gomme élastique ; c'est

celle préparée par ces derniers qui est la plus estimée, par suite de soins spéciaux qu'ils apportent à la récolte et à la coagulation.

La solidification se fait en aspergeant d'une solution de sel marin le latex qui s'écoule des parties incisées, et en en formant un noyau autour duquel les récolteurs enroulent les fils de caoutchouc provenant de la coagulation du latex au fur et à mesure qu'il sort du végétal.

L'exportation de ce produit est relativement récente, car avant 1882, il n'en arrivait en Europe que des quantités absolument insignifiantes. Avant cette date (1876), M. Boissy avait expédié en France quelques kilogrammes de ce caoutchouc ; la façon très originale dont il fut récolté par les Nègres est donnée par M. Chapel en ces termes : « l'indigène faisait dans le tronc de l'arbre une incision verticale commençant aussi haut que le bras pouvait atteindre et s'arrêtant à 60 centimètres environ au-dessus du sol. »

Guinée portugaise. — On désigne sous ce nom les territoires parcourus par le Cacheo ou Rio-Farim, la Geba, le Rio-Grande, qui dans la partie supérieure de son cours prend le nom de Comba. A l'embouchure de la Geba et du Rio-Grande se trouvent les nombreuses îles qui forment l'archipel des Bissagos. C'est l'une des îles de cet archipel, celle de Boulama, ayant pour capitale Boulam, qui centralise le caoutchouc de ces régions et même celui provenant d'une partie du Foutah-Djallon, lequel comprend lui-même des gommages recueillies sur divers points de la côte depuis Sedhiou jusqu'à Freetown.

Ce caoutchouc, connu sous le nom de Boulam, est extrait du *Landolphia Heudelotii* et du *L. senegalensis* D. C. Son introduction en Europe est due aux Portugais, qui engagèrent les Balantes, naturels du pays, à le récolter ; dès 1882, le gouverneur de la Guinée portugaise signalait la production annuelle comme étant de 20 tonnes. En 1885, il en fut exporté 65 000 kilogr. Cette sorte est de qualité très inférieure.

Rivières du Sud et Foutah-Djallon. — On désigne ainsi un territoire s'étendant sur un espace de 300 kilomètres, entre la Guinée portugaise et les possessions anglaises de Sierra-Leone. Il est parcouru par de nombreux cours d'eau, entre autres par le Rio-Nuñez, le Rio-Pongo, le Rio-Konkoré, les rivières Dubreka et Mellacorée, et englobe la portion nommée Foutah-Djallon.

Les plantes exploitées sont les *Landolphia senegalensis* D. C., *L. ovariensis* Pal. de Beauv., *L. tomentosa* (Leprieur) A. Dew. et *L. Heudetotii* D. C., ainsi que des *Ficus*.

La récolte du latex s'effectue par abatage des lianes ; aussi ces végétaux tendent-ils à disparaître.

La coagulation se fait à l'aide de solutions comme dans la Casamance.

La valeur de ce caoutchouc oscille entre fr. 2 et 4,50 ; ce bas prix est dû au peu de soins apportés à sa récolte par les Sous-Sous. Comme le prix d'achat aux indigènes est très élevé, il en résulte que les bénéfices bruts réalisés sur la vente de ce produit sont de 30 p. c. en moyenne.

Le commerce de la gomme élastique est surtout pratiqué dans les villes suivantes :

Boké, sur le Rio-Nuñez, qui a exporté : en 1883, 297 653 kilogr. de caoutchouc, d'une valeur de fr. 440 268 ; en 1885, pendant les seuls mois d'avril et de mai, 602 699 kilogr. ; Boffa, sur le Rio-Pongo, a expédié 100 tonnes en 1889 ; Konakry en a rassemblé, pendant cette même période, 230 000 kilogr. ; et Benty, 170 000 kilogr., venant de la Mellacorée.

G. Paroisse rapporte qu'au Rio-Pongo les lianes à caoutchouc ont presque complètement disparu, et que pour les retrouver il faut pénétrer au loin dans les forêts du Foutah-Djallon.

Sierra-Leone. — Le caoutchouc de Sierra-Leone est rapporté par M. Morellet au *Landolphia ovariensis* P. de Beauv., sans preuves suffisantes, me semble-t-il ; d'aucuns

ont prétendu qu'il était fourni par le *Ficus Brassii* R. Br.; d'autres espèces concourent bien certainement encore à sa production.

Il se présente sous forme de plaques ou de boules d'une valeur moyenne; ces dernières sont, paraît-il, d'un blanc crémeux ou grises à l'intérieur, et non d'un blanc rosé comme celles de la rive droite de la Casamance (M. Chapel).

Freetown est la ville où vient se rassembler ce caoutchouc, d'où il est exporté en Europe. Sa qualité étant très inférieure, il n'est que médiocrement estimé.

Liberia. — Liberia produit aussi du caoutchouc. Th. Christy l'a attribué au *Ficus Vogelii* Miq., le *Liberia Rubber* des Anglais, et en partie au *Landolphia comorensis* var. *florida* (Boj.) K. Schum.; M. Chapel indique le *Landolphia owariensis* P. de Beauv., ce qui me paraît plus probable.

Il se présente sous forme de petites boules brunes extérieurement, blanches intérieurement; il contient 25 à 35 p. c. d'impuretés.

Côte de l'Ivoire ou Guinée française. — La Côte de l'Ivoire possède un climat à la fois chaud et humide, c'est-à-dire qu'elle réunit les conditions les plus favorables au développement des végétaux à caoutchouc; aussi ceux-ci s'y rencontrent-ils en abondance.

Les végétaux producteurs actuellement connus sont : *Ficus Vogelii* Miq. et des *Landolphia*.

Le latex des *Ficus* est recueilli dans des récipients, puis coagulé par addition de sel et d'eau.

Ce caoutchouc affecte la forme de boules d'un à trois centimètres de diamètre, dont la portion interne est brune, marquée de quelques petits points blancs. Sa qualité est bonne; il atteint jusque six francs sur les marchés anglais.

Les expéditions de cette gomme se font par Grand-Bassam, où sont amenées les récoltes faites dans l'intérieur du pays. Il est acheté principalement par les Anglais.

Une statistique récemment publiée par la *Revue coloniale* de janvier 1895, n° 1, p. 40, indique pour les exportations de caoutchouc de la Côte de l'Ivoire les chiffres suivants :

1890	76 576 fr.
1891	97 952 "
1892	45 526 "
1893	77 032 "
1894(3 premiers trimestres)	104 211 "

Côte de l'Or ou Pays des Achantis. — Les Anglais ont exporté de cette contrée les quantités de caoutchouc suivantes : en 1883, 25 tonnes, d'une valeur de 2371 liv. st.; en 1884, 99 tonnes.

La gomme de première qualité vient de Krépi ; elle est fort chère sur le marché de Liverpool. Celle qui est exportée de Cape-Coast provient du Pays des Achantis et de Denkera ; elle est de qualité inférieure.

Du caoutchouc est aussi embarqué à Acera ; il affecte une forme spéciale, qui l'a fait désigner sur les marchés européens sous le nom de « biscuits d'Accra ».

Ces gommes élastiques sont peu nerveuses, à chair blanche traversée quelquefois par des veines rougeâtres ; la grande quantité d'impuretés qui s'y trouvent (35 p. c.) les fait placer parmi les sortes moyennes des bonnes qualités secondaires (M. Chapel). Elle provient surtout du *Ficus Vogelii* Miq.

Côte des Esclaves, Lagos, Dahomey. — Cette partie de la côte de Guinée comprend :

Togo et Petit-Popo (possessions allemandes) ; Dahomey, Grand-Popo, Porto-Novo (possessions françaises) ; Badagry et Lagos (possessions anglaises) ; Mahi (possession portugaise).

Toutes ces régions sont susceptibles de fournir beaucoup de gomme élastique ; elle est produite par le *Ficus*

Vogelii Miq., probablement aussi par le *Landolphia owariensis* Pal. de Beauv., et vraisemblablement par d'autres. Je ne possède de détails que sur celle de Lagos.

Les premiers envois de caoutchouc de Lagos furent faits en 1888 ; les rapports dont il fut alors l'objet constataient qu'il renfermait beaucoup de résine et qu'il était très difficile à travailler aux machines déchiqueteuses.

De nouvelles quantités, recueillies et préparées avec soin, ayant été envoyées depuis, furent trouvées excellentes. Il perdait seulement 10 p. c. après lavage et dessiccation et 13 p. c. après un traitement par l'alcool, qui avait pour but d'enlever les résines et quelques autres substances ; cette dernière opération pourrait être négligée.

Cette gomme élastique tire son origine de divers *Ficus*, notamment du *Ficus Vogelii* Miq., l'*Abba* des indigènes de la Côte d'Or. Cet arbre est très répandu à Lagos, où il sert à ombrager les marchés, les rues, les places, etc.

L'extraction du caoutchouc a été faite par M. Higginson de la façon suivante. Le latex qui lui était apporté dans des flacons à gin était abandonné pendant 24 heures, après avoir été filtré au travers d'une mousseline. Ensuite il était placé dans des marmites et porté à l'ébullition, après avoir, au préalable, été additionné d'une pinte d'eau par six bouteilles si le latex était pur ; s'il était jugé déjà suffisamment aqueux, on omettait cette opération. Lorsque l'ébullition commençait, on y ajoutait du jus de citron (un citron par bouteille, à peu près) pour faciliter la coagulation.

Le caoutchouc de Lagos s'achète sur place à un prix relativement élevé, puisque les 40 livres envoyées en Angleterre furent payées fr. 39,60, soit à peu près un franc la livre. Cela est dû à ce que les naturels de cette région sont d'une paresse extrême ; ils préfèrent dormir plutôt que de faire la moindre besogne, et ne consentent

à se déranger qu'à des prix suffisamment rémunérateurs ; de plus, ils sont fraudeurs, et, au lieu d'apporter des flacons de latex purs, ils viennent offrir des bouteilles contenant une moitié d'eau.

Cette gomme arrive sous forme de blocs ou de briques de couleur noirâtre extérieurement, de 15 centimètres de longueur sur 12, 5 centimètres de largeur et 5 centimètres d'épaisseur ; elle n'a point subi d'altération pendant la traversée.

Niger, Bénin. — L'embouchure du fleuve est occupée par les Anglais qui y ont installé diverses compagnies commerciales.

Le commerce sérieux dans le Niger ne commença, d'après M. de Béhagle (*Le Mouvement africain*, 15 septembre 1894, p. 55), que vers 1863, époque à laquelle la Compagnie de l'Ouest Africain de Liverpool y ouvrit des comptoirs.

A cette époque, cette région était très peu fréquentée. Les navires français qui y venaient faire la troque en avaient été chassés par les croisières anglaises, qui les poursuivaient comme négriers.

Jusqu'en 1880, cette Société y jouit du monopole exclusif du commerce, mais, à partir de ce moment, elle eut à lutter contre deux compagnies françaises qui vinrent s'y établir.

On exporte du caoutchouc du Niger, mais il est encore fort peu connu.

Signalons cependant les *Niger-Niggers*, boules de couleur rougeâtre, de qualité très inférieure, donnant jusqu'à 40 et 50 p. c. de déchets.

Le seul végétal producteur connu est le *Landolphia owariensis* Pal. de Beauv.

Cameroon. — Cette possession allemande, située entre la colonie anglaise du Niger et le Gabon, fournit du caoutchouc depuis quelques années (depuis 1882, je pense, mais depuis 1884 d'une façon sérieuse). Les échantillons

exposés au musée de Berlin sont piriformes, noirs, percés d'un trou dans leur bout le plus mince, afin de pouvoir y passer un lien. Sa récolte est effectuée par les naturels et par des Suédois établis sur les pentes de la montagne.

Les *Landolphia* de cette région qui, paraît-il, fournissent du caoutchouc sont les suivants : *L. Heudelotii* D. C. ; *L. owariensis* Pal. de Beauv. ; *L. Mannii* Th. Dyer.

Gabon et Congo français. — Le Gabon et le Congo français fournissent des caoutchoucs de forme, d'aspect et de consistance très différents, suivant les végétaux dont ils proviennent et les préparations que l'on a fait subir au latex.

Ce sont souvent des boules d'un noir brunâtre, parfois des masses blanchâtres, plus ou moins volumineuses, quelquefois des langues, c'est-à-dire de petits morceaux allongés, gros comme le doigt, agglutinés les uns aux autres.

Les Gabonnais donnent au caoutchouc le nom de *N'dambo*. D'après le D^r P. Barret, la récolte se fait à l'intérieur des terres dans les régions habitées par les Pahouins, les Boulous, les Moundas et les naturels de la rivière Danger.

Le R. P. Lejeune (1) nous apprend qu'au Gabon ce sont principalement les Fâns ou Pahouins qui ont le monopole du commerce du caoutchouc. Comme les plantes ne se rencontrent plus guère le long des fleuves et qu'il faut, pour les trouver, s'enfoncer dans les forêts en courant mille périls (bêtes féroces, attaques des sauvages, intempéries, etc.), cette récolte ne peut être faite que par des naturels ; ceux-ci, pour revenir avec une charge de 20 kilogr. de caoutchouc, doivent pendant huit jours subir toutes sortes de fatigues et de privations.

Quant ils partent à la recherche de ce produit, ils se réunissent par bandes de dix ou quinze hommes et de

(1) R. P. Lejeune : ANNALES APOSTOLIQUES, 1892, p. 74.

quarante à cinquante femmes, voyagent à travers les forêts, ne suivant d'autre sentier que celui des animaux sauvages ; ils s'installent auprès d'un ruisseau et rayonnent tout à l'entour, coupant les ébéniers et saignant les caoutchoutiers.

Les indigènes de Setté-Cama se livrent également au commerce du caoutchouc ; mais au lieu de le recueillir eux-mêmes, ils se le procurent en l'échangeant avec des tribus de l'intérieur contre du sel, qu'ils fabriquent eux-mêmes.

Le P. Ussel dit à propos du commerce du caoutchouc au Congo français : - La population de Bongo est très nomade. Elle est composée principalement des Noirs des caravanes qui, chaque jour ou à peu près, apportent le caoutchouc dans les factoreries. Les contremaîtres, les chefs de ces caravanes sont des traitants noirs, des Occra, des Sierra-Léonais, des Lagos, des Gabonais, des Loangos ou des chefs du pays. Ils arrivent avec dix, vingt, cinquante porteurs, selon la valeur des avances qu'ils ont précédemment reçues du gérant.

• On emploie ici beaucoup comme porteurs de caoutchouc des enfants des deux sexes. La marchandise, soigneusement renfermée dans des nattes, est placée dans des espèces de hottes ; chaque garçon ou fille transporte d'Ashira et d'au delà à Bongo des charges de 30 kilogr. C'est excessif pour leur âge et leur taille.

• L'interprète de la factorerie compte les boules de caoutchouc ; l'Européen les pèse, puis, de nouveau, remet au traitant d'autres marchandises, étoffes, couteaux, assiettes, petites perles, chapeaux, tabac, etc., et du rhum. Lorsque toutes les avances sont distribuées, et que tous les porteurs ont reçu leur ration, chacun prend sa charge et on repart après un jour de repos. »

Le D^r Barret pense que les seuls végétaux exploités sont les lianes de la famille des Apocynées, désignées par les indigènes sous le nom d'*Olambo*, bien qu'il y existe

cependant d'autres végétaux pouvant donner du caoutchouc, notamment un *Ficus* (Mponde), une Urticée et une Euphorbiacée.

Les lianes sont des *Landolphia* et des *Carpodinus*, mais on n'a guère signalé comme végétaux exploités que les *Landolphia* ; les espèces de ce genre qui y ont été rencontrées jusqu'à ce jour sont les *L. comorensis* (Boj.) K. Schum. ; *L. comorensis* (Boj.) var. *florida* K. Schum. ; *L. Petersiana* Th. Dyer ; *L. Petersiana* var. *crassifolia* K. Schum. ; *L. Lecomtei* A. Dew. ; *L. owariensis* P. de Beauv.

La récolte se produirait, d'après les uns, aux dépens de *L. owariensis* Pal. de Beauv., d'après les autres, aux dépens du *L. comorensis* var. *florida* K. Schum. ; les indications concernant les autres espèces manquent.

D'après des renseignements très détaillés que je tiens de M. Lecomte, botaniste qui a personnellement fait des essais sur les caoutchoucs du Gabon, le *L. owariensis* P. de Beauv. donnerait un excellent produit, alors que le *L. comorensis* (Boj.) var. *florida* K. Schum., malgré les idées courantes, ne fournirait qu'une substance inutilisable, tant elle est résineuse, mais que les naturels mélangent au bon caoutchouc, soit par inadvertance, soit dans un but de fraude. Ils y ajoutent généralement le latex de plusieurs autres lianes, qui ne sont pas toujours des *Landolphia*.

La première exportation de ce caoutchouc du Gabon remonte à une époque déjà lointaine, qui peut être fixée approximativement à 1850, car on le voit signalé dans le catalogue des produits ayant figuré à l'exposition de 1851.

J'extraits d'une lettre fort intéressante que m'a adressée M. Jardin, ancien inspecteur du service administratif de la marine française, botaniste distingué qui s'est occupé de la flore du Gabon, quelques renseignements prouvant qu'en 1846 le commerce ne se faisait pas encore dans cette

région : - A l'époque où je me trouvais au Gabon, c'est-à-dire en 1846, ce pays était à peine connu. Il n'y avait pas de commerçants à terre, si ce n'est un misérable marchand de bric-à-brac qui trafiquait avec les Noirs ; de temps en temps il venait soit du Havre, soit de Nantes, un navire qui restait à l'ancre quelque temps dans la rivière et qui échangeait avec les naturels des cotonnades bleues, des fusils de traite, etc., contre de l'huile de palme ou de l'ivoire. »

A cette même époque un naturaliste, M. Du Chaillu, s'y trouvait, habitant une case de Nègre et parcourant le pays en tout sens ; c'est lui, je suppose, qui aura reconnu l'existence de végétaux à caoutchouc et qui aura engagé les indigènes à les exploiter.

A l'heure actuelle, l'importation des caoutchoucs du Gabon en Europe doit être considérable, vu qu'en 1884 elle était déjà, d'après le D^r Barret, de 700 kilogr. (valeur 2800 fr.) pour la France et de 560 667 kilogr. (valeur 2 242 668 fr.) pour les autres pays. Ce caoutchouc est très peu estimé par suite de sa préparation défectueuse ; sa valeur, qui n'était que de fr. 0,50 en 1860, s'est élevée jusqu'à 4 fr.

Dans le *Bulletin de la Société de géographie commerciale de Paris*, 1892, p. 154, M. J. Dybowski dit :

- Dans toute la région dite du Niari, le caoutchouc est exploité, çà et là, par les indigènes. C'est une liane qui le produit. »

D'après M. Berton (p. 155), le Fernan-Vaz, grande lagune déchiquetée qui s'étend de la côte au sud des bouches de l'Ogowe, renferme énormément de plantes à caoutchouc : malheureusement les indigènes le travaillent fort mal, ce qui rend la qualité du produit très inférieure. M. Thoiré indique la présence du caoutchouc dans le district de Franceville ; il ajoute qu'actuellement il y est peu exploité, faute de débouchés. Enfin M. Ravaud, dans un rapport sur le bassin de la rivière de Eyo ou Benito,

dit que le commerce de cette région consiste surtout en caoutchouc, huile et amandes de palme, ébène, bois rouge, et très peu d'ivoire.

Angola et Loanda. — Ces deux régions, situées au sud de l'État indépendant du Congo, appartiennent aux Portugais. Elles fournissent du caoutchouc dont l'origine doit être attribuée au *Landolphia owariensis* Pal. de Beauv., et d'après quelques auteurs au *Landolphia comorensis* (Boj.). var. *florida* K. Schum.; d'autres espèces concourent certainement à sa production, mais on ne les connaît point encore.

On a signalé dans les environs d'Ambriz et de Loanda un arbre de 6 ou 7 mètres de hauteur, appartenant à la famille des Euphorbiacées, l'*Euphorbia rhipsaloïdes* Welw., appelé *Cassoneira* par les indigènes, et dont le latex renferme, paraît-il, du caoutchouc.

Les gommes élastiques de ces régions sont du même genre que celles exportées de l'État indépendant du Congo. La meilleure qualité d'entre les sortes exportées est le *Loanda Niggers* ou *Têtes de Nègres*, petites boules de 3 à 5 centimètres, puis viennent les *Thimbles*, et enfin les boules irrégulières de la grosseur du poing; ces dernières donnent jusqu'à 40 p. c. de déchets.

Il a été exporté de Saint-Paul de Loanda :

En 1873,	pour	755 556 fr.
" 1874,	—	783 333 "
" 1875,	—	716 617 "
" 1880,	—	883 333 "

La plus grande partie de la gomme exportée provient de l'intérieur du pays, notamment des régions avoisinant Malange, ville où se tiennent de grands marchés de caoutchouc, et du Bihé.

Benguela. — Dans cette colonie portugaise, on récolte un assez bon caoutchouc, connu sous le nom de « *Quicombo* »; cependant il est considéré comme étant de qualité très inférieure.

Mossamedès. — Territoire appartenant aux Portugais ; il exporte un peu de gomme élastique ; en 1888, il en est sorti pour environ 300 fr.

Les caoutchoucs de la côte orientale sont :

Mozambique. — Le caoutchouc du Mozambique provient au moins de deux plantes, *L. Kirkii* Th. Dyer et *L. Petersiana* (Kl.) Th. Dyer. Il est surtout récolté par les Makouas.

Son exportation a commencé en 1873, époque à laquelle il en fut envoyé en Europe pour environ 5000 fr. ; dans les six années qui suivirent, la vente s'éleva à 1 250 000 fr. pour le port de Mozambique seul ; ensuite elle baissa, à cause de la destruction des lianes. Actuellement cette sorte n'arrive plus dans le commerce qu'en faible quantité.

Elle se présente sous trois formes principales, d'après Morellet :

1° *En marbles*, boules plus ou moins grosses, ressemblant à celles qui proviennent du Sénégal.

2° *En boules* de 2 à 4 centimètres, formées par enroulement de fils de caoutchouc ; leur chair est d'un blanc rosé. Rendement souvent très inférieur à 85 p. c.

3° *En fuseaux*, obtenus en enroulant des larmes de caoutchouc autour d'une baguette de bois ; ils sont tantôt roses, tantôt noirs. Ils donnent de 10 à 25 p. c. de déchet.

Zanzibar. — Les caoutchoucs de Zanzibar sont récoltés dans les immenses forêts qui bordent la côte en face de l'île. Ils sont probablement fournis par le *L. Petersiana* (Kl.) Th. Dyer et par le *L. Kirkii* Th. Dyer.

Une partie de cette gomme y est aussi amenée par les caravanes venant de la région des lacs. Victor Guiraud a évalué l'exportation du caoutchouc de Zanzibar à deux millions et demi de francs (1).

(1) *Les Lacs de l'Afrique équatoriale*, Paris, 1890, p. 57.

Madagascar. — Le caoutchouc de Madagascar, nommé en langage indigène *fingiotra*, est produit par le *L. mada-gascariensis* (Boj.) K. Schum., identique au *L. gummifera* Lam. ; par le *L. crassipes* Radlk., et probablement aussi par d'autres espèces encore inconnues, car le résident français écrivait, en 1893, qu'une liane à caoutchouc, trouvée en 1891, facile à reproduire par boutures et par graines, n'était pas identique à celles exploitées antérieurement.

Le caoutchouc est récolté principalement sur la côte est, près de l'île Sainte-Marie, et dans le nord-ouest de l'île de Nossi-Bé; on cite aussi Fort-Dauphin, Diego-Suarez et le détroit de Jaillet.

Il arrive sous forme de boules noires recouvertes d'impuretés extérieurement, ou d'un rose allant jusqu'au brun-rouge, à surface propre. Leur volume varie de la dimension du poing à celle de la tête ; leur section est rosée.

La coagulation du suc laiteux est généralement faite au moyen d'agents chimiques, notamment à l'aide de jus de citron ; cette dernière opération est habituellement si mal exécutée qu'on retrouve de nombreuses graines de ce fruit dans le produit obtenu.

Dans un article dû à M. d'Anthouard (*Revue scientifique* de 1891), on trouve à propos du commerce de caoutchouc à Madagascar les lignes suivantes : « Le caoutchouc se rencontre dans toutes les forêts de l'île, mais, dans les parties facilement exploitables, il commence à devenir rare et les prix ont singulièrement augmenté, surtout sur les marchés de la côte est.

» A la côte ouest, où le commerce est moins actif et où les populations sont clairsemées, il est encore à bas prix et abondant. Cette diminution dans la production doit être attribuée, entre autres causes, à la négligence et à l'insouciance des indigènes, qui, sans se préoccuper de l'avenir, coupent les lianes au pied, pour en extraire plus facilement la totalité du lait.

« On le prépare de différentes manières ; là où les Européens ont pu l'obtenir des habitants du pays, à l'acide ; mais dans beaucoup de localités, soit qu'on n'ait pas voulu faire les frais d'achat d'acide sulfurique, soit que les accidents survenus, au début de la manipulation, l'aient rendu impopulaire, on emploie le sel marin, l'absinthe de traite, l'acide citrique, un extrait au tamarin ou encore l'eau chaude.

« Ce produit, qui entre pour une forte part dans le chiffre de l'exportation, a besoin, pour donner tout ce qu'il peut rapporter dans un pays forestier comme Madagascar, que le gouvernement prenne en main le soin de sa conservation, interdise les incendies de forêts, et que les indigènes, abandonnant leurs procédés de récolte, se contentent d'inciser l'écorce et les fruits des lianes, et, outre cela, soignent la préparation. De la sorte, le caoutchouc de Madagascar pourra atteindre des prix plus élevés sur les marchés européens et lutter avec celui de Para. »

M. Héraud ayant trouvé, en 1891, à Farafangana (sud de l'île), une nouvelle liane à caoutchouc, en fit recueillir le suc par les indigènes et réussit ainsi à obtenir une assez grande quantité du précieux produit.

D'après M. Ferrand, l'exploitation de la liane ne durera guère que pendant deux ans, car les Malgaches, suivant leur habitude, ont soin de couper la liane au lieu de l'inciser, et même de la déraciner afin d'en retirer le plus de latex possible.

Les premiers caoutchoucs de Madagascar furent importés en Europe vers 1851 : l'Angleterre en reçut, en 1860, pour une valeur de 335 livres (8375 fr.), et en 1871, pour 31 000 livres (782 500 fr.). Le P. Abinal indique, pour 1881, fr. 1 125 000, ce qui, d'après Chapel, correspondrait à 375 000 kilogrammes.

En 1885, on a évalué les exportations à 200 tonnes.

Iles Comores. — Les îles Comores exportent un peu de caoutchouc. Il est attribué au *Landolphia comorensis*

Boj., qui s'y rencontre en grande abondance jusqu'à une altitude de 1300 mètres ; les naturels le désignent sous le nom de *Vaughinia*.

La Réunion. — Cette île n'a guère d'importance au point de vue de l'exportation du caoutchouc. La gomme qui en est expédiée ne paraît même pas toujours y avoir été récoltée.

L'acclimatation du *Ficus elastica* Roxb. et de l'*Hevea brasiliensis* Muell. y a été tentée et a réussi ; le caoutchouc du *Ficus* est très bon, celui de l'*Hevea* est de qualité inférieure, ce qui doit être attribué à la façon dont il est préparé. En 1873, figurait à l'exposition de Vienne un échantillon de gomme élastique de cette provenance qui avait été préparé au moyen du latex du *Periploca graeca* Lin. (Chapel). En 1883, il a été exporté de cette île, pour la France seule, 15 536 kilogrammes.

Île Maurice. — L'île Maurice n'est pas un centre producteur de caoutchouc, c'est tout simplement une sorte d'entrepôt où les navires arrivant de Madagascar, des Comores et d'autres régions, viennent déposer leur cargaison, laquelle est reprise par d'autres bâtiments et conduite ordinairement en Amérique.

La faible quantité produite par l'île même a été attribuée au *Willugbeia edulis* Roxb. et au *Periploca graeca* Lin.

ALFR. DEWÈVRE.

LA PLUIE EN BELGIQUE

Il y a sept ans, la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, fondée à Bruxelles en 1887, inscrivait cette question en tête du programme de la section d'applications géologiques : *Déterminer comment et en quelles quantités les pluies tombent sur nos régions.*

M. A. Lancaster s'est chargé d'y répondre. Météorologiste-inspecteur à l'Observatoire royal, il avait sous la main une grande partie des observations pluviométriques recueillies en Belgique; chercheur érudit et infatigable, il avait su compléter ces données en dépouillant des recueils anciens bien oubliés; auteur de savantes et persévérantes études sur le climat de notre pays, il connaissait ces documents qu'il avait compulsés lui-même, qu'il avait interrogés souvent et dont il avait tiré déjà bien des indications utiles. Nul n'était donc mieux préparé à nous donner, sur un sujet qui nous intéresse tous au plus haut point, un travail complet et vraiment scientifique.

Il vient d'en publier la première partie.

Un volume de 224 pages de tableaux et de texte, avec une planche en couleurs, donne le relevé de toutes les observations pluviométriques recueillies depuis le siècle dernier jusqu'au 31 décembre 1892, et la répartition géographique de la pluie en Belgique. Une splendide carte pluviométrique au 400 000^e,

publiée hors texte, met à la fois sous les yeux l'ensemble de ces données et les conclusions générales qui s'en dégagent (1). C'est à cette publication que nous voulons consacrer cet article : mais avant d'analyser l'œuvre, qu'il nous soit permis d'exprimer toute notre admiration pour l'activité scientifique de l'ouvrier.

M. Lancaster réunit, à l'Observatoire royal, les fonctions de bibliothécaire et celles de météorologiste-inspecteur : il fait à la fois le plus grand honneur aux unes et aux autres.

Le bibliothécaire nous a donné le *Catalogue des ouvrages d'astronomie et de météorologie* qui se trouvent dans les principales bibliothèques de la Belgique : il a dressé la *Liste générale des observatoires et des astronomes, des sociétés et des revues astronomiques* : il a signé, avec J.-C. Houzeau, la *Bibliographie générale de l'astronomie*, œuvre gigantesque dont la presse scientifique du monde entier a accueilli la publication des premiers volumes avec d'unanimes et très justes éloges.

Par son *Traité élémentaire de météorologie* et ses articles publiés dans la revue *Ciel et Terre*, dont il fut un des fondateurs et dont il est resté un des collaborateurs les plus actifs ; par ses notices sur le climat de la Belgique, publiées chaque année dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal* ; par ses études sur les orages, etc., parues dans les *Annales de l'Observatoire*, le météorologiste n'a cessé de répandre à pleines mains les résultats de ses laborieuses et sagaces recherches, et il a réussi à attirer l'attention du public et du gouvernement sur l'utilité d'une science que des liens très étroits rattachent à nos préoccupations journalières, à nos intérêts, à notre santé, et qui exerce une si grande influence sur toutes les formes de la richesse publique, l'industrie, la navigation, l'agriculture, etc.

C'est à l'initiative et aux efforts persévérants de M. Lancaster que nous devons le service pluviométrique qui s'est si rapidement étendu, en Belgique, surtout depuis 1881 et 1882. M. Lancaster a

(1) *La Pluie en Belgique*, par A. LANCASTER, météorologiste-inspecteur à l'Observatoire royal, membre correspondant de l'Académie des sciences. Premier fascicule (avec une planche et une carte) : Bruxelles, F. Hayez : mai 1894. — S'adresser à M. Nizet, bibliothécaire de la Société géologique, 43, rue de l'Orme, Etterbeek (Bruxelles).

Nous reproduisons ici une réduction au 1/100 000^e de cette carte, uniquement pour donner au lecteur une idée de son aspect général. Cette réduction a paru dans le *Mouvement géographique* du 12 mai dernier, et nous devons la communication du cliché à l'obligeance de M. Lancaster.

grandement coopéré aussi à la création du réseau climatologique belge qui fonctionne sous sa direction et dont les observations sont publiées par ses soins dans le *Bulletin mensuel de l'Observatoire*. Grâce à lui, une foule d'observateurs de bonne volonté (ils étaient 5 en 1876, ils sont 230 aujourd'hui) apportent leur pierre à l'édifice commun et voient leurs efforts groupés en un faisceau par une organisation sage et entendue. La publication de la *Carte pluviométrique* est bien faite pour activer leur zèle et leur susciter des collaborateurs.

I.

Nous avons dit tantôt que le fascicule qui accompagne cette carte comprend toutes les données qui ont servi à la construire. Ces données ont été recueillies dans 282 stations qui ont fonctionné pendant un nombre total d'années égal à 2662, et dont 175 interviennent pour dix années au moins. Voici comment M. Lancaster groupe ces observations.

On sait qu'on estime la valeur d'une précipitation, pluie ou neige, par la hauteur à laquelle l'eau, ou la neige fondue, s'élèverait au-dessus du niveau de la surface arrosée, si elle ne s'écoulait, ne s'évaporait, ni ne s'infiltrait dans le sol. La quantité de pluie tombée uniformément sur une surface donnée est évidemment proportionnelle à la hauteur ainsi définie, le coefficient de proportionnalité dépendant du choix des unités de longueur, de surface et de volume. Ce sont ces *hauteurs de pluie* que l'on mesure à l'aide d'appareils spéciaux, appelés pluviomètres; il est assez ordinaire de les exprimer en millimètres. C'est ce que fait M. Lancaster.

Son relevé comprend, pour chacun des nœuds du réseau pluviométrique, le nom de la station, sa situation géographique, son altitude, le service dont elle dépend ou le nom de l'observateur, enfin les hauteurs des pluies qui y sont tombées pendant chaque mois de chacune des années d'observation. Mais comme il s'agit moins de réunir le plus possible de chiffres, que d'en dégager systématiquement des conclusions générales, disputées aux influences accidentelles, M. Lancaster prend, de toutes ces données, les sommes et les moyennes mensuelles et annuelles, expressions caractéristiques du phénomène dans chaque station, et qui, complétées et contrôlées à l'aide des résultats similaires obtenus par les stations voisines, lui permettront d'établir la

charpente des tracés graphiques destinés à synthétiser l'ensemble de ces renseignements et à peindre aux yeux les faits dominants qu'ils recouvrent.

Dans une seconde série de tableaux, M. Lancaster classe toutes ces stations par bassins hydrographiques. Il répète et complète, relativement à chacune d'elles, les données générales des tableaux précédents : altitude de la station, période d'observation, nombre d'années d'observation, hauteur moyenne des pluies de l'année, de l'hiver, du printemps, de l'été, de l'automne, de la saison froide (novembre-avril) et de la saison chaude (mai-octobre), et la hauteur annuelle normale. Enfin les conclusions qui découlent de cette étude de la répartition géographique des pluies sont exposées en une vingtaine de pages de texte, dont l'intelligence est facilitée par une planche de huit cartes en couleurs, indiquant la situation et l'étendue de huit zones pluviales principales.

Ces indications suffisent à faire comprendre la marche suivie par M. Lancaster : il greffe la méthode graphique sur le procédé des moyennes, comme le fit Humboldt quand, réunissant par des traits continus, sur la carte du monde, tous les points du globe qui avaient la même température moyenne annuelle, il traça les premières lignes *isothermiques* qui permirent d'apprécier d'un coup d'œil la distribution de la chaleur sur les continents et sur les mers, comme on le fit plus tard pour les pressions, etc. Toutefois, il est amené par le but qu'il poursuit, par la nature même de l'élément climatologique qu'il étudie, par les données dont il dispose, à modifier l'application de la méthode en procédant par zones et non par lignes, comme nous allons le voir en étudiant la carte pluviométrique.

Cette carte, parfaitement conçue et admirablement exécutée, est la première réalisation d'un semblable travail graphique à une aussi grande échelle. Nous ne ferons que répéter ce qu'en ont dit toutes les revues qui s'en sont occupées en déclarant que c'est, à tous les points de vue, un véritable chef-d'œuvre. On y trouve le tracé, complètement révisé, de tous les cours d'eau de la Belgique; celui des crêtes de partage de leurs bassins et de ceux de leurs affluents principaux; les limites des provinces; un réseau correspondant à la division en planchettes de la grande carte au 20 000^e, permettant de se reporter facilement aux cartes topographique et géologique publiées à cette échelle, etc. Les noms des stations pluviométriques figurent seuls sur la carte;

M. Lancaster a eu la très heureuse idée de les faire imprimer en quatre caractères différents qu'une légende rattache aux nombres d'années d'observation de chacune de ces stations. Presque toujours le nom de la station est suivi de l'indication de la hauteur moyenne annuelle de pluie qu'on y a observée. Enfin, et c'est ici la partie essentielle, on y a tracé, d'une façon très claire et très précise, treize zones pluviales, dont la moins arrosée n'a pas reçu, en moyenne, 500^{mm} d'eau par année, et dont la plus favorisée en a reçu plus de 1300^{mm}. On est parvenu à distinguer très nettement ces treize zones par les dégradations d'une seule couleur, le bleu, ce qui donne à la carte un excellent aspect et la rend très parlante. Un premier coup d'œil fait saisir le procédé de l'auteur; les résultats généraux sautent aux yeux, et l'examen détaillé du nombre et de l'importance des stations de chacune des zones permet, jusqu'à un certain point, d'apprécier la valeur des données qui les caractérisent. Nous suivrons pas à pas, dans l'examen que nous allons en faire, la marche adoptée par M. Lancaster dans son commentaire.

Ce qui frappe immédiatement, c'est le contraste qu'offrent les deux moitiés du pays limitées par une ligne partant de la frontière française, à l'ouest de Mons, et allant aboutir à la frontière hollandaise, près de Maestricht. Cette ligne se confond sensiblement avec la crête de partage des eaux de nos deux grands fleuves, l'Escaut et la Meuse. Suivez-la, en partant de la frontière française : à votre gauche, la hauteur annuelle de pluie a pour valeurs extrêmes 500 et 800^{mm}, mais les valeurs comprises entre 650 et 750^{mm} y dominent; à votre droite, les hauteurs de pluie croissent rapidement et varient de 700 à 1300^{mm}, les hauteurs de 800 à 1000^{mm} occupant les espaces les plus étendus. Nous avons donc d'une part le bassin de l'Escaut et la zone maritime comme régions de moindre hauteur de pluie, et d'autre part le bassin de la Meuse, l'Ardenne surtout, comme régions de plus grande hauteur de pluie. Les premières reçoivent en moyenne, annuellement, 680^{mm} d'eau, les secondes 855^{mm} : l'écart est donc de 175^{mm}. La moyenne, pour le pays entier, est de 750^{mm}.

Passons maintenant aux détails.

La zone maritime, qui comprend la Flandre-Occidentale presque tout entière et le coin N.-W. de la Flandre-Orientale, présente ce fait caractéristique, qui va à l'encontre de bien des idées reçues, d'être la partie du pays sur laquelle il tombe le moins d'eau. Cette zone, en effet, reçoit en moyenne une hau-

teur de pluie voisine de 600^{mm}, hauteur qui tombe même à 500^{mm} en certains points du littoral. M. Lancaster montre que cette anomalie apparente n'est pas particulière à la Belgique : on la retrouve sur les côtes du nord de la France et du midi de la Hollande.

Deux autres régions de la Flandre-Occidentale possèdent les caractères pluviométriques du littoral : la vallée supérieure de la Lys, qui reçoit 570^{mm}, et une zone bornée au nord par Dixmude et au sud par Poperinghe, où l'on observe de 550 à 600^{mm}. Remarquons que cette zone, traversée par les eaux paisibles de l'Yser, recouvre une dépression du sol, une sorte de cuvette, où l'altitude ne dépasse pas 7 mètres en moyenne.

Au sud de la Flandre-Occidentale, le terrain se relève et la pluie augmente.

Quittons la plaine maritime et avançons vers l'est. Nous atteignons une courbe de 700^{mm}, qui présente un immense développement : partant de la frontière hollandaise, au nord de Gand, elle se dirige d'abord vers l'ouest, traverse le centre de la Flandre-Occidentale, revient vers l'est pour enserrer le nord du Hainaut et la Flandre-Orientale, puis, après avoir servi de limite entre cette province et le Brabant, elle s'infléchit vers l'ouest et retourne près de son point de départ.

Continuons notre marche vers l'est; nous pénétrons dans la Flandre-Orientale et nous traversons les vallées de la Lys inférieure, de l'Escaut moyen et de la Dendre, où la couche d'eau d'une année est comprise entre 750 et 800^{mm}. C'est la zone la plus humide du bassin de l'Escaut, et elle recouvre un vaste plateau que l'on reconnaît bien sur une carte du relief.

Avant d'atteindre la ligne qui sépare la basse Belgique de la Belgique moyenne, il nous reste à parcourir une vaste étendue de pays comprenant toute la partie du Hainaut appartenant au bassin de l'Escaut, et les provinces de Brabant, d'Anvers, de Limbourg et le nord-est de la Flandre-Orientale : dans toute cette région, à part quelques exceptions, la pluie annuelle varie entre 650 et 700^{mm}.

Abordons maintenant la partie accidentée du pays, en marchant du nord-ouest vers le sud-est, à peu près normalement à la ligne formée par la Sambre et par la Meuse depuis Namur : le régime pluvial ne tarde pas à se modifier complètement. Jusqu'à la limite occidentale du Condroz et de l'Ardenne, la hauteur annuelle d'eau tombée reste, il est vrai, presque partout

inférieure à 800^{mm}; mais bientôt elle croit rapidement pour atteindre les maxima exceptionnels de 1000 à 1300^{mm}.

La courbe de plus grande hauteur de pluie passe sur les sommets les plus élevés de l'Ardenne; et, fait intéressant à constater, sur toute sa longueur la quantité de pluie est en quelque sorte proportionnelle à l'altitude.

Parmi les traits caractéristiques que l'étude détaillée du bassin de la Meuse met en lumière, il en est un plus intéressant et, à première vue, inattendu, sur lequel nous voulons attirer l'attention: c'est l'existence, le long des cours d'eau, de zones de moindre pluie relative. La vallée de la Meuse nous en offre un exemple remarquable. De Namur jusqu'à un peu en aval de Liège, sur une longueur de près de 60 kilomètres, les bords du fleuve reçoivent des quantités d'eau relativement très faibles, inférieures à 700^{mm}. M. Lancaster insiste sur ce fait, et constate qu'il se reproduit non seulement en Belgique, pour d'autres cours d'eau, mais aussi dans l'Europe occidentale.

La conclusion générale à laquelle conduit l'étude de la distribution géographique des pluies en Belgique et qu'elle met le plus vivement en lumière est donc celle-ci: il existe une corrélation très étroite entre la carte pluviométrique et la carte hypsométrique du pays. La première est en quelque sorte le décalque de la seconde, même dans les faits de détails. " Telle est, dans ses traits généraux, conclut M. Lancaster, la répartition géographique des pluies dans notre pays. On peut la considérer comme établie avec un assez grand degré de précision. „

Cette sèche analyse ne donne qu'une idée très imparfaite du travail considérable qu'a dû s'imposer M. Lancaster pour mener son entreprise à bonne fin; elle laisse surtout beaucoup trop dans l'ombre la vraie valeur scientifique de cette œuvre éminemment utile. Nous croyons ne pouvoir mieux montrer l'estime que nous en faisons qu'en insistant sur la conclusion de l'auteur et en essayant de montrer que cette belle carte, image fidèle du passé, représente aussi l'avenir.

II.

“ Pour acquérir une connaissance certaine de la quantité d'eau qui tombe en un lieu donné, et de la valeur moyenne de cette quantité à certaines époques, lisons-nous dans la *Météorologie pratique* du prof. Mohn, il faut réunir de longues séries d'observations; car, de tous les éléments météorologiques, la pluie est

celui qui est le moins assujéti à des règles fixes. La condition paraît évidente : mais elle reste bien vague. Que faut-il entendre par "longues séries d'observations" ? Suffit-il qu'elles embrassent une période de dix ans, de vingt ans ? Devra-t-on les prolonger pendant cinquante ans, pendant un siècle ? Encore, si étendues que soient les séries d'observations, faut-il que la pluie, cet élément si capricieux, soit uniquement soumis à des variations accidentelles qui s'entre-détruisent à la longue, pour qu'on puisse leur appliquer le procédé des moyennes et arriver ainsi à préciser la situation intermédiaire, caractéristique, autour de laquelle le phénomène oscille sous l'influence de mille causes variables. En est-il ainsi ? — Il convient de préciser le problème et d'y regarder de plus près.

D'une façon générale, une série de mesures est *suffisamment longue*, prouve que le phénomène auquel elles se rapportent n'est soumis qu'à des variations accidentelles que le temps efface, comporte par conséquent l'application du procédé des moyennes et peut dès lors fournir des renseignements précis et dignes de confiance, lorsque les résidus suivent correctement la loi des écarts fortuits. On donne le nom de résidus aux différences, positives ou négatives, que l'on obtient en soustrayant chacune des mesures particulières de leur moyenne arithmétique générale. Quand cette épreuve ne réussit pas, si longue que soit la série, on a beau la tourmenter, elle ne livre aucun renseignement sérieux ; tout ce qu'on peut en conclure, c'est qu'elle n'est pas encore assez étendue, ou qu'elle est entachée de quelque erreur systématique, ou bien encore que le phénomène lui-même n'est pas exclusivement soumis à des variations purement accidentelles.

Essayons de déterminer, dans le cas de la pluie, l'étendue d'une série suffisamment longue. Prenons, parmi les tableaux dressés par M. Lancaster, celui où il a réuni toutes les observations pluviométriques faites à l'observatoire de Bruxelles (1), de 1833 à 1890, soit pendant 58 ans. Le *résultat* de ces observations fixe à 731^{mm} la moyenne annuelle de la hauteur de la pluie à Bruxelles. Calculons les résidus, en soustrayant de 731^{mm} chacun des totaux correspondant à chacune des années d'observation, et appliquons-leur la méthode des moindres carrés.

On trouve pour valeur de l'*écart moyen* d'un total annuel isolé $\pm 118^{\text{mm}}$, et pour l'*erreur moyenne du résultat* $\pm 16^{\text{mm}}$.

(1) *La Pluie en Belgique* ; Bruxelles, II, pp. 22 et 23.

En passant de l'écart moyen d'un total isolé à l'écart probable, nous trouvons $\pm 79^{\text{mm}}$. Cela veut dire que, si nous dressons la liste des résidus de la série d'observations que nous étudions, par ordre de grandeur et sans avoir égard aux signes, l'écart probable 79^{mm} devra occuper à très peu près le milieu de la liste : on trouve, en effet, parmi les 58 résidus calculés tantôt, qu'il y en a 31 inférieurs à 79^{mm} et 27 supérieurs : la vérification s'annonce bien, mais nous devons la pousser plus loin.

Calculons les *nombres probables* des écarts compris entre 0 et 80^{mm} , entre 80 et 160^{mm} , entre 160 et 240^{mm} , entre 240 et 320^{mm} , et comparons-les aux *nombres réels* des résidus compris entre les mêmes limites. On trouve pour les *écarts probables*, en nombres ronds :

29, 20, 7, 2.

Les *nombres des résidus* compris respectivement entre les mêmes limites sont

31, 18, 6, 3.

L'accord est satisfaisant : les écarts réels suivent la loi des écarts fortuits : l'application du procédé des moyennes et de la méthode des moindres carrés est légitime. La pluie se manifeste donc ici comme un phénomène soumis uniquement à des variations accidentelles que le temps corrige ; une série de 58 années d'observations est *suffisamment longue* pour réaliser cette correction au point de permettre d'asseoir sur les moyennes des conclusions sérieuses.

Les calculs qui précèdent n'ont été faits qu'en vue de constater ce fait : mais ils nous donnent en même temps l'erreur probable du résultat général : la moyenne annuelle de la hauteur de la pluie à Bruxelles serait

$$731^{\text{mm}} \pm 16.$$

Il est intéressant de vérifier, sur ces observations pluviométriques, ce théorème connu : Lorsque les écarts d'une série de mesures avec leur moyenne arithmétique satisfont à la loi des écarts fortuits, le double du quotient de la moyenne des carrés de ces écarts par le carré de l'écart moyen est un nombre d'autant plus voisin de π que la loi est mieux observée. — Les observations pluviométriques de Bruxelles donnent pour π la valeur 3, 12... Il est curieux de voir sortir d'un pluviomètre une valeur

approchée du rapport de la circonférence au diamètre ; c'est un instrument auquel Archimède n'a certainement pas eu recours.

Nous venons de dire qu'une série de 58 années d'observations est certainement suffisante ; mais est-il nécessaire qu'elle soit prolongée à ce point ?

Reprenons les observations de Bruxelles et arrêtons-les aux 30 premières années. En soumettant cette série partielle aux calculs qui ont porté tantôt sur la série entière, on arrive aux conclusions suivantes : le *résultat*, ou la moyenne annuelle de la hauteur de la pluie à Bruxelles, fourni par ces trente années, est 713^{mm} ; l'*écart moyen* d'une observation est $\pm 108^{\text{mm}}$; et l'*erreur moyenne du résultat* $\pm 20^{\text{mm}}$. Dans ces conditions, l'*écart probable* devient $\pm 73^{\text{mm}}$: on trouve 18 résidus supérieurs à 73^{mm} , et 12 inférieurs, en valeur absolue. Les *nombres probables d'écarts* compris entre 0 et 80^{mm} , entre 80 et 160^{mm} , etc., sont

$$16, \quad 10, \quad 3, \quad 1,$$

et les *nombres des résidus* compris entre les mêmes limites sont

$$14, \quad 12, \quad 3, \quad 1.$$

La loi des écarts fortuits est donc encore une fois assez bien vérifiée : on peut appliquer à une série de 30 ans le procédé des moyennes et se fier aux résultats.

L'examen des observations de Liège, de Namur,.. justifie cette conclusion. Toutefois, pour Namur, les moyennes annuelles extrêmement faibles de 1857 et 1858 doivent être augmentées de 30^{mm} environ pour que les résidus suivent correctement la loi des écarts fortuits.

Ainsi, en 1862, dernière année de la période des observations de Bruxelles que nous venons d'étudier, on pouvait fixer la hauteur moyenne annuelle de la pluie à $713^{\text{mm}} \pm 20$. Les 28 années qui ont suivi ont porté cette moyenne à 731^{mm} et resserré les limites de l'erreur probable entre $\pm 16^{\text{mm}}$. Le *résultat* a donc presque atteint la limite supérieure 733^{mm} que lui assignait le calcul. L'oscillation en sens inverse semble avoir commencé ; il y a lieu d'espérer qu'elle se continuera, et qu'une nouvelle période de 30 ans d'observations rapprochera la moyenne actuelle, 731^{mm} , de sa limite inférieure probable 716^{mm} .

Faisons un dernier pas, et étudions une série d'observations s'étendant seulement à une période de 12 ans. Nous avons choisi celles de M. Terby, à Louvain.

Le *résultat* est 689^{mm} , l'écart moyen d'une observation $\pm 109^{\text{mm}}$, et l'*erreur moyenne du résultat* $\pm 30^{\text{mm}}$. L'*écart probable* devient $\pm 74^{\text{mm}}$: on trouve, dans la série des résidus, 8 écarts supérieurs à 74, et 4 inférieurs ; l'accord devient bien douteux.

Passons aux *nombre probables* d'écarts compris entre 0 et 80^{mm} , entre 80 et 160^{mm} , etc. : on trouve, en nombres ronds,

$$7, \quad 4, \quad 1, \quad 0;$$

les *nombre des résidus* correspondants sont

$$4, \quad 7, \quad 1, \quad 0;$$

ils ne suivent pas la loi des écarts fortuits : on ne peut se fier au résultat 689^{mm} , ni à la correction $\pm 30^{\text{mm}}$; la série est manifestement trop courte. Le pluviomètre de M. Terby donnerait pour valeur de π le nombre 2, 4.. ; le temps lui a manqué pour être plus habile.

On comprendrait mal la portée de ces remarques si on en concluait que des séries d'observations dont la période est égale ou inférieure à 12 ans ne pouvaient fournir à M. Lancaster des éléments sérieux pour son travail. Sans doute, *chacune* de ces séries, prise *isolément*, ne peut fournir, sur la *station particulière* à laquelle elle se rapporte, des renseignements *définitifs*. Mais ce n'est pas ce travail de détail qu'a entrepris M. Lancaster : c'est un travail d'ensemble, où toutes les observations concourent à la fois, et où les témoignages insuffisants des stations secondaires, contrôlés et complétés par les témoignages circonstanciés des stations primaires voisines, prennent un sens net et suffisamment précis. Sans doute, les observations de Louvain, par exemple, ne permettent pas de fixer avec certitude la hauteur moyenne annuelle de la pluie que reçoit cette station ; mais elles peuvent très bien concourir avec celles de Bruxelles, de Malines, etc., à établir que ces villes se trouvent dans une zone qui reçoit en moyenne 700^{mm} d'eau. Les deux problèmes sont parfaitement distincts : c'est le second seul qu'aborde M. Lancaster, et nous croyons qu'il l'a résolu. Nous pensons avec lui que les observations futures ne feront pas subir aux zones pluviométriques de changements considérables dans leurs traits principaux. En

particulier, la corrélation très étroite qui existe entre la carte pluviométrique et la carte hypsométrique du pays est un point définitivement acquis.

Peut-être eût-il paru beaucoup moins net et fût-il resté voilé par les anomalies locales, si l'auteur avait eu à sa disposition, pour toutes les stations, des séries d'observations comparables ou supérieures à celle de Bruxelles. Il n'est pas rare qu'un ensemble de mesures médiocres rende, au début d'une recherche scientifique, des services que n'auraient point rendus des mesures plus parfaites. Galilée eût-il découvert l'isochronisme des oscillations du pendule, en étudiant des oscillations dont l'amplitude était voisine de 180° , s'il avait eu à sa disposition un moyen correct de mesurer le temps; et Képler eût-il tiré les lois qui régissent le mouvement des planètes des observations de Tycho-Brahé, si ces observations avaient atteint le mouvement troublé de Mars?

D'ailleurs, nous l'avons dit, M. Lancaster s'est bien gardé d'accorder aux observations *isolées* des différentes stations du réseau climatologique une importance exagérée. " Les hauteurs moyennes de pluie, dit-il, même pour des périodes d'assez longue durée, n'ont... de signification précise que lorsqu'elles se trouvent placées en regard des valeurs correspondantes pour des stations voisines, dont on connaît d'une manière certaine les hauteurs normales. La Belgique ayant l'avantage de présenter peu de développement en étendue, et Bruxelles, la station pour laquelle nous possédons la plus longue série d'observations, occupant à très peu près le centre du pays, ces comparaisons offrent un assez grand degré d'exactitude. „ C'est sur ces comparaisons que M. Lancaster a très sagement appuyé tout son travail; et il a réussi, répétons-le, à faire œuvre vraiment scientifique, durable et éminemment utile.

Il reste maintenant à descendre aux détails, à poursuivre et à atteindre le phénomène troublé dans son ensemble par mille accidents particuliers à chaque station : la présence d'une forêt, l'orientation d'une chaîne de collines, le voisinage d'une grande industrie, etc., etc. Pour cela, il faut multiplier les stations, et y prolonger assez les observations pour arriver à des déterminations isolées précises, se suffisant à elles-mêmes, qui manifesteront l'influence de ces causes secondaires et feront reconnaître l'existence et l'importance de ces anomalies locales avec lesquelles l'hydrologie et la météorologie appliquée à l'agriculture, à l'industrie, à l'hygiène doivent évidemment compter.

En terminant, nous emprunterons à une circulaire émanée de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, quelques renseignements relatifs à la seconde partie du travail de M. Lancaster.

“ Elle comprendra, d'après les prévisions, outre un grand nombre de tableaux supplémentaires variés (répartition des pluies par saisons, variabilité des pluies, périodes de sécheresse et d'humidité, maxima des pluies d'orage, etc.) et la discussion des renseignements qu'ils fournissent, un certain nombre de cartes à l'échelle du 800 000^e, donnant, sur un canevas analogue à celui de la carte pluviométrique proprement dite, le tracé des chutes pluviales moyennes pendant les saisons chaude et froide, les courbes des maxima et des minima annuels, etc. L'ouvrage se terminera par l'exposé des observations pluviométriques faites, jour par jour, à Bruxelles, de 1833 à 1892...

„ On adjoindra à la publication, si c'est possible, un tracé du *relief du sol* de la Belgique et une carte des *zones de perméabilité* des terrains superficiels... : ces dernières cartes seront fournies par des collaborateurs géologues.

„ L'œuvre complète constituera donc un véritable *monument scientifique*, sans rival dans son genre, présentant une utilité pratique étendue et immédiate, donnant les principaux éléments des grandes questions intéressant à un si haut degré les populations et les pouvoirs publics. „

Nous souhaitons la prompte et complète réalisation d'une entreprise si brillamment commencée.

J. THIRION, S. J.

BIBLIOGRAPHIE

I.

TRAITÉ DE PHYSIOLOGIE HUMAINE, par le Dr J. GAD, professeur à l'université de Berlin, et le Dr J.-F. HEYMANS, professeur à l'université de Gand. Traduit de l'allemand par les auteurs et le Dr E. MASOIN, professeur à l'université de Louvain.— Louvain, Uytspruyt-Dieudonné; Paris, Octave Doin. 1895.

Voici un traité de physiologie qui ne ressemble pas aux autres manuels qu'on trouve ordinairement entre les mains des élèves de médecine. C'est un grand in-8° découpé en carré à la façon d'un in-4°. La table des chapitres est un modèle de concision. Elle n'occupe pas une page, et nous pourrions la donner en entier sans allonger sensiblement notre compte rendu. Pas une note au bas des pages, pas une citation d'auteur; dans le corps même de l'ouvrage, à peine de loin en loin le nom d'un physiologiste. Le texte court d'une traite. Douze fois seulement, dans un ouvrage de 500 pages, on est averti qu'on passe d'un sujet à un autre, et cela par des titres aussi peu définis que ceux-ci : *Tissu musculaire*; *Mouvements du corps*; *Tissu nerveux*, etc. Les titres courants seuls varient au haut des pages; mais qui songe à consulter les titres courants en dehors des dictionnaires?

Le caractère intrinsèque du livre est en parfaite harmonie avec l'aspect extérieur, tel que nous venons de le décrire. Si tout paraît si dense et si compact, c'est que le traité lui-même est plein d'unité et de cohésion. L'enseignement physiologique n'y

est pas morcelé en fragments disjoints, incapables souvent de s'adapter les uns aux autres. C'est un tout où chacune des parties continue naturellement les autres, sans lacune et à peu près sans ligne de démarcation.

L'unité qui relie ainsi les parties d'un même traité est facile à réaliser dans les sciences de pur raisonnement, et aussi dans certaines sciences d'observation qui, comme la physique, sont capables de rattacher les faits à quelques lois générales bien démontrées. Mais en physiologie, les faits ne se groupent pas aussi aisément sous des principes primordiaux, et il n'est pas toujours possible d'assigner aux phénomènes des causes certaines. Signaler toutes les hypothèses énoncées par les physiologistes, c'est excellent dans un livre à consulter, mais il faut alors des volumes; un traité d'une telle étendue ne serait pas de nature à plaire à un lecteur qui veut s'initier à la physiologie, ou à un étudiant qui, dans un espace de temps restreint, doit mener de front plusieurs sciences et a trop de peine à s'assimiler le nécessaire pour songer à absorber du superflu.

Il faut donc savoir se borner, s'attacher aux phénomènes essentiels, en montrer l'enchaînement et les expliquer par les hypothèses les plus probables, à défaut de raisons certaines.

Le péril git ici dans l'émulation, d'ailleurs bien légitime, des professeurs d'universités. Que les professeurs luttent entre eux à qui en saura le plus, rien de mieux; la science ne peut qu'y gagner. Mais la tentation vient bien naturellement au maître de communiquer chaque année aux étudiants son supplément de science, et c'est ainsi que, malgré la stabilité des programmes officiels, les cours s'étendent de plus en plus. Les *notions* deviennent des *éléments*, les *éléments* des *traités*, et les *traités* des *encyclopédies*.

Nous sommes heureux de voir que trois professeurs d'universités différentes, le D^r Gad de Berlin, le D^r Heymans de Gand et le D^r Masoin de Louvain n'ont pas cédé à cette tendance.

Dans le traité de physiologie humaine qu'ils viennent de publier, ils ont eu moins souci de leur réputation de savants, suffisamment établie sans doute, que de l'intérêt de leurs élèves. Ils ont élagué de l'ouvrage tout ce qui était pure érudition, et se sont astreints à ce qui était absolument requis pour expliquer le mécanisme des fonctions de la vie végétative et de la vie sensitive.

Mais s'ils ont écarté les hypothèses non consacrées par l'expérience et destinées à disparaître aussi vite qu'elles ont été

écloses, ils ont pris grand soin, autant que les progrès de la physiologie le permettent, de ne laisser aucun vide, aucune lacune dans l'interprétation rationnelle des différentes opérations qui constituent les fonctions. Là où il leur est loisible, ils font appel à toutes les données de la physique et de la chimie, et vont même parfois jusqu'à invoquer le calcul différentiel : témoin ce qui a rapport à l'écoulement des liquides, aux transformations chimiques opérées dans les fonctions végétatives, à la marche des rayons dans l'œil, à la nature du son. Si j'avais un reproche à faire, je critiquerais plutôt l'excès que le défaut. J'aurais écourté, par exemple, les longs développements donnés à la formation des images dans l'œil. Les spécialistes en pourront tirer profit, mais l'étudiant peut se borner à connaître les conclusions tirées des lois de la physique. J'aurais moins insisté également sur les propriétés électriques des muscles et des nerfs. Il fut un temps où l'on espérait identifier les phénomènes nerveux et musculaires avec les phénomènes électriques ; cet espoir a été déçu comme dans une infinité d'autres occasions où l'on a tenté de soumettre les phénomènes vitaux aux lois physico-chimiques. Beaucoup de propriétés électriques des tissus vivants n'ont plus actuellement qu'une importance tout à fait secondaire, et usurpent dans les manuels une place qui ne leur convient pas.

Si je voulais signaler tout ce que je trouve à approuver dans ce nouveau traité, je devrais refaire ici tout un cours de physiologie. Je préfère donc renvoyer le lecteur au traité lui-même ; il y apprendra, chose très difficile en physiologie, à ne pas être sceptique et en même temps à ne pas être le jouet des hypothèses hasardées qui ont souvent, sur ces confins entre la matière et l'esprit, un point de départ étranger à la science elle-même. Qu'il lise, par exemple, les pages consacrées aux actions psychiques et aux localisations cérébrales, et il pourra juger si les auteurs cèdent à des scrupules exagérés ou si, d'autre part, ils se laissent emporter à une confiance trop aveugle.

Nous ne trouvons cependant pas tout parfait dans ce livre. Nous avons loué l'unité et la suite qui y régnet. Il est cependant dur pour un lecteur de s'embarquer dans un chapitre de quarante, cinquante, quatre-vingts pages sans avoir quelque port où il puisse faire escale. L'étudiant, lui aussi, est rebuté d'avoir à apprendre une si longue série d'alinéas sans pouvoir reprendre haleine.

Les auteurs, nous l'avons dit, ont cru remédier à cet incon-

vénient par des titres courants au haut des pages; mais ces titres ne frappent guère l'attention. et, de plus, il faut déjà quelque étude pour savoir exactement à quel alinéa de la page ils se rapportent.

Si les auteurs ont craint de morceler leur explication par des titres placés en tête des alinéas, ils auraient pu recourir au système des manchettes si usité autrefois et encore employé récemment par Ranvier dans son traité d'histologie.

Les figures sont rares, trop rares. Les instruments les plus essentiels, le tambour enregistreur, le sphygmographe, l'ophtalmoscope, par exemple, ne sont pas représentés du tout ou n'ont que l'honneur d'un schéma trop réduit. Les traducteurs auraient dû, dans l'édition française, faire graver à nouveau quelques-unes des figures, si simples d'ailleurs, de l'original allemand. Les *kette*, les *bussole* ne font pas l'affaire du lecteur français. Le texte lui-même se ressent de ce défaut. La *boussole*, par exemple, ne dit pas la même chose dans notre langue que le *galvanomètre*. Les éditeurs l'ont bien senti. Dans la table des matières, ils appellent galvanomètre l'instrument désigné dans le texte sous le nom de boussole.

Nous pourrions signaler quelques inexactitudes, comme l'emmagasinement de la *force* (p. 2) au lieu de l'emmagasinement de l'*énergie*. Les grandes Calories mériteraient un grand C. On s'en tient encore à l'opinion de Hutchinson sur le type thoracique de la respiration chez la femme : Marey, en recourant à de nouveaux procédés plus exacts, n'a pas vu de distinction entre les sexes.

Mais il est quelque chose de plus grave et que l'on s'explique moins. C'est la suppression, dans un ouvrage destiné aux étudiants en médecine, de tout le chapitre de la reproduction. Le professeur d'embryologie, il est vrai, doit s'occuper de cette fonction, mais on sait qu'il est fort exposé à négliger les parents pour porter tous ses soins sur l'enfant.

Peut-être a-t-on espéré faire adopter l'ouvrage dans des établissements d'instruction secondaire. Mais il est bien trop savant pour s'accommoder à ce niveau inférieur, et nous ne désespérons pas de voir combler cette lacune.

G. H.

II.

L'ANNÉE CARTOGRAPHIQUE. SUPPLÉMENT ANNUEL A TOUTES LES PUBLICATIONS DE GÉOGRAPHIE ET DE CARTOGRAPHIE, dressé et rédigé sous la direction de F. SCHRADER. Quatrième supplément, contenant les modifications géographiques et politiques de l'année 1893. — Deux feuilles de cartes avec explications au dos. — Paris, Hachette, 1894, in-f^o.

Les suppléments des années précédentes comportaient trois cartes ; pour 1893 nous n'en avons que deux. Les explorations américaines sont restées si stationnaires cette année-là, que M. Schrader a supprimé la planche relative à l'Amérique. Il se borne à rejeter dans un coin de la feuille consacrée à l'Asie une réduction au 7 500 000^e de la carte au 1 000 000^e de l'État de Minas Geraes (Brésil) publiée par M. J. Chrockatt de Sá. Cette carte est une intéressante compilation et forme le meilleur fonds à consulter sur cet état du Brésil, qui confine à celui de Rio de Janeiro.

La feuille d'Asie comprend trois cartons. Le plus grand, au 10 000 000^e, nous donne les itinéraires des dernières explorations au Tibet, en Mongolie et en Chine ; les deux petits sont consacrés aux rapides du Mékong (1 000 000^e), et au voyage du Dr Yersin en Cochinchine et au Bas-Annam. Les notices annexées à cette planche sont intéressantes.

M. E. Giffault s'occupe des explorations en Indo-Chine. D'après le Dr Yersin, les hypothèses émises par les premiers explorateurs sont inexactes : les sources du fleuve cochinchinois le *Don Nai* se trouvent à la hauteur du 12° lat. N. Le voyageur est aussi convaincu de la facilité de construction d'une route reliant Saïgon à Pan Tiet et Nha-Trang. La région à traverser est habitée, cultivée, et partout de faible altitude.

M. Schrader nous donne le croquis comparé des rapides du *Mékong*, d'après Francis Garnier (1866), et d'après les dernières explorations. On sait qu'en 1866 le commandant Doudart de Lagrée, secondé par le lieutenant de vaisseau Francis Garnier, s'efforça de remonter le Mékong, alors presque inconnu, et qu'il vint se buter contre les chutes infranchissables de *Khong*. Vingt ans d'efforts n'ont pas réussi à établir la navigabilité du grand fleuve indo-chinois, qui pourrait constituer une merveilleuse voie de navigation depuis Stung-Trenj jusqu'à Louang-Prabang. En 1893, on a fait une nouvelle tentative. Pour écarter la difficulté,

on a opéré un transbordement dans l'île de *Khône*. Les canonniers démontés ont été transportés sur un petit chemin de fer jusqu'au poste nord de l'île, où elles ont été mises à flot. L'obstacle est tourné, mais non vaincu : néanmoins on semble assuré de trouver le chenal qui livrera passage aux canonniers d'un faible tirant d'eau.

Une substantielle étude est consacrée par M. D. Aïtoff aux voyages du capitaine Bower (Anglais), de M. et de M^{me} Littledale (Anglais), de M. Obroutcheff (Russe), et surtout de M. W. Woodville Rockhill (Américain). Ce dernier s'est illustré par une des explorations les plus remarquables qui aient été faites de longtemps au Tibet (1). Les données fournies par ces itinéraires sont seules portées sur la carte, qu'on a laissée intentionnellement incomplète.

Nous puisons dans la notice de M. Aïtoff quelques renseignements intéressants.

Les voyageurs donnent le nom d'*Altyn Tagh* (montagnes d'or) à la chaîne qui court à une centaine de kilomètres au sud du *Lob Nor*. D'après les renseignements recueillis par M. Bogdanovitch, géologue de l'expédition du général Pevtsoff, le nom véritable de ces masses est *Astyn Tagh* (montagnes antérieures). Au nord de ces bastions et au sud de la ville de *Sa-tchéou* (* 92° 30' long. E. de P., et * 40° lat. N.) se trouvent de nombreuses cavernes bouddhistes. Deux énormes images taillées dans le roc et représentant Bouddha sont hautes de 42 mètres environ !

Une longue chaîne sans appellation générale chez les indigènes et baptisée, par M. Obroutcheff, du nom de l'explorateur allemand baron de Richthofen, court entre les chaînons du *Nan-Chan* au nord-est et les crêtes de *Ta-Sué-Chan*, *Yé-Ma-Khou* et *Humbolt*, qu'on coupe successivement en marchant vers le sud-ouest.

D'après le général Prjevalsky, dont l'itinéraire date d'une dizaine d'années, c'est en ce point et au sud de la chaîne Humbolt que se soude la chaîne *Ritter*, et se trouve l'extrémité orientale de la haute plaine de *Syrtyn*, comprise entre ces deux masses. C'était une simple hypothèse, car l'explorateur avait passé cent kilomètres plus à l'ouest. Les observations précises et sur place de M. Obroutcheff donnent ces beaux résultats : suppression du

(1) On doit à M. Rockhill un récit de voyage dans la partie orientale du Tibet : *The Land of the Lamas* (voir cette même *Revue*, juillet 1893, pp. 246 et suiv.). Il a publié aussi *Diary of a Journey through Mongolia and Tibet in 1891 and 1892*, dont il est rendu compte dans la présente livraison. Ses travaux font autorité en la matière.

nœud présumé qui reliait les chaînes Ritter et Humbolt ; prolongement vers l'est-sud-est de la plaine de Syrtyu, bien au delà de l'endroit pressenti par l'illustre Prjevalsky ; enfin découverte dans le *Tsaïdam septentrional*, à l'ouest du *Koukou-Nor*, de trois nouveaux lacs de dimensions considérables : le *Khara-Nor*, le *Boro-Nor* et le *Tsagan-Nor*.

Puisque nous parlons de lacs, signalons dans le Tibet occidental, à l'est de *Leh*, deux lacs visités par le capitaine Bower : le lac *Arou*, inconnu jusqu'ici, et plus à l'ouest le *Horpa-Tcho*, le lac le plus élevé de cette région et probablement du monde entier : il est à l'altitude de 5465 mètres.

Parmi les localités où passe l'itinéraire de M. Rockhill, nous trouvons, en Chine, *Ho-Ko (Dongéi)*, importante par ses mines de soude et probablement identique au *Tenduc* de Marco-Polo, et *Ning-Hsia-Fou*, qui se relève à peine de ses ruines : c'est l'*Irgekotoun* des Mongols, l'*Egrigai* de Marco-Polo.

M. Rockhill fait connaître les appellations indigènes des chaînes auxquelles Prjevalsky a donné des noms de célébrités géographiques. Ainsi la chaîne *Christophe-Colomb* (appelée sur certaines cartes françaises et allemandes chaîne *Koloumba*, qui est la transcription du génitif du mot *Koloumb*, nom russe de Colomb), et la partie occidentale de la chaîne *Marco-Polo* seraient désignées par les Mongols sous le nom général de *Kobtché-Oula*. Mais M. Rockhill n'a vu toutes ces cimes que de loin ; si son opinion se confirme, on devra introduire dans la nomenclature cartographique ces noms indigènes et significatifs.

La chaîne du *Dang-La* (33° lat. N., 88° à 95° long. E. de P.) joue un rôle très considérable dans le régime atmosphérique du *Tibet* et du *Tsaïdam*. D'une altitude moyenne de 6000 mètres, elle arrête sur leur passage les nuages chargés de vapeurs que pousse le vent du sud-ouest. D'où aridité du pays au nord de ces formidables bastions, et au sud pluie, neige ou grêle presque continuelles pendant six mois de l'année.

La haute chaîne qui continue le *Dang-La* à l'est et qui passe au sud du *Fleuve jaune* joue le même rôle.

Le *Tsatcha-Tsangbo-Tchou*, affluent oriental du *Yirna-Tso*, est le *Zacha Sangpo* des cartes anglaises, mais il faut le reporter de 51' au sud.

M. Rockhill croit que le *Tchang-Tang-Tchou* est la source la plus occidentale de la haute *Djyama-Nou-Tchou (Salouen ?)*.

Au sud de la chaîne du *Dang-La* et à l'est du 90° long. E. de P., se trouve, en plein Tibet, le territoire chinois de *Djyade*, long de

300 et large de 60 kilomètres. * Cet îlot, dit M. Aïtoff, chinois sinon par sa population, du moins par son gouvernement, dépendant de l'amban chinois résidant à Lhassa, n'avait jamais été indiqué comme tel sur nos cartes. „

Autant la notice consacrée aux explorations asiatiques est riche en renseignements géographiques, autant est pauvre le travail de M. Marius Chesneau relatif au continent africain. Il y a une raison à la chose. L'Afrique a été le théâtre d'expéditions trop nombreuses pour en donner le détail, et l'on connaît généralement la littérature où sont consignés leurs résultats.

Mais ne serait-il pas utile alors, au lieu de se borner à faire une liste des diverses explorations, de donner en même temps une bibliographie où le lecteur puisse trouver les éléments d'une étude?

La feuille d'Afrique compte cinq cartons: quatre sont consacrés à l'Afrique française. — la part du lion, comme on voit, — le cinquième à l'Afrique orientale allemande : itinéraire du Dr O. Baumann entre la côte et les lacs Victoria et Tanganyika au 6 000 000^e; — l'île de Madagascar au 5 000 000^e; — le Dahomey au 2 500 000^e; — itinéraire de la mission Monteil entre Ségou-Sikoro et Koukoua au 10 000 000^e; — enfin itinéraire de la mission C. Maistre entre l'Ubanghi, le Chari et la Bénoué au 7 500 000^e.

F. VAN ORTROY,
Capitaine de cavalerie.

III.

DIARY OF A JOURNEY THROUGH MONGOLIA AND TIBET IN 1891 AND 1892, by WILLIAM WOODVILLE ROCKHILL, Gold Medalist of the Royal Geographical Society. — City of Washington, published by the Smithsonian Institution, 1894. — In-8°, pp. xx-413, avec une carte, vingt-huit planches hors texte et treize illustrations dans le texte.

Nous possédons assez peu d'informations sur le Tibet et la Mongolie pour qu'on accueille avec faveur les récits des voyageurs qui pénètrent dans les contrées si difficiles à explorer de l'Asie centrale. C'est au xiv^e siècle que remonte la première relation de voyage dans ces contrées : elle est due au célèbre

franciscain Odoric de Pordenone. Deux siècles plus tard, les jésuites pénètrent au Tibet, et Andrada, Grüber et Freyre ont fourni quelques détails sur leurs missions et les pays qu'ils ont traversés.

Au siècle dernier, le Hollandais van de Putte et les Anglais Boyle, Turner pénètrent assez avant dans les régions mongole et tibétaine. Mais c'est au XIX^e siècle que les explorations ont été et les plus nombreuses et les plus fructueuses pour la science. Manning, Hue et Gabet donnent le branle. Pourtant ce n'étaient pas encore des explorations scientifiques au sens strict du mot. Celles-ci n'ont guère commencé qu'avec MM. Prjevalsky, Cooper, Bonvalot et Bower.

Un voyageur américain, M. William Woodville Rockhill, a repris naguère le chemin de la Mongolie et du Tibet. Le 1^{er} décembre 1891, il quittait Peking pour arriver le 5 octobre 1892 à Shanghai. Les principales étapes de ce long voyage furent Kalgan, Kuei-hua, Ninghsia, Lan-chou, le lac Koko Nor, le district de T'Saidam, Chamdo, Batang, Tachien-lu et Chungking.

M. William Woodville Rockhill vient de publier son journal de voyage : c'est l'ouvrage que nous présentons au lecteur. Au jour le jour, il raconte ses aventures, décrit les pays qu'il traverse, recueille tous les éléments d'informations sur les habitants, leurs usages, leur religion. Géographie, physique, hydrographie, orographie, botanique, ethnographie, linguistique, tout attire l'attention du voyageur. Aussi son livre sera-t-il consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent au Tibet à un point de vue quelconque. Il est, en particulier, d'un grand intérêt pour la Belgique, qui possède en Mongolie une mission dirigée par la congrégation de Scheut. M. Rockhill a rencontré sur sa route plusieurs missionnaires belges et donne de curieux détails sur leurs travaux. Pour ceux qui ont à cœur l'étude du bouddhisme, tel qu'il est aujourd'hui pratiqué dans les célèbres lamaseries du Tibet, le livre de M. Rockhill est une mine inépuisable de renseignements.

Malgré sa forme assez peu attrayante de journal, le travail de M. Rockhill se lit avec beaucoup de plaisir. Puis, c'est le journal d'un homme parfaitement informé, qui connaît à fond les publications relatives aux régions qu'il parcourt et aux populations qu'il rencontre. Aussi ne néglige-t-il aucune occasion de contrôler et de rectifier les assertions de ses devanciers. M. Rockhill avait fait un premier voyage en 1889. A peine de retour, il prépara une nouvelle expédition. D'avance le voya-

geur savait donc les points qu'il y avait à éclaircir, les questions encore pendantes qu'il s'agissait d'éclaircir.

Nous devons une mention spéciale aux illustrations qui ornent ce volume. Elles sont très heureusement choisies, toutes reproduisent des photographies ou des dessins pris par l'auteur. On retrouve dans les gravures l'universalité d'intérêt que nous avons signalée pour le texte. Il y a des paysages, des reproductions de temples, des photographies d'indigènes, et surtout de nombreux dessins relatifs à la vie domestique : vaisselle, habillements, engins, armes. Une excellente carte à grande échelle permet de suivre pas à pas le voyageur dans sa longue pérégrination.

Plusieurs appendices terminent le volume : ce sont deux vocabulaires, l'un de l'idiome *Salar*, l'autre du *San-Ch'uan Tu-jen*, puis une liste de plantes du Tibet et enfin une table des latitudes et des altitudes. Un excellent index alphabétique, nécessaire du reste dans un ouvrage de ce genre, permet de retrouver aisément tous les détails que l'on cherche.

Le voyage de M. Rockhill fut entrepris partiellement sous les auspices de la célèbre *Smithsonian Institution* des États-Unis, et son Journal a été édité aux frais de cette Société à laquelle la science est redevable de tant et de si utiles publications.

J. V. D. G.

IV.

LE PÉTROLE, L'ASPHALTE ET LE BITUME AU POINT DE VUE GÉOLOGIQUE, par A. JACCARD, professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel. — In-8°, cartonné-toile de XII-292 pp., 30 fig. dans le texte. — 1895, Paris. Alcan.

Ce livre est moins un livre qu'un dossier, mais un dossier très documenté et très complet. C'est d'ailleurs une publication posthume. L'auteur est mort subitement en janvier dernier, au retour de sa première leçon de géologie en 1895. Partisan très convaincu de la théorie des causes actuelles, il a composé son travail en vue de prouver l'origine exclusivement sédimentaire et organique de l'asphalte, du bitume, et en général de tous les composés d'hydrogène carboné provenant des entrailles du sol.

J'ai dit que ce livre est un *dossier*, et un dossier très documenté. Après un historique des découvertes et exploitations des bitumes, asphaltes, huiles minérales, dans l'antiquité et les temps modernes, suivi d'un exposé de l'origine et de la formation des terrains et des roches sédimentaires dans lesquels les fossiles végétaux et animaux ont été, dans certains cas, conservés " à l'état de substances organiques, houille, bitume, etc. ", l'auteur donne, en grands détails, l'analyse des diverses théories antérieures à la sienne. Celles-ci, bien que différant toutes plus ou moins entre elles, peuvent se ramener à trois groupes : origine *chimique*, origine *organique et chimique*, origine exclusivement *organique*, soit végétale, soit animale.

Les noms des savants les plus justement célèbres en notre siècle figurent dans cet exposé. Les uns expliquent la formation des hydrocarbures de l'intérieur du sol, soit par émanation et éruption à la suite de dislocations de l'écorce terrestre, ou bien par imprégnations hydro-minérales : tels MM. Daubrée, Boussingault, Berthelot, Coquand. D'autres leur attribuent une origine volcanique : citons parmi eux MM. de Humboldt, Lartet, Fuchs, de Lapparent, de Launay. M. Jaccard les range tous parmi les partisans de l'origine chimique.

Quelques auteurs, moins nombreux et de moindre notoriété, voient dans les matières bitumineuses des dérivés par distillation du charbon minéral. Ce sont les tenants de l'origine organique et chimique.

Des partisans de l'origine exclusivement organique, quelques-uns, comme Léopold de Buch et, plus récemment, M. Léon Lesquereux, tiennent pour une origine végétale, d'autres pour une origine animale. Mais notre auteur revendique pour l'origine organique, malgré leurs conclusions contraires, MM. Daubrée, Lartet, Coquand, estimant que "leurs travaux peuvent être considérés comme des démonstrations de la plus grande valeur en faveur des théories qu'ils combattent".

L'examen critique des nombreuses hypothèses, théories et expériences de laboratoire analysées, complète ce que l'on peut considérer comme le premier groupe des *pièces du dossier*. Le second comprend l'étude particulière de gisements : asphaltiques et bitumineux, de schistes bitumineux, pétrolifères et bitumineux, gaz naturels combustibles. La Suisse, le Jura, les Vosges, l'Auvergne, les Causses, le Hanovre, la Sicile, la Galicie, la Moldavie, le Caucase, la région Caspienne, la Judée (mer Morte) et, en Amérique, la Pensylvanie, l'Ohio, la Caroline du Nord,

l'Utah, le Canada, Cuba, La Havane, d'autres régions encore, contiennent de ces gisements, ceux-ci plus ou moins utilement exploitables, ceux-là intéressants au point de vue scientifique seulement. Tous sont décrits avec un soin extrême et 27 figures dans le texte à l'appui.

A la collection des documents utiles à l'instruction de la cause, dont l'énumération précède, succède la *plaidoirie*, si toutefois l'on peut donner ce nom à un ensemble de considérations par lesquelles l'auteur se pique d'établir une démonstration rigoureuse de sa théorie. D'observations sur les formations calcaires, argileuses, sableuses, et sur les modes de fossilisation spéciaux à chacune d'elles, il conclut à la " bituminisation „ des fossiles animaux et végétaux, et en étudie ensuite les causes : causes générales comme la durée (à l'exclusion de la pression) et, dans certains cas, quelque élévation de température; causes particulières : conditions " géophysiques „ (qu'on pourrait appeler *hydro-géographiques*) : évaporation des eaux marines avec la concentration et la sursaturation qui en résultent; dans les bassins lacustres, alternatives répétées d'émersion et d'immersion. Finalement l'auteur constate, à la suite de ses développements, que les pétroles sont plutôt associés aux roches sableuses, aux grès, aux schistes, et les bitumes visqueux et solides aux roches calcaires. Il conclut que tous les faits relatifs aux hydrocarbures naturels s'expliquent sans difficulté dans l'hypothèse de leur origine organique, et que cette hypothèse " se transforme en un système complet dont la valeur s'impose „; que tout devient au contraire obscur, inexplicable, " dans l'hypothèse de la formation des hydrocarbures dans les profondeurs du globe, sous l'influence d'une température élevée et d'une pression considérable „.

Sans prendre parti dans la question, l'on doit toutefois remarquer que, d'après feu Aug. Jaccard, la recherche du pétrole aurait été livrée au hasard tant qu'on s'est appuyé sur les idées théoriques de l'origine éruptive; tandis que d'après la théorie de l'origine organique, les bassins pétrolifères étant assimilés aux bassins houillers, " avec lesquels ils présentent les plus grands rapports d'origine et de dispositions stratigraphiques „, les principes applicables à la recherche de la houille peuvent servir de base assurée à celle du pétrole.

L'auteur considère les gisements pétrolifères actuellement exploités, notamment en Pensylvanie, comme devant être épuisés dans un temps relativement proche. C'est, suivant lui, dans

l'Europe orientale, c'est-à-dire en Russie, dans l'Asie et les îles de l'Australie que se rencontrent d'immenses gisements constituant la réserve de l'avenir.

JEAN D'ESTIENNE.

V.

RECHERCHES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES INSECTES DES TEMPS PRIMAIRES, précédées d'une étude sur la nervation des ailes des insectes, par CH. BRONGNIART. — Deux vol. in-4° avec texte de 494 pp. et 1 atlas de 37 pl. — Saint-Etienne, 1893.

Après avoir étudié minutieusement le mémoire de M. Charles Brongniart, je vais essayer de l'analyser et de faire connaître quels sont les desiderata de la paléontologie actuelle.

Le relevé historique est rédigé avec beaucoup de clarté et de précision. Il s'y trouve des renseignements très intéressants, et on constate que l'auteur a examiné sérieusement les névroptères, les orthoptères, les thysanoures et les hémiptères homoptères des temps houillers.

Cependant, il est prudent de ne pas admettre momentanément quelques-unes des opinions émises par mon ami M. Brongniart, au sujet d'espèces décrites antérieurement par M. S.H. Scudder. L'index bibliographique, où se trouvent catalogués 332 travaux, rendra de grands services à ceux qui s'occupent des êtres de ces antiques époques.

Arrivons maintenant à la deuxième partie de l'ouvrage, où l'auteur traite de la nervation des ailes des insectes.

Il signale le travail du Dr P. C. Amans et fait remarquer, avec raison, que cet écrivain s'est efforcé d'unifier la nomenclature des nervures alaires des différents ordres d'articulés, et il nous suggère un instant quelques idées de philosophie entomologique.

Hagen et Adolph se sont aussi prononcés en faveur de la simplification des termes devant désigner les nervures, et un éminent entomologiste autrichien, M. Redtenbacher, a publié des observations très minutieuses et entièrement inédites sur cette importante question. M. Brongniart résume les recherches de ce naturaliste, tout en critiquant sa conclusion générale qui ne se trouve pas confirmée par l'examen de nombreux restes d'insectes fossiles.

M. Redtenbacher avait écrit que les ailes très amples étaient parcourues de beaucoup de nervures, et qu'une disposition contraire se montrait dans le même réseau des petites espèces. On doit cependant faire remarquer que les orthoptères, les névroptères, les homoptères et les fulgorides ont les ailes avec plus de nervures que les autres ordres d'articulés. Comme le dit très justement M. Brongniart, on ne doit pas généraliser trop vite à ce sujet, et il est indispensable de connaître préalablement beaucoup mieux la paléontologie avant de formuler une loi sur le développement des nervures.

L'auteur ne sort pas du domaine de la classification proprement dite pour tâcher de parcourir celui de la philosophie zoologique, et nous dire ce qu'il pense de la nervation des ailes d'autres insectes comme celle des Proctotrupides, Chalcidites, Cécidomydes, et Psychodides, pour ne citer que certains groupes particulièrement curieux à étudier. C'est ici qu'il aurait pu nous donner des renseignements sur la morphologie et la phylogénie des ailes chez les *heterometabola* et les *metabola*. M. Brongniart n'examine pas non plus les rapports qui peuvent exister entre les connaissances paléontologiques et embryogéniques actuelles. Avec les immenses matériaux qu'il a eus à sa disposition, il aurait pu faire l'esquisse de l'évolution probable des insectes de l'époque primaire. Il indique les travaux qui ont été entrepris sur la formation alaire. Arnold Lang écrit avec raison " que le problème de l'origine phylogénétique est des plus complexes et loin d'être résolu .. Il me semble prudent de ne pas se prononcer aussi catégoriquement que Lang, lorsqu'il signale qu'on peut difficilement homologuer les ailes des insectes à certains organes, comme les branchies et les expansions dorsales des vers et des crustacés. C'est encore l'embryogénie comparée qui peut nous éclairer sur la question de l'origine des ailes. En ce qui concerne la plicature de ces organes, M. Redtenbacher croit que chez les premiers insectes ils étaient pliés en forme d'éventail. Il appuie sa manière de voir en disant qu'actuellement encore la même disposition existe pour l'aile postérieure des orthoptères et des névroptères. Malheureusement, les documents consultés par M. Brongniart ne permettent plus d'admettre l'hypothèse du savant entomologiste autrichien. Plusieurs naturalistes ont combattu la théorie d'Adolph sur la nervation. Il suffit de citer Brauer, Redtenbacher, Grassi et enfin Haase qui a étudié les lépidoptères à ce même point de vue. Enfin M. Brongniart émet une idée ingénieuse, et que des faits ultérieurs viendront

peut-être corroborer, lorsqu'il dit que la nervation était probablement homogène chez les insectes paléozoïques. Dans le chapitre II, il décrit très minutieusement les différentes nervures des névroptères vrais, des névroptères pseudo-orthoptères, des orthoptères et des hémiptères homoptères. Puis il s'occupe des insectes de Commeny, qu'il fait connaître avec le plus grand soin, et les diagnoses sont accompagnées de superbes planches nous donnant une idée de la faune pendant l'époque carbonifère. On doit cependant signaler qu'un certain nombre de figures semblent être un peu trop schématisées. Il est impossible de discuter quelle est la valeur scientifique des créations de genres nouveaux de M. Brongniart, sans entrer dans de longs détails qui ne peuvent trouver place dans une simple analyse.

Terminons en disant qu'il y a encore immensément à faire du côté de la philosophie paléontologique et de l'évolution générale des arthropodes : mais remercions M. Brongniart d'avoir doté la science du premier fascicule d'une admirable monographie des insectes fossiles primaires de l'Europe.

FERNAND MEUNIER.

VI.

LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN, par HENRI DE LAPPARENT, inspecteur général de l'Agriculture. — In-8° de 533 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1895.

Cet ouvrage embrasse l'ensemble des questions qui se rattachent à la viticulture française. Nous allons le parcourir en nous arrêtant, de préférence, aux indications qui peuvent intéresser le consommateur de vins et d'eaux-de-vie.

L'auteur constate que la production du vin en France, si considérablement réduite par le phylloxera et les maladies cryptogamiques, est en pleine voie de relèvement, grâce à la reconstitution du vignoble à l'aide des cépages américains et au perfectionnement notable des procédés de culture.

Les viticulteurs français se préoccupent aussi de plus en plus d'améliorer la qualité de leurs produits.

Pour être bon, un vin doit être limpide, brillant, vif (fluide), franc de couleur, droit de goût (sans saveur étrangère), fruité

(rappelant bien le raisin par son parfum) et d'une digestion facile. Indépendamment de ces qualités absolues, que tout vin doit réunir, il est des qualités relatives qui dépendent du climat, de l'encépagement et du degré de maturité, et qui portent exclusivement sur la couleur ou robe, l'arome ou bouquet, et le goût (fraîcheur, verdeur, moellens; vins durs, secs, astringents, plats, ayant du corps); et enfin des qualités commerciales, que le négociant peut avoir à rechercher dans un but de spéculation ou en vue des coupages et qui se résument le plus souvent dans le brillant, la neutralité de goût, la puissance ou l'absence de coloration (en cas de vin blanc) et enfin le degré alcoolique (vins légers, vins corsés).

Après avoir donné un aperçu des principaux territoires viticoles de France et d'Algérie, M. de Lapparent passe en revue les diverses causes qui peuvent influer sur la qualité des vins, indépendamment des procédés de vinification et des soins postérieurs, à savoir : la nature des cépages, la constitution du sol et du sous-sol, le climat, la taille, l'âge du vignoble, les maladies cryptogamiques, les accidents météorologiques, le degré de maturité.

Les analyses faites par Boussingault sur les *vins ordinaires* présentés à l'Exposition de 1878 ont donné les résultats suivants :

	Minima.	Moyennes.	Maxima.
Densité	0 990	„	0 998
Alcool en vol. p. c.	8 20	„	15 50
Acidité totale (en acide sulfurique, gr. pour 100 c. c.)	0 22	0 30 à 0 50	0 65
Crème de tartre	0 01	0 05 à 0 15	0 30
Extrait sec	1 80	„	4 10
Tannin	traces	0 05 à 0 20	0 57
Acide succinique	0 10	„	0 20
Glycérine	0 60	„	1 10

La densité d'un vin naturel n'est jamais inférieure à 0 985. Le poids de l'alcool y est 4 à 4 1/2 fois plus grand que celui de l'extrait sec, et 10 à 14 fois plus grand que celui de la glycérine. La proportion d'alcool ne dépasse jamais 18 p. c. en volume.

Les vins sont souvent, au cours de leur préparation, additionnés de substances diverses, dans le but d'en compléter les éléments ou d'en modifier les caractères.

On y ajoute notamment du plâtre qui, réagissant sur la crème de tartre, donne lieu à la précipitation de tartrate de chaux et à

la formation de sulfate acide de potasse. Le vin étant ainsi déponillé et clarifié, sa conservation est assurée et son transport est facilité; en même temps l'augmentation d'acidité avive sa couleur. Un autre effet utile du plâtrage est de rendre la fermentation plus rapide et plus complète. Cette addition de plâtre se pratique notamment dans les contrées du midi de la France.

Toutefois, l'introduction dans le vin de sulfate acide de potasse, corps dangereux pour la santé, constitue un grave inconvénient au point de vue de l'hygiène. Aussi a-t-on limité à 2 grammes par litre, tant en France que dans la plupart des autres pays, la proportion de ce corps pouvant être tolérée dans les vins. En France, les fûts contenant des vins plâtrés doivent en porter l'indication en gros caractères.

On a proposé de remplacer le plâtre par du phosphate bicalcique; mais l'emploi de cette dernière substance n'a donné jusqu'à présent que des résultats incertains.

Pour relever l'acidité des moûts et rendre ainsi le milieu de fermentation plus favorable, on ajoute parfois de l'acide tartrique, lequel se convertit en tartre. Un excès d'acidité peut être corrigé par l'addition de tartrate neutre de potasse, qui se transforme dans le vin en bitartrate (crème de tartre).

Les moûts trop pauvres en sucre sont souvent additionnés de sucre de canne ou de betterave, qui se transforme en alcool par la fermentation: c'est la " chaptalisation " des moûts. Parfois aussi on ajoute directement de l'alcool soit au moût, soit au vin lui-même: cette opération constitue le " vinage ".

La loi française tolère l'addition de sel ordinaire au vin jusqu'à concurrence d'un gramme par litre.

Cette même loi considère comme falsification l'addition de matières colorantes quelconques, ainsi que celle de produits tels que les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, salicylique, borique ou autres analogues. Elle interdit le mouillage des vins.

On sait que, dans la fabrication du *vin blanc*, on élimine du moût, avant sa mise en fermentation, tous les éléments du marc: rafle, pellicule et pépins. Pour empêcher le moût de fermenter pendant cette opération d'ébourbage, les viticulteurs pratiquent ordinairement le " mutage " opération qui consiste dans l'addition d'acide sulfureux au moyen de mèches soufrées. En cas d'utilisation de cépages colorés, l'usage d'acide sulfureux est encore nécessaire pour obtenir des vins exempts de toute coloration. Cet acide est ensuite éliminé pour permettre à la fermentation de se développer.

Pour l'obtention des *vins de liqueur*, on opère soit sur des raisins partiellement desséchés, soit sur des moûts concentrés par l'ébullition de façon à ce que le liquide puisse arriver par la fermentation à contenir de 15 à 18 p. c. d'alcool et, en outre, un excédent de sucre. Pour conserver plus de sucre dans le vin, on ajoute parfois au moût, avant fermentation, une certaine proportion, soit 5 p. c., d'alcool pur.

Les *vins mousseux* s'obtiennent en refroidissant les moûts au cours de la fermentation, de façon à ralentir celle-ci, en mettant ensuite en bouteilles au moment opportun et laissant la fermentation s'y achever à basse température. Pour produire une mousse convenable, ayant une tension de cinq atmosphères environ, il faut qu'à un moment de la mise en bouteilles le vin contienne encore à peu près deux kilogrammes de sucre par hectolitre. Le plus souvent on est obligé d'en ajouter, soit que le moût n'ait pas été primitivement assez riche pour fournir la proportion première d'alcool en même temps que la réserve de sucre nécessaire pour la production de mousse, soit que, par négligence, on ait laissé passer le moment opportun. On procède alors à une addition de sucre de canne.

En ajoutant de l'eau sucrée au marc de raisin et abandonnant le mélange à la fermentation, on obtient des *vins de sucre, de marc ou de seconde cuvée*. L'épuisement des mares par l'eau donne les *piquettes*.

On fabrique aussi en quantité considérable du *vin de raisin sec*.

La loi française exige que les fûts contenant des vins de sucre, des piquettes ou des vins de raisin sec portent en gros caractères l'indication de leur nature.

On sait que les vins sont sujets à des maladies (acescence, cassure, pousse, amertume, graisse, etc.), dues presque toutes au développement de ferments spéciaux. Le meilleur remède préventif et curatif est la pasteurisation. On recourt aussi, dans certains cas, à l'addition de tannin, de crème de tartre, d'alcool, de levure de vin, de biphosphate d'ammoniaque, d'acide sulfureux, d'acide citrique, etc.

Les vins ordinaires ou provenant d'années peu corsées peuvent être mis en bouteilles dès la seconde année. Pour les vins fins corsés, il faut attendre la troisième et même la quatrième année. On choisit pour cette opération un temps sec et clair, et on évite le plus possible le contact de l'air.

Les caveaux doivent être frais, sains, sombres, bien à l'abri

des gelées, éloignés des voies où le passage des voitures occasionne des trépidations.

En bouteilles, le vin continue à s'améliorer pendant un certain temps, pour atteindre son maximum de perfection et entrer ensuite dans une période de déclin. Ces diverses phases de la vie du vin ont du reste une durée fort variable suivant l'origine, le cépage, l'année, le milieu, etc.

Une partie notable des vins produits en France est destinée à la fabrication de l'eau-de-vie.

De même que le vin, l'eau-de-vie, qui est le produit de sa distillation, peut avoir des qualités et des défauts : qualités de finesse, de moelleux, de franchise, de bouquet ; défauts de rudesse, de sécheresse, de bois, de goût de chaudière, de terroir.

La nature des cépages et celle des sols exerce une grande influence sur la qualité de l'eau-de-vie. En France, ce sont les territoires des Charentes (Cognac, Champagne) et de l'Armagnac qui fournissent les meilleurs produits. Au reste, en dehors de ces deux régions, la distillation des vins a pour objet principal l'obtention d'alcools ou trois-six de vin, destinés aux coupages ou à la fabrication des liqueurs fines, plutôt que celle d'eaux-de-vie de vin proprement dites.

Le mode opératoire adopté pour la distillation influe aussi très puissamment sur la qualité du produit.

On emploie encore le plus souvent, pour la fabrication des eaux-de-vie de vin, des alambics discontinus du type le plus simple et le plus primitif, chauffés ordinairement à feu nu. Une première distillation du vin, poussée jusqu'à épuisement complet de celui-ci, donne le *brouillis*. On procède ensuite à une seconde distillation. Cette opération est conduite avec lenteur. Les produits de cœur sont séparés des produits de tête et des produits de queue, et ces dernières parties sont ensuite repassées après qu'on les a mélangées avec une nouvelle charge de vin ou de brouillis.

Certains alambics sont chauffés au bain-marie ou au bain de vapeur ; d'autres sont munis de chauffe-vin ou portent des dômes qui les transforment en appareils à premier jet. Enfin certains distillateurs font usage d'appareils continus à colonnes, particulièrement pour la production d'eaux-de-vie communes ou d'alcools.

Pour la distillation des marcs et des lies de vin, les alambics sont munis de faux-fonds ou d'agitateurs.

Après la distillation, l'eau-de-vie est logée dans des futailles

en bois de chêne et on l'y laisse vieillir pendant plusieurs années. Divers procédés ont été proposés pour obtenir ce mûrissement d'une manière artificielle : notons le procédé basé sur l'emploi de l'oxygène comprimé et celui qui est basé sur la congélation.

Les eaux-de-vie de vin sont aujourd'hui généralement coupées avec de l'alcool bien rectifié, dont le prix est beaucoup moindre. Cette addition n'altère pas, du reste, d'une façon notable les caractères du produit.

J.-B. A.

VII.

LE PAIN, aliment minéralisateur : physiologie, composition, hygiène, thérapeutique ; par V. GALIPPE et G. BARRÉ, avec une préface de M. TARNIER (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Petit in-8°, 222 pp. — Paris, G. Masson et Gauthier-Villars, 1895.

Les auteurs établissent que les phosphates, nécessaires à la nourriture des plantes, sont également indispensables pour l'alimentation des animaux et de l'homme.

Ils rappellent ensuite que le grain de froment est entouré d'une pellicule extérieure de couleur rousse, contenant une assez forte proportion de cellulose et constituant le gros son lorsque le grain a été moulu et la farine blutée ; qu'au-dessous de cette pellicule se trouve une couche corticale assez mince de substance grisâtre ou jaunâtre, contenant beaucoup de gluten et de phosphates, en même temps que des principes aromatiques d'odeur agréable ; qu'enfin au dedans de cette couche corticale vient une masse blanche, formée en grande partie par de l'amidon.

Or, pour obtenir de la farine donnant du pain bien blanc, les meuniers en sont venus à rejeter généralement comme déchet, au même titre que le gros son, toute la partie périphérique du grain, y compris la couche à gluten et à phosphates.

C'est donc une erreur absolue que de mesurer la qualité nutritive du pain à sa blancheur ; le pain bis, fabriqué avec le froment à peu près entier, est bien plus nourrissant que le pain blanc.

On peut, dans une certaine mesure, admettre l'élimination du blé, par la mouture et le blutage, du gros son qui s'y trouve dans la proportion de 10 à 12 p. c. et dont la digestion est difficile.

Mais quant au restant de l'enveloppe du blé (téguments sous-corticaux), il suffit de le diviser parfaitement par la mouture pour assurer son assimilabilité, surtout en ce qui concerne ses éléments minéraux.

Il est reconnu, d'autre part, que si les matières azotées renfermées dans le son, particulièrement dans le gros son, sont peu assimilables pour l'homme, il n'en n'est pas de même des matières minérales, notamment des matières phosphatées, dont les trois quarts sont solubilisées au cours de la digestion.

La présence dans le son d'une certaine proportion de ligneux non assimilable n'est pas non plus un motif suffisant pour l'exclure totalement de la farine destinée à la panification; il n'y a probablement pas de légume qui contienne aussi peu de ligneux que le blé.

L'usage du pain bis offre l'avantage de prévenir la constipation.

C'est également à tort que l'on s'attache aujourd'hui à dépouiller la farine des germes du blé, qui sont riches en phosphates, matières azotées, matières grasses, etc.

Telles sont les principales idées que MM. Galippe et Barré, après bon nombre d'autres savants et hygiénistes, développent à leur tour dans leur intéressant ouvrage.

J.-B. A.

VIII.

RECHERCHES SUR LES BLÉS, LES FARINES ET LE PAIN, par A. BALLAND, pharmacien principal de l'armée, chef du laboratoire d'expertises du Comité de l'intendance militaire, etc. ; 2^e édition. — In-8^o de 306 pages. — Paris-Limoges, Charles-Lavauzelle, 1894.

Cet ouvrage est un recueil d'articles épars publiés dans ces derniers temps par M. Balland. Nous en extrayons quelques renseignements intéressants.

Les *blés germés* contiennent la même quantité de matières azotées que les blés ordinaires de même provenance; ils sont plus riches en sucre et en ligneux (aux dépens de l'amidon) et plus pauvres en matières grasses. Ils ne renferment pas plus d'eau que les blés de la même région récoltés dans de bonnes conditions atmosphériques. Le gluten a été modifié profondément: il a perdu toutes les qualités qui le rendent si précieux

dans le travail de la panification : il est devenu mou, noir, visqueux ; il s'est désagrégé et en partie transformé en albumines solubles. L'acidité est toujours plus forte ; elle paraît en rapport avec le degré d'altération du gluten.

Les *blés des Indes* contiennent souvent 3 p. c. environ de graines de légumineuses qui, par leurs dimensions, échappent en grande partie à l'action du criblage.

Voici les *modifications principales qu'éprouvent les farines en vieillissant* :

Les matières grasses perdent leur odeur franche et deviennent rances ;

Les matières sucrées décroissent ;

L'acidité (exprimée en acide sulfurique monohydraté) s'élève de 0^{gr}.020 (0.015 à 0.050) à 0^{gr}.120 p. c. ; Les matières albuminoïdes se désagrègent et se fluidifient ;

Il s'y développe des alcaloïdes.

On a aujourd'hui beaucoup trop de tendance à tout sacrifier à la *blancheur* : de là le mouillage exagéré du blé avant de le livrer à la mouture ; de là l'entraînement vers les cylindres, qui donnent des farines extrêmement blanches, mais incontestablement moins complètes que les meules. Pour les farines destinées au pain ordinaire, il y aurait lieu de réagir contre cette tendance extrême.

Le règlement du marché des farines douze-marques a fixé à 16 p. c. le maximum d'*humidité* que peuvent contenir les farines.

L'administration militaire exige au minimum 26 ou 35 p. c. de *gluten humide*, suivant qu'il s'agit de blés tendres ou de blés durs. Elle tolère, dans les farines de blés durs, jusque 1.30 p. c. de *matières minérales*.

Les farines destinées à la fabrication du *pain des troupes* sont blutées à 88 p. c. s'il s'agit de blés durs, et à 80 p. c. s'il s'agit de blés tendres. Elles fournissent, les premières 150, et les secondes 140 kilogr. de pain par quintal.

La mie du pain renferme ordinairement 38 à 49 p. c. d'eau ; la croûte, 16 à 25 p. c. Le pain sortant du four, mis en lieu sec et suffisamment aéré, se dessèche lentement jusqu'à ne plus retenir que 12 à 14 p. c. d'eau (1).

J.-B. A.

(1) Nous avons déjà publié dans la *Revue* les résultats d'expériences de M. Balland sur la stérilisation du pain et du biscuit sortant du four. (Voir la livraison de janvier 1895, p. 304.)

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIQUE.

LES PHÉNOMÈNES PHOTO-ÉLECTRIQUES.

L'action de la lumière sur les corps électrisés a provoqué, pendant ces dernières années, des recherches nombreuses et variées. Le sujet ne semble cependant pas épuisé; nous sommes bien loin surtout de le comprendre parfaitement : peut-être tentera-t-il quelques-uns de nos lecteurs. Il présente d'ailleurs un grand intérêt et une réelle importance; et on peut lui emprunter plusieurs expériences de cours et d'utiles exercices de laboratoire. Nous lui consacrerons ce bulletin, en nous attachant surtout aux expériences de démonstration.

Premières observations des phénomènes photo-électriques. — La découverte de l'action de la lumière sur les corps électrisés est attribuée à Hertz (1). Le hasard la lui présenta, au cours de ses belles recherches sur les oscillations électriques, dans les circonstances suivantes.

Une bobine de Ruhmkorff est reliée à un excitateur dont les branches sont écartées jusqu'au point où les étincelles cessent

(1) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXI, 1887, p. 983: *Influence de la lumière ultra-violette sur la décharge électrique.*

de se produire. Il suffit pour qu'elles éclatent de nouveau d'éclairer l'excitateur par des étincelles obtenues à l'aide d'une seconde bobine.

Opérant par élimination, Hertz ne tarda pas à reconnaître que les rayons lumineux seuls des étincelles excitatrices sont la cause de ce phénomène singulier : on peut, en effet, remplacer les décharges de la seconde bobine par une source de lumière riche aussi en rayons ultra-violets. Le fait seul de cet éclaircissement, en dehors de toute action électrique, augmente la distance explosive : en d'autres termes, l'air illuminé par des rayons très réfringibles laisse passer plus facilement les étincelles que celui qui ne l'est pas.

L'honneur de la première publication sur ce sujet revient sans conteste au savant allemand. Cependant, un jeune physicien français, M. Nodon, avait aperçu, deux ans auparavant, des phénomènes analogues : craignant peut-être d'avoir été le jouet d'une illusion, il avait confié le secret de ses observations à un pli cacheté, déposé, le 29 juin 1885, sur le bureau de l'Académie des sciences et qui ne fut ouvert qu'en 1889 (1). Nous y reviendrons plus loin.

La voie nouvelle, ouverte par Hertz, fut immédiatement envahie par une cohorte de physiciens.

Recherches de M. Arrhénius. — Nous devons signaler en premier lieu deux mémoires d'un savant allemand. Dans le premier (2), l'auteur rappelle d'abord ces faits connus : une colonne de gaz, traversée par un premier courant assez énergétique pour la rendre lumineuse, se laisse facilement traverser par un second courant dans une direction perpendiculaire à celle du premier : certains corps, les sels haloïdes d'argent, par exemple, fortement éclairés, deviennent conducteurs ; enfin les gaz sont phosphorescents au voisinage des électrodes d'un courant intense. Il base sur ces faits l'étude qu'il poursuit, dans des conditions variées, de la conductibilité de l'air phosphorescent, et cherche à établir que *la conductibilité et la phosphorescence d'un gaz sont deux propriétés corrélatives.*

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CIX, 1889, p. 219 : *Étude sur les phénomènes électriques produits par les radiations solaires.*

(2) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXII, 1887, p. 545 : *Conductibilité de l'air phosphorescent.*

Voici des circonstances où cette corrélation semble se manifester. Les gaz chauds mais non lumineux, tels que l'air à la température du rouge ou la flamme obscure d'un brûleur Bunsen, ne sont pas conducteurs; ces mêmes gaz rendus phosphorescents deviennent conducteurs à une température beaucoup plus basse, et la flamme du brûleur devient elle-même conductrice quand on y introduit un fragment de potassium ou de sodium. Pour expliquer les résultats de ses expériences, M. Arrhénius admet que les gaz, sous l'influence des rayons ultra-violet et surtout au voisinage de la cathode, acquièrent une sorte de *conductibilité électrolytique*, et sont amenés à cet état par l'énergie que perdent les pôles. En discutant la théorie, il constate que M. Schuster avait observé des phénomènes analogues et leur avait donné une autre interprétation (1).

Les expériences qui font l'objet du second mémoire se rapportent plus immédiatement au phénomène découvert par Hertz (2). Un tube cylindrique court est fermé à une de ses extrémités par une plaque de quartz de 3^{mm} d'épaisseur (3). Deux fils de platine sondés dans la paroi du tube, qu'ils traversent à une petite distance de la plaque de quartz, laissent entre eux un petit intervalle que l'on peut éclairer du dehors en faisant jaillir des étincelles entre deux pointes placées à l'extérieur du tube et très près de la plaque de quartz. Les fils de platine sont réunis à une pile de 38 éléments Latimer-Clark en passant par un galvanomètre sensible.

Tant que les étincelles éclairantes ne passent pas, l'aiguille du galvanomètre reste au zéro; dès qu'elles jaillissent, elle dévie très nettement. La déviation diminue si la plaque de quartz vient à se dépolir par l'action des étincelles; on ramène l'aiguille presque au zéro, en interposant un corps isolant peu transparent, ou en éloignant l'excitateur d'étincelles. La déviation passe par

(1) PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, t. XXXVII, 1884, p. 317;—XLII, 1887, p. 371. — M. Schuster est revenu plusieurs fois sur cette question à la Société royale, à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, etc.

(2) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXIII, p. 1888, p. 638: *Conductibilité de l'air éclairé*.

(3) Le choix du quartz, dans ces expériences et dans celles qui suivront, tient à la propriété que possède cette substance d'absorber les rayons ultra-violetes beaucoup moins que le verre et d'autres corps transparents.

un maximum, toutes choses égales d'ailleurs, quand la pression du gaz contenu dans le tube est réduite à 4 ou 5 millimètres ; on n'obtient rien dans l'air non raréfié.

Recherches de MM. E. Wiedemann et Ebert. — Elles ont porté d'abord sur l'expérience de Hertz reproduite dans des conditions variées (1). Voici la disposition adoptée.

Les deux branches d'un excitateur sont introduites dans un cylindre de verre et disposées parallèlement à son axe. Ce cylindre porte, au niveau des boules, une ouverture fermée par une plaque de quartz. Une lentille de quartz permet de concentrer sur *l'une ou l'autre* des boules de l'excitateur les radiations d'une lampe électrique placée à une certaine distance. On relie l'une des boules de l'excitateur à l'un des pôles d'une machine de Holtz ; l'autre est reliée à l'autre pôle et mise en communication avec la terre par l'intermédiaire d'un tube de Geissler ou d'un téléphone.

La machine de Holtz est mise en marche : les étincelles jaillissent entre les boules de l'excitateur ; le tube de Geissler s'illumine, ou le téléphone parle.

On éclaire la boule reliée au pôle *positif* : l'aspect du tube lumineux ne change pas ; le son rendu par le téléphone conserve sa hauteur.

On éclaire la boule reliée au pôle *négatif* : immédiatement l'aspect du tube change, le son rendu par le téléphone monte ; le nombre des étincelles, dans l'unité de temps, s'est accru dans le rapport de 4 à 3 environ. La différence de potentiel nécessaire pour produire une décharge a donc diminué sous l'influence de l'illumination.

On amène les boules de l'excitateur au-dessus ou au-dessous de la plaque de quartz, en sorte que la lumière ne puisse plus les frapper qu'après avoir traversé la *paroi de verre* du cylindre qui les entoure : l'illumination reste sans effet.

On fait varier la nature des extrémités de l'excitateur : le cuivre, le zinc, le platine surtout donnent des effets bien marqués ; le fer, l'aluminium, l'argent, des effets très faibles.

On substitue, à l'un des bouts métalliques de l'excitateur le ménisque terminal d'un liquide contenu dans un tube capillaire :

(1) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXIII, 1888, p. 241 : *Influence de la lumière sur les décharges électriques.*

les liquides très colorés se comportent, en général, comme les métaux sensibles.

On remplit le cylindre de différents gaz sous différentes pressions : l'effet produit est mieux marqué dans l'hydrogène que dans l'air, et mieux encore dans l'acide carbonique que dans l'hydrogène. Il croît d'abord quand on raréfie le gaz jusqu'à une pression de 0^m,03 à 0^m,04, pour décroître ensuite si l'on continue à faire le vide. D'ailleurs l'effet maximum correspond à une pression variable avec la nature du gaz.

Les recherches ultérieures de MM. E. Wiedemann et Ebert ont eu surtout pour but de reconnaître si les effets de la lumière sur les décharges électriques conduisent à admettre, comme le veut M. Arrhénius, que, dans des conditions spéciales, les gaz acquièrent une sorte de conductibilité électrolytique (1).

A cet effet, les auteurs étudient successivement *l'influence de l'éclairement sur diverses électrodes*; les décharges appelées *transversales*; les *phénomènes que manifestent les tubes de Geissler donnant les spectres des combinaisons*; enfin les *caractères des décharges électriques dans les flammes colorées*.

La disposition adoptée pour l'étude de *l'influence de l'éclairement sur diverses électrodes*, à la pression atmosphérique, est celle des premières recherches. On y emploie comme électrode négative soit une pointe métallique mousse, soit le ménisque terminal d'un liquide contenu dans un tube capillaire. La lumière excitatrice est celle de l'arc électrique concentrée par une lentille de quartz.

Parmi les métaux, le platine, nous le savions déjà, se montre particulièrement sensible, surtout quand la distance des électrodes ne dépasse pas 2 à 3 millimètres : dès que la lumière tombe sur l'électrode négative, le son rendu par le téléphone intercalé dans le circuit monte très nettement; il monte de plus en plus à mesure que l'écartement des électrodes diminue, et finit par dépasser la limite supérieure des sons perceptibles. En même temps, la forme de la décharge se modifie beaucoup : à l'aigrette irrégulière succède un trait brillant et rectiligne.

On constate de nouveau que l'éclairement de l'électrode positive ne produit aucun effet; et qu'il cesse d'agir en tout cas, dès qu'on en supprime les rayons ultra-violets.

(1) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXV, 1888, p. 209 : *Sur les décharges électriques dans les gaz et dans les flammes*.

Les autres métaux se prêtent beaucoup moins bien aux expériences que le platine, et l'effet maximum s'obtient par un écartement des électrodes variable d'un métal à l'autre.

Parmi les liquides, la solution de nigrosine s'est montrée particulièrement sensible. En général, les liquides colorés et très absorbants se comportent d'une manière analogue, mais moins marquée. En même temps que le caractère de la décharge se modifie, le ménisque terminal du liquide se transforme : il s'allonge, comme s'il subissait une forte attraction de la part de l'électrode positive.

En résumé, à la pression atmosphérique, l'électrode négative seule paraît sensible à l'éclairement; la source lumineuse doit être riche en rayons ultra-violets; l'effet produit est une diminution de la différence de potentiel nécessaire pour amener une décharge entre les extrémités de l'excitateur.

L'allure générale du phénomène reste la même quand on opère sous faible pression, en éclairant les électrodes de platine d'un tube de Geissler. A mesure que la pression décroît, le son rendu par le téléphone intercalé dans le circuit s'élève; il dépasse la limite des sons perceptibles quand la pression est réduite à 5^{mm} environ, mais il renaît à la pression de 1^{mm}, et baisse quand on pousse le vide plus loin; dans le vide extrême, l'influence de l'éclairement devient inappréciable. Il semble donc que le résidu gazeux joue un rôle essentiel dans le phénomène; on sait d'ailleurs qu'aux pressions très basses, la différence de potentiel nécessaire pour produire une décharge grandit avec la raréfaction.

Les expériences relatives aux décharges transversales ont été réalisées de différentes manières, entre autres à l'aide d'une machine de Holtz. Une colonne gazeuse est traversée par un courant énergétique capable de la rendre lumineuse; nous l'appellerons le courant primaire; un circuit indépendant, partant des pôles de la machine, amène la décharge transversale : celle-ci passe, avec plus ou moins de facilité, dès que la colonne gazeuse du circuit primaire est rendue phosphorescente; on le constate en entendant monter le son rendu par le téléphone relié au circuit transversal.

Le nombre des décharges entre les électrodes transversales augmente donc, et par conséquent le potentiel nécessaire pour provoquer une décharge diminue, quand le gaz qui les sépare est rendu phosphorescent; mais rien n'autorise à attribuer ce

phénomène à une conductibilité électrolytique propre aux gaz électroluminescents. MM. Wiedemann et Ebert pensent qu'il faut le rattacher plutôt à des actions électriques proprement dites, qui auraient pour résultat de diminuer la résistance au passage de la décharge secondaire, et à l'influence des rayons ultraviolets que contiennent en abondance les gaz luminescents et qui agiraient sur l'électrode négative du courant transversal.

L'étude des *phénomènes produits dans les tubes de Geissler montrant les spectres des combinaisons*, ne semblent pas favorables aux vues théoriques de M. Arrhénius.

On admet généralement que les éléments d'un électrolyte, les *ions*, sont partiellement dissociés, et l'on considère cette dissociation préalable comme la condition même de la conductibilité électrolytique. D'autre part, des recherches dues à M. Peirce ont appris que le chlorure, le bromure et l'iode de mercure montrent, dans les tubes de Geissler, des spectres spéciaux, caractéristiques de la molécule du composé et différents des spectres de ses éléments. Ce sont ces principes et ces faits d'observation qui servent de point de départ aux recherches de MM. Wiedemann et Ebert.

Ils ont introduit du chlorure ou du bromure de mercure dans des tubes de Geissler, et vaporisé ces sels, en plus ou moins grande abondance, par des décharges convenables de la machine de Holtz. Le spectre du composé s'est toujours montré très intense ; mais on n'a pu découvrir aucune trace du spectre de la vapeur de mercure. Il faut en conclure que, ici du moins, la décomposition en ions n'apparaît pas : ce sont les molécules non dissociées du chlorure ou de bromure de mercure qui se chargent du transport de l'électricité, puisqu'elles seules deviennent électroluminescentes et que le mercure libre ne se manifeste pas.

Il est malaisé de mesurer la conductibilité des flammes, de celles surtout qui contiennent des vapeurs de sels métalliques ; on a essayé maintes fois pour aboutir souvent à des résultats contradictoires. En abordant l'*étude des décharges électriques dans les flammes colorées*, le premier soin des auteurs fut de chercher à produire ces flammes dans des conditions bien déterminées. Ils y sont parvenus en répandant, à l'aide d'un pulvérisateur, une dissolution saline de concentration convenable dans l'air alimentant un brûleur Bunsen, de manière à savoir combien de milligrammes de vapeur métallique contenait à chaque instant l'unité de volume de la flamme.

Lorsqu'on intercale une simple flamme dans le circuit d'une machine de Holtz, contenant en outre un téléphone, le caractère des décharges se modifie : elles deviennent plus rapides, le son rendu par le téléphone s'élève. Vient-on à introduire dans la flamme une vapeur métallique, le changement est plus considérable encore et il dépend essentiellement de la nature du métal introduit. Le potassium, même en quantité très faible, rend la décharge presque continue : le téléphone surexcité est réduit au silence. Le magnésium est également très efficace. Le sodium, même en quantité considérable, ne produit qu'un effet beaucoup moindre, analogue à celui que l'on obtient en supprimant la vapeur métallique et en introduisant dans la flamme le bout d'un fil conducteur en communication avec le sol. Dans tous les cas, la décharge conserve son caractère disruptif : il ne peut donc être question d'une conductibilité proprement dite de la flamme. Il est probable d'ailleurs que le potassium et le magnésium doivent leur plus grande efficacité aux rayons ultra-violetts plus abondants qu'ils émettent.

Recherches de M. W. Hallwachs (1). — Elles reposent sur l'emploi d'une méthode complètement différente. Un plateau métallique, parfaitement isolé, est relié à un électroscope à feuilles d'or. L'ensemble est électrisé : les feuilles divergent, et, si l'isolement est convenable, la divergence peut se maintenir pendant un temps très long, dans les conditions ordinaires. Qu'arrive-t-il quand on projette sur le plateau métallique la lumière de l'arc voltaïque ? Si le plateau et l'électroscope sont chargés *positivement*, l'illumination est sans influence bien marquée : l'allure de la déperdition de la charge ne se modifie pas d'une façon sensible pendant l'éclairement. Mais il en est tout autrement si la charge est *négative* : sous l'influence de la lumière, elle se dissipe et les feuilles d'or de l'électroscope se rapprochent très rapidement.

D'après M. Hallwachs, la déperdition positive ne serait, dans les mêmes conditions, que $\frac{1}{100}$ environ de la déperdition négative.

Lorsqu'on interpose sur le trajet des rayons lumineux qui tombent sur le plateau diverses substances transparentes, l'intensité du phénomène diminue. M. Hallwachs a dressé une

(1) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXIII, 1888, p. 301 : *Influence de la lumière sur les corps chargés d'électricité* ; — t. XL, 1890, p. 332 : *Étude d'une cause d'erreur dans l'excitation photo-électrique*.

liste de corps se laissant traverser, plus ou moins facilement, par les radiations efficaces : le quartz, le gypse, le spath-fluor sont transparents ; le verre, le mica sont opaques. M. Hallwachs va plus loin : il détermine directement et d'une façon très simple la nature des radiations efficaces. Pour cela, il disperse la lumière de l'arc voltaïque à l'aide d'un prisme de quartz, et promène les différents rayons du spectre étalé sur le plateau : il constate que les radiations rouges et infra-rouges n'ont aucune action, et que les radiations violettes et ultra-violettes produisent seules le rapprochement rapide des feuilles d'or de l'électroscope.

Dans un second article, M. Hallwachs fait voir que les produits de la combustion des lampes employées pour l'excitation photo-électrique exercent une influence propre, indépendante de toute action lumineuse. Pour s'en garantir, il convient d'expérimenter dans une salle vaste et de ne laisser brûler la lampe électrique qu'aux instants d'observation.

Nous signalerons plus loin un troisième article du même auteur.

Recherches de M. A. Righi. — Les expériences que nous avons rappelées d'abord concernent l'influence des radiations ultra-violettes sur les décharges électriques à haute tension. Presque en même temps, M. A. Righi, en Italie, et M. Stoletow, en Russie, ont montré, par des procédés différents de ceux de M. Hallwachs, que cette influence se fait encore sentir sur des corps neutres ou chargés à des potentiels faibles. Nous parlerons d'abord des expériences de M. Righi (1). Voici la disposition expérimentale qu'il emploie et que nous retrouverons dans les recherches de M. Stoletow.

Un disque métallique plein A et un grillage métallique B sont disposés verticalement en regard et dans le voisinage immédiat l'un de l'autre ; leur distance peut d'ailleurs varier au gré de l'opérateur. L'un des plateaux de ce condensateur à lame d'air, le disque plein par exemple, est relié à une paire de quadrants d'un électromètre d'une sensibilité convenable ; le grillage communique avec l'autre paire de quadrants et avec la terre. Cent

(1) JOURNAL DE PHYSIQUE, seconde série, t. VII, p. 153 : *Phénomènes électriques produits par les radiations* (traduction d'une note présentée, le 4 mars 1888, à l'Académie des Lincei de Rome) ; — t. VIII, p. 613 ; — t. IX, p. 541 ; — t. X, p. 49. — COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CVI, 1888, p. 1349 ; — t. CVII, 1888, p. 559. — On trouvera un résumé des recherches de M. Righi dans la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, t. I, 1890, p. 620 : *Courrier de Rome*, n° 2.

couples zinc-eau-cuivre maintiennent l'aiguille du galvanomètre à un potentiel constant.

On fait communiquer un instant A avec la terre, puis on l'éclaire à travers le grillage à l'aide d'une source lumineuse riche en rayons ultra-violet : l'aiguille dévie peu à peu jusqu'à une position finale, permanente, qu'elle atteint d'autant plus promptement que la source des radiations est plus proche et que les surfaces métalliques sont plus étendues. Cette déviation est négative si A est un disque de zinc et B une toile de laiton. Une charge préalable communiquée à la lame A ne modifie pas la déviation finale. Quand A et B sont très rapprochés pendant qu'agit l'éclairement, la déviation finale obtenue se maintient quand on éloigne brusquement A de B.

Si l'on recommence l'expérience en mettant A, au lieu de B, en communication avec le sol, on obtient encore, dans les mêmes conditions, la même déviation mais en sens contraire.

Le système des deux métaux A et B, soumis à l'illumination, se comporte donc comme un *couple photo-électrique*. On peut réunir plusieurs de ces couples pour en former une *pile* qui montre les phénomènes connus des piles en circuit ouvert.

Supprimons la toile métallique, et faisons tomber simplement les radiations sur la lame conductrice, reliée à l'électromètre : on obtient une déviation positive très lente ; l'expérience réussit encore avec une lame isolante. Les corps qui l'entourent semblent jouer le rôle de la toile métallique : ils reçoivent l'électricité négative et la passent au sol. Ainsi, *sous l'action des rayons ultra-violet, un corps conducteur ou isolant et non chargé peut s'électriser positivement*.

L'intensité de la lumière restant constante, la charge atteint un maximum stationnaire, dont la valeur dépend de la nature du métal employé. Les métaux se rangent ici selon la série de Volta : l'action est moindre sur les métaux électro-positifs, plus grande sur les métaux électro-négatifs. Le bois, le soufre, l'ébène même se comportent comme les métaux.

Si l'on porte préalablement le disque soumis à l'expérience à un potentiel positif supérieur à celui qu'il peut recevoir des radiations, l'éclairement rétablit celui-ci.

Si l'on opère sur un disque chargé négativement, la charge se dissipe peu à peu sous l'influence de la lumière ; l'allure de cette diminution dépend de la charge initiale et de la nature du métal ou du corps isolant dans lequel la lame éclairée a été taillée.

Enfin, si le corps qui reçoit les radiations est chargé négati-

vement et rendu très mobile, il se déplace à la façon d'un tourniquet électrique.

La lumière du soleil ne produit pas ces effets d'une manière bien nette ; mais la lumière du magnésium se montre plus active encore que celle de l'arc voltaïque, à moins qu'on ne fasse jaillir l'arc entre charbon et zinc. Tous ces phénomènes semblent dus uniquement aux radiations les plus réfrangibles. M. Righi constate à son tour qu'un écran de verre, de sel gemme, de mica, de spath d'Islande intercepte les rayons actifs, tandis qu'une lame de quartz les affaiblit à peine. Le gaz d'éclairage, les vapeurs de benzine et de sulfure de carbone, même sous faible épaisseur, les absorbent fortement aussi ; l'air sec les diminue. Ce dernier fait explique l'efficacité amoindrie des rayons solaires.

L'auteur rattache l'interprétation de ses observations à ce mode spécial de transport de l'électricité que Faraday a appelé *convection*, et dont l'expérience du carillon électrique donne une image. Les particules matérielles qui enlèvent l'électricité négative à la surface éclairée et la transportent, sous l'action des rayons ultra-violet, seraient les molécules mêmes du milieu gazeux. Le fait d'ailleurs serait général : chaque fois que l'on constate une déperdition d'électricité soit par une pointe, soit par un corps incandescent, soit par une surface éclairée, le phénomène serait dû à une convection. Dans un milieu peu raréfié, les molécules gazeuses en mouvement suivraient sensiblement les lignes de force du champ dans lequel elles se meuvent.

M. Righi parvient à rendre sensibles ces trajectoires ; il les utilise pour produire, sur l'ébonite, des *ombres électriques* ; il réussit à les dévier par un courant d'air et à déterminer ainsi approximativement la vitesse de la convection : elle a varié, dans les expériences de l'auteur, de 50 à 150 mètres par seconde.

L'habile physicien a étudié aussi les modifications que subit la convection électrique, lorsque le transport se fait dans l'air très raréfié. Les trajectoires des molécules qui partent, chargées négativement, de la surface éclairée, abandonnent de plus en plus la direction des lignes de force à mesure que la raréfaction s'accroît, et finissent par se disperser presque dans tous les sens.

Enfin M. Righi a déterminé le coefficient de dissipation photo-électrique : il donne ce nom au rapport de la quantité d'électricité perdue en une seconde par la surface éclairée, à la quantité d'électricité qui se trouvait sur cette surface. Ce coefficient croît

d'abord avec la raréfaction de l'air, pour décroître ensuite dans le vide plus parfait.

Chose étrange, la dissipation photo-électrique, dans l'air, augmente quand on éloigne, jusqu'à une certaine limite, la surface éclairée du conducteur associé qui recueille la décharge négative. Cette anomalie se présente dans la convection ordinaire, dont la cause n'est pas l'influence de la lumière : elle disparaît, dans ce dernier cas, sous l'action d'un fort électro-aimant. Le magnétisme produit aussi, dans le cas de la convection photo-électrique, une diminution de la charge positive que conserve la surface éclairée ; en d'autres termes, la charge électrique positive qu'une surface est capable d'acquérir, par l'illumination, dans l'air raréfié, est beaucoup plus faible quand on opère dans un champ magnétique convenable.

On le voit, les expériences de M. Righi l'ont conduit très loin : si nous voulions le suivre dans la recherche de la cause probable des phénomènes actino-électriques, nous devrions rappeler ici, entre autres choses, les travaux récents sur les *rayons cathodiques* qui ont remis en question l'interprétation des phénomènes manifestés par les tubes à gaz très raréfié, tels que les tubes de Crookes ; mais cette analyse nous conduirait trop loin.

Nous nous contenterons de rapprocher des conclusions de M. Righi celles que suggère l'étude de l'*évaporation électrique* et de la *pulvérisation des corps* sous l'action de la lumière ultra-violette.

Évaporation électrique ; pulvérisation. — Dans la pensée de M. Righi, les molécules gazeuses sont les véhicules du transport photo-électrique ; des recherches étrangères aux siennes permettent de penser que les particules mêmes de la surface éclairée partagent au moins cette fonction.

Lorsqu'un tube à gaz raréfié, muni d'électrodes de platine, a subi pendant quelque temps des décharges électriques, on constate, au voisinage de l'électrode négative, sur la paroi interne du tube, la présence d'un dépôt de platine qui la noircit. C'est à cette volatilisation d'un métal sous l'action stimulante de l'électricité que l'on a donné le nom d'*évaporation électrique*.

Signalée d'abord par le physicien américain Wright, elle a été spécialement étudiée, dans ces derniers temps, par M.W. Crookes qui a cherché surtout à déterminer expérimentalement l'action exercée par l'électricité sur l'évaporation de substances diverses.

Nous renverrons le lecteur à l'important travail présenté par l'éminent physicien à la Société royale de Londres, le 11 juin 1891, et dont la *Revue générale des sciences* a donné la traduction française (1).

La *pulvérisation* des corps sous l'action de la lumière ultra-violette rentre plus immédiatement dans notre sujet. Elle a été étudiée par MM. Lenard et Wolf, à la suite de la découverte des phénomènes photo-électriques (2).

Ces physiciens se sont demandé si les rayons lumineux très réfringibles n'avaient pas la propriété de pulvériser certains corps, et si les particules ainsi arrachées à leur surface n'emportaient pas avec elle l'électricité dont l'observation révèle le déplacement. L'expérience a confirmé cette conjecture.

On expose une mince feuille d'or à la lumière de l'arc voltaïque : les parties éclairées deviennent légèrement rugueuses.

On soumet à la même lumière une plaque mi-partie argentée et cuivrée, la partie cuivrée étant recouverte d'une lame de quartz, et la partie argentée d'une lame de mica : on remarque, après cinquante heures d'illumination, que le cuivre s'est avancé un peu vers l'argent.

Ces expériences ne prouvent pas directement l'existence de la poussière métallique. MM. Lenard et Wolf sont parvenus à la démontrer en recourant à un moyen extrêmement sensible, qui permet de déceler, dans un milieu, les plus fines poussières ; ce moyen leur était fourni par les recherches de MM. Aitken et Helmholtz : en voici le principe.

Lorsqu'un jet de vapeur pénètre dans un espace rempli d'air complètement privé de poussières, il peut se sursaturer beaucoup ; mais il se condense et se réduit en gouttelettes dès qu'on introduit des poussières sur son passage. Partant de ce fait, les auteurs ont montré que le quartz, traversé par les radiations riches en rayons ultra-violet de l'arc électrique, ou de l'étincelle d'une bobine de Ruhmkorff à électrodes de zinc, abandonne un peu de matière pulvérulente. Le phénomène cesse dès que la lumière a traversé une plaque de verre ou de mica.

Tous les métaux sont susceptibles de se pulvériser : ainsi quelques-uns, le cuivre en particulier, se pulvérisent nettement sous l'influence de la lumière, même quand ils sont à l'état neutre ;

(1) Tome II, 1891, p. 497 : *L'Évaporation électrique*, par W. Crookes.

(2) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXVII, 1889, p. 443 : *Pulvérisation des corps par la lumière ultra-violette*.

d'autres, tels que le zinc, le plomb, ne donnent de poussières que s'ils sont chargés *négativement*. La rapidité de la décharge répond à l'abondance des poussières.

Une lame métallique oxydée ou couverte d'une couche d'eau ne se pulvérise plus.

Plusieurs liquides, qui se pulvérisent également quand on les éclaire, se déchargent en même temps rapidement ; d'autres au contraire conservent longtemps une charge négative.

L'eau ne montre aucun effet de pulvérisation.

En recourant à des plaques de petites dimensions, on a pu suivre les poussières dans leur marche : elles quittent normalement la surface éclairée et reviennent, en suivant un chemin curviligne, vers les parties obscures de la même plaque.

Ces faits singuliers font rêver aux queues des comètes, qui ne sont peut-être que le résultat de la pulvérisation de la matière cosmique sous l'action de la lumière ultra-violette du soleil.

Certes, cette action mécanique de la lumière reste bien mystérieuse ; mais il est inutile d'insister sur le rôle important qu'elle joue vraisemblablement dans les phénomènes photo-électriques et sur la part qui revient à ces poussières dans le transport de l'électricité négative par convection étudié par M. Righi.

Recherches de M. Stoletow. — Nous l'avons dit plus haut : pendant que M. Righi réalisait, en Italie, ses belles expériences, M. Stoletow se livrait, en Russie, à des recherches absolument indépendantes, mais presque identiques dans la forme et très concordantes dans leurs résultats (1).

La disposition instrumentale de M. Stoletow est celle de M. Righi. Deux disques métalliques de 0^m,22 de diamètre sont placés verticalement, vis-à-vis l'un de l'autre, en face d'une lanterne à arc voltaïque. Le disque tourné vers la lampe est un grillage, l'autre est une lame pleine ; ils forment ensemble, comme dans l'appareil de M. Righi, une sorte de condensateur dont la face interne de l'armature continue peut être éclairée à travers les mailles de la seconde armature.

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CVI, 1888, p. 1149 : *Sur une sorte de courants électriques provoqués par les rayons ultra-violet* ; — *IBID.*, p. 1593 : *Sur les courants actino-électriques au travers de l'air* ; — t. CVII, 1888, p. 91 : *Suite des recherches actino-électriques* ; — t. CVIII, 1889, p. 1241 : *Sur les phénomènes actino-électriques*. — JOURNAL DE PHYSIQUE, seconde série, t. IX, 1890, p. 468 : *Sur les courants actino-électriques dans l'air raréfié* ; — t. X, 1891, p. 424.

M. Stoletow relie la lame pleine au pôle négatif d'une pile de 1 à 100 éléments de Volta, et le grillage au pôle positif. Il intercale dans ce circuit, interrompu par la lame d'air de 2 à 3 millimètres qui sépare les deux disques, un galvanomètre astatique de grande résistance.

Dès que la lumière de l'arc tombe sur le disque négatif à travers la toile métallique, le galvanomètre dévie et reste dévié. Toute irrégularité dans la marche de la lampe s'accuse par des changements de cette déviation. L'intercalation d'une substance opaque pour les radiations ultra-violettes la supprime ; une lame de quartz l'affaiblit à peine.

Intervertissons les jonctions avec la pile : la déviation est nulle. L'éclairement de l'armature positive est donc inefficace. D'après M. Stoletow, la déperdition est rigoureusement unipolaire, limitée à l'électricité négative. Cette conclusion est en contradiction avec le résultat obtenu par M. Righi.

Quand le grillage et le plateau sont formés de métaux différents, le grillage étant plus électro-positif que le plateau, — un disque de cuivre et un plateau troué de zinc réalisent ces conditions, — on obtient un courant sous l'action de la lumière et sans l'intervention d'une source électrique. « On a ici une sorte de pile, dit M. Stoletow, où l'air éclairé tient lieu du liquide et qui fonctionne tant que dure l'éclairement, le courant étant maintenu aux frais de l'énergie rayonnante. »

C'est, on le voit, une des expériences principales de M. Righi. Les deux savants se rencontrent également quand ils signalent l'action plus énergique de l'arc voltaïque dans lequel on a introduit certains métaux. « Parmi ceux que j'ai essayés, dit M. Stoletow, l'aluminium est le plus efficace ; viennent ensuite le zinc et le plomb. Ce sont, je crois, les métaux dont le spectre ultra-violet est le plus riche ; il est à remarquer que ce sont aussi les métaux les plus positifs de la série de Volta. »

Le savant physicien s'attache à élucider ce point important, que l'action actino-électrique réclame nécessairement pour se produire l'absorption des rayons efficaces par l'électrode négative. L'emploi de lames d'eau ou de lames mouillées dont nous parlerons tantôt, à propos des recherches de MM. Bichat et Blondlot, appuie cette conclusion. Elle a suggéré à l'auteur une explication de la divergence des résultats obtenus par M. Righi relativement à la sensibilité des deux électrodes. « Dans mon expérience primitive, dit M. Stoletow, on observe bien un certain effet, même en reliant le disque au pôle positif (pourvu que la

force électromotrice soit assez forte et la toile bien propre); mais ce résultat doit être attribué ici encore aux rayons absorbés par l'électrode *négative* (la toile), et l'illumination du disque n'y est pour rien. En effet, il suffit dans ce cas de bien mouiller la toile pour faire disparaître toute action, qui reparaît aussitôt que la toile redevient sèche. Si l'on a interverti les pôles de la pile (en rendant la plaque négative), l'action actinique est forte et elle ne subit aucun changement, que la toile soit mouillée ou sèche (pourvu que le disque soit entretenu bien sec). „

Nous ne pourrions, sans nous répéter, pousser jusqu'au bout l'analyse des expériences de M. Stoletow. Nous nous bornerons à rappeler celles où il étudie les courants actino-électriques dans l'air raréfié; d'ailleurs nous aurons l'occasion, dans les paragraphes suivants, d'en indiquer d'autres que nous passons ici pour abrégé.

Pour étudier les décharges du *condensateur à réseau* dans les gaz raréfiés, l'auteur a construit une boîte cylindrique en verre verni (46^{mm} de hauteur et 87^{mm} de diamètre extérieur), fermée d'un côté par une lame de quartz (diamètre 69^{mm}, épaisseur 5^{mm}), de l'autre par un disque de métal que traverse une vis micrométrique à tambour divisé. L'extrémité intérieure de la vis porte un disque en laiton argenté, susceptible par conséquent de se mouvoir parallèlement à lui-même et à la surface du quartz. Ce disque constitue l'armature négative du condensateur; la surface intérieure du quartz, argentée et rayée à la manière d'un réseau de diffraction, en forme l'armature positive. La boîte peut être remplie d'un gaz quelconque; elle est en relation avec une pompe à mercure, et on peut y réduire la pression à 0,005 ou 0,002 millimètre. Un galvanomètre est intercalé dans le circuit du condensateur. La lumière d'un arc voltaïque éclaire la plaque argentée à travers le réseau quand on enlève l'obturateur de la lanterne.

En opérant dans des conditions variées, où l'on modifiait la force électromotrice E de la pile de charge, la distance l des armatures, la pression p du gaz, M. Stoletow a pu découvrir quelques-unes des lois qui régissent le phénomène.

Lorsqu'on diminue uniquement la pression, l'intensité i du courant actino-électrique croît d'abord très lentement, puis de plus en plus vite, atteint son maximum à une pression déterminée (pression critique) et diminue ensuite pour s'approcher d'une limite finie.

La courbe $i = \varphi(p)$, qui peint aux yeux la variation du courant avec la pression, change de forme quand on fait varier E ou l ; si la charge est assez petite, elle peut perdre son maximum : il n'y a plus alors de pression critique.

Les ordonnées de toutes les courbes $i = \varphi(p)$ que l'on obtient en faisant varier E et l , convergent vers une même limite à mesure que p tend vers zéro.

A la pression ordinaire, le courant est une fonction de la charge électrique du condensateur, $i = F(E/l)$. Cette loi reste sensiblement exacte tant que la pression est considérable; mais elle s'écarte de plus en plus de la réalité à mesure que l'air devient plus raréfié; on peut réaliser la même charge en diminuant E ou en diminuant l , sans que, au point de vue de l'intensité du courant, le rapprochement des armatures compense la perte de force électromotrice.

Toutefois, la pression critique est proportionnelle à la charge du condensateur : la valeur de la charge, E/l , permet donc de déterminer la pression critique, ou l'ordonnée maxima de la courbe $i = \varphi(p)$, bien qu'elle ne suffise pas seule pour déterminer la courbe entière.

Cette loi, qui détermine la pression critique, " paraît démontrer, dit M. Stoletow, que l'air prend une part directe dans la convection actino-électrique; on concevrait difficilement qu'une relation aussi simple pût exister, s'il en était autrement. D'autre part, l'existence d'une limite fixe et finie, vers laquelle converge le courant quand p tend vers zéro, suggère l'idée qu'il y a d'autres causes qui contribuent à cette convection. Telles pourraient être d'abord la présence des vapeurs de mercure (provenant de la pompe à faire le vide), et puis cette pulvérisation actinique des armatures, qui est rendue probable par les expériences de MM. Lenard et Wolf. „

Observations de M. Edm. Becquerel à propos des expériences de M. Stoletow (1). — Dans la séance de l'Académie des sciences du 23 avril 1888, et à la suite de la publication des premières recherches de M. Stoletow, Edm. Becquerel fit remarquer que les phénomènes observés lui semblaient analogues à ceux qu'il avait étudiés lui-même, en 1853, mais dans d'autres conditions (2). " J'ai montré à cette époque, dit-il, que

(1) COMPTES RENDUS, t. CVI, 1888, p. 1213.

(2) ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 3^e série, t. XXXIX, 1853, p. 355.

les gaz échauffés peuvent conduire les courants électriques, même ceux provenant de couples à très faible force électromotrice; et que ces effets sont fonction de la nature des gaz, de leur densité, ainsi que des dimensions relatives des électrodes..

Cette propriété des *gaz chauds* fut mise en doute par Grove (1). On insinua que le courant observé par le physicien français avait été transmis, non à travers le gaz chaud, mais par l'intermédiaire des supports isolants, rendus conducteurs par l'élévation de leur température. Plus tard, Maxwell fut amené à s'occuper de la même question (2). Ces expériences, comme celles de Grove, aboutirent à un résultat négatif. M. Blondlot la reprit en 1887, et réussit à l'élucider (3).

Les expériences de Becquerel sont parfaitement correctes. Les résultats négatifs des expériences des physiciens anglais s'expliquent par ce fait que l'air chaud ne transmet pas l'électricité à la manière des conducteurs solides ou liquides, en se pliant à la loi d'Ohm, mais par *convection* : quand la température est suffisamment élevée, il s'établit, entre les deux électrodes, un mouvement de va-et-vient des particules d'air qui transportent de l'une à l'autre les charges électriques.

Nous avons rappelé ces expériences parce qu'elles présentent de fait une certaine analogie avec celles de M. Stoletow et de M. Righi; mais les causes en jeu dans celles-ci, l'illumination par les rayons ultra-violets et la convection photo-électrique qu'elle produit, diffèrent essentiellement de celles qui agissent dans les expériences de Becquerel, la chaleur et la convection qui l'accompagne.

Plus récemment (4), M. Branly a étudié la conductibilité d'un gaz compris entre un métal porté au rouge et un métal maintenu à la température ordinaire : *le gaz est encore conducteur, mais sa conductibilité est beaucoup plus forte quand le métal froid est négatif.*

(1) ATHENÆUM, 1853, p. 1134.

(2) TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ, traduit de l'anglais par G. Richard, 1884, p. 148 : *Ténacité électrique des gaz.*

(3) JOURNAL DE PHYSIQUE, seconde série, t. VI, 1887, p. 109 : *Recherches expérimentales sur la transmission de l'électricité à faible tension par l'intermédiaire de l'air chaud.*

(4) COMPTES RENDUS, t. CXIV, 1892, p. 831 : *Nouvelle conductibilité unipolaire des gaz*; — IBID., p. 1531 : *Sur la conductibilité d'un gaz compris entre un métal froid et un corps incandescent* (Erratum, t. CXV, p. 76).

Recherches de MM Bichat et Blondlot (1). — La publication des premières recherches de M. Stoletow amena MM. Bichat et Blondlot à examiner quelles modifications apporteraient à ces curieux phénomènes divers changements dans les conditions expérimentales.

Ils ont d'abord substitué au disque métallique plein du condensateur à réseau une surface liquide obtenue en faisant ruisseler sur la face interne d'une plaque de verre, occupant la place du disque plein, un courant d'eau amené d'un réservoir isolé par un tube percé de trous. Cette lame d'eau était réunie au pôle négatif d'une pile de 80 éléments de Volta. Le reste de l'appareil était disposé comme dans l'expérience de M. Stoletow. La source lumineuse était un arc électrique dont le charbon positif contenait une âme formée par un fil d'aluminium.

L'expérience ainsi faite montra que l'illumination laissait l'aiguille du galvanomètre au zéro, alors que, dans les mêmes conditions, la lame d'eau étant supprimée et les rayons tombant sur une lame métallique, on obtenait une déviation considérable. *Les radiations reçues par une lame d'eau semblent donc absolument inefficaces.*

M. Stoletow a fait remarquer qu'on simplifie l'expérience, sans en changer le résultat, en se servant, comme électrode négative, d'un disque solide recouvert d'un morceau de papier mouillé, d'une toile métallique ou d'une gaze bien imprégnées d'eau. On peut aussi, comme l'ont fait MM. Bichat et Blondlot, disposer le grillage horizontalement au-dessus d'un cristalliseur rempli d'eau et produire l'illumination par le haut. On supprime ainsi l'influence que pourrait avoir le mouvement du liquide.

D'autre part, si l'on répète l'expérience de M. Stoletow avec un disque négatif métallique, mais en interposant sur le trajet des rayons une lame d'eau entièrement libre, de 2 ou 3 millimètres d'épaisseur, obtenu en faisant éconler le liquide par un large ajutage aplati, la déviation galvanométrique ne diminue pas. *L'eau est donc transparente pour les rayons efficaces.* Cette expérience prouve que ces rayons efficaces ne sont pas les

(1) COMPTES RENDUS, t. CVI, 1888, p. 1349 : *Sur les phénomènes électriques produits par les rayons ultra-violets* ; — t. CVII, 1888, p. 29 : *Action combinée de l'insufflation et de l'illumination sur les couches électriques qui revêtent les corps conducteurs* ; — *IBID.* p. 557 : E. Bichat, *Sur les phénomènes actino-électriques*. — JOURNAL DE PHYSIQUE, seconde série, t. VIII, 1889 : Bichat, *Sur les phénomènes dits actino-électriques*.

rayons calorifiques, car la lame d'eau absorbait plus de la moitié de la chaleur incidente.

Rappelons que, dans les expériences de MM. Lenard et Wolf, l'eau pure n'a manifesté aucun effet de pulvérisation.

En remplaçant l'eau du cristalliseur par de l'encre, MM. Bichat et Blondlot ont constaté également l'inefficacité de l'illumination. M. Stoletow, de son côté, a constaté la sensibilité des solutions de fuchsine et de violet d'aniline. En général, plus le liquide est opaque pour les rayons efficaces, plus il est capable de servir de lame sensible.

Le fait seul de l'insensibilité de la lame d'eau semble prouver que le transport photo-électrique ne s'effectue pas par voie de conduction. Les auteurs confirment cette manière de voir par plusieurs expériences et arrivent à la conclusion que la convection joue bien le rôle essentiel dans ces phénomènes.

Ils montrent aussi que cette convection peut être singulièrement facilitée quand, à l'effet de l'illumination, on ajoute celui que peut produire un vif courant d'air parfaitement desséché.

On répète l'expérience de M. Stoletow avec un plateau et un grillage découpés dans la même feuille de laiton. Sous l'influence de l'illumination seule, le plateau se charge positivement, et acquiert un potentiel de 3 à 4 volts. On agite simplement l'air, avec un carton, dans le voisinage du plateau ou, mieux encore, on dirige contre le plateau un courant d'air comprimé dans un réservoir à 8 atmosphères : la déviation de l'électromètre augmente et peut devenir 6 à 7 fois plus grande que tantôt ; mais tout effet de l'insufflation disparaît quand on supprime la lumière.

Voici d'autres faits où se manifeste l'action des rayons ultra-violetts dans des circonstances intéressantes.

Un carton blanc, servant de disque négatif, produit un effet certain, mais faible : l'effet devient considérable si on recouvre le carton de noir de fumée ou de plombagine.

Un conducteur quelconque relié à un électromètre et éclairé par des radiations ultra-violettes se charge *positivement* ; l'air en contact avec le conducteur se charge donc *négativement*. C'est, sous une autre forme, l'expérience de M. Righi.

Une plante, disposée sur un support isolant et éclairée dans les mêmes conditions, s'électrise *négativement* ; le potentiel peut être supérieur à 20 volts. L'air qui environne la plante est donc électrisé *positivement*. Une seule fois, avec un géranium, on a obtenu une électrisation positive de la plante.

Expérience de cours de M. Hallwachs (1). — M. Hallwachs a utilisé l'influence du courant d'air, établie par MM. Bichat et Blondlot, pour réaliser une expérience de cours montrant nettement l'excitation photo-électrique.

On enlève les lentilles d'une lampe électrique, et sur le trajet des rayons on place, un peu de côté, de manière à ne pas intercepter complètement le faisceau, une lame de zinc récemment nettoyée en communication avec la feuille d'or d'un électromètre de Hankel. On concentre, à l'aide d'une lentille, le reste du faisceau sur cette feuille d'or ; elle se trouve ainsi vivement éclairée et on en projette l'image sur un écran au moyen d'une deuxième lentille.

Cela fait, on constate la position d'équilibre de la feuille d'or, puis on souffle vivement sur la lame de zinc, avec un fort soufflet de laboratoire ; on voit aussitôt la feuille d'or dévier dans le sens d'une électrisation positive.

Recherches de M. Borgman (2). — Elles ont porté sur un point spécial intéressant : le courant actino-électrique, qui s'établit sous l'action de l'illumination ultra-violette, est-il instantané ? Naît-il à l'instant où l'éclairement se produit, et s'éteint-il brusquement avec lui, ou bien augmente-t-il continûment jusqu'à une certaine limite, avec la durée de l'éclairement, et diminue-t-il continûment jusqu'à s'éteindre après la fin de l'éclairement ?

Pour résoudre ce problème, l'auteur est parti des considérations suivantes. Si l'apparition et la disparition du courant produit par la lumière dans le circuit du condensateur à réseau se produisent instantanément, ou du moins très vite après le commencement et la fin de l'illumination de la lame négative, en remplaçant dans le circuit l'électromètre par un téléphone et en intercalant entre l'arc éclairant et l'appareil un disque à fentes pouvant tourner rapidement, on devra entendre, dans le téléphone, un son dont la hauteur correspondra au nombre des interruptions de la lumière. Au contraire, le téléphone restera muet, si l'apparition et la disparition du courant sont instantanées.

(1) WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XL, p. 343 : — JOURNAL DE PHYSIQUE, seconde série, t. X, p. 570.

(2) COMPTES RENDUS, t. CVIII, 1889, p. 733 : *Sur les phénomènes actino-électriques.*

De fait, le téléphone ne parle pas, quelles que soient les vitesses différentes que l'on donne au disque tournant.

Le courant actino-électrique le traverse cependant, car il fait entendre un coup assez aigu quand, le disque à fentes étant au repos, on ferme et on ouvre à la main le circuit du condensateur.

Des expériences du même genre ont conduit M. Stoletow à la même conclusion : il a pu évaluer approximativement le retard du courant sur l'action lumineuse.

Recherches de M. Nodon (1). — Nous avons dit qu'elles remontent à 1885. L'auteur les résume dans les lois suivantes :

“ Les radiations *solaires*, en rencontrant un conducteur isolé (métal ou charbon), communiquent à ce conducteur une charge positive.

„ La grandeur de cette charge croit avec l'intensité des radiations solaires et décroît avec l'état hygrométrique de l'air. Le phénomène atteint, à Paris, sa valeur maxima en été, vers une heure de l'après-midi, lorsque l'atmosphère est pure et sèche.

„ Le passage des nuages devant le soleil fait cesser le phénomène. „

Ces observations sont délicates : elles exigent un dispositif expérimental spécial que décrit l'auteur et doivent être entourées de grandes précautions. L'influence du vent, en particulier, n'est pas négligeable.

“ S'il est permis d'étendre ces résultats aux corps non métalliques, dit M. Nodon, on peut considérer les radiations solaires comme *l'une des causes de l'électrisation des nuages*. „ Il ressort au moins de ces expériences que ces radiations peuvent, dans des circonstances favorables, traverser l'atmosphère sans dépouiller complètement leur influence actino-électrique. Cette conclusion sera pleinement justifiée par les recherches dont il nous reste à parler et où nous rencontrerons des expériences de démonstration plus simples.

Recherches de MM. J. Elster et H. Geitel (2) — Nous en extrairons les faits principaux que n'ont point rencontrés les recherches antérieures.

(1) COMPTES RENDUS, t. CIX, 1889, p. 219 : *Étude sur les phénomènes électriques produits par les radiations solaires*.

(2) De nombreux articles dans les WIEDEMANN'S ANNALEN, t. XXXVIII, 1889, et suivants.

Les surfaces des métaux électropositifs purs, soumises à l'action des ondes lumineuses très réfringibles, sont particulièrement propres à montrer la déperdition de l'électricité négative que provoque l'éclairement.

Les auteurs ont beaucoup étudié la sensibilité des métaux alcalins et des amalgames. Voici la disposition expérimentale qui permet de répéter plusieurs de leurs expériences.

On place, en dérivation, sur le circuit de la machine de Holtz, un excitateur formé d'une boule de laiton et d'un disque de zinc soigneusement poli et récemment amalgamé. Le disque est placé un peu obliquement pour faciliter son éclairage et communique avec le pôle négatif de la machine; on écarte les branches de l'excitateur de la machine jusqu'à ce que les étincelles cessent de jaillir entre ses boules et passent entre la boule et le disque de la dérivation. Cela fait, on éclaire le disque par la lumière du magnésium: les étincelles cessent de passer, et prennent de préférence le chemin de l'excitateur de la machine.

On peut substituer au zinc le laiton amalgamé, mais non le cuivre.

Les métaux alcalins et un grand nombre d'amalgames possèdent des propriétés photo-électriques très intenses; l'activité des amalgames ne peut être attribuée qu'au métal, car le mercure pur se montre absolument inactif.

Les corps étudiés se rangent, dans l'ordre d'activité décroissante, de la manière suivante: le potassium pur, l'alliage de potassium et de sodium, le sodium pur, les amalgames de rubidium, de potassium, de sodium, de lithium, de magnésium, de thallium et de zinc. Dans une pile hydro-électrique, chacun des termes de cette série serait électro-positif par rapport aux suivants.

MM. Elster et Geitel ont construit des tubes de Geissler ayant une électrode recouverte d'un métal alcalin ou d'un amalgame. L'action photo-électrique s'y manifeste sous l'influence de la lumière du jour, au moins dans bien des cas.

Le potassium pur est même affecté par la lumière d'une bougie placée à 6 mètres. Les rayons efficaces, après leur passage à travers le verre, s'étendent de l'ultra-violet jusqu'à la limite du rouge, mais le maximum d'effet se trouve dans le bleu.

En passant successivement aux différents termes de la série rappelée tantôt, on constate que la longueur d'onde des rayons efficaces, correspondant à l'effet maximum, diminue en même temps que l'intensité lumineuse totale nécessaire pour produire l'excitation augmente de plus en plus.

Diverses substances minérales phosphorescentes, notamment les diverses variétés du spath fluor, sont sensibles à l'action photo-électrique, surtout quand leurs surfaces viennent d'être mises à nu. Ce sont les rayons bleus surtout qui les affectent.

Le spath fluor perd son activité électro-optique, en même temps que sa conductibilité électrique, dans le vide; toutes deux reparaissent à l'air humide. Sous l'action de la chaleur, il perd à la fois son pouvoir phosphorescent et son activité électro-optique; etc.

MM. Elster et Geitel se sont beaucoup occupés des phénomènes électriques dont notre atmosphère est le siège. Ils ont constaté l'action photo-électrique de la lumière solaire, et son influence possible sur les manifestations électriques de l'atmosphère; enfin ils ont utilisé les phénomènes photo-électriques pour déterminer l'intensité des radiations ultra-violettes et leur absorption par l'atmosphère terrestre.

Recherches de M. Branly (1). — La part qui revient à M. Branly dans l'étude des phénomènes photo-électriques est considérable. S'il n'a pas eu l'honneur d'avoir ouvert la voie à ces observations intéressantes, il a certainement le mérite de l'avoir beaucoup élargie.

C'est à l'arc voltaïque que ses prédécesseurs avaient le plus souvent emprunté les rayons actifs dont ils avaient besoin pour leurs expériences; c'est aux étincelles de la bobine de Ruhmkorff, renforcées par un condensateur en dérivation sur le circuit induit, plus riches encore en rayons très réfrangibles, que s'est adressé M. Branly. L'appareil éclairant tout entier est enfermé dans une enveloppe métallique communiquant avec le sol: on évite ainsi les effets d'induction électrique, en dehors de l'enveloppe, sur les appareils voisins. Seule la lumière des étincelles sort par une ouverture circulaire de 10 à 15 millimètres de

(1) COMPTES RENDUS, t. CX, 1890, p. 751: *Déperdition des deux électricités dans l'éclairage par des radiations très réfrangibles*; — IBID., p. 898: *Courants photo-électriques entre les deux plateaux d'un condensateur*; — t. CXIV, 1892, p. 68: *Déperdition des deux électricités par les rayons très réfrangibles*; — t. CXVI, 1893, p. 741: *Sur la déperdition de l'électricité à la lumière diffuse et à l'obscurité*; — t. CXX, 1895, p. 829: *Déperdition électrique par l'illumination de corps médiocrement conducteurs*. — JOURNAL DE PHYSIQUE, 3^e série, t. II, 1893, p. 300: *Déperdition de l'électricité à la lumière du jour*. — Cfr: LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE, t. XLIV, p. 437; — L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE, t. III, 1895, p. 178.

diamètre. Ce sont les expériences de M. Hallwachs que reprend d'abord M. Branly.

On se souvient que le physicien allemand avait constaté qu'un disque métallique isolé, électrisé, relié à un électroscope ordinaire et illuminé par l'arc voltaïque, se décharge assez rapidement quand sa charge est *négative*; mais que l'illumination ne semble pas modifier sensiblement la déperdition quand elle est *positive*.

M. Branly répète la même expérience sous la même forme, puis en recourant à l'électromètre de Hankel qui permet des déterminations plus précises, mais en se servant de la lumière des étincelles. *La déperdition peut alors devenir aussi rapide pour l'électricité positive que pour l'électricité négative.*

De fortes étincelles ramènent les feuilles de l'électroscope ordinaire au contact en moins d'une seconde. En espaçant les étincelles, 2 ou 3 décharges suffisent : les feuilles se rapprochent vivement à chaque décharge et s'arrêtent dans l'intervalle de deux étincelles. L'absorption des rayons actifs n'est complète ni avec le mica, ni avec le verre; un millimètre de quartz ralentit la déperdition, surtout si le disque est positif et peu distant de la source; cette absorption augmente lentement avec l'épaisseur du quartz interposé.

La déperdition de l'une et de l'autre électricité est d'autant plus rapide que le potentiel du disque éclairé est plus élevé, mais la rapidité de la décharge décroît plus vite, avec le potentiel, pour l'électricité négative que pour l'électricité positive.

A 5 centimètres de la source lumineuse, le disque éclairé perd rapidement les deux électricités, mais la négative un peu plus vite que la positive, s'il est en zinc, en cuivre, en aluminium, en cadmium ou en bismuth soigneusement polis, même depuis plusieurs jours, mais sans altération visible. Avec le plomb métallique ou recouvert d'un vernis à la gomme laque, la différence de vitesse de déperdition est insensible.

Le repolissage augmente beaucoup la rapidité de la déperdition de l'électricité négative; il ne paraît pas avoir d'influence sur la déperdition de l'électricité positive.

Quand la distance du disque à la source augmente, la déperdition se ralentit et beaucoup plus pour l'électricité positive que pour l'électricité négative; etc.

Après avoir refait les expériences de M. Hallwachs, M. Branly a repris celles de M. Stoletow.

Le condensateur à lame d'air dont il s'est servi était formé

d'un disque de cuivre plein de 68 millimètres de diamètre, et d'un second disque identique percé de trous, ou d'une toile métallique. Leur distance fut ordinairement de 0^{mm},6 ou 1^{mm}. On illuminait le disque plein, à travers le grillage, par les décharges de la batterie chargée par la bobine de Ruhmkorff, et disposée comme nous l'avons indiqué tantôt. La lame d'air, qui forme une interruption dans le circuit comprenant une pile, les deux disques du condensateur chargés par les pôles de la pile et un galvanomètre très résistant, arrête au début complètement le courant. Mais dès que fonctionne la source lumineuse, l'aiguille du galvanomètre dévie. On peut mesurer alors la résistance de la lame d'air, en supposant que ce courant obéit à la loi d'Ohm : dans une expérience, elle s'est trouvée approximativement égale à 940 millions d'ohms.

Rapprochons le condensateur de la source lumineuse, en sorte qu'il ne reste qu'une distance de 10 millimètres entre le disque plein et les étincelles. On obtient un courant photo-électrique quel que soit le signe de la charge du disque illuminé. Chacun de ces deux courants croît avec le nombre des éléments de la pile de charge, mais plus lentement que la force électromotrice de cette pile. En général, le courant est plus fort quand le disque éclairé est chargé négativement. Avec un seul élément, on obtient sensiblement l'égalité des deux courants.

Tous deux s'affaiblissent quand la distance du condensateur à la source lumineuse augmente, mais surtout le courant correspondant au disque positif. L'interposition d'une lame de quartz produit le même effet qu'une augmentation de distance. " Cet amoindrissement spécial du courant positif par l'accroissement de la couche d'air traversée, ou par l'interposition d'une lame de quartz, dit M. Branly, conduit à admettre que les radiations efficaces sur la déperdition positive sont absorbées par l'air ou par le quartz en proportion beaucoup plus grande que les radiations efficaces sur la déperdition négative, et doivent être plus réfrangibles. „

Lorsque le disque éclairé est recouvert d'une mince couche isolante, par exemple de vernis à la gomme laque, les courants présentent des particularités intéressantes.

Entre un disque de cuivre verni et une toile métallique, le courant passe dans les deux sens. Fermons le circuit pendant l'éclairage : on a au début une forte impulsion de l'aiguille du galvanomètre, comparable à l'impulsion obtenue avec un disque non verni, puis l'intensité diminue jusqu'à une limite lentement

atteinte. Enlevons le galvanomètre du circuit, et reprenons la même expérience en laissant passer le courant pendant un temps suffisant pour obtenir la valeur limite de l'intensité. Par le jeu d'un commutateur, interrompons la communication du condensateur avec la pile et relient les armatures aux bornes du galvanomètre *sans cesser d'éclairer* : on observe alors une impulsion contraire à la première, et, cette fois, le courant décroît d'abord rapidement, puis lentement jusqu'à zéro. On le voit, ce sont des apparences semblables à celles des phénomènes de polarisation hydro-électrique : le condensateur fonctionne ici comme un voltamètre photo-électrique.

Dans une troisième série de recherches, M. Branly a repris ses premières expériences, analogues à celles de M. Hallwachs, mais en se servant cette fois, comme source lumineuse, de l'arc voltaïque. Il a montré que, même dans ces conditions, la déperdition positive n'est nullement négligeable par rapport à la déperdition négative.

L'appareil de mesure est un électroscope à feuilles d'or surmonté d'un disque éclairé de 7^{cm} de diamètre. Divers essais faits à l'aide d'électroscopes dont la tige était entourée de soufre, de paraffine, de gomme laque ou d'ébonite, ont montré que l'enveloppe de soufre fournissait l'isolement le plus parfait, " Ces essais, dit M. Branly, exécutés avec des charges peu différentes des charges usuelles avec les électroscopes, montrent que la gomme laque ne convient pas pour l'étude de la déperdition par l'air. Les déperditions par l'air observées par Coulomb sont d'ailleurs trop fortes pour être attribuées à l'air seul. La déperdition par l'air doit être extrêmement faible, et si la loi de Coulomb peut être regardée comme probable, la démonstration expérimentale n'en est pas faite. „

Il résulte de toutes ces expériences que, sous l'action lumineuse des décharges d'un condensateur, tous les métaux polis ou non, vernis ou non, manifestent la déperdition négative ; que la déperdition positive, moins importante sans doute, n'est nullement négligeable ; enfin que la conductibilité des gaz éclairés, et en particulier de l'air atmosphérique, dépend moins de leur nature que des surfaces conductrices entre lesquelles ils sont interposés.

Les expériences de MM. Elster et Geitel amenèrent M. Branly à chercher à son tour l'influence photo-électrique des rayons solaires et de la lumière diffuse des nuées, tout en montrant le rôle capital que jouent, dans ces phénomènes, la nature des surfaces éclairées.

Nous nous bornerons à rappeler ici quelques expériences de démonstration particulièrement simples.

Un électroscope à cage métallique et à tige isolée par un manchon de soufre, est surmonté d'un disque d'aluminium de 8 centimètres de diamètre *fraîchement poli*. On le charge négativement et on l'expose à la lumière du jour sur le rebord d'une fenêtre ouverte : la chute de la feuille d'or a lieu en quelques secondes : à la lumière solaire la chute est instantanée.

L'électroscope étant surmonté d'une boule métallique quelconque et chargé positivement, sa charge se conserve. Mais si un disque d'aluminium, fraîchement poli, éclairé et relié au sol, est disposé à une petite distance de la boule, la chute de la feuille d'or a lieu immédiatement.

Ces expériences réussissent encore assez bien avec du zinc et du cadmium *lorsqu'ils viennent d'être polis*. Le cuivre ne donne rien.

La charge des électroscopes se fait par influence avec un bâton de verre ou de résine.

Une bouteille de Leyde étant chargée négativement par son armature interne, un disque d'aluminium poli et éclairé posé sur le bouton la décharge, et l'on peut recueillir cette charge sur différents conducteurs.

L'expérience inverse est particulièrement facile et frappante. On charge positivement l'armature interne d'une bouteille de Leyde de 15 centimètres de hauteur, et l'on dispose à quelque distance, en face du bouton, un disque d'aluminium fraîchement poli et éclairé, surmontant un électroscope à décharges de Gaugain : la décharge de la bouteille a lieu, accusée par le va-et-vient de la feuille d'or.

Avec l'aluminium et un beau jour, la distance du bouton de la bouteille à la surface du disque peut dépasser 50 centimètres; elle doit être moindre auprès d'une fenêtre, derrière les vitres. La charge de la feuille d'or est positive comme celle du bouton de la bouteille.

Le flux d'électricité se rend du bouton au disque en suivant les lignes de force qui aboutissent à celui-ci. La bouteille ne doit pas être isolée : la conductibilité d'une planche de bois sur laquelle reposent la bouteille et la cage métallique de l'électroscope est amplement suffisante pour assurer la communication.

Enfin M. Branly a complété ses recherches en étudiant la déperdition électrique par l'illumination de corps médiocrement conducteurs, tels que le bois, le marbre, le verre chauffé.

Le mode d'observation est celui de ses premières recherches. Le conducteur était un disque circulaire vertical de 15 centimètres de diamètre, soutenu par la tige coudée d'un électroscope à manchon isolant de soufre. La charge avait lieu par l'un des pôles d'une pile de 500 volts dont l'autre pôle était relié au sol ; un microscope à oculaire micrométrique servait à suivre avec précision la chute de la feuille d'or.

En recourant à l'*illumination par un corps chauffé au rouge sombre*, M. Branly avait constaté antérieurement qu'un disque métallique électrisé négativement se décharge rapidement en face d'un cylindre de laiton porté au rouge en en faisant la cheminée d'un fort bec de gaz ; la décharge est très lente si le disque est positif ; au contraire, devant un cylindre de laiton recouvert de litharge en poudre portée au rouge, un disque de métal électrisé se décharge rapidement s'il est positif, et très lentement s'il est négatif.

Il constate de même, dans ses dernières recherches, qu'un disque de bois poli ou non poli, ou de bois verni, ou de verre poli, chauffé à 100° environ par le rayonnement d'un bec de gaz et devenu ainsi conducteur, se comporte exactement comme le métal.

En résumé, c'est à la surface incandescente que se rapporte le rôle principal : la nature du conducteur illuminé paraît être sans effet.

On arrive à un résultat opposé quand on recourt à l'*illumination par des rayons très réfrangibles*, empruntés à l'arc voltaïque ou aux décharges d'une batterie. Ici la déperdition du corps illuminé dépend de la nature de sa surface.

Le bois poli ou non, le marbre poli ou non, le carton, la terre cuite, le verre chauffé à 100° offrent une déperdition très nette des deux électricités, plus rapide encore pour l'électricité négative que pour l'électricité positive, mais la différence est beaucoup moins marquée qu'avec les métaux, surtout les métaux polis.

La déperdition positive devient au contraire rapide, et la négative faible pour le bois verni, ou frotté avec de l'huile, ou ciré à la paraffine, ou enduit d'une légère couche de suif. Les plateaux métalliques suiffés présentent le même caractère.

On peut ainsi, en modifiant la surface du disque éclairé, renverser à volonté le sens de la déperdition plus facile.

Le fait que l'action photo-électrique s'exerce sur des corps non métalliques apporte à la remarque de M. Nodon et aux vues de MM. Elster et Geitel, relatives à l'influence des radiations

solaires sur les phénomènes électriques de l'atmosphère, une confirmation importante. Les montagnes de notre globe sont formées de corps médiocrement conducteurs, chargés d'électricité négative, soumis à la radiation solaire et entourés de l'air atmosphérique au sein duquel, dans ces conditions, pourrait s'établir un transport électrique dont la circulation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère nous offrirait une grossière image. Peut-être faudrait-il chercher là une des causes des manifestations électriques que semble provoquer fréquemment une série de quelques beaux jours. La remarque est de M. O. Lodge, qui a aussi réalisé des expériences intéressantes sur l'action photo-électrique de la lumière (1).

On voit, par l'ensemble du résumé qui précède, que les physiciens, en étudiant les phénomènes photo-électriques, ne sont guère sortis du domaine des faits ; il est vraisemblable cependant qu'ils ne l'ont pas parcouru tout entier et qu'il reste bien des régions à explorer, et même à découvrir. Il est probable d'ailleurs que cette influence singulière de la lumière n'est pas seulement capable de se manifester par des actions électriques, mais qu'elle joue aussi un rôle dans d'autres phénomènes qui dépendent des propriétés superficielles des corps.

Peut-être, après les avoir longuement et soigneusement étudiés, sera-t-on amené à voir dans ces effets de la lumière la conséquence d'une perturbation synchronique, produite à la surface des corps ou dans la couche gazeuse qui les touche immédiatement, perturbation dont le résultat serait analogue à une sorte d'action chimique. Dans ce cas, les phénomènes photo-électriques seraient dus à la même cause qu'un grand nombre d'autres constatés depuis longtemps, mais encore obscurs, et rapportés au pouvoir chimique ou actinique de la lumière (2).

J. THIRION, S. J.

(1) NATURE, t. L, 1894, pp. 134 et 135 (note).

(2) O. Lodge, *Les Théories modernes de l'électricité* (traduit de l'anglais par E. Meylan), 1891, p. 209.

ANTHROPOLOGIE.

L'Homme tertiaire (1). — L'homme tertiaire fait de nouveau parler de lui. Dans la contrée de Burma (Indes anglaises) (1), au-dessous de couches pliocènes, dans un conglomérat non remanié, appartenant soit au pliocène inférieur soit au miocène supérieur, M. le Dr Nœtling a recueilli une douzaine de silex qui paraissent taillés. L'un d'eux présente la forme d'un grattoir avec des retouches sur les bords. Mais j'ai eu si souvent l'occasion de recueillir, dans les formations tertiaires, des silex naturels offrant les apparences d'une taille intentionnelle, qu'il me semble prudent d'attendre d'autres preuves, avant d'affirmer que ces silex sont un produit de l'industrie humaine.

Les silex des plateaux du Kent (2). — Je ferai les mêmes réserves au sujet de silex soi-disant taillés, mais très grossiers, recueillis dans des graviers à la surface des plateaux du comté de Kent en Angleterre, et sur lesquels M. Prestwich attire l'attention depuis quelques années. D'après M. Prestwich et d'autres géologues, la formation où ils se trouvent serait pré-glaciaire, pliocène. Mais, outre que ces silex peuvent être naturels, il n'est pas impossible que la zone superficielle, où ils se trouvent, soit l'équivalent du limon des plateaux du nord de la France, qui est quaternaire. Cette zone aurait pu se former aux dépens d'une alluvion plus ancienne, sous-jacente.

Le Pithecanthropus erectus (3). — Un savant hollandais, M. le Dr Dubois, a recueilli à Java, dans un dépôt quaternaire, ou pleistocène, les débris d'un fossile décrit par lui sous le nom de *Pithecanthropus erectus* et qu'il considère comme un type intermédiaire entre l'homme et les anthropoïdes, un grand

(1) Dr Fritz Nœtling, *On the Occurrence of chipped Flints in the upper Miocene of Burma*, RECORDS OF THE GEOLOG. SURVEY OF INDIA, vol. XXVII, Part III, 1894, pp. 101-103.

(2) Voir L'ANTHROPOLOGIE, 1894, p. 689; compte rendu de différents mémoires par MM. T. Rupert Jones, Shrubsole, A.-M. Bell.

(3) Dr Eug. Dubois, *Pithecanthropus erectus, Eine menschenähnliche Uebergangsform aus Java*, Batavia, 1894, in-4^o, 2 pl.—Voir L'ANTHROPOLOGIE, t. VI, 1895, p. 65.

singe à l'attitude verticale. Ce serait le précurseur de l'homme, l'anthropopithèque rêvé par les évolutionnistes. Il est représenté par trois pièces, une molaire, un fragment de crâne et un fémur, qui n'ont pas été recueillis ensemble, mais à quelque distance les uns des autres, et à des époques différentes. Le crâne est dolichocéphale et d'une faible capacité difficile à évaluer exactement. Il est probable qu'elle ne dépassait pas 1200 centimètres cubes. Ces différentes pièces ont plus de rapports avec l'homme qu'avec aucun singe anthropoïde connu; en sorte qu'on est en droit de se demander si elles n'appartiennent pas tout simplement à l'homme.

L'homme interglaciaire en Suède (1).—D'après M.A.-M.Hansen, l'homme remonterait dans les pays scandinaves à la dernière période interglaciaire qui serait représentée par les kjoekkenmoeddinger. Il s'appuie sur ce que les mollusques des kjoekkenmoeddinger sont identiques à ceux des dépôts interglaciaires. Mais on peut objecter que la faune mammalogique de ces dépôts ne renferme aucune des espèces qui, dans le reste de l'Europe, caractérisent l'époque interglaciaire des géologues. C'est une faune essentiellement récente et post-glaciaire. D'ailleurs il n'y a pas de kjoekkenmoeddinger en Suède.

Quand le bronze arriva en Scandinavie, la mer, d'après M. Hansen, aurait été de 7 à 8 mètres plus élevée qu'aujourd'hui. A l'âge du fer, elle occupait le même niveau que de nos jours; ce qui ne doit pas être rigoureusement exact, puisque la limite des terres et de la mer n'a pas cessé de se déplacer, sur les rivages de la Scandinavie. M. Hansen a cru pouvoir tirer, de ses observations géologiques, des évaluations chronologiques qui se résumerait ainsi : Durée des temps post-glaciaires, 7000 à 9000 ans; deuxième époque glaciaire, 15 000 à 25 000 ans. Période interglaciaire, 15 000 à 20 000 ans; première période glaciaire, 100 000 à 150 000 ans. Quelle valeur faut-il attribuer à ces nombres? Je l'ignore; je ferai remarquer seulement que la durée des temps post-glaciaires correspond à peu près aux calculs proposés par d'autres géologues.

L'Homme quaternaire à Predmost (Moravie) (2). —

(1) Compte rendu dans L'ANTHROPOLOGIE, par M. Boule, d'après une note du JOURNAL OF GEOLOGY, vol. II, 1894, Chicago.

(2) K.-J. Maska, *Nalez diluvialního cloveka v Predmosti*. CESKÍ LID, IV, 2; 1894. — L'ANTHROPOLOGIE, 1895, p. 194, et 1894, p. 589.

MM. Wankel et Kriz ont fait connaître le lœss de Predmost au point de vue géologique et paléontologique. C'est un dépôt puissant, riche en débris de la faune quaternaire de l'âge du mammoth. M. Kriz y avait relevé quelques traces humaines, cendres, os brûlés, os incisés, silex taillés, etc. M. Maska, bien connu par ses recherches archéologiques et anthropologiques, a découvert dans ce gisement les squelettes d'une dizaine d'individus, parmi lesquels se trouvent ceux de trois enfants. Il les considère comme quaternaires. Ces squelettes reposaient à 2^m30 de profondeur, dans leur position naturelle, au-dessous de la couche à ossements quaternaires qui ne paraissait pas avoir subi de remaniements. Ils occupaient une surface de 6^m de long sur 2^m50 de large et 0,30 d'épaisseur. Une dalle calcaire de 0^m30 sur 0^m50 les recouvrait. C'était donc une sépulture. Il y avait autour des ossements quelques éclats de silex et de jaspe et des débris de charbon. Les crânes sont dolichocéphales, les arcades sourcilières très développées, mais moins saillantes que dans le crâne de Néanderthal. Un des squelettes mesure 1^m80; les autres étaient beaucoup plus petits. Cette découverte aurait une très grande importance si la sépulture était vraiment quaternaire. Mais, au premier abord, elle ne se présente pas avec les caractères connus des rares sépultures de cette époque, et puis les remaniements sont parfois si difficiles à constater dans des terrains non stratifiés, comme le lœss, qu'on ne peut s'empêcher de concevoir quelques doutes sur l'âge de ces précieux restes, malgré l'autorité du savant qui les a fait connaître.

La grotte des Hoteaux (1). — La découverte d'une sépulture de l'âge du renne dans la grotte des Hoteaux, sur la rive droite du Furans, à Rossillon (Ain), se présente avec des caractères d'authenticité beaucoup plus sûrs. On doit cette belle trouvaille à M. l'abbé Tournier, déjà connu par ses recherches archéologiques dans le département de l'Ain, et à M. Charles Guillon. Une tranchée ouverte dans l'abri sous roche qui précède la grotte proprement dite a mis au jour une succession de six foyers superposés et régulièrement stratifiés sans aucune trace de remaniement.

Le renne abonde dans les 5^e et 6^e foyers. Il est associé au bouquetin et au cerf dans les 3^e et 4^e foyers. On ne le trouve plus dans les deux foyers supérieurs.

(1) Abbé Tournier et Charles Guillon. *Les Hommes préhistoriques dans l'Ain*. Bourg, Villefranche, 1895, broch. in-8°, 105 pp., 7 pl.

L'ensemble de la faune, comme l'a fait remarquer M. d'Acy (1), représente celle des assises tarandienne et élaphienne de M. Piette. Les trois foyers supérieurs ont leurs analogues à la grotte de Reilhac. C'est du quaternaire supérieur. On y trouve l'hyène des cavernes, la marmotte, le tétras lagopède, le choquard des Alpes. L'industrie humaine était bien représentée : silex taillés, lames, grattoirs, racloirs, perçoirs, burins; coquilles et dents percées de trous de suspension; aiguilles en os; pointes de trait à base taillée en biseau; bâtons de commandement, dont un orné d'une figure de renne habilement gravée au trait.

Le squelette d'un adolescent gisait dans le foyer inférieur, le sixième à partir de la surface. Les jambes étaient repliées sous le corps; les fémurs se trouvaient intervertis, ce qui indique que le squelette avait été inhumé après décharnement préalable. La terre qui l'entourait était mêlée d'ocre rouge, suivant un rite funéraire déjà constaté dans d'autres sépultures du même âge. Le squelette était accompagné de divers objets, une dent de cerf percée d'un trou de suspension, des silex taillés, lames, perçoir, burin; une pointe également en silex, finement retouchée sur les bords; enfin un bâton de commandement en bois de renne, percé d'un trou, décoré de quelques stries effacées.

MM. Tournier et Guillon ont établi que les foyers qui recouvraient la sépulture n'avaient subi aucun remaniement. Ils sont donc postérieurs à l'inhumation, dont l'âge se trouve ainsi fixé d'une manière certaine.

Au-dessous de la sépulture, il y avait une épaisseur de 0,35 centimètres de terre jaunâtre argileuse stérile, et, à la base, sur la roche en place, des galets alpins du terrain erratique. On voit par là qu'un intervalle de temps plus ou moins long sépare la fin de la période glaciaire du moment où l'homme quaternaire établit ses premiers foyers dans les montagnes du Bugey.

La station de Brassempouy (2). — La grotte de Brassempouy (Landes), découverte en 1880 par MM. du Moulin et de Poudenx, a été fouillée successivement par MM. Dubalen, de Laporterie, Dufour, Piette. Ce dernier a publié récemment dans *L'Anthropologie* le compte rendu de ses recherches, accompagné d'une étude très intéressante sur les ivoires sculptés que cette station lui a fournis. J'ai eu déjà l'occasion d'en entretenir les

(1) REVUE ARCHÉOLOGIQUE, 1895.

(2) L'ANTHROPOLOGIE, 1895, p. 129.

lecteurs de la *Revue* (1). L'importance de ces trouvailles m'engage à rendre compte du nouveau mémoire de M. Piette.

La stratigraphie de la grotte est bien établie maintenant. A la surface, il y avait un gisement considéré par M. Piette comme néolithique, mais renfermant des silex taillés du type solutréen bien caractérisé. Au-dessous, régnait une assise magdalénienne, avec os gravés, et silex taillés suivant les types magdaléniens et solutréens. Plus bas se trouvait la zone spécialement étudiée par M. Piette, nommée par lui l'assise éburnéenne. Cette assise renfermait abondamment des os de *Rhinoceros tichorinus* et de mammouth, des silex appartenant aux types de La Madeleine, de Solutré et du Moustier, et enfin des statuettes féminines en ivoire, sculptées en ronde bosse.

Ces statuettes constituent la partie la plus intéressante de la trouvaille. Elles sont au nombre de sept et représentent deux types : un type adipeux, longinymphe, stéatopyge; et un type svelte, élancé. Les individus de la race adipeuse ne portent que des colliers et des bracelets. Ceux de la race svelte ont des rudiments de vêtements, une ceinture, une pèlerine, une capuche. La statuette à la capuche est particulièrement curieuse par les détails de la coiffure.

En résumé, la station de Brassempouy permet d'établir la persistance des types solutréens pendant une longue période qui va de l'époque du Moustier à l'époque néolithique. Ils ne sont donc pas caractéristiques d'un niveau déterminé. C'est un fait sur lequel j'ai appelé déjà l'attention. Les sculptures sur ivoire enrichissent d'une façon imprévue nos connaissances relatives à l'histoire de l'art dans les cavernes. Elles apportent une lumière nouvelle dans l'étude des races quaternaires, et complètent ce que l'ostéologie nous avait appris. Sans aller aussi loin que M. Piette, il ne faut pas cependant dédaigner cette source d'informations.

L'histoire de l'indice céphalique en Angleterre (2). — Le Dr John Beddoe s'est proposé de vérifier, par l'étude de la craniologie dans les Iles Britanniques, quelques propositions qui ont cours parmi les anthropologues et que voici :

La forme de la tête et plus particulièrement l'indice crânien

(1) Voir le numéro de janvier 1895, p. 256.

(2) L'ANTHROPOLOGIE, 1894, pp. 513, 658.

sont-ils aussi permanents dans toutes les races qu'on l'a supposé ?

La tête augmente-t-elle en largeur et diminue-t-elle en longueur avec les progrès de la civilisation ? Quels sont, sous ce rapport, les effets de la sélection naturelle ou sociale ?

Jusqu'à quel point la coloration et la forme de la tête sont-elles corrélatives dans l'Europe occidentale ?

Quels sont les avantages ou les défauts psychiques en rapport avec telle ou telle forme longue ou courte ou telle couleur blonde ou brune ?

La craniologie anglaise, qui n'est pas élucidée complètement, mais qui est moins complexe que celle des autres régions de l'Europe, se prête assez bien à l'étude de ces questions.

À l'époque néolithique, on trouve la race dite des *long barrows*, dolichocéphale avec un indice céphalique moyen égal à 72. Il devait y avoir, à cette époque, un type mésaticéphale affilié au type hongrois ou de Furfooz.

À l'âge du bronze, la race dite des *round barrows* accuse la prédominance des brachycéphales avec un indice moyen de 80.

Au moment de la conquête romaine, on voit se produire un retour à la dolichocéphalie, probablement par suite d'un mélange de races. Indice moyen 75,5.

L'invasion anglo-saxonne donne naissance à une stratification très compacte, dans les régions orientales, avec un indice moyen égal à 75. La forme de tête des Anglo-saxons est une modification du type dit de Hohberg.

Les envahisseurs Danois et Scandinaves sont peu connus.

La conquête normande a pour effet de relever l'élément brachycéphale. Au moyen âge, la moyenne de l'indice céphalique pour cent hommes s'élève à 78, et pour 35 femmes à 80, chiffres supérieurs à la moyenne actuelle de la Grande-Bretagne qui n'est que de 77,64 et même de 76, si l'on enlève les Écossais, les Irlandais, les Maniens et les Gallois. Cependant, chez les lettrés, la moyenne s'élève à 78,94.

Les tailles élevées et la dolichocéphalie vont ensemble. Mais la coloration blonde n'accompagne pas toujours la haute taille.

Le volume du crâne augmente avec la capacité intellectuelle ; mais le rapport des diamètres ne change pas, l'indice reste le même. M. Beddoe n'admet donc pas, avec MM. Ammon, de Lapouge, de Candolle, que la dolichocéphalie résulte de la culture. Il pense que les indices extrêmes tendent simplement à disparaître chez les hommes supérieurs.

Le type général des Anglais modernes, instruits ou non, tend à les rapprocher de celui des crânes des *reihen graben* de Kollmann et von Hölder.

Les fouilles de Koptos (1). — L'heureux explorateur de l'Égypte, M. Flinders Petrie, a fouillé pendant l'hiver de 1893-94 le temple de Koptos.

Il y a là six assises superposées, allant des Ptolémées aux temps préhistoriques. Sous les débris d'un temple datant de la XI^e dynastie, on a rencontré des statues en pierre et en argile dont le style ne rappelle en rien l'art de l'Égypte historique. Les unes sont en argile du Nil, colorée en rouge avec de l'hématite. Elles seraient contemporaines des trois premières dynasties. Les autres sont en calcaire et d'un style primitif et grossier, que M. Flinders Petrie compare aux sculptures sur os de l'Europe préhistorique. Ces statues paraissent avoir été taillées au moyen de hachettes de pierre dont on a retrouvé un amas à 30 pieds de profondeur. Ces hachettes sont courtes et trapues comme celles de la Grèce et de l'Asie mineure.

On sait qu'en Égypte la fabrication et l'emploi des outils en pierre ont atteint leur apogée sous la XI^e et la XII^e dynasties, à un moment où le bronze commençait à être connu. Cela nous reporte à 2500 ou 3000 ans avant J.-C. Peut-être 500 ans plus tôt, comme le fait remarquer M. Cartailhac, était-on en plein âge de la pierre polie dans la vallée du Nil, c'est-à-dire dans le plus antique foyer de civilisation du bassin de la Méditerranée.

Chronologie babylonienne. — Un cylindre babylonien, connu sous le nom de Bingani-sar-Ali, représente la lutte d'Izdubar contre le taureau divin, qu'Anum, à la prière d'Iztar méprisée, avait envoyé contre le héros d'Érech. D'après M. Oppert, ce cylindre, trouvé à Niffar, serait antérieur à Sargon l'ancien, c'est-à-dire à 4000 ans avant J.-C. (2).

Or les faits auxquels il est fait allusion sont empruntés à un poème épique qui fit l'enchantement des peuples de la Babylonie et dont on a retrouvé les fragments sur les tablettes de Nimrod-Epos (3). La date minimum de ce poème se trouverait

(1) ACADEMY, 1894, I, p. 421. — L'ANTHROPOLOGIE, 1894, p. 683. — REVUE ARCHÉOLOGIQUE, t. XXV, 1894, p. 111, et t. XXVI, 1895, p. 127.

(2) REVUE ARCHÉOLOGIQUE, t. XXV, 1894, p. 107.

(3) D'Alfred Jeremias, *Izdubar-Nemrod, Eine alt babylonische Heldensage nach den Keilschriftfragmenten dargestellt*, Leipzig, 1891.

fixée, si les évaluations de M. Oppert sont exactes, ce qui n'est pas prouvé.

M. François Lenormant et après lui M. Quentin ont fait remarquer, d'autre part, qu'il existe une relation intime entre les douze signes du zodiaque et les douze chants du poème d'Izdubar (1). Y aurait-il, comme on l'a prétendu, une relation chronologique entre ces trois ordres de faits, le cylindre de Niffar, le poème d'Izdubar et l'invention du zodiaque?

Le zodiaque paraît avoir été composé à une époque où la constellation du Taureau était à l'état héliaque, c'est-à-dire où le soleil se trouvait, à l'équinoxe du printemps, dans la constellation du Taureau. Si l'on s'appuie sur le phénomène de la précession des équinoxes, ce phénomène du passage du soleil, à l'équinoxe du printemps, dans la constellation du Taureau, nous reporterait à une époque comprise entre l'an 2150 et l'an 4200 avant J.-C.

Il y a une marge assez grande entre ces deux chiffres extrêmes.

ADRIEN ARCELIN.

SCIENCES SOCIALES.

Le système de Gothenbourg (2). — La question de l'alcool se pose dans presque tous les pays. Quelques-uns ont tenté de la résoudre. Les essais faits dans les pays scandinaves sont particulièrement intéressants.

La Suède a passé par les régimes suivants : d'abord, monopole, au profit de la couronne, de la fabrication et de la vente de l'alcool. Depuis 1788, liberté du commerce et de la fabrication, de sorte que toute ferme se trouve transformée en distillerie et en débit de boissons. Des abus naît la réaction, et l'on arrive au système de l'option locale dans son double sens de prohibition et de contrôle.

D'après la loi de 1855, la prohibition absolue ne peut être établie que dans les villages. Le conseil de la paroisse décide. S'il

(1) REVUE DE L'HISTOIRE DES RELIGIONS, mars-avril 1895, p. 163.

(2) *England and the Gothenburg Licensing System*, by Edwin Goadby. FORTNIGHTLY REVIEW, février 1895.

tolère la vente en détail, il doit fixer le nombre des licences, et exercer la surveillance. Ses décisions doivent être approuvées par le gouverneur. Remarquons que les achats faits par les villages prohibitionnistes augmentent souvent de façon notable le débit de l'alcool dans la ville voisine. Dans les villes, c'est le conseil de la ville qui est chargé d'exécuter la loi. Il fixe le nombre des licences, et les met en adjudication pour un an ou pour trois ans. La soumission doit être accompagnée d'un certificat de respectabilité personnelle.

Ce qu'il y a de plus caractéristique, c'est la façon dont la loi a été exécutée à Gothembourg d'abord, en 1865, et depuis lors dans d'autres villes de Suède. Les deux sociétés les plus importantes qui exploitaient les débits de boisson se fusionnèrent et obtinrent de la ville la concession de toutes les licences. On voulait mettre le monopole de la vente entre les mains d'hommes de probité. Le gouverneur approuva la décision. Appliqué ainsi, l'Act de 1855 avait un effet réellement prohibitif et régulateur. Le nombre des débits de Gothembourg était de 61 en 1865; il n'était plus que de 19 en 1885; et la consommation, par tête, était tombée de 38 litres d'eaux-de-vie à 17 en 1892.

Les statuts de la Compagnie de Gothembourg ont servi de modèle à d'autres villes; et quoique une loi postérieure ait permis à la commune de se réserver le monopole du débit de l'alcool, aucune ville importante n'a fait usage de cette autorisation.

La Compagnie n'a pas pour but de gagner de l'argent. Les actionnaires peuvent recevoir au maximum 6 p. c. Le bureau est composé de cinq directeurs au traitement de 38 l. 5 s. par an. Il y a de plus un secrétaire et quelques employés. Le capital est de 5500 l. Le profit brut est de 50 000 l. environ, dont 15 000 l. pour les dépenses d'administration, 15 000 de redevance fixe à la ville, et 15 000 payées à la trésorerie conformément à la loi, entre autres en subside pour l'encouragement de l'agriculture. Cela rapporte plus à la ville de Gothembourg qu'elle ne dépense pour les pauvres.

La Compagnie a le monopole de la vente des spiritueux dans la ville. Elle afferme un certain nombre de maisons dont les exploitants sont salariés, et non payés par la vente; ils peuvent toutefois faire des profits sur la vente de nourriture.

Les maisons sont inspectées deux fois par jour. Elles sont fermées, au plus tard, à 8 heures. Le dimanche, trois maisons sont ouvertes de 1 à 3 heures, et de 6,30 à 9 heures; mais on ne

donne à boire qu'à ceux qui prennent un repas. On refuse les spiritueux aux jeunes gens de moins de 18 ans. L'alcool est à 44 p. c., dix fois rectifié.

C'est, paraît-il, dans la classe ouvrière élevée que cette loi a en les effets les plus heureux ; mais la consommation est restée considérable parmi les ouvriers non qualifiés.

Chose curieuse ! Depuis peu de temps, le nombre des condamnations pour ivresse, à Gothembourg, recommence à augmenter. Peut-être la police est-elle plus sévère que par le passé. Mais la cause principale vient de l'augmentation de la consommation de la bière.

La loi ne s'applique pas au débit de la bière. La restriction de l'alcool a poussé au développement de la brasserie. La bière (lagerbeer) a maintenant 5 à 7 1/2 d'alcool comme en Angleterre, au lieu de 2 1/2 à 4.

Une agitation a été entreprise pour obtenir que la loi soumit la bière au même régime que l'alcool.

D'après l'auteur, actuellement, en Angleterre, la bière est la cause principale de l'alcoolisme.

Ce qui pourrait être approprié utilement à l'Angleterre, c'est l'option locale, avec, non seulement la tolérance ou la prohibition, mais le contrôle et l'affermage. Il faudrait, de plus, bien établir la notion existant en Suède, que l'établissement d'un débit de boissons n'est pas un droit privé, que la licence est la propriété de la commune qui l'accorde, et que, par conséquent, si elle n'est pas renouvelée, il n'y a pas lieu à indemnité.

La Maison du Peuple. — Le *Journal des coopérateurs belges* (1^{er} mai 1895) publie le dernier bilan semestriel de la Société coopérative ouvrière : la Maison du Peuple de Bruxelles.

Le total de l'actif est de 488 935 fr. Les bénéfices réalisés ont été de fr. 120 038,22. Ces postes se chiffraient respectivement, dans le bilan du 1^{er} septembre 1893 au 28 février 1894, par fr. 466 113,83 et fr. 81 436,43, et dans celui du 1^{er} septembre 1892 au 28 février 1893, par fr. 455 713,98 et fr. 60 607,80.

L'ensemble de ces fr. 120 038,22 de bénéfices est établi ainsi : marchandises diverses, fr. 341,20 ; boulangerie, fr. 104 812,34 ; charbon, fr. 7156,49 ; annages, fr. 5599,97 ; Maison du Peuple (estaminet), fr. 1009,14 ; boucherie, fr. 589,37 ; beurre, fr. 529,24.

Du 1^{er} septembre 1894 au 28 février 1895, il a été fabriqué 2 676 191 pains.

Actuellement, la production atteint 115 000 pains par semaine.

La Société ne doit plus aux crédateurs divers que fr. 183 648,94. Les marchandises inventoriées ont une valeur de plus de 100 000 fr. Les immeubles et installations, quittes et libres de toute hypothèque, valent 300 000 fr. Les amortissements atteignent aujourd'hui 85 000 fr., et la réserve 16 000 fr.

Ces merveilleux résultats seront bons à méditer pour beaucoup de catholiques qui se demandent encore s'il est utile de faire de la coopération.

L'industrie laitière en France. — M. Georges Michel étudie dans l'*Économiste français* du 18 mai la situation de l'industrie laitière en France.

Le tableau de l'exportation (commerce général) peut se présenter comme suit :

	1891	1892	1893
Lait :	606 564 k.	399 405 k.	349 749 k.
Lait concentré :	1 934 000 „	1 561 464 „	1 156 434 „
Beurre :	32 189 534 „	31 889 339 „	28 384 024 „
Fromage :	11 285 000 „	11 730 955 „	12 901 267 „

Il y a donc, en général, tendance à une diminution d'exportation.

„ Deux causes principales, dit l'auteur, ont contribué à nous faire perdre la place prépondérante que nos beurres occupaient sur les marchés étrangers, ceux d'Angleterre principalement. D'une part, des pays qui, comme le Danemark, ne produisaient autrefois que pour leur consommation, exportent maintenant à l'extérieur, et d'autre part certains de nos produits, trop souvent mélangés de matières étrangères, telles que la margarine, ne jouissent plus de la même réputation. Comment ces pays de production sont-ils arrivés à nous égaler ou même à nous dépasser ? C'est qu'ils ont su organiser scientifiquement la production du lait et la fabrication du beurre. En Danemark et en Belgique, la fabrication du beurre chimiquement pur a été poussée à un haut degré de perfection, grâce à une organisation rationnelle de l'exploitation des vaches laitières, grâce aussi à l'emploi de procédés nouveaux. „ L'auteur cite avec éloge la laiterie coopérative établie dans l'arrondissement de Bruges par M. le Bⁿ Piers, et celles de la Charente-Inférieure.

Pour ce qui regarde la Belgique, les lignes citées plus haut pourraient facilement sembler trop flatteuses. Mettre côte à côte le Danemark et la Belgique est singulièrement osé. On va le voir par un bout de statistique. D'après les rapports du *Board*

of Trade, sur 111 333 tonnes de beurre introduites en Angleterre en 1892, le Danemark en a envoyé 44 000, soit 39 p. c. ; la France 27 000, soit 24,5 p. c. ; l'Australie et la Nouvelle-Zélande, 8900, soit 8 p. c. ; la Suède, 11 600, soit 10,5 p. c. ; la Hollande, 7200, soit 6, 5 p. c. ; les autres pays, 11 800, soit 10,5 p. c.

En 1893, sur 118 000 tonnes, le Danemark en envoie 47 000 ou 40,2 p. c. ; la France, 23 800, soit 20,1 p. c. ; l'Australie et la Nouvelle-Zélande, 21 807, soit 18,6 p. c. ; la Suède, 13 500, soit 10,4 p. c. ; la Hollande, 8400, soit 6,4 p. c. ; les autres pays, 10 400, soit 7,3 p. c.

Comme on le voit, la Belgique ne paraît point sur ces statistiques, tandis que le Danemark y tient la première place.

La révolution rurale en Angleterre. — C'est sous ce titre que M. Richard Heath nous présente, dans le *Contemporary Review* (février 1895), une étude sur les résultats des élections locales du 4 et du 22 décembre 1894 en Angleterre. Ces élections sont la suite du *Local Government Act* de 1894. D'après M. Heath, elles montrent l'émancipation de deux classes asservies jusqu'ici : le travailleur et la femme.

Un des faits les plus caractéristiques serait la réprobation du pouvoir clérical, prouvée par le petit nombre de clergymen élus. Les documents qu'a pu réunir l'auteur sont malheureusement incomplets : ils ne portent que sur 929 des 7260 paroisses d'Angleterre et de Galles.

Dans ces 929 paroisses, 2139 conseillers appartiennent aux classes laborieuses : 988 au travail rural, 1246 à d'autres formes de travail.

Dans le Suffolk, sur 927 conseillers dans 111 paroisses, 38 seulement sont noblemen ou gentlemen, et 29 clergymen. En Norfolk, sur 1011 conseillers, 29 sont gentlemen, et 24 clergymen.

Le repeuplement des campagnes (1). — Les petits paysans ont mieux résisté à la crise agricole que les grands fermiers ; de même les pays de propriété morcelée ont moins souffert que les pays de grande propriété. Des essais pour développer la petite propriété ont été tentés dans différents pays, notamment par des particuliers en Angleterre, et ont produit d'excellents effets :

(1) *Repeopling the Land*, by H. W. Wolf. *CONTEMPORARY REVIEW*, May 1895.

mais l'expérience la plus remarquable a été faite en Allemagne. Elle a son origine dans le désir du gouvernement de germaniser la Pologne. La situation précaire des landlords polonais facilita la chose. En 1886, le gouvernement se fit allouer un crédit de 5 000 000 l. s. pour exproprier des biens de seigneurs polonais et y installer des paysans allemands. D'après ses calculs, il pourrait acheter 250 000 acres et, à 50 acres par tenure, placer 5000 familles, soit 40 000 allemands en Pologne.

Financièrement, l'opération a été mauvaise. Le Bureau de colonisation estime que des 5 000 000 l. s., 1 500 000 ou 2 000 000 ne seront jamais recouvrées en argent. Mais il faut tenir compte des routes, ponts, drainages, écoles, églises.

L'argent déboursé jusqu'à présent ne rapporte à l'État que 1 3,4 p. c. ; mais la contrée a été enrichie, il y a plus de valeur en terres, plus de vie, d'affaires, de taxes.

Au point de vue politique, la tentative n'a pas réussi. Cette immigration a été un stimulant pour les Polonais, à qui la coopération a permis de grands progrès. Au point de vue économique, au contraire, cette expérience a été couronnée de succès.

En 1879, le Conseil de l'agriculture avait proposé la suppression des obstacles légaux qui s'opposaient à la réintroduction de la tenure à rente perpétuelle. Ce que le paysan désire, disait le rapport, c'est avant tout d'acquérir la possession ou la propriété. La possession de droits temporaires n'a pas pour lui une attraction suffisante, depuis que l'émigration lui donne l'espoir d'acquérir rapidement une propriété. En 1890, l'obstacle légal à la tenure perpétuelle fut levé, mais le résultat fut nul.

Quelques particuliers avaient essayé déjà de vendre la terre à de petits occupants moyennant paiement par annuités. Un capitaliste de Kolberg, en Poméranie, le fit en se contentant d'un profit modéré. Il choisit ses gens. A l'automne de 1892, il avait divisé et colonisé 19 biens, couvrant 27 500 acres. La prospérité du district augmenta, et, tandis que la population de tous les autres districts de Poméranie diminuait, celle du district de Kolberg augmentait de 5 p. c.

En Saxe, M. Sombart divisa son bien de Steesow, de 2000 acres environ, de manière à ne faire ni profits, ni pertes. La moitié fut partagée en tenures de 160 acres environ ; le reste, en tenures plus petites, qui furent les premières achetées.

En 1886, le gouvernement prussien acheta la terre et la revendit, payable par annuités. Pour attirer les Allemands, il fit le mieux possible. La commission de colonisation pouvait drainer,

construire, faire des routes, améliorer, réparer les petites fermes, vendre à prix raisonnable. En général, on favorisait les colons qui construisaient eux-mêmes. Ils devaient prouver un capital suffisant, un tiers, ordinairement, du prix d'achat ; mais ils pouvaient en réclamer la moitié pour l'appliquer à des acquisitions de fumier et de bétail. Les tenures sont, d'ordinaire, d'environ 40 acres. Elles étaient d'abord plus grandes, mais les gens s'aperçurent que ce n'était pas l'étendue, mais l'argent et le travail qui faisaient le profit, et restreignirent leurs demandes. Ce que le gouvernement a voulu établir, ce sont des paysans pouvant vivre uniquement du travail de la terre. Il ne veut ni seigneurs, ni trop petits occupants, sauf là où la situation de la ferme permet l'exercice d'un métier. En cas de non paiement, le gouvernement se réserve le droit de reprendre la ferme. Quelques-uns ont acheté au comptant ; certains, moyennant une rente annuelle ; mais 95 p. c. payent par annuités. Jusqu'à la fin de 1893, la commission avait acheté 188 500 acres pour 51 043 806 marks. 58 000 acres étaient colonisés et occupés par 1387 familles. Cela remplaçait 20 ou 30 familles avec leurs serviteurs.

Ces colons sont venus de tous les points de l'empire ; de là une grande amélioration de la culture. La première expérience de colonisation ne fut faite que dans les provinces polonaises, Posen et Prusse-Occidentale. D'autres provinces désireraient des mesures analogues.

Une institution, d'ancienne date déjà, rend aussi de grands services pour le développement de la petite propriété. En 1811, quand Stein émancipa les paysans, il constitua les rent-banks (Rentebanken). Les rent-banks avancent de l'argent, en échange d'une hypothèque sur la propriété rachetable par annuités. Les rent-banks s'administrent elles-mêmes ; l'État les subsidie, mais jouit en retour de certains avantages. En même temps, Stein créa les commissions générales, bureaux administratifs pour les rent-banks de 2 ou 3 provinces. Ces commissions générales ne peuvent acheter la terre pour leur propre compte. Voici, d'après M. Wolfs, comment elles agissent : " Supposez qu'un propriétaire désire vendre son bien, et trouve des acheteurs désireux de le prendre divisé en petites tenures (car l'Act n'est applicable qu'aux petites et aux moyennes propriétés, c'est-à-dire jusque 150 acres). Après accord sur le prix, il est par l'intermédiaire de la commission générale mis à même de faire le marché au moyen de la rent-bank. Les $\frac{3}{4}$ du prix d'acquisition sont changés en une rente par annuités au taux de

4 p. c. pour 60 $\frac{1}{2}$ ans, ou de 4 $\frac{1}{2}$ p. c. pour 56 $\frac{1}{2}$ ans. Pour ce montant, des land-bonds sont émis portant en tous cas $\frac{1}{2}$ p. c. de moins d'intérêt. Quant au $\frac{1}{4}$ restant du prix, le vendeur s'en assure lui-même le paiement comme il lui plaît. Il peut en exiger le paiement au comptant, ou bien n'en réclamer immédiatement qu'une partie et laisser le reste comme hypothèque additionnelle, à payer en land-bonds, s'il le désire, lorsque les bonds originaires seront rachetés. .

En résumé, si nous comprenons exactement la chose : la Banque avance à l'acheteur les $\frac{3}{4}$ du prix d'acquisition, que celui-ci aura à lui rembourser par annuités. Mais cette somme, la banque ne la paie pas au vendeur en argent, mais en renten-briefe. Ces renten-briefe sont des titres au porteur dont le paiement ne regarde que la Banque elle-même. Ils rapportent 3 $\frac{1}{2}$ p. c. et sont généralement un peu au-dessous du pair, à cause de la hâte du premier détenteur de les vendre pour se procurer de l'argent.

La commission générale se charge, pour le prix modéré de 12 marks par hectare, de toutes les formalités. Elle ne prête son intermédiaire que pour les propriétés en bon état, de moyenne grandeur, suffisantes pour que le paysan y vive : d'ordinaire entre 20 et 40 acres.

L'Act, d'où résultent ces applications nouvelles des institutions de Stein, ne fut mis en vigueur qu'à l'automne de 1891. A la fin de 1893, la commission générale pour les provinces de Posen, Prusse-Orientale et Prusse-Occidentale avait procuré des biens à 3800 familles. Chaque année, la situation des colons s'améliore.

Ce qui permet à ces banques de prêter les $\frac{3}{4}$ du prix d'acquisition, c'est la plus-value que le morcellement donne à un grand domaine.

La répartition de la richesse en Prusse (1). — Pour finir, citons quelques statistiques relatives à l'impôt sur le revenu en Prusse. Ces statistiques montrent que la richesse est surtout développée dans les villes, et dans l'ouest. Le nord-est, les provinces de Prusse-Orientale et Occidentale et de Posen restent en arrière. Il est à remarquer que les villes comptent en Prusse 11 940 000 habitants, soit 40 p. c. de la population.

(1) ZEITSCHRIFT DES KÖNIGLICHEN PREUSSISCHEN STATISTISCHEN BUREAUS, 1894, II.

Voici le tableau des imposés, d'après les classes de revenus :

REVENUS DE	VILLES	P. C. DU NOMBRE D'HABITANTS	CAMPAGNES	P. C. DES HABITANTS
900-3000 M.	1 204 589	10,09	955 872	5,27
3000-9500 ..	193 831	1,62	69 775	0,38
9500-100000 ..	44 862	0,38	9 270	0,05
100000 et plus	1 284	0,01	295	0,002
	1 444 566	12,10	1 035 212	5,70

Voici la répartition des 1579 personnes " mit sehr grossem Einkommen " :

Campagnes du nord-est	21
. Brandebourg, Silésie, Saxe	169
Berlin	472
Villes du nord-est	32
. Brandebourg, Silésie, Saxe	204
Autres villes	576

Voici enfin la répartition proportionnelle à la population des imposés des différentes provinces: les trois premières colonnes sont relatives aux villes, les autres aux campagnes :

Marks:	De 900 à 3000	3000 9500	9 500 100 000	900 3000	3000 9500	9 500 100 000
Ost Preussen	6,60	1,33	0,19	2,64	0,20	0,02
W. Preussen	6,08	1,37	0,17	2,67	0,25	0,02
Berlin	16,51	2,01	0,71			
Brandenburg	19,20	1,43	0,29	6,22	0,57	0,10
Pommern	8,08	1,46	0,24	3,67	0,30	0,05
Posen	6,59	1,28	0,15	2,53	0,15	0,03
Schlesien	7,69	1,54	0,28	3,52	0,27	0,05
Sachsen	9,33	1,51	0,33	5,30	0,62	0,11
Schleswig-H.	11,61	1,73	0,26	6,45	0,75	0,07
Hanover	9,72	1,76	0,32	5,58	0,52	0,04
Westphalen	11,18	1,38	0,28	9,53	0,43	0,05
Hessen-Nassau	10,10	2,60	0,73	4,81	0,28	0,03
Rheinland	9,79	1,50	0,39	8,00	0,40	0,05

Il est à remarquer qu'à la campagne, les gros revenus ne se trouvent pas dans le nord-est aristocratique, mais en Saxe, dans le Brandebourg, qui se ressent du voisinage de Berlin, et dans le Schleswig-Holstein.

SCIENCES INDUSTRIELLES.

Perfectionnements principaux récemment apportés à l'industrie sucrière. — Dans beaucoup d'usines, les betteraves sont amenées, des tas où elles sont conservées au bâtiment des laveurs, au moyen de transporteurs hydrauliques, c'est-à-dire de canaux creusés en pente et cimentés. Le transport s'effectue ainsi sans grande main-d'œuvre; et pendant leur trajet, grâce aux frottements qu'elles exercent les unes sur les autres, grâce à l'action délayante de l'eau, les betteraves se débarrassent de la plus grande partie de la terre adhérente.

Une roue élévatrice dirige les racines vers les laveurs et envoie les eaux sales dans les bassins de décantation.

A côté des laveurs à bras et des laveurs à tambours, quelques sucreries ont monté le laveur-épierreur.

Dans un certain nombre d'usines, on achève le nettoyage de la betterave en la faisant passer dans un Brosseur-essuyeur.

Pour essorer la betterave, on a imaginé les tables à secousses ou secoueurs.

Les coupe-racines ont été munis de brosses rotatives qui débarrassent constamment les couteaux des fibres ligneuses.

Les cossettes épuisées, après essorage à l'aide des presses, contiennent encore 86 p. c. environ d'eau : des fours ont été installés dans quelques sucreries pour leur dessiccation.

Pour éviter que les jus n'encrassent les tubes des serpentins réchauffeurs, certains fabricants les filtrent; il en est même qui, avant la filtration, pratiquent le désalbuminage sous l'action de la chaleur.

Dans quelques usines, on traite le jus par de la chaux anhydre, de la chaux éteinte en poudre ou de la chaux en pâte, au lieu de chaux en lait.

Des essais assez heureux d'épuration électrique des jus ont été pratiqués.

Quelques fabricants opèrent, dans un but d'épuration, la sulfuration des jus, des sirops ou des masses cuites.

La nécessité où se trouve le fabricant de travailler vite et économiquement lui a fait peu à peu abandonner l'emploi du noir pour la filtration de ses jus et sirops, et remplacer celui-ci par l'emploi moins efficace des tissus de coton.

La puissance des appareils d'évaporation des jus a été

augmentée par l'adjonction des tubes à ruissellement. Pour diminuer la consommation de charbon, on a imaginé les appareils à quadruple, quintuple, sextuple effet, et à chauffages multiples.

Le besoin d'obtenir en premier jet le plus de sucre possible et de ne laisser qu'une faible quantité de bas produits a inspiré des progrès dans la cuisson des sirops. La cuite s'effectue aujourd'hui de façon à nourrir les fins cristaux et empêcher leur passage ultérieur à travers les mailles des toiles des turbines. A cet effet, la masse est entretenue en mouvement au moyen d'agitateurs pendant toute la cuisson, ou bien l'opération s'exécute d'une manière méthodique ou systématique : la masse cuite est ensuite refroidie et abandonnée à la cristallisation dans des caisses munies d'agitateurs : c'est ce qu'on appelle la cristallisation en mouvement.

Des procédés analogues sont appliqués au travail des deuxièmes jets.

On en est arrivé dans beaucoup d'usines à supprimer les troisièmes jets : et même, dans un certain nombre d'établissements, on ne produit que les premiers jets (sucres blancs) et de la mélasse.

Le problème du turbinage continu est en bonne voie de solution. On emploie notamment à cet effet des turbines à tambour conique. La pointe du cône est dirigée vers le bas, et c'est dans la partie inférieure qu'arrive continuellement la masse cuite : celle-ci grimpe le long des parois du cône, se purge peu à peu de son sirop d'égout et les cristaux, sans cesse poussés par de nouvelles quantités de masse cuite, débordent et tombent dans un collecteur.

Il y a en ce moment assez peu d'établissements où l'on s'attache à extraire le sucre des mélasses par les procédés de sucraterie. Les mélasses sont généralement livrées aux distillateurs (1).

Industrie laitière. — On sait que le lait non stérilisé est fréquemment souillé par les microbes de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, de la scarlatine, etc., sans parler des microbes saprophytes qui altèrent sa nature.

Certains microbes résistant à la température de 100°, il paraît recommandable de pratiquer la stérilisation à une température de 110 à 115°. Malheureusement, à cette température, le lait se colore en jaune par suite de la réaction des alcalis sur le lactose ;

(1) L'INDUSTRIE, avril et mai 1895.

de plus, les globules de crème se fusionnent en beurre qui surnage et donne au lait un fâcheux aspect. Enfin les bouchons de caoutchouc et de liège des flacons, en s'altérant, communiquent au lait un goût détestable : et l'air mal chassé donne peu à peu à la crème un goût de suif.

M. P. Cazeneuve a procédé à des expériences qui lui ont permis d'émettre les avis suivants :

Le chauffage à l'abri de l'air à 97-100° pendant une heure suffit, non seulement à détruire les microbes pathogènes, mais à assurer la conservation indéfinie du lait, si l'on a soin d'adopter un outillage et un mode opératoire permettant une désoxygénation complète et assurant la stérilisation de la fermeture. Le lait ainsi traité ne subit pas de modifications qui en altèrent la couleur ou le goût ; les globules de crème ne s'agglomèrent pas. Les qualités digestives et nutritives de ce lait sont au moins égales à celles du lait cru (1).

J.-B. ANDRÉ.

(1) JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE, 15 mai 1895.

COMPTE RENDU

DU III^e CONGRÈS SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DES CATHOLIQUES

TENU A BRUXELLES DU 3 AU 8 SEPTEMBRE 1894.

Le compte rendu intégral des travaux du troisième Congrès scientifique international des catholiques, qui s'est tenu à Bruxelles du 3 au 8 septembre 1894, vient d'être distribué aux adhérents (1). Il comprend neuf fascicules, formant un ensemble de plus de 2500 pages. Le premier fait l'histoire des assemblées générales du Congrès, et les huit autres publient, pour chacune des huit sections qui ont siégé, les mémoires présentés et les discussions qu'ils ont soulevées. Le fascicule II s'occupe des Sciences religieuses, le III^e des Sciences philosophiques, le IV^e des Sciences juridiques et économiques, le V^e de l'Histoire, le VI^e de la Philologie, le VII^e des Sciences mathématiques et naturelles, le VIII^e de l'Anthropologie, le IX^e de l'Art chrétien.

La plupart des pièces imprimées dans le fascicule d'introduction ont déjà été signalées aux lecteurs de cette *Revue* ou reproduites *in extenso*, comme les discours de Mgr d'Hulst et du R. P. Zahm (2). On trouvera de plus dans ce fascicule le discours complet de Mgr Keane, revu et corrigé par lui, sur le Congrès des religions de Chicago. Ceux qui ont entendu cette vibrante parole se réjouiront de faire revivre l'inoubliable souvenir des impressions qu'ils ont éprouvées alors. Dans le même fascicule on lira avec un vif intérêt l'allocution que M. le sénateur Lefebvre,

(1) Le compte rendu est en vente chez M. Schepens, directeur de la Société belge de librairie, à Bruxelles, au prix de 20 francs pour ceux qui n'ont pas adhéré au Congrès. Aucun fascicule ne se vend séparément.

(2) Livraison d'octobre 1894, pp. 683-92, 405-30.

président effectif du Congrès, aurait dû prononcer à la clôture du Congrès, mais que sa trop grande modestie a tenue sous le boisseau. Heureusement on n'aura rien perdu pour avoir attendu: les pages de M. le Dr Lefebvre comptent, à notre avis, parmi les meilleures qui soient sorties de sa plume. On en jugera par la péroraison: " Nous sommes les fidèles de deux sanctuaires, le sanctuaire de la foi et celui de la science. Dans ces deux temples, nous portons au même Dieu des adorations d'inégale valeur, sans doute, mais d'égale sincérité, car le Dieu de la révélation est aussi le Dieu des sciences.

„ La foi, c'est le temple chrétien, où le Dieu fait homme est vraiment, réellement, substantiellement présent, sous des voiles mystérieux que le regard illuminé du croyant pénètre.

„ La science, c'est le temple de Jérusalem! Sanctuaire moins grand, mais bien beau aussi. Dieu n'y est pas aussi proche que dans nos tabernacles, mais sa majesté le remplit. La science qui sonde les profondeurs de l'édifice grandiose finira toujours par y rencontrer cette majesté sacrée, et saisie d'un religieux respect, elle s'écrie comme la foi: " Dieu! Voici Dieu! *Deus! Ecce Deus!* „

Plusieurs collaborateurs se sont partagé la tâche de faire connaître ici les travaux qui ont été présentés aux diverses sections du Congrès. Avant de leur donner la parole, il ne sera pas hors de propos d'émettre une appréciation générale sur l'ensemble de ces travaux.

D'avance on a essayé de jeter sur eux le discrédit. Un de nos adversaires a écrit qu'il était sorti du Congrès "navré et ravi(1)... Navré pour la science des catholiques, qui, à l'entendre, aurait, malgré elle, trahi dans l'occurrence son absolue pénurie d'hommes de valeur. On voulait bien, et c'était, paraît-il, généreuse concession, admettre un maximum de dix savants notoires qui auraient brillé au Congrès! La liste alphabétique des collaborateurs du Congrès suffit seule à confondre cette assertion. Nous y lisons les noms de MM. d'Acy, Alphonse Allard, Paul Allard, Arcelin, Beurlier, Boulay, de Broglie, Carra de Vaux, Casartelli, de Charencey, R. P. Delattre, R. P. De Smedt, C^{te} Domet de Vorges, Duchesne, Duhem, Dr Ferrand, Paul Fournier, von Funk, Grauert, Guermonprez, Helbig, Louis Henry, Hermite, Charles Huit, Mgr d'Hulst, Mgr Keane, Lacoïnta, Mgr Lamy, de Lapparent, Dr Lefebvre, Paul Lejay, Mansion, Amédée de Margerie, Marx,

(1) *L'Indépendance belge*, n° du 9 septembre 1894.

Mgr Mercier, de Nadaillac, Rousselot, Mgr de Waal, Dr Willems, Waltzing, etc., etc. Et combien il serait aisé de doubler cette liste !

Notre détracteur s'est, du reste, ménagé une porte de sortie, quand il déclare ne parler que des assemblées plénières du Congrès. Un mot à ce sujet. Les assemblées générales du Congrès à Bruxelles auraient pu, nous en convenons volontiers, être plus démonstratives du travail et de la compétence des savants catholiques, et ce sera le souci des organisateurs des prochains Congrès de donner plus d'éclat à ces assemblées, puisque c'est là que nos adversaires nous attendent et prétendent nous juger. Prétention, à notre avis, peu justifiée ! Qui ne le sait ? Par leur caractère trop spécial, la plupart des questions scientifiques se refusent à une exhibition en assemblée générale. Elles requièrent des initiés souvent peu nombreux. D'autre part, tous les savants ne sont pas des orateurs, et assez peu tiennent à exposer leurs découvertes à la foule. Ils préfèrent recourir à la plume ou aux communications plus familières d'un cours, d'une académie, d'une section de congrès.

C'est méconnaître, un peu sciemment, la nature d'un congrès que de juger de ses résultats uniquement par ses assemblées générales. Au contraire, pour les savants sérieux, l'intérêt réel d'un Congrès est toujours dans les travaux de sections, qu'ils ont grand soin de ne pas désertier tandis qu'ils s'absentent fréquemment des réunions plénières.

On dira peut-être encore qu'en parlant de dix savants que le Congrès aurait mis en relief, on entendait par là, et le mot a été dit, des *savants notoires*. Mince ressource en vérité ! Celui qui déclarerait ignorer les noms que nous avons cités plus haut prouverait une chose, c'est qu'il n'a guère fréquenté les revues spéciales et les sociétés savantes.

La libre-pensée, en même temps que navrée, — et nous venons de dire pour quelles vaines raisons, — s'est déclarée ravie du Congrès de 1894 : " ravie pour la science désintéressée auquel le Congrès rend un éclatant hommage par cela seul qu'il s'efforce de s'en approprier les méthodes indépendantes, affranchie de tout *apriorisme* de secte „

La lecture des travaux du Congrès convaincra, pensons-nous, tout esprit impartial que les préoccupations *à priori* ne hantent guère, quoi qu'on en dise, le cerveau des savants catholiques. Quelle idée se font donc nos adversaires de l'état d'esprit d'un savant qui possède la foi religieuse ?

Eh quoi, il a fallu le Congrès pour constater que même des

savants catholiques s'efforcent de s'approprier les méthodes indépendantes de la science !

Nous nous en doutions bien un peu. Oui, le vieux préjugé contre les savants catholiques demeure indéradicable dans beaucoup d'esprits ! Voilà pourquoi toutes ces clameurs quand on parle de la banqueroute de la science ! Voilà pourquoi ces étonnements naïfs quand on voit des catholiques faire œuvre scientifique !

On prétend faire de la science le domaine réservé à l'incrédulité. Il n'en sera pas ainsi.

Les catholiques vraiment dignes de ce nom auront à cœur de justifier de plus en plus, sur le terrain scientifique, comme le disait S. E. le cardinal Goossens au Congrès de Bruxelles, la fière parole de Job : *Nec inferior sum vestri*. Ils continueront à travailler d'une part aux progrès de la science en suivant les méthodes propres à chacune d'elles, et de l'autre à la glorification de leur foi en s'efforçant de briller dans toutes branches des connaissances humaines.

Dans cet ordre d'idées, nous croyons que l'ensemble des mémoires publiés par le Congrès de 1894 donnera satisfaction. Sans méconnaître certaines lacunes ni certaines faiblesses qu'il appartiendra aux futures sessions de combler et de faire disparaître, les travaux du dernier Congrès de Bruxelles accusent, dans la plupart des questions scientifiques débattues de nos jours, une réelle compétence. Telle sera la conclusion que fera ressortir le résumé des travaux qui va être présenté dans les pages suivantes.

SCIENCES RELIGIEUSES.

Ce n'est pas sans une vive curiosité que ce volume sera étudié par quiconque s'intéresse au progrès des sciences religieuses. Dans un congrès de savants catholiques, celles-ci occupent naturellement la première place ; et lorsqu'on se trouve, comme ici, devant un recueil de travaux entrepris sans entente préalable, sans aucun programme à remplir, on peut être sûr d'y trouver un reflet de l'état des esprits, un écho des idées qui

s'agitent dans les écoles. La section du *Compte rendu* que nous allons analyser présente donc un intérêt tout particulier. Tout y a son importance, tout, jusqu'à la table des matières. Nous commencerons par celle-ci, si l'on veut bien. J'y trouve dix-neuf travaux. D'autres sections, pour le dire en passant, sont mieux partagées pour le nombre. Ces dix-neuf numéros peuvent se classer sous quelques rubriques, comme suit : Histoire des religions, 4 mémoires ; Écriture sainte, 2 ; Apologétique, 1 ; Épigraphie, 1 ; Patristique, 2 ; Histoire ecclésiastique, 4 ; Droit canon, 2 ; Chant liturgique, 3. Pareil morcellement laisse peu de chose à chaque branche. Néanmoins, la proportion dans laquelle chacune d'elles est représentée suggère quelques réflexions.

Plus d'un lecteur aura constaté une lacune dans l'énumération ci-dessus. La théologie dogmatique n'y figure pas. La raison de ce fait est bien simple. Le règlement du congrès, tout en ouvrant un vaste champ à toutes les branches du savoir, formulait l'exclusion des " questions qui appartiennent au domaine proprement théologique .. L'expression est vague, et semble écarter à peu près tout ce qui est du ressort des sciences religieuses. Tout le monde, pourtant, en comprend la portée, et on a certainement voulu empêcher la théologie disputée, à peu près la seule qui porte le grand nom de théologie dans les écoles catholiques, de remplir de ses stériles discussions une enceinte réservée à l'exposition pacifique des résultats de la science. Sans cette exclusion, parfaitement justifiée du reste, le volume des *Sciences religieuses* eût été le plus fourni de tous. Mais il restait encore un vaste programme. Comment n'a-t-il pas été mieux rempli ? N'est-il pas évident, une fois de plus, qu'un trop grand nombre de théologiens catholiques concentrent leur activité sur des exercices d'école, et passent leur vie, une vie souvent très laborieuse, à vouloir perfectionner une science qui depuis longtemps a dit son dernier mot ? En attendant, on laisse aux mains des protestants et des rationalistes l'étude des sources de la théologie. On se cramponne, en tremblant, à une exégèse vieillie ; on néglige la patristique, et si l'histoire ecclésiastique est un peu mieux cultivée, elle esquivé trop souvent chez nous les questions brûlantes. J'aime beaucoup le chant liturgique, mais je regrette que, dans une réunion de théologiens, il prenne le pas sur l'Écriture sainte — trois mémoires contre deux : — et il est permis de s'étonner que, sur près de cent cinquante dissertations présentées au Congrès, deux seulement, trois tout au plus, s'occupent franchement de questions d'exégèse, et que pas une seule

ne touche aux ardentes controverses qui s'agitent ailleurs autour des origines chrétiennes. Cela dit, rendons hommage aux savants distingués qui ont fourni leur contribution au présent volume. Si beaucoup d'autres avaient pu suivre leur exemple, nous aurions fait de la section des sciences religieuses un éloge sans restriction. Nous allons donner de chacun des mémoires présentés une courte analyse.

Fragments d'eschatologie musulmane, par M. le B^{on} CARRA DE VAUX, professeur à l'Institut catholique de Paris (pp. 5-33). — Nous n'avons pas ici une étude des sources et du développement de l'eschatologie chez les musulmans, mais une série d'extraits propres à en faire saisir le caractère. Ils sont empruntés au livre d'Usÿûti († 1505) intitulé : *L'Ouverture des cœurs par l'exposé de la situation des morts et des tombeaux*. M. de Vaux les a traduits sur le ms. 4587 de la Bibliothèque nationale de Paris. Usÿûti, philosophe sérieux, s'écarte dans ce traité de sa méthode ordinaire. Il expose l'eschatologie à la manière du peuple, dans une suite de traditions bizarres sur le mystère de la mort. Partout il se montre préoccupé de citer ses sources. Les récits sont introduits par des formules comme celles-ci : " Tradition rapportée par Ibn Abî Chéïbah dans son *Recueil*, par l'imâm Ahmed dans la *Vie ascétique* et par Ibn Abî ed-Dunyâ remontant à Djâber Ibn 'Abd'allah et par lui au Prophète. „ Les légendes recueillies par le philosophe, bien que puérides en général, ne sont pas sans jeter quelque lumière sur les idées religieuses des musulmans. Elles manifestent en particulier la diversité des influences sous lesquelles l'islamisme s'est constitué, et le prolongement d'idées et de sentiments païens au sein d'une doctrine si rigoureusement monothéiste. A remarquer aussi combien le merveilleux de l'Islam manque de spontanéité, de vie et de richesse, et combien la supériorité du merveilleux chrétien est écrasante. En guise d'appendice, M. de Vaux reproduit, avec explications à l'appui, deux figures tirées d'un *Traité des sciences* imprimé à Boulaq en 1836 et en 1840. Elles représentent l'ensemble du monde, cieus, terre et enfer, selon les idées musulmanes.

La religion des rois Achéménides d'après leurs inscriptions, par M. L. C. CASARTELLI (pp. 35-45). — La religion des " grands rois „ de Perse était-elle ou non la même que la religion zoroastrienne de l'Avesta et des rois Sassanides? C'est une

question sur laquelle les éranistes sont divisés. La plupart d'entre eux, avec M. West, se prononcent pour l'identité. D'autres, comme Spiegel et de Harlez, distinguent la religion avestique proprement dite de celle des rois Achéménides. M. Casartelli ne discute pas le fond de la controverse, mais il apporte des matériaux que d'autres pourront utiliser pour l'éclaircir. C'est le sommaire des données religieuses dogmatiques et morales fournies par les inscriptions en vieux persan des rois Achéménides. Elles sont groupées méthodiquement sous les rubriques suivantes : Dieu, noms divins; attributs divins, omnipotence, omniscience; les " autres dieux, " dieux des clans, Mithra et Anâhita; Dieu créateur, cosmogonie; relations entre le Créateur et la créature, prière, culte, intercession; la loi morale, volonté divine, péchés; le mensonge, autres vices. Dans tout cela on ne relève aucune des doctrines caractéristiques de la religion zoroastrienne. M. Casartelli laisse au lecteur le soin de conclure, tout en le mettant en garde contre l'abus de l'argument négatif. Le petit nombre des documents conservés commande en effet la circonspection.

L'origine égyptienne de la Kabbale. Deuxième partie. *De l'âme humaine*, par M. l'abbé Busson, professeur au collège de Sainte-Croix, Le Mans (pp. 46-85). — Au congrès précédent, M. Busson avait présenté un premier mémoire sur l'origine de la kabbale. Ici il examine la doctrine de l'âme humaine, dont la mythologie égyptienne et la kabbale s'occupent beaucoup. L'origine et la nature de l'âme humaine, l'âme humaine en ce monde, la vie future, telles sont les divisions naturelles du sujet. Du parallèle suivi entre les idées des kabbalistes et des Egyptiens sur les différents états de l'âme, M. Busson conclut que nous n'avons pas affaire à deux doctrines, mais à un seul et même système. Ce résultat, très important pour l'histoire de la gnose, est établi sur une étude sérieuse des textes, et, autant qu'un profane peut en juger, il semble reposer sur une information aussi complète que sûre.

La date de l'Exode, par M. l'abbé F. DE MOOR, curé-doyen de Deynze (pp. 86-123). — Ce mémoire est une contribution à la question si obscure de la chronologie biblique. L'auteur commence par établir l'importance de la date de l'exode des Hébreux, tant pour l'histoire profane que pour l'histoire sacrée. Son point de départ est le synchronisme assyro-biblique de la

prise de Samarie par Sargon II en 721. En comparant les sources assyriennes avec notre texte actuel de la Bible, on constate, dans les dates, un écart d'environ trois ans. Cette difficulté est, pour M. De Moor, le résultat d'une altération du texte biblique, et il l'écarte par une simple correction. La chute de Samarie doit bien se rapporter à l'année 721, et la neuvième année d'Osée et la sixième d'Ézéchias correspondent à l'an 723. Sur cette base, l'auteur construit le tableau synchronique des rois de Juda et d'Israël, en remontant jusqu'à la date du schisme, et de là jusqu'à l'exode. De ce calcul il résulte que cet événement doit être placé en 1500. En terminant, M. De Moor, revenant sur un travail antérieur, montre que cette date solidement établie, et la chronologie biblique élevée sur cette base, il devient possible de porter la lumière dans les antiques et ténébreuses époques de l'Égypte et de la Babylonie. Ceux qui liront cet érudit et copieux mémoire, dont les conclusions méritent d'être examinées par les spécialistes, auront de l'auteur l'idée d'un savant qui ne se dissimule pas les difficultés de son sujet, et qui, pour établir une thèse, ne recule pas devant les grands moyens.

La frontière septentrionale de la Terre promise, par le R. P. J. P. VAN KASTEREN, S. J., professeur au collège de la Compagnie de Jésus à Maestricht (pp. 124-136). — L'auteur entreprend de fixer les frontières nord, nord-est du pays occupé par les Israélites, telles qu'elles se trouvent déterminées dans le livre des Nombres, XXXIV, 7-12, et dans Ézéchiel, LVII, 15-18. Il admet que ces textes décrivent la même ligne de frontières. Une discussion détaillée aboutit à la thèse suivante : La frontière septentrionale indiquée dans les deux passages s'étend au midi du Liban et du grand Hermon, tandis que la frontière orientale, en partant du pied sud-est de l'Hermon, descend le long du Nahr er-Rouqqnâd vers le lac de Tibériade, pour se confondre avec le Jourdain. Ces frontières ne sortent pas du pays occupé par les Israélites. Ce ne sont pas des frontières idéales, mais parfaitement réelles.

Les prophéties et les prophètes d'après les travaux du Dr Kuenen, par l'abbé DE BROGLIE, professeur à l'Institut catholique de Paris (pp. 137-178). — Ce n'est pas sans tristesse que nous enregistrons le dernier travail de l'homme éminent qui vient d'être enlevé à la science et à la religion dans des circon-

stances si tragiques. Une dernière fois il a tracé aux savants catholiques qui se sentent une vocation d'apologiste, la voie à suivre pour ne pas dépenser leurs efforts dans des luttes sans résultat. L'abbé de Broglie était un des rares hommes de son métier qui discutent avec compétence les opinions de leurs adversaires. C'était aussi un esprit élevé qui savait rendre justice aux qualités de ceux qu'il avait à combattre, et il ne s'imaginait pas qu'il suffisait, pour renverser une thèse, de prononcer le mot *absurdissimum*. Voyez avec quelle loyauté il rend hommage à la science du Dr Kuenen; mais aussi avec quelle critique pénétrante et quelle logique serrée il le poursuit dans ses raisonnements et montre les vices de son argumentation.

L'œuvre de Kuenen est très complexe. Il met constamment en regard la conception traditionnelle du rôle des prophètes et la conception rationaliste, celle qu'il nomme historico-organique. Avec une précision que l'on cherchera en vain chez d'autres auteurs, il poursuit dans toute l'histoire d'Israël le développement de l'idée prophétique, les transformations qu'elle subit et qu'elle crée, le terme auquel elle aboutit et que nous appelons son accomplissement. L'abbé de Broglie conteste avant tout à Kuenen sa définition de la prophétie, qui fait de celle-ci une histoire de l'avenir comme distinctement par les contemporains du prophète. On peut très bien admettre, dit-il, une inspiration obscure et énigmatique, mal comprise des contemporains, et dont l'exactitude n'est reconnue qu'après l'événement. Nous ne pouvons suivre dans le détail l'analyse du système de Kuenen, et faire avec l'abbé de Broglie le départ des vues justes et acceptables qu'il renferme et des explications forcées auxquelles l'auteur est logiquement amené par la thèse rationaliste. Le mémoire est à étudier dans son entier. On en retirera la conviction qu'il est grand temps de soumettre à révision un des plus importants chapitres de l'apologétique chrétienne.

Nous ne prétendons pas que sur tous les points l'auteur ait opposé à son adversaire des réponses triomphantes, ni même toujours strictement satisfaisantes. Mais il a ouvert la voie; à d'autres d'y entrer, et de perfectionner une œuvre si bien commencée.

Les découvertes récentes dans la patristique des deux premiers siècles, par M. le Dr KUNZ, professeur à l'université de Wurzburg (pp. 179-198). — A lire les cours de théologie les plus en vogue, on dirait que depuis le xvii^e siècle la patristique

n'a pas fait un pas. Si de loin en loin ils portent quelque trace des découvertes récentes, c'est pour donner l'impression que celles-ci n'ont apporté qu'un appoint insignifiant à la science sacrée, ou que du moins la traditionnelle exposition du dogme n'a aucun profit à en tirer. Si l'on ne savait quel temps et quels efforts il faut dépenser pour s'assimiler la science du passé, on ne s'expliquerait pas cette indifférence pour le mouvement scientifique de l'heure présente. Aussi est-ce avec bonheur qu'il faut accueillir des travaux comme celui du Dr Kihn, qui résume en quelques pages les résultats des plus importantes découvertes et permettent aux professeurs les plus absorbés de s'ouvrir de nouveaux horizons. Afin de n'effrayer personne, le Dr Kihn s'est abstenu de parler de la $\Delta\iota\delta\alpha\lambda\gamma\eta$ dont tout le monde, du reste, a parlé, et il s'est borné à trois séries de découvertes importantes.

1^o Jusqu'en 1875, la Lettre de S. Clément aux Corinthiens n'était connue que par un manuscrit incomplet. Depuis lors, on a retrouvé le texte grec complet, une traduction syriaque littérale et une ancienne traduction latine. On comprend aisément les résultats de ces heureuses trouvailles pour l'établissement du texte. Le Dr Kihn signale l'importance du témoignage de la partie nouvellement découverte dans les questions de la primauté du Pape et de l'origine apostolique de la liturgie de la messe.

2^o L'Apologie d'Aristide, dont les Mekhitaristes avaient fait connaître un fragment, en arménien, a été retrouvée dans une traduction syriaque. Peu après, J. Armitage Robinson découvrit que le texte grec nous a été conservé dans une légende fameuse, celle des SS. Barlaam et Joasaph. Le discours mis dans la bouche du roi chrétien Nachor n'est autre que l'Apologie que l'on croyait perdue. Notons en passant que les travaux personnels du Dr Kihn l'ont amené à identifier avec Aristide l'auteur de la Lettre à Diognète.

3^o Enfin en 1892, M. Bouriant publia des fragments considérables de l'Évangile de Pierre, de l'Apocalypse de Pierre et de l'Apocalypse d'Hénoch trouvés dans un tombeau d'Akhmim. A propos de l'Évangile de Pierre se pose la question capitale du rapport de cet écrit avec nos évangiles canoniques. La critique rationaliste le considère comme indépendant; M. Kihn, après Robinson, Funk, von Schubert, ne doute pas que l'Évangile de Pierre ait eu recours à nos quatre évangiles.

Trente chapitres des Constitutions apostoliques, par M. le Dr vox FУНК, professeur à l'université de Tubingue.

(pp. 199-209). — Le célèbre professeur auquel nous devons déjà une édition des Pères Apostoliques et quantité d'autres travaux qui ont fait époque, parce qu'ils sont basés sur une critique impartiale des sources et étrangers à toute préoccupation tendancieuse, se prépare depuis de longues années à combler une lacune vivement sentie par tous ceux qui s'occupent des antiquités chrétiennes. La future édition des *Constitutions Apostoliques* a été précédée par une étude d'ensemble. Voici un mémoire sur un petit écrit intitulé : Ἐκ τῶν διατάξεων κεφάλαια περὶ ἐπισκόπων, déjà publié par le cardinal Pitra (*Juris eccl. græc.*, I, 96-110) mais d'une façon très défectueuse. M. Funk comprendra ce texte dans son édition. Pour le moment, il cherche à déterminer ses rapports avec les Constitutions Apostoliques, dont, à première vue, il s'écarte assez notablement. Presque tous les chapitres peuvent être ramenés au texte traditionnel. Les divergences de quelques-uns d'entre eux, du premier et du dernier surtout, ne remontent pas à une source primitive, mais doivent être mises sur le compte du rédacteur de l'écrit.

Les citations bibliques dans l'épigraphie africaine, par le R. P. A. DELATTRE, missionnaire à Alger, correspondant de l'Institut de France (pp. 210-212). — Dans ce très court mémoire, l'auteur communique le texte de quelques inscriptions africaines renfermant des citations bibliques. Celles-ci sont presque toutes empruntées aux psaumes. On peut admettre que ces textes nous renseignent sur la version de l'Écriture usitée en Afrique aux IV^e et V^e siècles de notre ère. Mais, j'en demande pardon au savant archéologue, je ne comprends pas comment ils peuvent contribuer (p. 211) " à confirmer l'authenticité des divines Ecritures ...

Le commentaire de Théodore de Mopsueste sur l'Évangile de saint Jean, par M. l'abbé J.-B. CHABOT (pp. 213-219). — On explique par la condamnation du cinquième concile œcuménique la disparition de la plupart des ouvrages de Théodore de Mopsueste. Le peu que nous possédons de lui fait vivement regretter la perte des autres parties de son œuvre. Le *Commentaire sur l'Évangile de saint Jean*, dont M. Chabot prépare une édition, sera donc accueilli avec une vive satisfaction. Le texte grec n'a pas été retrouvé. Mais on connaît deux manuscrits d'une traduction syriaque, l'un à Berlin (Sachau 217), l'autre à Paris (308). Les copies sont récentes. Celle de Paris, dont le texte sera

reproduit, date de 1886. M. Chabot décrit ce manuscrit et fait ressortir l'antiquité de la version syriaque. Les exégètes pourront s'exercer sur ce commentaire, dans lequel le quatrième évangile est inséré presque tout entier, verset par verset. C'est un témoin relativement ancien du texte. De quel texte ? Du texte grec, ou de la Peshita ? C'est ce qui reste à examiner. A noter que l'histoire de la femme adultère manque dans les deux manuscrits.

Les prétendus 104 canons du IV^e concile de Carthage de l'an 398. par M. le chanoine PETERS, professeur au Grand-Séminaire de Luxembourg (pp. 220-231). — Ces canons, qui se trouvent dans toutes les grandes collections de conciles (par exemple Hardouin, I, 975), ont été publiés par les Ballerini sous le titre de *Statuta ecclesiae antiqua*.

L'attribution au IV^e concile de Carthage est-elle fondée ? Les avis sont très partagés, et l'historien des conciles, M^{sr} Hefele, a plusieurs fois changé d'opinion. M. Peters démontre, après les Ballerini, que les canons ne sont pas d'origine africaine. D'où viennent-ils donc ? Ce n'est pas des Gaules, comme l'a pensé Loening, mais d'Espagne. Le symbole de foi, qui est une condamnation des Priscillianistes, et certains statuts disciplinaires qui cadrent parfaitement avec la situation particulière de l'Espagne au v^e siècle le prouvent assez. Mais comment donc les manuscrits espagnols sont-ils seuls à revendiquer ces canons pour le quatrième synode de Carthage ? M. Peters est d'avis qu'il s'agit non de Carthago en Afrique, mais de la *provincia Carthaginensis*, qui avait pour métropole la Nouvelle-Carthage.

Après la destruction de cette ville, en 425, on voulut garantir contre les prétentions de Tolède l'existence de l'ancienne province ecclésiastique. Les 104 canons furent promulgués sous cette enseigne.

Le catholicisme en Arménie, par M. l'abbé PISANI, professeur à l'Institut catholique de Paris (pp. 232-249). — On sait la place importante que tiennent les Arméniens parmi les peuples chrétiens d'Orient. M. Pisani, en quelques pages instructives, résume l'histoire du schisme qui les tient séparés à la fois de l'Église catholique et de l'Église grecque, et donne un aperçu de l'état de la fraction catholique des Arméniens. Inutile d'insister sur l'actualité de cette étude au moment où le Souverain Pontife multiplie ses efforts pour ramener à l'unité les dissidents orientaux.

Les obstacles à l'union sont de plus d'une sorte. Il y a d'abord le préjugé qui confond l'idée patriotique avec l'idée religieuse. Il y a aussi la haine des Latins, regardés comme les adversaires de la liturgie nationale. Il n'y a pas à le nier, les excès de zèle d'un certain nombre de missionnaires latins qui, au lieu de voir dans les liturgies orientales des restes précieux de l'antiquité, les ont considérées comme des manifestations de l'esprit schismatique, ont gravement compromis l'œuvre d'union qu'ils poursuivaient. On comprend dès lors la conduite des derniers papes qui se sont particulièrement intéressés aux Orientaux, Benoît XIV, Pie IX et Léon XIII, qui ont tout fait pour leur ôter les dernières répugnances que la question de rite pouvait faire naître.

Le Concile tenu à Séleucie-Ctésiphon en 410, par Mgr J.-T. LAMY, professeur à l'université de Louvain, membre de l'Académie royale de Belgique (pp. 250-276). — L'auteur de ce mémoire, qui pour le dire en passant, a été l'un des plus actifs promoteurs du Congrès, avait publié en 1868 le texte syriaque du concile de Séleucie-Ctésiphon. La publication ne passa point inaperçue. Plusieurs savants n'eurent aucun doute sur l'authenticité du texte. D'autres, parmi lesquels le Dr Pusey, ou un des siens, montrèrent moins de confiance. Il est vrai que " l'abbé Darras, au tome XII de sa grande *Histoire de l'Église*, donnait le symbole et le résumé des Canons de Séleucie comme un monument de très grande valeur ». On est étonné de voir Mgr Lamy citer, en faveur de l'authenticité de son concile, le jugement d'un homme qui, suivant un mot de feu de Rossi, avait le culte de l'apocryphe. En tout cas, le savant professeur a bien fait de réunir de nouveaux arguments pour prouver l'authenticité du texte. Ce n'est pas le lieu ici de nous mêler à la discussion. Pourtant, il est un point sur lequel nous avouerons sans détour n'avoir pas trouvé d'explication assez satisfaisante. C'est le symbole, où le *Filioque* est clairement exprimé, et qui serait de l'année 410. Mgr Lamy démontre, par de nombreuses citations, que les Syriens ne rejetaient pas la procession du Saint-Esprit *a Filio*, qu'il leur est arrivé même de l'énoncer d'une façon assez explicite. Cela ne sera pas sérieusement contesté. Mais il s'agit de savoir s'il est croyable que ce dogme fût exprimé formellement *dans un Symbole* dès l'année 410. C'est une question bien différente.

Les prêtres pénitenciers romains du V^e siècle. par

M. l'abbé PIERRE BATIFFOL, aumônier de Sainte-Barbe à Paris. (pp. 277-290). — M. l'abbé Batiffol se propose d'étudier le développement de l'institution pénitentielle depuis les origines jusqu'au IX^e siècle. Dans son mémoire, il s'occupe d'une phase du développement de la judicature presbytérale en matière de pénitence par opposition à la judicature épiscopale dont la judicature presbytérale dépend ainsi bien en fait qu'en droit. Le point de départ est un passage du *Liber Pontificalis* tiré de la notice du pape Simplicius († 483), autour duquel viennent se grouper les principaux textes classiques. L'auteur constate à Rome, au V^e siècle, la coexistence d'une double judicature : celle des prêtres pénitenciers et celle de l'évêque. La première est secrète dans sa procédure comme dans ses peines. La seconde est publique. La judicature secrète paraît avoir été exercée par un nombre considérable de prêtres, plusieurs par paroisse. Elle est établie non seulement pour les péchés légers, mais aussi pour les péchés graves, et tous les fidèles sont invités à y recourir. Le prêtre reçoit l'aveu secret des fautes et fixe la satisfaction. À l'évêque appartient, sauf en cas de nécessité, l'absolution ou réconciliation. La judicature publique, avec ses règles strictes, tend à devenir exclusivement un instrument de vindicte et de peine. La judicature secrète est un ministère spirituel et de grâce.

Les collectories de la Chambre apostolique vers le milieu du XV^e siècle, par M^{sr} KIRSCH, professeur à l'Université catholique de Fribourg (pp. 291-295). — Les agents financiers chargés de recueillir les impôts dus à l'Église romaine dans les différents pays du monde chrétien portaient le nom de *collectores*. Le territoire assigné à chacun d'eux s'appelait *collectoria*. M^{sr} Kirsch donne quelques détails sur la perception des taxes et l'administration financière du Saint-Siège, et publie, d'après un ms. du Vatican (série des *Collectoriae*, n. 114), la liste des collecteurs apostoliques en fonction vers le commencement du pontificat d'Urbain V.

Une doctrine spéciale des mystiques du XIV^e siècle en Belgique. Ruysbroeck et la « Vie commune, » par M. l'abbé AUGER, professeur au Séminaire de Bonne-Espérance (pp. 297-304). — Le titre de ce mémoire en dit assez le sujet. C'est une analyse, d'après les œuvres du célèbre mystique brabançon, de ce qu'il appelle "het ghemeyne leven ... la vie commune, opposée à la vie de l'égoïste, de l'homme en qui l'amour-propre seul domine.

Saint Bernard et la réforme cistercienne du chant grégorien, par M. l'abbé VACANDARD, aumônier au Lycée de Rouen (pp. 305-309). — Le savant historien de saint Bernard aborde ici une question très spéciale qui se rattache à son sujet. Les fondateurs, désireux d'imposer à leurs maisons l'uniformité du chant, avaient consulté l'église de Metz qui passait pour avoir gardé intacte la réforme grégorienne. Le chant messin leur parut profondément altéré. On remit donc à plus tard la réforme projetée. Peu après la mort d'Étienne Harding, le chapitre général chargea de l'entreprise l'abbé de Clairvaux. Celui-ci s'adjoignit des collaborateurs, parmi lesquels il faut citer surtout Guy, plus tard abbé de Chierlieu en Bourgogne, le principal auteur du traité *De Cantu* attribué souvent à saint Bernard lui-même. M. Vacandard juge assez sévèrement la réforme cistercienne du chant. Il conclut néanmoins que, malgré des retouches maladroitement, ce chant reste encore essentiellement grégorien.

Le chant liturgique dans les inscriptions romaines du IV^e au IX^e siècle, par M^{sr} A. DE WAAL, recteur du Campo Santo Tedesco à Rome (pp. 310-317). — Treize inscriptions pour un espace de six siècles, ce n'est pas une moisson très abondante, et ce n'est pas là qu'il faut aller se renseigner sur le développement du chant liturgique. La troisième de ces inscriptions semble même devoir être exclue de la série, car la phrase *Laeta Deo plebs sancta canat...* n'est qu'une formule poétique pour animer à la joie. Les commentaires de l'auteur renferment de précieux détails sur la matière, et les vieux textes les plus intéressants relatifs au chant liturgique s'y trouvent réunis.

La formation des mélodies grégoriennes, par M. WAGNER, professeur à l'Université catholique de Fribourg (pp. 318-335). — L'auteur s'attache d'abord à étudier les *intervalles* dont se composent les mélodies grégoriennes. Il s'occupe ensuite de la *composition* des mélodies, et des limites entre lesquelles elles se meuvent. Les chants exécutés d'accord par le peuple entier ne pouvaient dépasser la moyenne commune de toutes les voix. La troisième partie renferme une série de remarques sur la *finale*, le *début* et les *parties intermédiaires* des mélodies. M. Wagner insiste sur les erreurs inévitables d'une théorie non basée sur l'analyse des chants existants. Elles ont influé à leur tour sur la forme des mélodies par les corrections qu'elles ont fait introduire. Pour l'usage des lecteurs de langue française, il

eût fallu traduire les noms des notes de la gamme, que les Allemands désignent par les lettres de l'alphabet.

Les procès-verbaux des séances mentionnent plusieurs communications verbales, parmi lesquelles le magnifique discours de M^{gr} Keane, que l'on trouvera dans le premier volume du *Compte rendu*, et le rapport de M. l'abbé Graffin, professeur à l'Institut catholique de Paris, sur la Patrologie syriaque (*PATROLOGIA SYRIACA*, accurante R. Graffin, Paris, Firmin-Didot, tom. I, II, *Aphraatis Demonstrationes*). Nous tenons à signaler cette importante publication, fruit d'un long et pénible labeur, et qui a sa place marquée dans la bibliothèque de tout homme qui s'intéresse à la littérature chrétienne.

HIPP. DELEHAYE, S. J.,
Bollandiste.

ANTHROPOLOGIE ET SCIENCES NATURELLES.

Les sciences naturelles et surtout l'anthropologie ont occupé une place importante au Congrès scientifique international tenu à Bruxelles en septembre 1894. Ces deux ordres de connaissances ont bien des points communs; telle question de physiologie cérébrale classée dans le premier aurait eu des titres égaux à prendre rang dans le second. Les théories évolutionnistes, objet d'importantes dissertations dans la huitième section du Congrès (Anthropologie), ont été discutées également dans la septième (Sciences naturelles); et la distinction fondamentale entre la connaissance sensible, apanage de l'homme comme de l'animal, et l'intelligence éclairée par la raison, privilège de l'homme seul, a été envisagée à des points de vue assez analogues dans l'une et l'autre section.

Il se trouve ainsi, par une coïncidence non cherchée, fortuite, quoique de fait assez naturelle, que les auteurs de mémoires sur des sujets différents se sont rencontrés sur ce dernier point, y arrivant par des voies fort distinctes.

En cet état, il nous a paru qu'il y aurait intérêt à grouper les

travaux dont nous avons à rendre compte plutôt d'après l'affinité des sujets que d'après la répartition adoptée au Congrès. Nous réunissons donc dans un même paragraphe les mémoires que certaines tendances communes par rapport à l'homme permettent de rattacher les uns aux autres, affectant au paragraphe suivant les travaux plus techniques ou respectivement plus isolés.

I.

TRAVAUX SE RATTACHANT ENTRE EUX.

Le morceau capital, à nos yeux, de la section d'anthropologie, celui qui prime les autres, non pas certes par le nombre des pages, lequel ne dépasse pas huit, mais par l'importance du sujet, c'est le mémoire intitulé : *Les Certitudes de la science et de la métaphysique en anthropologie* (1), dû à M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, recteur de l'Institut catholique de Toulouse. Ce travail n'est rien moins qu'un programme pour la réunion dans une large synthèse de toutes les branches du savoir qui ont l'homme pour objet. A ses yeux, l'Anthropologie doit s'entendre, comme l'indique d'ailleurs son sens étymologique, de l'homme tout entier, aussi bien de l'être raisonnable, spirituel, moral, que de l'organisme vivant comparable à celui des autres animaux ; il estime en toute sagesse que l'assimilation de l'anthropologie à la zoologie pure, de l'homme à la brute, par la négation du principe spirituel qui l'anime, " est la pire des erreurs de notre temps „.

Trois problèmes se posent devant la science de l'homme : 1^o ce qu'il est, sa nature ; 2^o son origine ; 3^o sa destinée.

Sur le troisième de ces problèmes, la science proprement dite est absolument muette. C'est à la philosophie spiritualiste que, livrée à elle-même, la raison humaine peut demander un commencement de solution. La solution complète est ailleurs.

L'examen du premier problème implique une foule de recherches particulières sur l'instinct, l'intelligence, la raison, le langage, les fonctions du cerveau, la vie matérielle, intellectuelle, sociale des populations primitives, toutes questions qui ont fait l'objet d'études spéciales dans les VII^e et VIII^e sections du Congrès.

(1) Compte rendu du III^e Congrès scientifique international des catholiques. VIII^e section, p. 5.

Si la science proprement dite est radicalement impuissante à résoudre le troisième problème, elle peut au moins donner du deuxième des solutions partielles et conjecturales. Ici la fameuse et toujours actuelle question du transformisme ou de l'évolution trouve assez naturellement sa place : encore que l'extension d'ailleurs de plus en plus improbable de la théorie au corps de l'homme ait été sagement laissée de côté, elle y confine cependant de si près que les mémoires et les discussions qui la concernent peuvent à bon droit y être rattachés.

L'homme, ce qu'il est, sa nature. — Pour l'anthropologie zoologique pure, qui ne connaît d'autre élément de la certitude que l'observation extérieure et matérielle, l'homme est le plus parfait, le plus accompli des animaux, mais il n'est que cela. L'anthropologiste qui, mieux avisé, étend le domaine de l'observation et de l'expérience à de plus larges limites, reconnaît en l'homme une intelligence incomparablement plus développée que celle, rudimentaire, des animaux ; mais, faisant abstraction de l'élément métaphysique, il n'arrive pas à la vérité totale en ce qui concerne l'être dont l'intelligence éclairée par la raison possède le pouvoir transcendant d'abstraire, de généraliser, de progresser, pouvoir qui manifeste la spiritualité de l'âme humaine.

Telle est la pensée exprimée par M. de Saint-Projet et qui se trouve, à notre grand honneur, condenser en quelques mots celle que nous-même avons développée dans le mémoire intitulé : *L'Homme et l'animal* (1), faisant suite à *L'Instinct, la connaissance et la raison*, du Congrès de 1891 (2). Pour établir la différence d'essence entre l'âme humaine et l'âme animale, nous avons invoqué, au-dessus des faits particuliers, les faits généraux : aptitude indéfinie au progrès, aptitude à la science fondée sur les notions abstraites de causalité, de substantialité, de vrai, de beau, de bien, etc. : parole articulée exprimant ces idées, toutes les idées, lesquelles sont en soi et par essence d'ordre immatériel : si les animaux possédaient, même à un degré infime, une intelligence de cette nature, ils révéleraient à l'état rudimentaire ces diverses aptitudes, ce qui n'a jamais pu être constaté.

Dirons-nous pour cela que toute intelligence est refusée aux animaux, même les plus élevés au-dessous de l'homme ? — Oui, si

(1) Compte rendu du III^e Congrès, VIII^e section, p. 31.

(2) Compte rendu du II^e Congrès, III^e section, *Sciences philosophiques*, p. 111.

nous entendons le mot intelligence dans son sens scolastique, son sens absolu, d'après lequel *intelligence* est synonyme de *raison*. Mais si nous étendons le sens de ce mot à la faculté de connaître en général, nous pourrions dire que l'animal est doué à divers degrés, suivant les espèces, les races et les individus, d'une intelligence sensitive, faite d'impressions, d'images, de mémoire, et ne s'exerçant que sur le particulier et le concret, incapable d'abstraction, de généralisation, d'*idées* en un mot, par conséquent d'une nature différente de celle de l'homme.

Ce point de vue est également exprimé, quoique plus sommairement, dans le mémoire sur *L'Instinct des oiseaux* (1), du R. P. Leray, avec lequel nous ne pouvons qu'être flatté de nous être rencontré. Reconnaissant que, dans le langage ordinaire, on donne le nom d'intelligence à la faculté de connaître en général, y compris la connaissance purement sensitive, il en conclut que l'intelligence ainsi comprise peut être accordée aux animaux dans la mesure qui leur est propre. Mais ce point établi, il marque la différence qui sépare l'intelligence de l'instinct, fait voir que celui-ci est développé beaucoup plus chez l'animal dont l'intelligence n'atteint que le sensible et le concret, et incomparablement moins chez l'homme en qui l'intelligence, éclairée par la raison, atteint l'abstrait et l'idéal.

Après quoi notre auteur, étudiant l'instinct des oiseaux d'après ses nombreuses observations sur la construction des nids dans un grand nombre d'espèces, sur les circonstances concomitantes, la répartition du travail entre le mâle et la femelle, etc., conclut à l'invariabilité de l'instinct qui les guide, leurs procédés variant sans doute en une certaine mesure suivant les circonstances, mais toujours de la même manière dans des circonstances pareilles. Et comme chaque espèce a une façon différente de procéder, l'instinct normal étant le même dans chaque espèce et, fait bien digne de remarque, dans toutes les variétés et races d'une même espèce, l'auteur voudrait que des expériences spéciales fussent instituées en nombre suffisant, pour arriver à un classement des oiseaux par la nature de leurs instincts constructeurs (2).

Il y aurait assurément, ici, une veine curieuse et intéressante à explorer; et si l'on arrivait à établir le rang des espèces dans

(1) Compte rendu du III^e Congrès, VII^e section, p. 212.

(2) Il voit même là les éléments d'une objection définitive contre les théories évolutionnistes appliquées au temps présent, sujet dont nous aurons à nous occuper plus loin.

l'échelle zoologique, par les manifestations des instincts de chacune d'elles, il est certain que ce mode de classification perdrait toute signification et toute valeur appliqué à l'homme, qui varie à l'infini ses procédés en toutes choses et dans toutes les directions. C'est même là un des signes caractéristiques de la différence essentielle qui sépare son intelligence des facultés psychiques de la bête.

Il en est, du reste, de l'intelligence comme du langage qui en est l'expression. Les animaux, eux aussi, ont un langage. Mais purement sensitive, concrète et particulière étant leur intelligence — puisque nous étendons ce terme à tout ordre de connaissances, — particulier aussi, concret et purement sensitif est leur langage. C'est ce que fait ressortir M. Jules Boiteux par son mémoire intitulé : *A propos du rudiment de langage attribué aux singes* (1), dans lequel il apprécie la tentative si bruyamment annoncée naguère du professeur Garner, de Cincinnati.

Ne pouvant contrôler les assertions fondamentales d'un explorateur annonçant qu'il va constater un certain langage articulé chez les singes, M. Boiteux suppose le fait admis et reconnu vrai (ce qui s'est trouvé, par parenthèse, plus généreux que de raison, comme on le verra plus loin). Cela posé, il établit que ce rudiment d'idiome, qui est inné et n'a donc rien de conventionnel ni d'artificiel, demeure et demeurera toujours immuable et improgressif, tel aujourd'hui qu'il était dès l'origine : or tout le contraire a lieu pour le langage humain qui n'a cessé et ne cesse de se modifier et d'étendre ses modifications dans tous les sens, de même que le savoir dont il est l'expression, lequel s'accroît sans cesse et comme à l'infini. D'autre part, comment les animaux et notamment les singes, si disposés par nature à imiter nos actes, s'abstiennent-ils d'imiter le principal et le plus éclatant d'entre eux tous ? Et puisque le rejeton de l'homme *peut* et *veut* toujours imiter le langage articulé, conventionnel, qu'il entend autour de lui, comment le rejeton des animaux qui vivent en domesticité parmi nous *ne le peut-il* ou *ne le veut-il* jamais ?

Depuis que M. Boiteux a développé ces considérations, le résultat des recherches de philologie simiesque pompeusement annoncées par M. Garner a été publié : il a été absolument nul (2). L'explorateur, à ce point de vue, des forêts africaines, en

(1) Compte rendu du III^e Congrès, VII, p. 13.

(2) Cfr le *Cosmos*, 4 et 11 mai 1895, pp. 144 et 173 : *La Langue des singes*, par A. L. R.

est revenu, pour employer l'expression vulgaire, complètement *bredouille*, n'ayant pu constater, chez les singes parmi lesquels il a vécu, que des cris inarticulés analogues à ceux de tous les autres mammifères.

De quelque manière qu'on envisage la question, c'est toujours une différence d'essence, non de degré, que l'on constate de l'animal à l'homme. Dans un très beau travail sur *La Vie intellectuelle des populations primitives* (1), M. Aristide Dupont arrive, par d'autres voies, à la même conclusion. La rare perfection avec laquelle sont taillés les outils en silex des âges paléolithiques sont avec raison, à ses yeux, " une manifestation parfaitement claire et non équivoque de facultés de spontanéité et d'intelligence, dont nous ne trouvons même aucune analogie dans la nature animale (2); de même que l'art de produire du feu, celui de fixer par le dessin ou la sculpture les formes des êtres qui l'entourent, le désir efficace de s'asservir les forces de la nature, n'appartiennent qu'à lui seul entre tous les êtres de la création (3). Si haut qu'on remonte à travers les traces retrouvées des hommes primitifs pour redescendre jusqu'à nous, partout et toujours les diverses formes du savoir nous révèlent, dans l'humanité, " des caractères intellectuels et moraux qui infirment l'origine animale qu'on voudrait lui imposer (4) ..

Cette vérité que, jusqu'ici, nous avons vu tirée par induction d'observations principalement de l'ordre philosophique ou ethnologique, M. le Dr Ferrand y arrive par voie physiologique, dans son savant mémoire sur *Les Localisations cérébrales et les images sensibles* (5). C'est à la recherche de la formation de l'idée sur le substratum des images que le médecin de l'Hôtel-Dieu a consacré les pages dont il a donné lecture au Congrès.

Ainsi, par l'étude attentive des différents modes de formation de l'image dans le cerveau, il arrive à conclure, comme l'avait fait jadis Maine de Biran par observation exclusivement psychologique, à l'existence de deux imaginations différentes : l'une passive et fatale, que nous avons en commun avec les animaux, l'autre active et volontaire, propre à l'homme, qui ne se développe que sous l'impulsion d'un principe supérieur, conscient et libre.

Les circonvolutions du cerveau sont le lieu des images sensibles.

(1) Compte rendu du III^e Congrès, VIII, p. 70.

(2) *Ibid.*, p. 76.

(3) *Ibid.*, p. 78.

(4) *Ibid.*, p. 91.

(5) Compte rendu du III^e Congrès, VII, p. 282.

Et si l'on s'étonne qu'une surface aussi restreinte que celle de cet organe puisse suffire à la conservation des milliers d'images qui, chaque jour, viennent s'ajouter les unes aux autres, M. le Dr Ferrand observe que la surface apparente du cerveau ne constitue que le tiers de sa surface totale, les deux autres tiers étant dissimulés dans les plis des circonvolutions; de plus, l'épaisseur de cette "couche sensible", se subdivise en cinq ou six zones concentriques de substance grise composée de cellules nerveuses dont chacune peut être le siège de représentations différentes.

Comment se conservent, dans les cellules cérébrales, les images sensibles ou motrices qu'y dépose la sensation, et qu'y retrouvent l'imagination et le souvenir? C'est ce à quoi la science est actuellement dans l'impossibilité de répondre. Le fait n'en est pas moins dûment constaté : ces images existent dans la partie corticale du cerveau; elles s'y conservent comme en un magasin où l'intelligence n'a plus qu'à les prendre pour les mettre en œuvre. Le savant docteur appelle ces images des *idées sensibles*, impliquant une connaissance concrète, atteignant le contingent, le particulier, le matériel, par opposition aux *idées intellectuelles* qui ont pour objet le nécessaire, le général, le spirituel (1).

Mais si le cerveau est le lieu des images, de l'imagination passive, nulle part, de l'aveu même des savants matérialistes et de M. Soury lui-même, nulle part on ne trouve dans le cerveau d'organe de l'activité intellectuelle. Alors, pour ne pas se rendre à l'évidence, on affecte de nier l'intelligence et de confondre ses opérations avec celles du système nerveux! Il serait plus naturel, plus logique surtout, de conclure que les opérations intellectuelles se passent ailleurs que dans le cerveau, puisque celui-ci n'a pas d'organe pour elles; mais alors les doctrines matérialistes crouleraient par la base: — et c'est à quoi l'on ne veut se résoudre à aucun prix.

Les origines. — Bien que, dans son plaidoyer *Pour la théorie des ancêtres communs* (2), M. l'abbé Guillemet laisse de côté

(1) Sauf les termes, — car nous n'aimons pas l'application aux notions purement concrètes et particulières fournies par les seules images, du mot *idées*, même avec le correctif *sensibles*, — sauf, disons-nous, les termes employés, les conclusions auxquelles M. le Dr Ferrand arrive par ses observations physiologiques et anatomiques, sont identiques à celles qui sont présentées, avec infiniment moins de talent et d'autorité, il est vrai, dans notre mémoire précitée.

(2) Compte rendu du III^e Congrès, VIII, p. 19.

l'extension à l'homme de la théorie évolutionniste, on ne l'a pas moins classé dans la section d'anthropologie, tant cette théorie, qu'on le veuille ou non, y touche de près (1). Apôtre convaincu de celle-ci, bien entendu dans les limites où elle reste spiritualiste et chrétienne, M. Guillemet soutient vigoureusement son opinion contre celles, contraires, de M. le *Mis* de Nadaillac et du regretté Quatrefages. Deux points me paraissent, dans cette mémorable discussion, importants à signaler et à retenir.

D'une part, M. l'abbé Guillemet, à l'inverse de la plupart de ses collègues en évolutionnisme, ne donne pas le système comme un dogme scientifique, une chose désormais acquise et sur laquelle il n'y a plus à revenir, mais bien comme une hypothèse plausible ayant le droit d'être écoutée, et, suivant lui, beaucoup plus conforme que la théorie contraire, le *fixisme*, comme il l'appelle, aux harmonies de la nature et à la sagesse ordonnatrice du divin Ouvrier, indiquant d'ailleurs une loi, ce que le "fixisme" ne ferait pas.

D'autre part, il résulte de l'ensemble du mémoire de M. Guillemet et de la brillante discussion à laquelle il a donné lieu, que c'est surtout aux périodes géologiques ayant précédé l'apparition de l'homme qu'il applique la théorie, ne repoussant pas absolument le "fixisme" pour la période géologique actuelle (2).

Présentée de la sorte, la "Théorie des ancêtres communs" a évidemment droit à l'attention, on peut même dire à la considération du public éclairé, n'étant plus imposée comme un dogme, mais *proposée* comme une hypothèse aussi acceptable que beaucoup d'autres (3).

(1) D'ailleurs il a été question de cette extension, en séance de la VIII^e section (jeudi matin 6 septembre), dans l'intéressante discussion à laquelle le mémoire de M. l'abbé Guillemet a donné lieu. M. le *Mis* de Nadaillac, en signalant le peu de fondement des assertions de Carl Vogt et des subterfuges de Hæckel, rappelle la célèbre déclaration de Virchow au Congrès de Moscou, présidé par lui en 1892. Ce savant, bien qu'adepte de l'évolutionnisme absolu, reconnaissait loyalement que, en ce qui concerne l'homme, l'école est repoussée sur toute la ligne; que toutes les recherches pour trouver un intermédiaire entre l'animal et lui sont restées sans résultat; qu'il n'existe pas de *proanthropos*, pas d'*homme-singe*, et que "le chaînon intermédiaire demeure un fantôme" (Compte rendu du III^e Congrès, Procès-verbaux des séances, p. 300.)

(2) Ce serait là un système transactionnel qui se rapprocherait peut-être le plus de la vérité. Dès avril 1886, nous avons émis cette idée ici-même, t. XIX, p. 614, à propos de l'ouvrage sur les *Phanérogames* de MM. de Saporta et Marion. De même, trois ans plus tard, t. XXV, pp. 418 et 419, dans *Le Transformisme et la discussion libre*.

(3) La portion de vérité que peut renfermer la théorie évolutionniste

Car c'est surtout contre l'outrecuidante prétention de regarder en dédain — sinon en mépris — quiconque n'admet pas l'évolution comme vérité indiscutable, que s'élèvent les opposants. M. l'abbé Boulay, en soutenant ses objections contre l'évolution en botanique (1), reconnaît lui-même que cette théorie, en tant qu'hypothèse, peut être discutée.

Dans le règne animal, l'observation des phénomènes actuels n'est pas trop non plus en faveur de l'évolutionnisme. Un naturaliste de mérite, qui s'est voué à l'étude des cas d'hybridation parmi les oiseaux principalement et aussi parmi les mammifères, arrive à cette conclusion que, dans l'état actuel de nos connaissances, l'hybridation des espèces sauvages ou à l'état de nature ne tire point à conséquence; *elle ne modifie pas les espèces*, qui ne se croisent d'ailleurs qu'accidentellement. Tout au plus y aurait-il à réserver, pour plus amples éclaircissements, un ou deux cas douteux parmi des oiseaux d'espèces d'ailleurs très rapprochées.

Telle est la conclusion d'un important travail de M. André Suchetet, intitulé : *Les Hybrides des oiseaux et des mammifères* (2).

Nous voici, ce semble, assez loin des origines de l'homme. Revenons-y, non pour en rechercher le côté préternaturel et divin qui échappe au domaine des sciences naturelles, du moins pour en constater les traces primitives. Et d'abord, constatons, avec M. Duilhé de Saint-Projet, l'impossibilité d'expliquer l'origine de nos concepts par une transformation de l'animalité, de forcer le passage de l'instinct et de la connaissance purement sensitive, empirique, à la pensée, à l'intelligence éclairée par la raison, de montrer le prétendu chaînon intermédiaire entre la bête et l'homme. Ce point admis, contre lequel ne prévaudront jamais les efforts de la dialectique matérialiste, il est du ressort de la science d'étudier les premières manifestations de l'intelligence humaine révélées par les restes de son industrie primitive.

M. d'Acy, en discutant *De l'âge des sépultures des grottes de Baoussé-Roussé* (3), près de Menton, arrive à cette conclusion

réside plutôt, d'après M. Aristide Dupont, dans la constatation de ses conséquences que dans la connaissance des lois qui y auraient présidé. " C'est, ajoute-t-il, une hypothèse et rien de plus. " (*Loc. cit.*, p. 71.)

(1) Cfr. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1894, p. 480, et Compte rendu du III^e Congrès, VIII^e section, p. 126.

(2) Compte rendu du III^e Congrès, VIII^e section, p. 226.

(3) Compte rendu du III^e Congrès, VIII^e section, p. 162; et REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1894, p. 537.

que les dites sépultures remontent à l'âge quaternaire. Or cette conclusion déplaît fort aux anthropologistes d'une certaine école qui, se fondant sur des systèmes préconçus, ne veulent à aucun prix admettre que des sépultures préhistoriques puissent remonter à l'âge quaternaire. Et en effet, que deviendrait la chère théorie de l'origine bestiale de l'homme si, dès l'époque présumée de son apparition sur le globe, il était constaté qu'il avait déjà le culte des morts? De là une philippique ardente contre M. d'Acy dans la revue *L'Anthropologie* (1), dont il est cependant l'un des principaux rédacteurs. On y dénature sa pensée, on le combat par des citations tronquées, dont, au surplus, il arrive aisément, dans sa réplique, et en dépit de la contre-réplique du docteur, à montrer l'inanité (2). De là encore, contre le même savant, quelques épigrammes, plus malintentionnées que méchantes, dans la *Revue de l'École d'anthropologie de Paris*, n° du 15 avril (3); les épithètes de *jésuites*, de *cléricaux*, ou autres d'aussi bonne compagnie, délicatement décochées aux écrivains catholiques, y forment la partie la plus solide de l'argumentation de leur auteur.

M. le Mis de Nadaillac reçoit aussi, en passant, à l'occasion de ses *Populations lacustres de l'Europe* (4), son petit coup d'épingle. Mais c'est surtout M. le Dr Tihon que prend à partie, dans la *Revue* précitée, l'écrivain qui rédige la *Chronique paléthnologique* de ce recueil. A cela rien d'étonnant d'ailleurs. Le téméraire docteur ne s'est-il pas permis, dans un mémoire très développé et très documenté sur *Les Temps préhistoriques en Belgique et les cavernes de la vallée de la Méhaigne* (5), de contester la chronologie fantastique résultant de la célèbre classification de M. de Mortillet? Il démontre, en effet, que les engins chelléens et moustériens, prétendument successifs à d'immenses intervalles, se rencontrent, en vallée de Méhaigne et ailleurs, dans les mêmes gisements. D'autre part, à un niveau moustérien, M. le Dr Tihon a trouvé les outils en os du magdalénien. Il a pu constater que l'homme, dès le début, s'est servi de plusieurs outils, que l'industrie paléolithique s'est développée progressive-

(1) 1895, n° 2, mars-avril. *L'Age des sépultures de la Barma Grande*, près de Menton (réponse à M. d'Acy), par le Dr R. Verneau. — Paris, Masson.

(2) *L'Anthropologie*, 1895, n° 3, mai-juin.

(3) Paris, Alcan.

(4) Compte rendu du III^e Congrès, VIII, p. 93; et REV. DES QUEST. SCIENT. d'octobre 1894, p. 497.

(5) *Ibid.*, 120.

ment, mais non avec *les centaines* et les milliers de siècles qu'on lui attribue si gratuitement, puisque les types des divers âges de la classification se rencontrent en mélange dans les mêmes gisements. L'auteur démontre aussi la supériorité de l'homme paléolithique sur le sauvage actuel, qui est un dégénéré, un déchu, et non un primitif d'avant la civilisation ; il fait justice aussi de la prétendue origine simienne ou quasi-simienne de l'homme : et enfin il prouve par des faits qu'il n'y a pas séparation absolue entre la pierre taillée et la pierre polie, mais que sur plusieurs points, au contraire, elles se rapprochent et même se mélangent (1) ; et la plupart de ces constatations vont à l'encontre des théories chères à son contradicteur. Que répond ce dernier ? Ceci : c'est là de la " critique cléricale contre les recherches et les données de la science „ que l'on cherche à entraver à l'aide des " efforts faits par les jésuites „ ; M. Ferd. Tihon, " abandonne la voie des observations sérieuses „ (*sic*) pour présenter un plaidoyer, presque " un sermon „, " contre les classifications „, lesquelles, donnant " trop de précision et de clarté aux recherches de la palethnologie, déplaisent *aux congrès qui craignent la lumière* „ (*sic, sic*) !

Citer un pareil mode de discussion, c'est, ce me semble, en faire suffisamment justice : le persiflage et les imputations gratuites n'ont jamais remplacé des preuves.

D'ailleurs ce n'est pas seulement à M. le Dr Tihon qu'il faudrait s'en prendre. M. Arcelin a, lui aussi, constaté le mélange des types chelléens, moustériens, magdaléniens en Saône-et-Loire et dans l'Ardèche, et observé que les deux premiers se rencontrent en Europe, en Asie, en Afrique, en Amérique, dans des stations correspondant aux époques les plus diverses (2). D'autres savants, étrangers aux congrès scientifiques des catholiques, mais dont il est difficile de contester la haute compétence et l'autorité, tels que MM. Warren Upham, Gilbert, le Dr Andrews, de l'Amérique du Nord, pour n'en citer que quelques-uns, arrivent, par des supputations d'ordre différent mais autrement sérieuses et

(1) Cette constatation résulte aussi de la discussion qui eut lieu, en VIII^e section, le vendredi 7 septembre au matin (quatrième séance). M. d'Acy a rappelé que le prétendu hiatus entre le paléolithique et le néolithique, déjà singulièrement diminué, " a été définitivement comblé par la couche de galets colorés, explorée au Mas-d'Azil par M. Piette ...

(2) *Quelques problèmes relatifs à l'antiquité préhistorique*. Compte rendu du III^e Congrès, VIII, p. 53; et REV. DES QUEST. SCIENT. de janvier 1895, p. 5.

fondées, à des chronologies paléontologiques qui n'ont absolument rien de commun avec les interminables durées que l'on a non pas appuyées sur " des observations sérieuses „, mais *inventées* pour les besoins de théories préalablement conçues et adoptées.

Au demeurant, les auteurs des mémoires attaqués doivent se sentir honorés bien plutôt qu'amoindris devant des critiques aussi faibles et d'aussi médiocre aloi.

Ce n'est pas seulement des faits et des considérations invoqués par M. le Dr Tihon que ressort le contre-pied de la théorie qui veut que l'état des sauvages les plus dégradés représente l'état primitif de l'humanité. M. Aristide Dupont, dans le travail cité plus haut (1), démontre avec force cette vérité, que les malformations cérébrales, legs d'une ascendance dégradée, qui semblent caractériser les races inférieures, sont le résultat de la défaite, dans la lutte contre les forces de la nature, d'une vie trop besogneuse et trop dure, sur des terres trop ingrates, dans des climats défavorables, mais ne représentent en aucune manière l'état primitif de l'humanité.

Les exemples de ces races ou groupes dégénérés sont nombreux. Il en est un tout spécial dont l'exposé fait l'objet d'un curieux mémoire dû à M. Donadiu Puignau, professeur à l'université de Barcelone, sous ce titre : *L'Origine des nains de la vallée de Ribas (Catalogne)* (2). Cette vallée, située au nord-est de la province de Catalogne et dont l'altitude moyenne est de 825 mètres, contient, en outre de la population normale, une population particulière composée de nains dont le maximum de stature ne dépasse pas 1^m30, et la plupart plus ou moins contrefaits, goitreux, crétins, avec des membres très grêles et un ventre volumineux. L'auteur réfute par des raisons très fortes leur prétendue origine sino-tartare, et montre que ces êtres disgraciés sont issus de pauvres gens dont l'alimentation est insuffisante et misérable, s'abreuvant à des sources dont l'eau très chargée de matières minérales est corrosive, et abrités plutôt que logés dans de méchantes cabanes qui ne remplissent aucune des conditions requises par l'hygiène la plus élémentaire. En outre, vivant entre eux, le plus souvent, dans une promiscuité déplorable, ils sont abandonnés sans cesse à ce que le vice a de plus abject.

Ces nains, conclut M. Donadiu Puignau, ne sont pas d'une race

(1) *La Vie intellectuelle des populations primitives*, III^e Congrès, VIII, p. 70.

(2) *Compte rendu du III^e Congrès*, VIII, p. 204.

spéciale, " mais ils sont une preuve vivante de l'état d'abjection et de misère où peut descendre l'homme quand il est en butte à la pauvreté, à l'adversité, et qu'il est livré sans aucun frein à ses passions „

Ils n'ont, comme on le voit, aucune analogie avec ces *Pygmées*, race véritable dont le R. P. Van den Gheyn a tracé, ici-même, un trop vivant tableau pour qu'il y ait lieu d'y revenir (1). Ils seraient plutôt comparables aux goitreux du Valais en Suisse, ou de cette haute vallée des Alpes françaises qu'on appelle la Vallouise, dans le département des Hautes-Alpes. Il est plus que probable que, placés dans des conditions convenables d'hygiène physique et morale et d'alimentation, ces déshérités retourneraient, en un petit nombre de générations, à l'état des populations normales qui les entourent. Ce n'est pas là, en tout cas, que les partisans de l'animalité originaire de l'homme pourront trouver des arguments.

En revanche, *Les Débuts de l'âge néolithique* dans le Finistère, de M. le baron Halna du Fretay (2), nous montrent une population des plus primitives inhumant ses morts avec des rites funéraires par incinération très reconnaissables, et à une époque qui ne connaissait pas encore l'industrie de la pierre polie. Ce qui donne un caractère tout spécial à cette période des âges de la pierre et en cette région, c'est l'emploi exclusif du granit, constaté au moins dans les *tumuli* les plus anciens, pour les outils, armes et engins de toute sorte : perceurs, racloirs, polissoirs, haches plates, hachettes, coups-de-poing, etc. Tous les objets trouvés, observe l'auteur, rappellent le type quaternaire ; ils ont été fabriqués et employés, suivant lui, par les premiers Celtes, populations émigrées ayant trouvé pendant des années, au bord de la mer, une vie meilleure et plus facile, mais qui, privées de silex, ont utilisé le granit dur suivant les traditions du quaternaire.

II.

TRAVAUX ISOLÉS ENTRE EUX.

Les Camps dans l'Ain (3), par M. Tardy. — Ce travail, d'ailleurs très court, est une sorte de contribution à l'étude du Jura préhis-

(1) *Les Pygmées*, par le R. P. Van den Gheyn, Compte rendu du III^e Congrès, p. 213 ; et REV. DES QUEST. SCIENT., janvier 1895, p. 31.

(2) Compte rendu du III^e Congrès, VIII p. 194.

(3) *Ibid.*, p. 189.

torique. L'auteur y signale et décrit les emplacements de divers camps qui auraient été occupés successivement par les populations néolithiques, puis par les Gaulois et enfin par les Romains. Il reconstruit même d'anciens villages néolithiques, au sein desquels il croit reconnaître jusqu'à des " salons de réception et de conversation „; il est vrai que, dans ces *salons*, les fauteuils consistaient en pierres brutes, et le parquet en la terre nue, débarrassée seulement de rochers et de cailloux. Néanmoins la section n'a pas paru absolument convaincue de la réalité des *salons néolithiques*.

Les Contes populaires et leur origine, dernier état de la question, par M. Emmanuel Cosquin (1). — Ceci est plutôt une question de folk-lore que d'anthropologie proprement dite. L'origine des contes qui ont charmé notre petite enfance, comme *Cendrillon*, *Peau d'âne*, *le Chat botté*, *l'Oiseau bleu*, *la Belle aux cheveux d'or*, etc., etc., est l'objet du travail de M. Cosquin. Sous différents aspects, après diverses transformations, ils proviendraient tous d'un réservoir commun qui serait l'Inde, et nous seraient parvenus par l'effet d'un puissant courant littéraire qui, du XI^e au XIII^e siècle, se serait établi de cette lointaine région jusqu'à notre Occident. Au passage, chaque race, chaque peuple les aurait adaptés à son génie propre, en modifiant à son gré le rôle et les attitudes des héros et personnages du récit. La comparaison de ces formes différentes de contes dont le fond est le même peut jeter quelque jour sur le caractère des peuples qui se les sont ainsi assimilés.

L'Influence de l'élément indigène dans la civilisation des Maures de Grenade, par M. François-Xavier Simonet, professeur à l'université de Grenade (2), est une démonstration de l'influence prépondérante de l'élément indigène sur la civilisation arabe en Espagne. L'Arabe n'étant ni civilisateur, ni lettré, ni artiste, de l'aveu même des écrivains de son sang et de sa race, est incapable d'une œuvre créatrice quelconque (3), à plus forte raison de fonder par lui-même une civilisation. En Espagne, comme d'ailleurs en Afrique et en Orient, ce sont les Mozarabes, c'est-à-dire ceux des indigènes qui avaient accepté le joug

(1) Compte rendu du III^e Congrès, VIII, p. 248.

(2) *Ibid.*, p. 270.

(3) Les fameux contes des *Mille et une nuits* ne sont pas d'invention arabe; les cadres en sont d'origine persane et indoue.

sarrasin et la langue arabe tout en restant chrétiens, les Mulla-dies ou indigènes convertis à l'islamisme, enfin des prisonniers de pays ou des ouvriers chrétiens réquisitionnés par force, qui sont les auteurs de tous les monuments, de toutes les œuvres qu'on admire sous l'étiquette de civilisation arabe ou musulmane.

Finalement l'auteur, à l'aide d'un grand nombre de faits et de témoignages, arrive à cette conclusion empruntée à un savant archéologue allemand, Guillaume Lübke : " Si l'art arabe montre en Espagne une perfection plus grande que dans tous les autres pays du monde, il faut l'attribuer aux relations intimes des Maures avec les chrétiens. „

Si ce travail essentiellement historique a été classé dans la section d'anthropologie, c'est que, en caractérisant les races diverses qui ont influé sur la civilisation de Grenade, il se rattache à l'ethnographie.

Les mémoires dont il nous reste à parler ressortent tous de la section des sciences naturelles.

Des travaux publiés *in extenso* dans cette *Revue*, soit sur **Les Bassins houillers belges**, par le R. P. Schmitz (1), soit sur **L'Age des formes topographiques**, par M. de Lapparent (2), et sur divers autres, nous n'avons rien à dire si ce n'est que nous renvoyons à la livraison qui les contient.

Passons donc à **La périodicité des sécheresses**, par M. l'abbé Maze, secrétaire de la Société météorologique de France (3).

Si compliqués, enchevêtrés et variables que soient les phénomènes de l'ordre météorologique, ils obéissent à des lois certaines, et c'est à la recherche de l'une de ces lois que s'est appliqué M. le secrétaire de la Société météorologique de France. Par l'application du calcul aux résultats d'observations nombreuses complétées par des recherches historiques, il arrive à déterminer d'abord l'existence du cycle de 42 ans pour les plus fortes sécheresses; il divise ensuite ce cycle suivant diverses probabilités, en sous-périodes ou cycles secondaires de 14 ans et de 21 ans. Il arrive même à soupçonner des cycles plus longs que celui de 42 ans, comme 84 ans, 86 ans et 127 ans. Mais le nombre des sécheresses qu'il a pu relever n'est pas assez grand

(1) Liv. de janvier 1895, p. 145; Compte rendu du III^e Congrès, VII, p. 148.

(2) Liv. d'octobre 1894, p. 431; Compte rendu du III^e Congrès, VII, p. 157.

(3) Compte rendu du III^e Congrès, VII, p. 189.

pour lui fournir des certitudes quant à ces dernières périodicités. Il est cependant en mesure de conclure que les sécheresses du nord de la France ne se succèdent pas d'une manière fortuite, mais bien suivant des cycles mal définis encore, néanmoins certains, puisque, dit-il, " les plus courts apparaissent sous forme de courbes facilement calculables „. Le savant auteur a, en effet, appliqué aux données qu'il a pu recueillir des calculs fondés sur des chiffres asymptotiques traduits en courbes dans le système des coordonnées polaires. Il en résulte assurément une très grande élégance pour ses démonstrations. Mais l'on se demande si les déductions logiques des mêmes données, disposées en une statistique bien faite, n'aurait pas amené le même résultat, tout en rendant l'exposé facilement accessible à un plus grand nombre de lecteurs.

L'Anatomie des Hirudinées terrestres (*Organes segmentaires antérieurs et postérieurs*), par le R. P. H. Bolsius, S. J., professeur à Oudenbosch (Hollande), est un travail essentiellement technique.

Les *Hirudinées*, vulgairement sangsues, sous-classe des Annélides dans l'embranchement des Vers, se partagent en aquatiques et en terrestres. C'est de ces dernières que s'occupe le R. P. Bolsius. La plupart d'entre elles, — sauf une seule parmi celles qu'il a étudiées (*Xerobdella Lecomtei*) qui se rencontre en Styrie. — sont originaires des contrées intertropicales ou subtropicales : Madagascar, Tonkin, Sumatra, Luçon, Célèbes, Chili.

Les huit espèces dont il s'occupe sont pourvues de mâchoires comme nos sangsues aquatiques. Son étude a pour objet l'arrangement particulier de la partie afférente des organes segmentaires, antérieure et postérieure.

Cet arrangement consiste : pour l'extrémité antérieure, en un long conduit qui débouche, du côté soit interne, soit externe, dans la lèvre inférieure : pour l'extrémité postérieure, en ce que la vésicule segmentaire se déverse d'abord dans une seconde cavité soit simple, soit double, laquelle est pourvue de deux musculatures, l'une l'entourant, l'autre rayonnant autour d'elle.

Quant au conduit de l'extrémité antérieure, il est placé partie à l'extérieur, partie à l'intérieur des couches musculaires.

L'Asphyxie des cellules musculaires, par M. le Dr Manille Ide, assistant du laboratoire de physiologie à l'université de Louvain.