

1101 .

Kervran, C. Louis.

Transmutations naturelles non radioactives.

Une nouvelle propriété de la matière.

Librairie Maloine. Paris.

1966 .

Avertissement au lecteur.

Le format de ce document est une photocopie texte, c'est-à-dire est exactement conforme à l'original, au caractère près. Ainsi la pagination, le nombre de lignes par page et le nombre de caractères par ligne est respecté, permettant ainsi une recherche facile des références citées par d'autres auteurs.

Les éventuelles erreurs d'orthographe, de numéro de page, etc... du document sont en principe identiques à l'original. Cependant malgré le soin apporté à la mise en texte de cet ouvrage, il peut subsister des différences par rapport au texte original. En effet la procédure de création de ce fichier texte, à partir du livre original, nécessite un grand nombre d'opérations délicates, laissant place à d'éventuelles erreurs.

En cas de doute, prenez le soin de vérifier sur le texte original du livre papier.

(C) Copyright 2025 by Jean Pierre Donabin. Site : livres-d-hermes.fr

C. Louis KERVAN

TRANSMUTATIONS NATURELLES

NON RADIOACTIVES

**UNE PROPRIÉTÉ NOUVELLE
DE LA MATIÈRE**



LIBRAIRIE MALOINE S.A.
PARIS

TRANSMUTATIONS
NATURELLES
NON RADIOACTIVES

UNE PROPRIETE NOUVELLE
DE LA MATIERE

DU MEME AUTEUR

" TRANSMUTATIONS BIOLOGIQUES "

Métabolismes aberrants de : l'azote, le potassium et le magnésium

1re édition 1962

2me tirage 1963

2me édition 1965

Un volume 16 x 24 - 116 pages - 17 figures

" TRANSMUTATIONS A FAIBLE ENERGIE "

Synthèse et Développement

Un volume 16 x 24 - 268 pages - 16 figures

1964

Editions MALOINE S. A. Paris

L'éditeur signale, en outre, que l'auteur a fait paraître les résultats de ses recherches sur l'action du courant électrique sur le corps humain dans « Revue Générale de l'Electricité », en 1937, « Archives des Maladies Professionnelles » en 1939 et qu'il a supervisé le chapitre sur les effets physiologiques de l'électricité du « Précis de Médecine du Travail » -- où ses travaux sont évoqués -- dû au Professeur SIMONIN, dès sa Arc édition, du fait de l'autorité mondiale reconnue à Kervran en cette matière (Précis édité par la Librairie Maloine).

@

C. Louis KERVRAN

*Membre du Conseil d'Hygiène de la Seine
Membre de Commission du Conseil Supérieur
de la Recherche Scientifique
Directeur de Conférences de l'Université de Paris*

TRANSMUTATIONS NATURELLES

NON RADIOACTIVES

UNE PROPRIÉTÉ NOUVELLE
DE LA MATIÈRE

19 figures
2^e édition



LIBRAIRIE MALOINE S. A.

27, Rue de l'Ecole - de - Médecine - PARIS - VIe

1966

PREFACE

Les ouvriers de la Science qui se montrent accueillants aux suggestions nouvelles se demandent parfois si le frein le plus puissant au progrès scientifique n'est pas le manque de mémoire des savants ; ils ont souvent envie de rappeler à ceux-ci que certains de leurs prédécesseurs ont été brûlés parce qu'ils proposaient des interprétations... qui sont devenues des vérités premières. Si l'on brûlait encore les pionniers de la Science, je ne donnerais pas cher de la peau de L. Kervran.

Mais les réactions académiques ayant changé de style, on peut, peut-être, se permettre, avec un moindre danger, de porter intérêt à un ouvrage sur les transmutations des éléments légers.

Dans sa première publication, L. Kervran a soumis aux lecteurs de la Revue Générale des Sciences (juillet 1960) quelques observations d'ordre biologique. Certains ont protesté -- parfois violemment ; d'autres se sont contentés de sourire : il ne pouvait s'agir que d'erreurs d'analyses. Depuis lors, l'affaire a évolué en ce sens que :

1° le nombre des analyses sur lesquelles L. Kervran étaye son hypothèse des transmutations atteint maintenant plusieurs milliers, effectuées dans un nombre sans cesse croissant de laboratoires de vocations diverses ;

2° L. Kervran a publié son premier ouvrage « Transmutations Biologiques », où il apporte une hypothèse sur la structure des noyaux qui pose sur des bases nouvelles le difficile problème des énergies en jeu, dans ses « transmutations » ;

3° L. Kervran a considérablement élargi le champ des observations et des remarques sur lesquelles son hypothèse fondamentale jette une lumière nouvelle, comme en témoigne le présent ouvrage ;

4° le premier a été présenté à près de 300 savants, au cours d'une réception à laquelle j'assistais : non seulement aucune objection fondamentale n'y a été formulée, mais une dizaine de participants ont spontanément apporté le témoignage concordant de leurs propres recherches ;

5° au Japon, où la parution de l'ouvrage de L. Kervran (traduit en japonais) a été considéré comme un grand événement scientifique, le Professeur Nagasaki a déclaré être arrivé à la même conclusion en faisant des recherches sur la théorie électro-magnétique de la matière ;

PREFACE

6° Enfin -- et c'est sans doute là le plus important -- un groupe de physiciens s'est réuni, le 26 janvier 1963, pour entendre L. Kervran. Le compte-rendu qui a été fait de ce colloque par E. Fischhoff dit que :

« Nous sommes convaincus qu'il y a là une série d'observations et de phénomènes de la plus haute importance pour le progrès de nos connaissances en physique, biologie, géologie, cosmogonie, etc.

« Le grand mérite de M. Kervran est d'avoir d'abord fortement senti qu'il y avait quelque chose d'étrange dans les faits qu'il rapporte, et qu'il fallait du « nouveau » pour l'expliquer, d'avoir ensuite obstinément suivi une idée et d'avoir, patiemment, pendant de longues années, accumulé des faits, des observations, des recoupements, des résultats en apparence sans lien commun, d'avoir su enfin faire converger tout cela vers une hypothèse hardie, mais solide et passionnante. Hardie, car elle paraît être en opposition avec les conceptions classiques de la physique nucléaire et de la biologie. Solide, car les faits invoqués et observés sont très nombreux, concordants et épaulés par un raisonnement sans faille apparente. Passionnante, car elle ouvre des perspectives et des horizons nouveaux en biologie, médecine, énergétique, physique, cosmogonie, etc.

Cette « synthèse » ou cette « redécouverte » si l'on veut, puisque certains faits observés, mais non expliqués, remonteraient à la plus haute antiquité, comme le faisait justement remarquer M. Vincent au cours de la discussion qui a suivi, est maintenant claire, nette et formulée avec force et détails. Elle appartient à notre avis, entièrement à son auteur et pose une belle « énigme à la science »...

Après cette appréciation des physiciens, que vont dire mes confrères en géologie? Leur domaine, auquel L. Kervran étend maintenant ses propositions, est fondamentalement « fixiste ». Sa matière est dite inerte, conçue à peu près comme immuable ; et tout ce qu'on y constate bon gré mal gré comme changements doit entrer de force dans le cadre de la chimie et de la thermo-dynamique les plus classiques.

Or, il y a déjà longtemps que pour obéir à cette règle du jeu géologique, les géologues font appel à des hypothèses de plus en plus compliquées -- et de plus en plus invraisemblables -- et s'y enlisent jusqu'à en perdre conscience. Ceux qui, rarissimes (comme G. Choubert justement cité au début de cet ouvrage) se sont aventurés à proposer une issue aux enlisés n'ont eu, en retour, aucun écho.

Cette issue -- car c'est la même -- L. Kervran l'ouvre cette fois en grand. Le nombre de phénomènes qu'il propose d'envisager sous l'angle de transmutations possibles est tel qu'on se demande si l'enlissement général lui résistera encore longtemps. Je veux croire que non.

Je conviens que, dans sa manière d'exposer ses propositions, sa conviction intérieure le porte parfois à considérer le problème

PREFACE

comme résolu et à donner l'apparence d'un postulat à l'hypothèse de travail qu'il a formulée. Ce travers dialectique étant ici souligné, le lecteur averti -- pourvu qu'il ait quelque sens critique -- n'aura pas de peine à replacer la substance du livre dans sa juste syntaxe ; et il n'en profitera pas pour repousser a priori la vision nouvelle qui lui est soumise. Car on ne saurait trop souligner que les réactions obtenues par voie biologique ne peuvent plus être mises en doute ; et qu'en ce qui concerne le monde minéral, L. Kervran insiste à plusieurs reprises sur le fait que les sources d'énergie demeurent inconnues et qu'il ne présente que des hypothèses.

Enfin, au point où en est la science des structures énergétiques (encore qu'informulée), on ne peut qu'être frappé par la simplicité des suggestions essentielles de L. Kervran comparativement à l'in-vraisemblable fatras des magmas (?) des « émanations » (?), des « voies de cheminement », (souvent inconcevables), des « apports » (venant on ne sait d'où), des « départs » (allant on ne sait où), et autres hypothèses gratuites dont beaucoup ne se sont satisfaits que faute de mieux, même s'ils ne se l'avouaient pas.

C'est pourquoi je souhaite à mon audacieux ami L. Kervran, n'en déplaise à sa modestie, un succès que les novateurs n'ont pas l'habitude de connaître...

Jean LOMBARD.

INTRODUCTION

Lorsque mes travaux commencèrent à être diffusés, je reçus des géologues, dès fin 1959, les plus vifs encouragements et notamment d'un des plus éminents, secrétaire général d'un grand organisme de recherche géologique et minière, Jean Lombard, qui a été choisi, sur le plan international, pour dresser la carte géologique de l'Afrique. Par son action personnelle il fut le principal artisan d'une première publication, difficile à obtenir, du fait de son caractère par trop révolutionnaire.

Puis, par la presse de vulgarisation scientifique, par la radio, mes travaux se diffusaient dans le monde entier et en 1962 je pouvais faire paraître un ouvrage préfacé par deux membres de l'Académie Nationale de Médecine, dont son président : « LES TRANSMUTATIONS BIOLOGIQUES édité par la Librairie Maloine.

De divers côtés on me signalait des faits inexplicables par la chimie, ou par la physique nucléaire, mais compréhensibles d'après les réactions que j'avais diffusées, et montrant une propriété nouvelle de la matière.

Peu à peu, des chercheurs divers s'intéressaient à ces travaux et mettaient à l'étude une expérimentation systématique d'une de mes réactions, soit parfois comme suite à une observation personnelle qu'avaient déjà faite ces chercheurs, soit sur une suggestion que je leur faisais.

C'est ainsi que la naissance de manganèse dans des roches, de nos jours, dégradant des monuments, a fait l'objet de recherches, car j'en avais donné l'explication, et 3 ans après une société de minéralogie passait à l'étude de l'application industrielle de cette réaction.

De même était signalée la destruction de monuments en pierre siliceuse dans laquelle se formaient des amas de gypse !

Ce n'était évidemment pas explicable par la chimie, ni par des réactions de physique nucléaire !

Des ichtyologues ont fait remarquer que des organismes marins vivent à des milliers de mètres de profondeur ; or, il n'y a pas d'oxygène libre à cette profondeur ; d'où ces organismes tirent-ils leur

oxygène ? Réaction chimique de décomposition de l'eau ? Peut-être, mais ce n'est pas sûr. En tout cas les deux origines, chimique et nuclido-biologique, étant possibles, je ne m'y suis pas attardé. (Il est certain aussi qu'il y aura à revoir, pour plusieurs micro-organismes, la vie dite anaérobie, qui ne semble pas toujours résulter d'une dissociation de molécule).

Mais les réactions qui précèdent ces dernières étaient évidemment impossibles par la voie chimique, tout comme le grand nombre de cas étudiés dans mon premier ouvrage, ouvrage fondamental, base indispensable pour comprendre ces réactions, et par lequel doit commencer tout lecteur. C'est pourquoi ici je n'en étudie pas le mécanisme.

J'apporte ci-après des faits nouveaux, des observations, des analyses et des interprétations, car ma précédente étude ne portait que sur un aspect de ces réactions, celles dont la cause était biologique.

Or d'autres réactions du même type, dues aussi à ce que les noyaux de l'atome répondent à une propriété qui n'avait pas été vue, peuvent subir également ces réactions, sous l'action d'énergies autres que biologiques (chaleur, pression ?).

D'où, dans ce qui suit, une fréquente allusion à la géologie, mais beaucoup de transmutations géologiques sont dues aussi à des micro-organismes (bactéries et champignons, sur terre, algues dans l'eau) et la bio-nuclido-géologie est une science nouvelle, pleine d'avenir.

Je suis conduit bien entendu à bouleverser bien des notions classiques sur la formation des éléments : calcaire, phosphore, métaux, houille, pétrole, etc... et j'ai détaillé un peu, comme échantillons, certains aspects inattendus, comme la formation de l'iode par des algues ancrées sur du granite stannifère, l'iode paraissant une production endogène à partir de l'étain de la roche, et non ce qu'on a admis : une concentration par la plante, à partir de la mer !

Ce sont des horizons curieux, tout neufs, qui s'ouvrent à une foule de chercheurs. Ce n'est pas l'aspect théorique des forces internes du noyau de l'atome, les équivalences (?) masse/énergie, etc. qui sont exposées dans ce qui suit, mais les résultats pratiques, constatés et étudiés.

Notamment, et ceci est important, j'expose les preuves nouvelles apportées, depuis la remise à l'édition de mon premier ouvrage, que les transmutations biologiques peuvent se reproduire et s'étudier en laboratoire, par l'intermédiaire de micro-organismes qui ont été identifiés, isolés, cultivés. D'autres chercheurs viennent épauler mon action en vue de diffuser cette connaissance de la propriété nouvelle de la matière que j'ai exposée.

J'ajouterai cependant que, pour le moment, l'étude des causes autres que biologiques n'a pas -- à ma connaissance -- été commen-

cée (1), car il était plus direct, plus simple, plus sûr, plus rapide, de vérifier les réactions biologiques que j'indiquais : une transmutation se constate dans un minéral ; on peut prélever au point de contact du minéral où il y a deux éléments, l'un supposé venir de l'autre, d'après mes réactions ; on est certain de trouver à cette zone de contact les agents de la transmutation, qu'il ne reste qu'à identifier.

Cette méthode a permis de faire l'étude en laboratoire, en un temps assez court (de quelques semaines à quelques mois en général) de sorte que personne de bonne foi ne peut plus contester que les réactions nuclido-biologiques existent bien ; elles sont la conclusion de milliers d'analyses convergentes, vérifiées en 1962 par plusieurs laboratoires officiels et confirmées ; on verra ces confirmations surtout dans l'Annexe.

*
* *

Dans le présent ouvrage, je n'expose pas la question des mécanismes au sein des noyaux, effleurée dans le premier ouvrage, car j'ai voulu ici, essentiellement, poursuivre trois buts :

1°) aborder d'autres transmutations que celles qui font l'objet des trois parties du premier ouvrage ;

2°) augmenter les recoupements pour montrer l'étendue des applications à faire de ces transmutations, qui s'observent dans des domaines autres que la biologie ;

3°) comme couronnement, en quelque sorte, montrer que mes premiers travaux ont été confirmés par d'autres, qu'un grand pas en avant a été fait par l'ouverture de la possibilité d'études en laboratoire, ce qui permet de déboucher de suite sur des applications très diverses et même industrielles qui, maintenant, ne sauraient plus tarder (il en est même en cours d'utilisation pratique).

Certes sur le plan des théories de la structure de l'atome j'ai reçu aussi divers encouragements et il m'a été signalé des travaux récents qui vont dans le même sens que ce que j'ai indiqué : il m'a, par exemple, été communiqué un résumé de l'article de « Electronics)) - New York, du 28 avril 1961, où J.-A. Welsch, du Massachusetts, indique que les vitesses des réactions peuvent être accélérées jusqu'à un million de fois, sans élévation de température, ni de pression, en faisant intervenir comme « catalyseurs » des bactéries du genre de celles qui vivent dans l'intestin de l'homme.

Je n'ai pas les éléments d'information suffisants pour me faire une opinion sur la valeur de cette assertion, mais sans faire mienne cette conclusion de Welsch, les micro-biologistes sont unanimes à

(1) Cependant, ce manuscrit terminé, j'apprends que la répétition in vitro de quelques-unes de mes réactions est mise à l'étude, que même des appareillages spéciaux ont été réalisés, et un résultat positif (passage de Na à Mg) observé ?

reconnaître que les vitesses des réactions peuvent être accélérées des milliers de fois par des bactéries (1).

J'ai d'ailleurs montré, dans mon premier ouvrage, que la réaction nuclido-biologique de « frittage » d'un noyau oxygène avec un noyau de sodium, pour donner un noyau potassium absorbait une énergie relativement faible, sans commune mesure avec celles de la physique nucléaire classique.

Mais quoi qu'il en soit, je ne reviendrai, éventuellement, sur ce sujet que plus tard ; l'essentiel, pour l'instant, est le résultat concret, les explications des mécanismes intimes viendront après. Ce qui importe c'est que les réactions de transmutation se font ; il est surtout intéressant de savoir dans quelles conditions elles se font, afin de les utiliser. Autrement dit, le présent ouvrage a une portée essentiellement concrète, accessible à tous ; l'étude théorique des processus n'y est pas exposée, mais les spécialistes de l'atome se penchent sur ces processus qu'on ne peut plus nier, et comme le dit « *Science et Vie* » en tête de son numéro de décembre 1962, évoquant mes travaux qui « ont reçu de nouvelles confirmations » (depuis la publication par cette revue de l'article d'Aimé Michel, en décembre 1960 : « La Vie est une Alchimie ») : « La physique nucléaire aura, elle aussi, à se pencher sur des mécanismes aberrants, d'où peuvent sortir des lumières nouvelles ». Dans la même revue, en janvier 1963, A. Michel fait le point et intitule son article consécutif à la sortie de mon premier ouvrage, « Les Transmutations Biologiques » : « La Vie défie les lois de l'Atome ».

Des physiciens m'ont reproché d'avoir mis en doute la loi d'Einstein dans mon premier ouvrage. Ce que j'ai fait ressortir, c'est l'impossibilité de son application simpliste et inconsidérée aux réactions que j'ai montrées.

Implicitement beaucoup de physiciens me donnent raison -- mais souvent on joue sur les mots -- et c'est pourquoi il est recherché s'il n'y a pas mouvement d'une particule inconnue qui permettrait de satisfaire la loi d'Einstein. Pour eux tout est là. Pour le biologiste le mécanisme à l'échelle de l'atome importe moins, mais nous sommes tous d'accord pour dire qu'il n'apparaît pas en biologie des énergies telles qu'elles résulteraient de l'application de la loi d'Einstein sur l'équivalence masse/énergie. Ceci ne signifie pas du tout qu'il faille rejeter toute relation entre masse et énergie, mais, dans mes réactions, il n'y a mise en oeuvre, sur le plan biologique, que d'une fraction très faible de ce que donne le calcul simpliste par la loi d'Einstein. C'est tout ce que j'ai voulu dire ; tout comme dans un circuit électrique il peut n'y avoir qu'une partie de l'énergie

(1) Le Dr de Larebeyrette (revue « Atomes », janvier 1961) estime que les enzymes provoquent des « décharges » énergétiques, de 1 à 100 par seconde « multipliant de cent à vingt millions de fois la puissance des réactions de transformation » - mais je n'ai pu recouper non plus ces données, que je cite seulement.

apparaissant sur la poulie des moteurs, la différence, invisible, inutilisable, c'est l'énergie « déwattée », réactive. Il y a au sein du noyau de l'atome des phénomènes que nous ne connaissons pas, bien que tout à fait certains, d'après mes réactions, et c'est ce que recherchent les physiciens pour expliquer cette propriété nouvelle de la matière.

L'un d'eux (C. de B.) m'écrit que la discordance apparente avec la loi d'équivalence masse/énergie « peut être remplacée par le postulat de l'émission-absorption d'une masse occulte liée à une particule de spin entier ; c'est ainsi que le neutrino de spin 1/2 avait été inventé ; vous auriez besoin, quant à vous, d'une particule de spin entier à interactions normalement très faibles avec la matière, mais catalysée » par voie biologique ; il ne me déplairait pas, dans cette perspective, d'essayer le « graviton » classique de spins 2 et 0 ou un néo-graviton, non classique, de spins 2, 1 et 0... C'est dire que l'aventure scientifique où vous voilà lancé excite au plus haut point ma curiosité ». Et, auparavant, il notait : « votre argumentation, basée sur des faits, se tient, et je pense qu'il serait coupable de l'écarter à la légère, car il est souvent arrivé en sciences que l'inattendu fut le vrai ».

Me précisant ensuite sa pensée, sur cette « particule inconnue et difficilement détectable », il écrit : « je ne pense pas qu'il s'agisse d'une particule massive émise à très faible vitesse ; je pense au contraire qu'il pourrait s'agir d'une particule de *masse propre nulle* (comme le photon ou le neutrino) dont toute la *masse serait cinétique* (comme celle du photon ou du neutrino) : $W = c^2 m = h \nu$. Si donc on observe des W différents, suivant les cas, tout ce qui change est la fréquence γ de l'onde accompagnant la particule émise ».

Ainsi, les physiciens ont pris le départ à leur tour et la discussion est ouverte. Cette particule, -- le « transmuton » (?) qui accompagne les transmutations de certains éléments -- existe-t-elle réellement ?

L'avenir nous le dira.

Mais je montre au dernier chapitre (XIII) qu'en tout cas le problème de l'explication biologique n'en serait pas résolu pour autant. Puisque les énergies varient avec les fréquences, il conviendra de dire comment et pourquoi ces fréquences sont quantifiées, valables seulement pour H, C et O. Ce qui oblige à remonter aux causes, aux enzymes, à leur mode d'action, et j'effleure ceci au chapitre XIII, en signalant qu'il y a peut-être une théorie, celle du Japonais M. Odagiri, qui peut servir de fil conducteur : la solution physique n'est qu'une partie d'un phénomène qui est bio-physico-chimique ; j'ajouterai même que la partie chimique n'est pas mieux connue. et je rappelle, dans la conclusion, que nous ne savons pas quelles sont les énergies réelles, instantanées en jeu dans des réactions chimiques ; tout ce que nous trouvons dans les traités de chimie sur ces valeurs qu'on ajoute à une réaction n'est que vue simpliste :

c'est le bilan moyen mesuré à la fin de l'opération, à l'échelle moléculaire.

*
* *

Ce qui suit ne constitue pas un traité utilitaire complet, avec des chapitres équilibrés ; ce n'est pas non plus un cours. Ce n'est encore qu'un des ouvrages de base, d'exploration, citant des exemples de recherches, ou d'interprétation, de façon à familiariser le grand public avec cette propriété nouvelle de la matière et lui permettre de manier les formules qui résument mes réactions, pour les distinguer des formules de la chimie et de la physique nucléaire, dont elles diffèrent fondamentalement.

*
* *

Ces réactions ont permis aussi aux microbiologistes de s'expliquer bien des aspects restés des énigmes.

Par exemple telle bactérie nécessite, dans une culture, pour se développer et se reproduire, une teneur minimum de potassium qui a été déterminée avec précision ; or si à cette culture on ajoute une autre bactérie connue, on constate que la première a besoin de 100 fois moins de K ! Mais à aucun moment n'était venue à l'esprit de ceux qui ont fait cette observation pour la première fois, de ceux qui ont reproduit cette expérience pour vérification, de ceux qui l'ont diffusée par leurs ouvrages ou leur enseignement oral, l'hypothèse que tout simplement la bactérie ajoutée était capable de fabriquer du potassium, qu'elle excréta (comme dans le salpêtre !) et que la première utilisait ; les associations de bactéries symbiotes sont pourtant connues depuis longtemps, mais le mécanisme de cette symbiose n'était pas apparu, de sorte que jamais on n'a recherché d'où venait ce potassium ; sans mesure on a décidé qu'il n'était plus nécessaire à la première !

*
* *

Lorsque je suis arrivé à la conviction que des transmutations biologiques d'éléments se produisaient, que je l'eus vérifié, confirmé expérimentalement et commencé à faire connaître ces travaux, plusieurs personnes m'ont indiqué des recherches antérieures en ce sens. Ce n'était donc, comme souvent, qu'une « redécouverte ».

Autrement dit, le fait même que des transmutations d'éléments se produisaient avait été pressenti, et étudié déjà. C'est ainsi que Spindler me faisait part de ses recherches, notamment sur l'iode, alors qu'il était assistant en Sorbonne, consécutives à une étude antérieure de Freundler, professeur à la Sorbonne.; il me signalait aussi les analyses aberrantes obtenues par W. Branfield et restées inexplicables, les anomalies indiquées par Hauschka, les études sys-

tématiques faites au siècle dernier par Von Herzeele (évoquées dans mon premier ouvrage) toutes choses qu'il avait signalées aussi à P. Baranger, chef de laboratoire à l'Ecole Polytechnique (et j'ai rappelé -- premier ouvrage -- que ce dernier, ébranlé par les détails opératoires cités, a voulu vérifier, avec l'extrême rigueur des méthodes modernes, ces transmutations qui s'opèrent dans des graines mises en germination).

On sait aussi que les alchimistes du Moyen-Age ont fait de longues recherches en vue de produire des transmutations, mais ils ont échoué parce qu'ils ont cru y arriver par la chimie, alors que -- jusqu'à présent du moins -- on ne sait les provoquer que par l'intermédiaire biologique.

Les transmutations d'éléments ne constituent donc nullement un fait nouveau ; elles sont étudiées depuis des siècles, mais, irréalisables par la chimie, on les déclara impossibles, chimériques, et qui mettait en doute cette négation, officielle depuis... le coup de grâce (? I) donné à l'alchimie par Lavoisier, passait pour peu sérieux, sinon... dérangé !

Cependant quelques personnes commençaient à douter de la valeur absolue de cette négation et j'ai cité Spindler, qui entraîna la décision de P. Baranger, montrant que le doute était assez fort pour passer à l'action, en sens inverse du courant de la science officielle, et j'eus connaissance de ceci quelques mois après avoir commencé à diffuser mes travaux.

Il convient de remarquer que toutes ces recherches, y compris celles du siècle dernier (Vogel, qui fut le premier, Von Herzeele qui l'imita pour vérification et étendit considérablement l'investigation), Spindler, Baranger, Branfield, Hauschka, etc... n'ont porté que sur des plantes, alors que, ignorant ces travaux, je mettais en évidence les transmutations seulement dans le règne animal, montrant que cette action semblait due à des enzymes spécifiques. Les microorganismes se révélaient aussi de puissants agents de transmutation.

Cependant, si mes travaux ont retenu largement l'opinion mondiale, c'est qu'ils apportaient autre chose que la preuve des transmutations : je montrais quelle disparition d'élément était compensée par l'apparition d'un autre et une synthèse du phénomène faisait apparaître une propriété nouvelle de la matière restée inaperçue.

L'ensemble de mes recherches m'avait en effet laissé apparaître que ces passages d'un élément à un autre, par une voie qui n'est pas celle de la physique nucléaire classique, ne se faisaient pas au hasard, semblaient très limités, et suivaient des lois, que je condense ci-après, à la fin du premier chapitre, sur le granite (les recherches sur les plantes n'avaient pas été conduites de façon à déterminer de quel élément venait un autre élément qui avait augmenté, car le mécanisme global de ces passages d'un élément à un autre n'avait pas été soupçonné).

Et chose curieuse, inattendue, capitale, c'est que les déplacements, vérifiés, au niveau des noyaux des atomes, ne portaient que sur les éléments principaux de la chimie organique, montrant que celle-ci n'est que la phase terminale d'un phénomène plus profond, que c'est l'aspect superficiel des réactions biologiques, à l'échelle moléculaire, sensible à nos sens, que les oxydo-réductions ne sont pas seulement chimiques, mais plongent leurs « racines » jusqu'au noyau de l'atome, pouvant déplacer d'un élément à un autre les noyaux d'hydrogène, d'oxygène, et dans certains cas -- plus limités -- de carbone (il y a une probabilité aussi pour le lithium, et ce sera vu plus loin).

Mais plus encore : il apparaît qu'il y a là une propriété générale de la matière, et de nombreuses observations en géologie sont en ce sens ; pour l'instant, cependant, nous ne savons reproduire ces transmutations que par l'intermédiaire biologique, de sorte que beaucoup de questions touchant à la géologie et à la minéralogie ne sont que des hypothèses de travail, mais dans une voie nettement tracée par ce qui est prouvé par des réactions nuclido-biologiques, et, de plus, nous avons indiqué les recoupements qui font qu'il ne s'agit pas seulement de possibilités, mais de probabilités.

A beaucoup de personnalités scientifiques du monde entier qui m'ont écrit, après publication de mon premier ouvrage, il a semblé que c'est cette mise en évidence d'une propriété nouvelle de la matière qui constituait la conclusion la plus importante de mes travaux, non seulement sur le plan de la science pure, mais du fait des applications pratiques immédiates qui deviennent possibles. Le lecteur... et l'avenir en décideront !

Le présent ouvrage apporte, à ma première publication, un développement qui, je l'espère, renforcera la conviction des hésitants en vue de réviser les sciences classiques et constituera, pour une foule de chercheurs, des ouvertures sur des voies encore vierges.

*

* *

Ajouterai-je même, pour les négateurs par système, qui ne peuvent admettre que ce qui est dans leur traité classique de chimie, qui en sont restés au stade de la crédulité infantile, qu'ils peuvent cependant y trouver un exemple de transmutation -- mais on ne le dit pas ! -- et nier les transmutations d'éléments est manquer de logique avec soi-même...

Voici en effet quelle est la préparation de l'argon en laboratoire, d'après le Traité Élémentaire de Chimie de Troost et Péchard, 24^e édition, entièrement refondue par C. Charpentier - Masson, édit. : « On peut l'obtenir en faisant passer pendant un grand nombre d'heures une longue série d'étincelles électriques dans un mélange d'azote, d'oxygène en excès, en présence d'une dissolution de potasse ».

Voilà donc une « recette » d'alchimie ; on met dans un flacon N, O, K, H, ; quelques étincelles, et on en sort A

*

* *

J'ai le plaisir de citer dans les pages qui suivent de vrais scientifiques qui n'ont pas craint d'affronter la rampe, que ce soit le professeur Tanon, président de l'Académie de Médecine, qui préfaçait mon premier ouvrage, avec l'inspecteur général Besson de l'Académie de Médecine aussi, l'éminent géologue Lombard qui préface le présent ouvrage (1), le professeur Baranger de l'Ecole Polytechnique qui était à nos côtés et présidait la présentation au public de mon premier ouvrage à la presse et aux personnalités scientifiques dans les salons du Lutétia en novembre 1962, etc. (2), montrant que la Science française n'est pas entièrement sclérosée, qu'il y a encore de vrais scientifiques et nombreux, la foule au Lutétia l'a prouvé, ainsi que le succès de ces ouvrages, ce qui est un test.

Pour eux les résultats ne sont pas des hypothèses, ils n'admettent pas que les « lois établies » soient des dogmes intangibles, et sont convaincus que nous ne savons pas tout, qu'il nous faut être modestes devant l'immensité de notre ignorance.

Et ce qui est réjouissant c'est de constater qu'heureusement les éternels négateurs sont l'exception, qu'ils défendent seulement leur « haute » position personnelle ; ce sont ceux qui se disent des « savants » tandis que les vrais scientifiques se rangent dans ceux dont Montesquieu disait « qu'ils ne sont pas assez savants pour être sots » ! Même les physiciens, fascinés par la loi d'Einstein d'équivalence masse-énergie, loi taboue à leurs yeux, et qui furent parmi les derniers à s'interroger, à se poser la question souvent entendue : « et si Kervran avait raison ? », se rendent compte maintenant qu'il leur faut réfléchir sur cette loi d'Einstein, que trop d'entre eux voyaient sous un angle simpliste.

Car Einstein n'a jamais dit que cette loi d'équivalence masse-énergie était valable dans tous les cas ; il n'a jamais dit qu'il fallait l'appliquer telle quelle à la biologie ; cette loi ne vaut que dans le cas de l'hypothèse de départ : l'espace euclidien, et il n'a pas dit qu'une hypothèse aussi *restreinte* était valable partout, notamment dans le Vivant... Cette loi qui fait partie de la Relativité « *Restreinte* » ne saurait donc être appliquée « mécaniquement », sans discernement, dans la zone du Vivant.

Dans cette zone il n'apparaît pas que le concept d'énergie conserve son sens habituel. L'énergie est liée au système géométrique de référence, de sorte qu'on peut concevoir que cette loi d'équi-

(1) il est aussi vice-président de l'Union Internationale des Sciences Géologiques, secrétaire général de l'Association des Services Géologiques Africains, etc.

(2) Présentation organisée par l'Académie Galabert Européenne des Sciences et Techniques Avancées.

valence masse-énergie n'a aucun sens dans les Transmutations biologiques. L'énergie n'est qu'une structure particulière de l'espace-temps, valable pour un milieu physique de référence, de sorte que c'est peut-être vers une explication faisant intervenir la loi de la Relativité Générale d'Einstein que les physiciens auront à s'orienter, le milieu vivant conduisant à une courbure de l'espace. Ce n'est donc pas la « vision » d'Einstein que je mets en doute, mais l'application hors de propos que des physiciens veulent faire d'une de ses lois, à moins qu'il ne soit trouvé une particule inconnue à ce jour, qui permettrait de montrer que le postulat d'Euclide est valable aussi dans le Vivant. Mais de toutes façons, des milliers d'expériences le confirment, la loi de la Relativité Restreinte ne peut m'être opposée pour dire que la variation de masse se traduit par une variation d'énergie qui doit se retrouver à l'échelle biologique, mais ne mettons pas Einstein en cause : c'est la « relativité » de l'esprit scientifique de quelques physiciens qu'il y a lieu de dénoncer... et leurs collègues se chargent de les confondre car mes travaux leur auront permis d'apporter des précisions à nos connaissances sur l'atome.

NOTA. -- Je n'ai réservé aucun chapitre au sodium dans ce qui suit, ni dans mon premier ouvrage.

Ceci parce qu'en fait cet élément est trop important pour être « enfermé » dans un chapitre. C'est l'élément vital essentiel pour l'animal, l'élément de base des transmutations principales du sang.

On retrouvera donc le sodium dans les chapitres sur le potassium, le magnésium, et même sur le calcium, le phosphore, le lithium, le chlore... et son origine sera vue au chapitre sur les alcalins.

Son importance vitale vient de son aptitude à des transmutations avec les noyaux « migrants » mis en évidence par mes recherches : H, O et C, et il semble composé aussi du noyau migrant probable Li, donc de deux noyaux migrants : $\text{Li} + \text{O} \rightarrow \text{Na}$. Et rappelons que l'on a :

$\text{Na} + \text{H} \rightarrow \text{Mg}$ (qui avec Li ou O donne P ou Ca)

tandis que :

$\text{Na} + \text{O} \rightarrow \text{K}$

En outre $\text{Na} + \text{C} \rightarrow \text{CL35}$ (réaction non expérimentée pour le moment et qui n'est qu'une possibilité théorique).

Mais tout au long des deux ouvrages, on retrouvera Na (il donne peut-être le bore $\text{Na} + \text{C} \rightarrow \text{B}$, 11 ou 10, suivant qu'on a C_{12} ou C_{13} , le vanadium, etc.).

Et ce n'est pas par un hasard que le plasma du sang est à base de chlorure de sodium, ni que la mer est surtout salée au chlorure de sodium ; nous en esquissons les raisons au passage.

CHAPITRE PREMIER

LE GRANITE

Je prends le granite comme premier chapitre de l'étude d'exemples d'application de mes réactions à la géologie parce que ce fut grâce à l'appui d'un géologue de grande culture, secrétaire général du Centre d'Etudes Géologiques et Minières, Jean Lombard, que j'ai pu disposer d'une tribune pour présenter mes premiers travaux. Il les avait connus, indirectement, en 1959, par Jacques Bergier, à qui je les avais exposés, celui-ci m'ayant été présenté par André Labarthe.

Dès mon contact avec J. Lombard, il fut convaincu que j'étais sur la bonne voie, car il y voyait une explication à des phénomènes aberrants qu'il avait constatés dans la recherche d'étain dans les granites du Cameroun, phénomènes qu'il avait exposés dans : Bull. Société Géolog. de France - 6e série, t. IV - 1954 (avec ses collaborateurs M. Chaput, J. Lormand et H. Michel).

Il me demandait alors de préparer un article d'ensemble, global, sans détails, que je lui remis fin 1959 et qu'il fit insérer dans la Revue Générale des Sciences, revue bimestrielle, dont le n° de janvier 1960 allait paraître, celui de mars étant à la composition, et le sommaire de celui de mai déjà arrêté, de sorte que cette première publication, sous ma signature, ne put paraître que dans le n° de juillet-août 1960.

Cette petite chronologie pour montrer ce que je dois à J. Lombard, et c'est en hommage à son appui que je commence par le granite... puisque ce sont ses observations sur le granite qui l'ont fait douter de la science classique : il trouvait, dans la roche issue d'une métasomatose, des éléments qui n'étaient pas dans la roche de départ, ou tout au moins avec une inversion de proportions inexplicable, aucune migration ne pouvant la justifier. Ceci était surtout sensible pour les alcalins, comme si du potassium devenait sodium !

Cet éminent géologue, devant l'évidence, se persuada que la géologie n'est pas toujours et seulement de la chimie, qu'il y a un phénomène sub-atomique, et mon étude venait à point.

Il eut d'ailleurs l'occasion de m'écrire, en mars 1962, à propos des structures atomiques nouvelles que j'ai suggérées, « ... Vous

restez seul, jusqu'à présent, à avoir proposé une explication à ces « apparitions » des corps chimiques là où on les attendait le moins, et à ces « bilans anormaux » dans les métabolismes de la Nature, dont on découvre chaque jour de nouveaux cas.

Avoir eu le courage de proposer d'étudier les transmutations naturelles... était bien, mais j'ai été très heureux de constater que vous avez réussi à fournir une explication possible de ces transmutations par une structure nucléaire tout à fait nouvelle (1).

Cela confirme ma conviction que vous êtes sur la bonne voie avec cette hypothèse de travail nouvelle, tant attendue par tous les savants ». Et son appui se concrétisait encore par la préface qu'il a bien voulu écrire pour le présent ouvrage.

J. Lombard me fit aussi connaître des études sur la formation des granites où déjà d'autres géologues étaient arrivés à la conclusion que cette genèse est impossible d'après les lois classiques, qu'il y a certainement une modification des éléments dans leur noyau et l'un d'eux a même franchi le pas, en disant qu'il y avait transmutation atomique.

Mais il n'évoquait que les réactions classiques de la physique nucléaire, évidemment inconcevables, car on ne saurait réunir dans la Nature les conditions d'une fusion ou d'une fission nucléaires... heureusement d'ailleurs ; qu'en outre la régularisation naturelle de ces réactions spontanées puisse se faire est aussi inconcevable. Cette théorie fut donc rejetée, ou plutôt dédaignée par un silence total.

Je vais cependant m'arrêter un peu à cette étude car il convient de rappeler la clairvoyance de son auteur, G. Choubert, chef de service de la carte géologique du Maroc qui, avec son frère d'ailleurs, sentit qu'il fallait faire intervenir des transmutations atomiques, même si tous deux firent erreur sur les mécanismes. Ce sont leurs observations sur ces analyses aberrantes qui sont à retenir et elles s'expliquent par mes réactions, non par celles de la radio-activité naturelle, comme le suggère B. Choubert, ni par des fusions ou fissions telles que celles de la physique nucléaire qui sait réaliser des fissions contrôlées, de l'uranium 235 seulement, dans les piles atomiques, mais qui ne sait pas contrôler les fusions et ne sait réaliser que la fusion explosive de l'hydrogène.

L'hypothèse de B. Choubert. -- Cet auteur a publié « Les granites précambriens des Guyanes et leur origine probable », Mém. Carte géol. Fr. Paris 1960 - 176 p. - 35 fig. - 8 pl. + 5 pl. h.-t. ; c'est donc un travail important. Il ne pense pas que l'on puisse « raisonnablement envisager la possibilité d'une mise en place de massifs démesurés, d'une superficie de 100 X 100 km par un processus purement magmatique ». Il croit à une évolution continue

(1) Cette structure en « sous-noyaux » tournant les uns autour des autres vient d'être nuise en évidence par une étude spectrale montrant des bandes d'interférences.

allant des péridotites aux pyroxénolites, aux gabros, aux diorites, aux granidiorites, aux granites calco-alcalins et finalement aux granites alcalins.

Ceci se ferait en cycles, d'environ 700 millions d'années chacun, et au cours de chaque cycle se produiraient :

- 1°) le remplacement de la moitié des atomes de Mg par Al,
- 2°) le remplacement de la moitié des minéraux ferro-magnésiens par des feldspaths,
- 3°) le doublement du feldspath potassique.

Il lui semble que $Al + Mg$ est une constante, ce qui le conduit à supposer qu'il y a transmutation de Mg en Al, ceci sous l'effet des éléments radioactifs de la roche, le thorium 232, le rubidium 87, ou l'uranium 238. Les transmutations de Mg en Na et en Si sont aussi envisagées.

Quand on connaît les conditions sévères à réunir pour obtenir des transmutations par les produits naturels, si diffus, on voit que le processus évoqué ne peut être admis, il est impossible. Cet article est paru après que j'eus commencé à diffuser mes travaux, mais certainement B. Choubert ignorait alors ceux-ci. Retenons seulement que les transmutations sont envisagées comme seule explication possible des modifications des teneurs en Si, H, Mg, K, Na, etc. et on comprendra que les géologues étaient prêts à accueillir mes travaux.

LES ETUDES DE G. CHOUBERT.

Dans un compte rendu de la séance du 10-11-1947 de la Société géologique de France se trouve la communication de ce géologue sur « les conditions techniques de la mise en place des granites hercyniens du Maroc ».

Il accepte l'opinion de Lugeon (C.R. Acad. Sciences 1930) sur les conditions de formation des massifs granitiques et arrive, par comparaison avec ses observations au Maroc, à dire que « la mise en place des granites semble indépendante de la température initiale du milieu » et avec Lugeon pense que les granites se sont formés sous les pressions énormes dues aux efforts tectoniques qui font suite aux grands paroxysmes, par exemple celui du plissement hercynien ; le granite sera là où sont ces plissements et jamais sur un socle précambrien déjà trop rigide ».

« Les granites naissent sur place vers la fin de chaque paroxysme tectonique majeur. La granitisation est déclenchée là où la compression peut atteindre une valeur limite.

« Au cours de cette réaction :

- 1° le matériel initial, essentiellement schisteux, est fondu...

2° ce matériel est fondu en un magma de composition chimique différente, qui par refroidissement et cristallisation donnera un granite.

« Ces deux caractéristiques : exothermie considérable et changement partiel de composition chimique font penser aux réactions nucléaires en chaîne. Je proposerai donc d'expliquer la naissance des magmas granitiques par un processus nucléaire encore inconnu, qui se déclencherait dans certaines conditions tectoniques.

« Il faut conclure que les massifs granitiques, dits intrusifs, sont en réalité des corps indépendants, formés sur place et non reliés en profondeur à aucun réservoir hypothétique ».

Ainsi là aussi la variation de la composition chimique, sous l'effet de la pression et de la chaleur, a été vue, et pour ceci l'auteur pense à des processus nucléaires encore inconnus et fortement exothermiques. Et ce texte est de 1947.

En 1952, le même auteur développe sa pensée : « L'origine des granites et la physique nucléaire », dans un bulletin imprimé, intitulé « Notes du Service Géologique » - tome VI - Rabat 1952.

« Le Précambrien II est généralement formé de quartzites (2 000 m d'épaisseur à l'endroit étudié) surmonté par des schistes ; *jamais, nulle part*, ils n'ont traversé les quartzites ».

Puisque les granites intrusifs ne s'observent que s'il y a initialement un matériel schisteux, c'est que « non seulement la structure, mais aussi la composition chimique du matériel initial a donc changé », transformation qui s'est faite « sans dérangement notable des formations encaissantes, sans augmentation appréciable du volume ».

« La transformation de la composition chimique porte sur les éléments suivants, plus abondants dans les schistes : Al, Mg, et Fe. Les granites par contre, c'est-à-dire le matériel résultant de la réaction, sont plus riches que les schistes en Si, en alcalins (K et Na) et généralement en Ca. Ces derniers forment ce que, conformément à une nomenclature à la mode, on a pris l'habitude d'appeler les « apports » : Al, Mg, et Fe, formeraient les « départs » ou les « émigrations ». La quantité totale des apports, sensiblement égale à la quantité totale des départs, s'approche de 10 % de la matière en jeu ».

Par les méthodes classiques on ne peut expliquer ceci. « Où se trouve ce stock colossal d'alcalins, de calcium... ? à chaque orogénie on assiste à l'apparition d'alcalins nouveaux, d'une provenance inconnue... et cela... depuis l'Archéen le plus reculé. »

L'importance des « départs » ne peut se justifier par une migration de proche en proche de terrains voisins « car tout ce qu'on peut trouver en guise de concentration de Mg, Fe, Al ne sont qu'accidents minimes par rapport aux masses éruptives ou métamorphiques. Aux 20 km (en chiffres ronds) de puissance d'une série métamorphique,

devaient correspondre au moins quelques kilomètres de formations enrichies en Mg, Fe et Al. Si elles existaient, elles seraient connues dès l'aurore de la pétrographie, tout comme les micaschistes et les gneiss. La majeure partie des « départs » disparaît donc sans laisser de traces ».

Et d'ailleurs « comment justifier la migration, le cheminement à travers des kilomètres, des dizaines de kilomètres, de matière réputée imperméable.

« ... de quelque côté qu'on aborde l'étude critique des théories actuelles de la granitisation, on aboutit inmanquablement à des impasses ». Au départ il y a « des notions purement imaginatives ». Et Choubert conclut que les apports « ne sont autres que les produits de transmutation nucléaire sur place des « départs ».

Il reconnaît que les réactions nucléaires connues ne permettent pas d'expliquer ces transmutations, qu'il n'y a guère d'éléments radioactifs, que d'ailleurs les composants des schistes sont tous sur la branche de la courbe d'énergie qui correspond aux fusions, en somme que si l'explication chimique classique est inacceptable, aucune explication par la physique nucléaire n'est non plus admissible, et l'énigme persiste.

C'est pourquoi J. Lombard a reconnu dans mes travaux l'explication tant attendue.

Passage du calcaire au potassium. Incidemment, G. Choubert, dans le même article, cite une autre observation aberrante.

Des calcaires du Précambrien II peuvent donner des adinolites potassiques, contenant près de 12 % de K_2O . « Les calcaires se transforment d'abord en marbres, puis brusquement, sans aucun terme de passage, en adinolite. Par quel processus autre qu'un processus nucléaire pourrait-on expliquer une telle transformation d'un calcaire en une roche silico-potassique, au contact d'un magma « calco-magnésien » ? (ces roches calco-magnésiennes sont les dolérites, gabbros, pyroxénolites).

Une étude de certaines adinolites a montré qu'elles se sont formées au contact de dykes, de dolérites qui étaient incapables de fournir une telle quantité de potassium. « Les apports potassiques n'ont donc pu venir de nulle part... (la potasse) est donc née sur place par réaction atomique ».

Ainsi nous voyons comment, en 1952, G. Choubert avait vu juste, quant à la cause. L'explication n'était venue que par nos travaux, nos expériences montrant que les transmutations se produisaient bien et sur les éléments qu'il cite (et d'autres d'ailleurs), sans cependant qu'il y ait des réactions exoénergétiques à l'échelle de la fusion des roches.

Mais l'essentiel, que nous avons voulu mettre en évidence par ce chapitre, est qu'il est bien reconnu, par des géologues, que des

transmutations se font, et pour des éléments que nous avons étudiés : un calcaire peut se transformer en roche potassique par exemple et nous verrons le calcaire plus en détail.

Fer et métaux. Nous évoquerons la genèse du fer dans un autre chapitre, mais notons ici que dans son étude précitée de 1954, « Granites et traces d'étain au Cameroun », outre les anomalies des alcalins dans le métamorphisme, J. Lombard signale des modifications aberrantes du fer dans la roche.

G. Choubert aussi attire l'attention sur la modification quantitative qui intervient dans le fer.

On observe encore que des métaux comme Sn et ses associés W, Mo, etc. naissent dans le granite alors qu'ils n'existent pas dans le schiste de départ, seulement silico-alumineux, ferrugineux. Le silicium augmenterait dans le granite tandis que Al diminuerait, par rapport au schiste de départ, d'où, dans cette formation de granite, la réaction $\text{Al} + \text{H} \rightarrow \text{Si}$.

Il n'est pas exclu que le potassium du granite ait une origine endogène, en partant des schistes, qui sont ferrugineux : c'est le fer que perdrait Li :

$\text{Fe} \rightarrow 4. \text{Li} \rightarrow \text{Si}$.

On comprendrait ainsi, d'une part, que Fe diminue, que Si augmente, et que Li, devenu disponible, serve à la formation des alcalins Na et K. ($\text{Li} + \text{O} \rightarrow \text{Na}$ et $\text{Li} + 2.\text{O} \rightarrow \text{K}$).

Mais il est un autre mode de formation de K qui nous paraît plus probable et nous le verrons plus loin.

D'autres observations de géologues pourraient encore être citées. C'est ainsi que le spécialiste de géographie physique, A. de Cayeux, professeur en Sorbonne, indique dans son ouvrage « 30 millions de siècles de vie » qu'au Précambrien il n'y avait pas de sels. Ceux-ci se sont formés plus tard. Dans les carbonates, déposés depuis le Précambrien, Mg a passé de 12 % à 1 %, dit-il.

S'il a disparu, c'est qu'il est devenu autre chose, et nous avons vu, dans le premier ouvrage, qu'il peut devenir Na (par perte d'un noyau hydrogène) ou Ca (en prenant un noyau oxygène).

Il sera vu, dans ce qui suit, des exemples plus détaillés, avec l'application à la géologie, ce premier chapitre montrant surtout que des géologues étaient déjà prêts à accepter le résultat de mes travaux, car, pour eux, seuls l'observation, les faits comptent, et non la théorie, les lois « classiques », vraies souvent, mais qu'on a tort de vouloir générales et absolues, alors qu'il y a d'autres phénomènes encore inconnus, que la Science progresse toujours, qu'on ne sait pas tout... en vertu d'une loi... émise par un homme !

*

* *

Si j'ai longuement cité G. Choubert, c'est qu'il a pensé que seule une transmutation expliquait l'apparition de certains éléments.

Mais le doute sur la validité des explications classiques existait chez plusieurs depuis longtemps, et dans sa préface Jean Lombard le rappelle.

J'ai mentionné Cayeux ; Branfield aussi (cité dans la bibliographie de mon premier ouvrage), dans « Continuous Creation » (1950) indique qu'au carbonifère on trouve des matériaux qui n'apparaissent pas dans les âges géologiques antérieurs, et il pose la question, restée sans réponse : d'où viennent-ils ? Il remarque que les terrains carbonifères sont immenses, à travers le globe, en bancs larges, épais parfois de 2 000 m. De même il note la formation de calcaire en bancs énormes, provoqués par les foraminifères, etc ; mais, à partir de quoi ? puisqu'auparavant il n'y avait rien de tel dans les roches primaires ! Le carbonifère marque la fin de l'ère de la silice, et ouvre celle du calcaire, dit-il.

RAPPEL SUCCINCT DES « LOIS » DE NOS REACTIONS

Dans le premier ouvrage nous avons montré que nos réactions répondent à un petit nombre de « règles », de « conditions », de « lois » ; les voici résumées.

1) elles se font avec équilibre exact des nucléons (1), (exemple : les 28 nucléons de Si se retrouvent dans les 12 nucléons du carbone et les 16 nucléons de l'oxygène, suivant la réaction $\text{Si}_{28} \rightarrow \text{C}_{12} + \text{O}_{16}$), et, en même temps, équilibre du nombre de protons ;

2) elles ne s'observent que pour des déplacements de $\pm \text{H}$, $\pm \text{O}$, $\pm \text{C}$; il est probable qu'il y a aussi $\pm \text{Li}$, mais à ce jour une seule vérification a été faite ; elle est en cours de reproduction ;

3) O est le seul nuclide (2) composé indissociable par les énergies mises en oeuvre dans ces réactions ; C peut perdre H (a priori Li aussi est indissociable) ;

4) les déplacements de O, C, Li sont valables pour leurs isotopes stables, pas pour H et le déplacement de son isotope D, de masse double (sensiblement) n'a jamais été observé, sauf dans le passage de N_2 à $\text{C} + \text{O}$.

5) ces réactions n'ont lieu qu'à partir de nuclides naturels stables pour aboutir à d'autres nuclides naturels stables ;

6) tout se passe comme si un noyau était constitué de « sous-noyaux » aux nucléons fortement liés (sous-noyau O indissociable), la liaison de ces sous-noyaux entre eux n'absorbant qu'une énergie

(1) Nucléon = particule du noyau, proton ou neutron.

(2) nuclide = atome, ou noyau d'atome, au nombre de nucléons bien déterminé ; se distingue de « l'élément » qui est un mélange naturel d'isotopes, et chaque isotope est un nuclide.

relativement faible permettant des réarrangements dans des conditions énergétiques facilement réalisables dans les processus naturels.

Telle est l'hypothèse de base, ou plutôt la conclusion de synthèse d'un grand nombre d'analyses.

On tire des conséquences de ce qui précède :

- a) aucune radioactivité n'est décelée dans ces réactions ;
- b) il est impossible de les réaliser en se servant des radio-isotopes, puisque les conditions n° 1, 4 et 5 ne seraient pas réunies.

CHAPITRE II

L'ORIGINE DES ALCALINS ET ALCALINAUX-TERREUX

Le chapitre sur le lithium montre les nombreux recoupements qui conduisent à penser que le lithium est à l'origine des alcalins, $\text{Li} + \text{O} \rightarrow \text{Na}$ et $\text{Li} + 2\text{O} \rightarrow \text{K}$ (ou $\text{Na} + \text{O} \rightarrow \text{K}$).

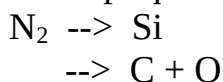
Nous avons donné les schémas de noyaux d'atomes bâtis sur ces réactions dans notre premier ouvrage.

Mais nous avons donné aussi des schémas (voir III^o partie - le Magnésium) montrant que les alcalins et alcalino-terreux pouvaient aussi bien se représenter dans des constructions autour du carbone, et non du lithium, que les deux origines étaient possibles, que les isomères n'étaient pas exclus ; d'ailleurs ces deux groupes de schémas ne sont qu'une présentation différente d'une même construction (v. fig. 2).

Il semble utile de revenir sur cette production des alcalins et alcalino-terreux répondant à ces schémas. Nous développons, dans un chapitre, le rôle du lithium, et il convient aussi de voir de plus près la seconde voie ouverte à la nature, en supposant que celle-ci n'ait pas disposé de lithium inter-planétaire, à l'origine de la formation de notre planète.

Nous avons la profonde conviction, aucun argument contraire n'ayant pu être trouvé, que le stade qui a précédé la formation de la croûte terrestre comportait une masse gazeuse d'azote (comme sur les autres planètes peu évoluées, du fait de leur distance au soleil : Saturne, Jupiter...).

Ceci explique qu'à l'origine il y ait eu formation de silice :



Tel serait le départ.

Le silicium, perdant H, il restait $\text{Si} - \text{H} \rightarrow \text{Al}$ d'où les silicates d'alumine, et nous avons vu que cette perte de H, dans Si, ne peut se faire que sur le « sous-noyau » C_{12} de Si_{28} . En fait on a donc $\text{C}_{12} - \text{H}_1 \rightarrow \text{B}_{11}$

et on peut écrire : $\text{Al} \rightarrow \text{Si} + \text{H}$

$\rightarrow (\text{C} + \text{O}) + \text{H}$

$\rightarrow (\text{C} + \text{H}) + \text{O}$

$\rightarrow \text{B} + \text{O}$

Autrement dit, le bore peut venir de l'aluminium par perte de O. Nous savons que $2\text{C} \rightarrow \text{Mg}$, ce qui a été réalisé à l'accélérateur de particules.

Comme $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$, on voit que 2.Si peuvent donner les 2.C qui, se « frittant », constitueront Mg. D'autre part, puisque Si et C sont réunis, on peut avoir $\text{Si} + \text{C} \rightarrow \text{Ca}$. Nous voyons donc que Si, seul, est suffisant pour conduire aux alcalino-terreux.

Quant aux alcalins, ils sont bâtis non à partir de Si, mais à partir d'Al. Ou, ce qui revient au même, ce sont les alcalino-terreux ayant perdu H,

et $\text{Mg} + \text{H} \rightarrow \text{Na}$

$\text{Ca} + \text{H} \rightarrow \text{K}$

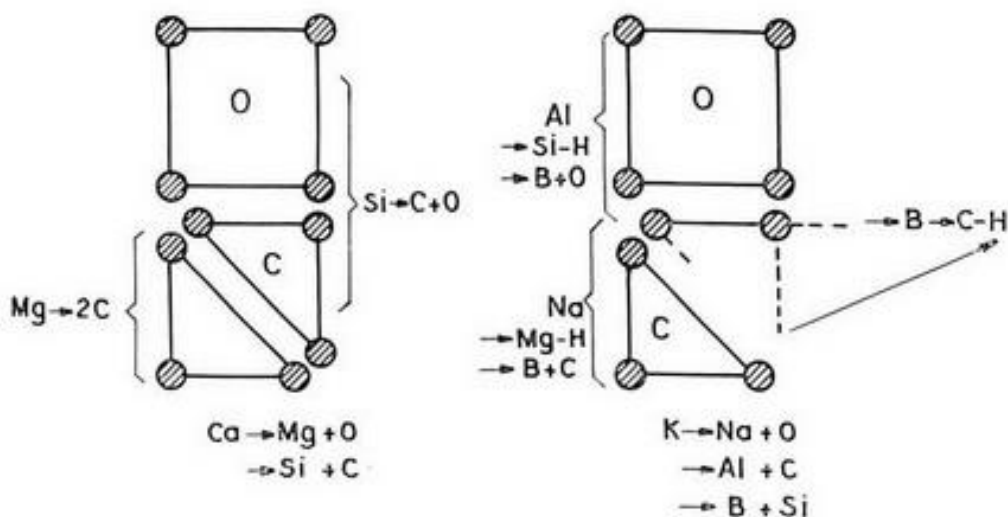


Fig. 1. - Schémas simplifiés.

Vue « de profil », car il faudrait doubler les protons -- les petits cercles sont les protons H -- et, par exemple, l'oxygène serait à représenter par un cube. Les neutrons ne sont pas figurés.

Différence entre ces deux schémas un proton de moins à droite et si à droite on ajoute H, c'est $\text{K} + \text{H} \rightarrow \text{Ca}$; $\text{Al} + \text{H} \rightarrow \text{Si}$, etc.

Mais il n'est nullement besoin de passer d'abord par le stade Ca ou Mg pour avoir K ou Na. Ceci peut avoir lieu, puisqu'on a vu (G. Choubert) que des calcaires, exempts de potasse, se transforment en adinolite contenant jusqu'à 12 % de K_2O .

La formation directe des alcalins est cependant possible dans les silicates d'alumine.

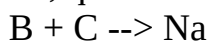
Nous avons vu que Al est isomère de B + O

tandis que Si est isomère de C + O (ou plutôt « isostère »)

Dans les silicates d'alumine on trouve donc réunis (sous forme

nucléonique, ne l'oublions jamais, car il ne s'agit pas ici de chimie)

B et C, qui frittés donnent

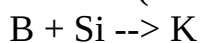


et comme O est aussi disponible, on peut avoir de suite

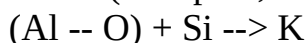


ce qui peut s'écrire $(B + C) + O \rightarrow K$

ou encore $B + (C + O) \rightarrow K$



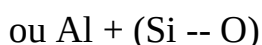
et comme $B \rightarrow (Al - O)$, ce potassium qui apparaît dans les silicates d'alumine (feldspath, mica) peut très bien venir de cette réaction :



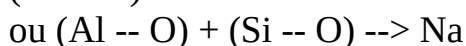
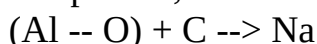
Autrement dit, K viendrait d'une perte d'oxygène faite par l'aluminium du silicate d'alumine, et comme Al vient aussi de Si par perte de H, en fin de compte c'est comme si Si avait perdu H et O $(Si - H) - O + Si \rightarrow (Si - H) + (Si - O) \rightarrow K$.

Ainsi une perte de H et de O, à partir de Si, conduit à K et nous retrouvons ici encore ces réactions qui mettent en oeuvre les noyaux migrants H et O, avec C.

Bien entendu, toutes ces représentations sont équivalentes et on peut aussi bien dire que



et si Al perd O, on a

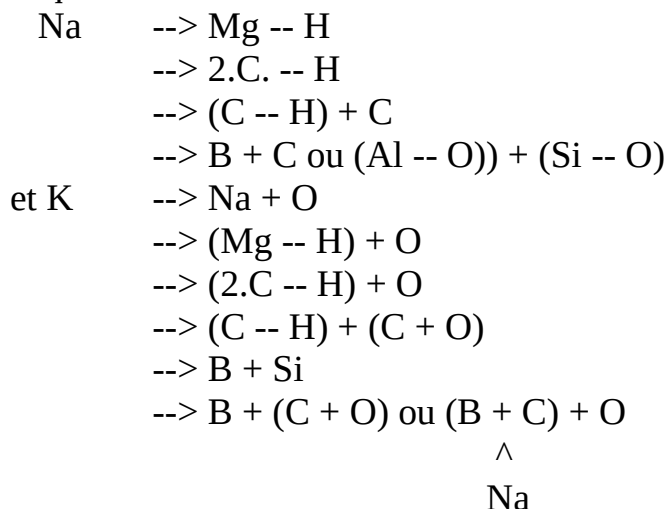


C'est-à-dire que si un des deux Si perd H et O on a K $(\rightarrow Si - H - O + Si)$ mais si un des Si, après avoir perdu H et O, perd encore O sur le même noyau il y a production de Na $\rightarrow (Si - H - O - O) + Si$, ou encore, si, le silicate d'alumine formé, il y a perte de O à la fois sur Al et sur Si, on a Na $\rightarrow (Al - O) + (Si - O)$, ce qui est aussi l'équivalent nucléonique de $(Al + Si) - 2.O$.

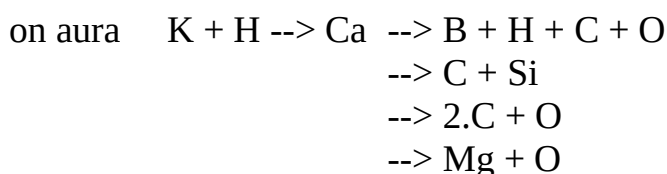
Nous voyons donc comment des sels ont pu apparaître au Primaire, alors qu'il n'y en avait pas au Précambrien, comment K a pu naître dans le granite, alors qu'il n'était pas dans les schistes de départ, que c'est une perte d'hydrogène et d'oxygène par prélèvement au sein des noyaux Al et Si de ces argiles qui a conduit à la formation de K dans le mica et le feldspath. Si on établissait que, dans certaines roches -- mais ce ne semble pas le cas du granite -- le potassium venait en fait du Précambrien, ceci n'infirme pas ce qui précède, puisqu'il y a du silicium dans les micaschistes, les gneiss, et si c'est le magnésium de ces roches qui a conduit au potassium, on voit que la perte d'hydrogène s'est faite sur Mg pour donner Na $(Mg - H \rightarrow Na)$ et qu'il y a eu ensuite capture d'oxygène pour donner K



formules déjà vues dans notre premier ouvrage et qui, nucléoniquement, se raccrochent à celles que nous avons établies plus haut, puisque



et comme $\text{B} + \text{H} \rightarrow \text{C}$



Nous voyons ainsi que toutes ces présentations ne sont que des formes équivalentes, mais qu'il n'y a que les variantes résultant du regroupement de C et de O, issus de Si, avec perte ou capture de H, tandis que la seule origine de $\text{Mg} \rightarrow 2.\text{C}$ si elle permet l'apparition de H par passage de C à B, ne donne pas O, qui ne peut venir que de Si. C'est pourquoi si Na a pu naître de Mg, (mais encore faudrait-il dire d'où est venu Mg du Précambrien... sinon aussi de deux noyaux C issus de Si ?) on voit, pour la naissance de K à partir de l'élément originel de la formation de la terre, l'azote, que la filiation à partir de Si, ci-dessus évoquée, est la plus directe. Mg n'a pas pu donner K directement et on peut, dans la roche, trouver K, sans Mg (tandis que Na et Mg sont liés directement, et aussi Ca et Mg, ce qui s'explique par ce qui précède ; on peut encore remarquer que Si donnant $\text{C} + \text{O}$, on passe à K par la réunion de deux C, dont l'un perd H, tandis que l'autre prend O.

Les différentes formules que nous avons citées montrent qu'elles résultent bien des règles que nous avons indiquées, qu'il n'y a de possibles que les combinaisons de « sous-noyaux » étudiées, C, O, H parties migrantes et comme constitutives de tout noyau plus complexe, la perte de H pouvant s'appliquer à C aussi, mais pas à O, entité invariable, de sorte que les seuls noyaux invariants sont H et O.

Le « sous-noyau » Li, qui sera vu à part, n'apparaît pas comme indispensable à la formation des alcalins et alcalino-terreux, mais il ne s'agit là que d'un mode de présentation formel (v. fig. 2).

Jusqu'à présent nous n'avons aucun moyen d'investigation pour

savoir quelle est la voie qui a été appliquée par la Nature, à l'ère primaire.

Il semble que c'est à partir de Si que ce sont faites les réactions en géologie, par la mise en oeuvre d'énergies issues de forces physiques. Par contre, en biologie, le sous-noyau Li semble exister dans tous ces éléments, sans cependant qu'on puisse établir une frontière nette, car de nombreuses transformations géologiques sont dues aussi à des actions biologiques (bactéries, microalgues) de sorte qu'on trouvera réunis, dans un minéral, Li, Na et K ; mais aussi Si et Al.

L'explication ci-dessus montre que les alcalins et alcalino-terreux peuvent s'être formés par des transformations des roches primitives et surtout primaires, d'où leur concentration en sédiments à l'ère secondaire et le développement des couches salifères dans le Triasique, qui s'est ainsi formé au contact du Primaire.

@

CHAPITRE III

LE CALCIUM

Je ne donnerai pas ici une étude détaillée sur les anomalies constatées du métabolisme du calcium, comme je l'ai fait pour l'azote, le potassium et le magnésium, dans mon premier ouvrage.

J'ai voulu plutôt attirer l'attention, dans ce chapitre, sur les origines du calcium, afin de mieux faire sentir comment les réactions que j'ai établies modifient nos connaissances dans des domaines autres que la biologie, en géologie et cosmogénèse par exemple.

Le comportement aberrant du calcaire en biologie (aberrant du point de vue de la science classique) se comprendra facilement pour le lecteur qui se reportera à un traité sur le calcium organique.

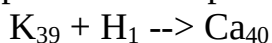
*
* *

Le calcium est un des éléments les plus importants de la croûte terrestre (3,25 %), il tient le 5° rang, après l'oxygène (49,13 %), Si (26,0 %), Al (17,45 %), Fe (4,2 %).

Si les grandes formations du calcaire sont de l'époque secondaire, on en trouve cependant d'antérieures au Primaire, dans le Précambrien.

Il s'en forme encore de nos jours dans les animaux et les plantes. et nous avons vu (1) que le calcium avait 3 origines :

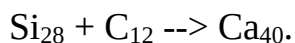
-- Il peut venir du potassium :



-- du magnésium



-- du silicium



Les réactions étudiées dans notre ouvrage de base montrent qu'elles se font par mouvement des noyaux H, O et C, en biologie, sans exclure qu'elles peuvent aussi se produire par des énergies physiques, autres que biologiques.

(1) Transmutations Biologiques - Librairie Maloine, édit.

Ces trois origines du calcium sont, de loin les plus importantes ; ce sont les seules sur lesquelles j'ai pu recouper observations et expériences.

Est-ce à dire qu'il n'y ait pas d'autres origines possibles ? Je m'en garderai bien et puis seulement, au contraire, affirmer qu'il y a d'autres origines, mais que je ne les connais pas à ce jour, que je n'ai aucune donnée même pour orienter les recherches, mais je puis aussi dire que ces origines inconnues sont, quantitativement, de très faible importance.

Si des origines inconnues sont cependant certaines, c'est qu'il y a deux isotopes rares du calcium qui ne peuvent pas provenir des réactions qui précèdent, et seraient, très probablement, le résultat de réactions de soustraction », de « clivage » de noyaux plus lourds, mais à ce jour je n'ai aucun fait concret pour l'affirmer (ou il s'agit d'une capture de neutrons d'origines diverses).

ISOTOPES DU CALCIUM

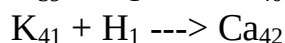
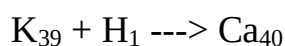
Je rappellerai que l'hydrogène lourd, ^2H , ou deutérium (D) n'entre probablement que très rarement en réaction nuclido-biologique, et je ne l'ai même jamais retrouvé dans toutes mes recherches : le déséquilibre entre ce nuclide et celui de l'hydrogène léger est probablement trop grand, puisqu'il est sensiblement de masse double, pour suivre les mêmes lois. Je négligerai donc les réactions avec le deutérium, n'ayant jamais pu les mettre en évidence, ce qui ne signifie pas qu'elles n'existent pas, et on trouvera peut-être des transmutations avec ^2H ; elles sont en tout cas rares, et de peu d'importance quantitative (du moins par entrée ou sortie de D).

On peut également négliger la réaction du K_{40} , radioactif, qui, en partie (car il y a aussi formation d'argon, 12 %) donne Ca_{40} , cette réaction radioactive étant en quelque sorte automatique, mais elle ne peut être que de faible importance quantitative, la période du K_{40} étant de 1,3 milliards d'années, et il n'y en a que 0,0119 % dans le potassium naturel ; comme, depuis l'origine de la terre il y a eu environ 3 de ces périodes du potassium, il n'y avait donc, au plus qu'approximativement 8 fois plus de potassium 40, il y a 4 milliards d'années, ce qui est encore peu ; et comme 88 % de K_{40} devient Ca_{40} , on voit que cette origine est négligeable. De plus, si la réaction de frittage de K_{40} se faisait avec $\text{H}1$ on aurait Ca_{41} , qui lui aussi est radioactif, de période 110 000 ans, mais en quantité infime.

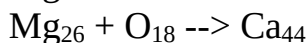
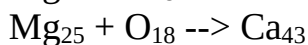
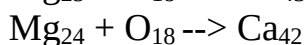
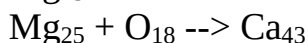
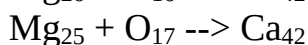
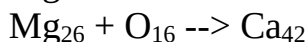
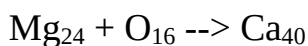
Du fait que Ca_{41} , n'existe pratiquement pas, on peut éliminer toutes les réactions qui numériquement conduiraient à ce nuclide.

Il reste donc :

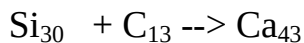
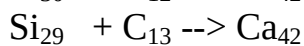
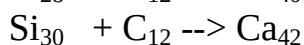
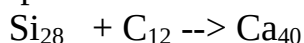
a) à partir du potassium :



b) à partir du magnésium, avec les isotopes stables de l'oxygène :



c) à partir des isotopes stables du silicium et du carbone :



Ainsi Ca_{40} , $_{42}$ $_{43}$ peuvent venir de K, de Mg ou de Si, mais Ca_{44} , ne peut venir que de Mg.

On doit donc s'attendre à ce que le calcium formé par les coquillages, à partir du magnésium de l'eau de mer, soit plus riche en Ca_{44} , que si sa formation est essentiellement terrestre, notamment venant de Si (et -- est-ce une simple coïncidence ? -- O_{18} est présent aussi dans l'oxygène de CO_3Ca dans ces coquillages, et nous y reviendrons).

Il convient en effet de se souvenir de ce qui a été vu dans Transmutations biologiques » : les organismes réalisent plus facilement les réactions nuclidiques avec les isotopes lourds, de sorte que la proportion d'isotopes lourds est plus grande dans les éléments d'origine organique, et même très variable, si bien que les proportions indiquées dans les tables de physique nucléaire ne peuvent être qu'une indication très approximative (nous avons cité la pomme de terre qui arrive, dans quelques espèces, à avoir le pourcentage de K_{41} , augmenté jusqu'à 15 %).

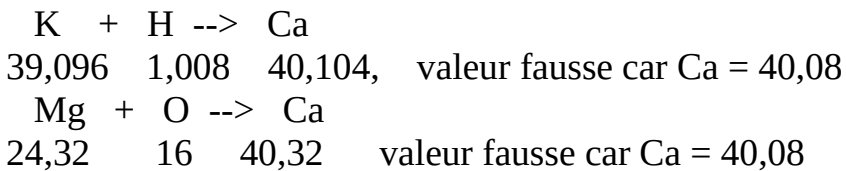
Donc, à plus forte raison, on se gardera bien d'utiliser les valeurs données par les tableaux de la classification périodique des éléments, où on a les éléments minéraux bruts, mélanges d'isotopes qui ne sont pas valables en biologie ; les valeurs de ces tableaux sont utilisables en chimie, mais trop grossières pour servir dans l'étude des réactions nuclido-biologiques, où la Nature opère à l'échelle de chaque nuclide, la chimie étant à l'échelle de la molécule.

Prenons un exemple, la réaction $\text{Si} + \text{C} \rightarrow \text{Ca}$; les tables donnent :

$$^{14}\text{Si} + ^6\text{C} \\ 28,06 \ 12,01 = 40,07$$

Mais, ces mêmes tables donnent pour Ca la masse atomique de 40,08 et non 40,07 ; il y aurait gain de masse, donc émission d'énergie, si on se réfère à ces valeurs, ce qui est faux. La Nature opère nuclide par nuclide, et on verrait que si on prend chaque nuclide séparément, il y a au contraire perte de masse, en appliquant les lois

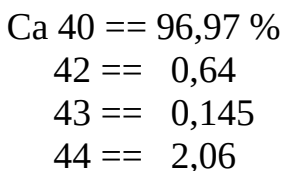
de la physique nucléaire, mais celles-ci n'étant pas applicables en biologie, nous ne développerons pas ces aspects. Nous donnons ce qui précède à titre d'exemple pour montrer qu'on ne doit pas utiliser les valeurs des masses atomiques des éléments, pour étudier les réactions nuclido-biologiques. On ferait, en effet, les mêmes remarques pour le calcium dont l'origine est le potassium ou le magnésium.



donc toujours gain de masse apparent, ce qui est faux.

Il convient même de se souvenir qu'en fait on a $O > 16$, valeur donnée par toutes les tables, et qui ne vaut qu'en chimie, puisqu'en physique atomique O est le 1/16 de l'isotope O16, et non de la masse du mélange isotopique, d'où une autre cause d'erreur, si on veut utiliser ces tables.

Dans le calcium minéral, il y a :



99,815 %

et il reste seulement 0,185 % pour les isotopes 46 et 48 avec d'ailleurs plus de 0,18 % pour Ca_{48} , de sorte qu'on peut négliger même le 46 stable (quelques millièmes pour cent).

Ainsi, plus de 99,8 % du calcium semblent provenir des trois réactions citées dans notre premier ouvrage et rappelées ci-dessus, et seulement moins de 0,2 % aurait une origine inconnue, du moins pour moi, à ce jour (à moins que cette très faible quantité ne soit le résultat -- par occlusion de neutrons ? -- d'une action radioactive, des rayons cosmiques, etc...).

Mais ces proportions isotopiques sont celles du calcium minéral moyen, pris comme étalon pour la détermination de la masse atomique du calcium « chimique ». Il peut y avoir des variations assez sensibles dans le calcium organique.

Nous avons dit qu'a priori, d'après les lois que nous avons déduites d'expériences, on devait trouver plus de Ca_{44} dans les coquillages et autres organismes animaux et végétaux qui fabriquent leur calcaire à partir du magnésium de l'eau de mer.

Ceci a été vérifié et plus l'organisme a une vie active, donc plus il consomme d'oxygène, plus il sera riche en Ca_{44} . L'activité d'un organisme est fonction de la température ambiante : en milieu chaud, le métabolisme est plus actif qu'en milieu froid.

Dès lors un coquillage aura un rapport de $\text{Ca}_{44}/\text{Ca}_{42}$ plus élevé si l'animal qui l'a sécrété était en mer chaude et l'étude de ce rapport

$\text{Ca}_{44}/\text{Ca}_{42}$ sur des coquillages fossiles a été proposé pour déterminer à quelle température était la mer à l'époque correspondant à la vie de ces fossiles (et par corrélation si la température de l'eau s'élève, la proportion de O_{18} dans l'oxygène de CO_3Ca de ces coquillages diminue).

Qu'il y ait corrélation, est donc probable, mais qu'il y ait proportionnalité n'est pas évident, car d'un autre côté un organisme s'épuise vite si son métabolisme est actif ; à température plus basse il vivra longtemps ; donc son métabolisme comportera la fabrication préférentielle de Ca_{44} plus longuement et ainsi on pourra arriver à la même variation de $\text{Ca}_{44}/\text{Ca}_{42}$, mais en plus de temps. C'est pourquoi il convient de faire des réserves sur ce procédé de détermination de la température de la mer à une époque géologique donnée ; il est utilisé à ce jour ; des publications ont été faites sur les résultats obtenus ; il semble bien cependant qu'il convient de trouver d'autres recoupements, car le procédé ne me paraît pas sûr.

Les isotopes K_{41} , Mg_{25} et $_{26}$, Si_{29} et $_{30}$, O_{17} et $_{18}$, C_{13} étant rares, les calciums formés à partir de ces nuclides seront rares aussi ; on aura surtout les formations avec K_{39} , Mg_{24} et Si_{28} , avec, respectivement H_1 , O_{16} et C_{12} , d'où environ 97 % de Ca_{40} .

PRODUCTION DE CALCAIRE PAR LES PLANTES :

Von Herzelee, vers 1880, avait établi que des graines mises en germination, sans apport de calcaire, voyaient celui-ci augmenter de poids dans les plantules analysées après 30 jours de germination.

Ces résultats furent contestés, car contraires à la loi de Lavoisier ; une loi est sacrée, il est impossible de trouver autre chose ; une loi interdit le crime, donc le crime est impossible ! c'est là la déduction de beaucoup d'esprits qui se veulent scientifiques.

Cependant, les précisions opératoires données par Von Herzelee étaient si grandes qu'il ne semblait pas y avoir place pour l'erreur. Aussi P. Baranger, chef du Laboratoire de Chimie Organique à l'Ecole Polytechnique de Paris, eut-il la curiosité de reprendre ces expériences (qui lui avaient été signalées par Spindler) avec toute la rigueur scientifique moderne, car on avait prétendu que les analyses de Von Herzelee manquaient de précision...

Or le professeur Baranger a publié ses recherches sur la germination de graines de vesces (utilisées aussi par Von Herzelee, à cause de la régularité des graines facilitant, à nombre égal de graines, la constitution de lots de poids semblables, lot-témoin, lots en germination) (1). Les résultats des analyses, effectuées sur trois lots totalisant 200 graines identiques de 7,5 g chacune, ont été soumis à un statisticien professionnel afin de déterminer l'erreur opératoire possible, compte tenu des méthodes, des hasards des constitutions

(1) Journal of Biological Sciences. Vol. 3 - N. 2 - Déc. 1960 (article de 28 pages). Bombay.

internes des graines, etc..., et tout hasard, toute erreur systématique possible écartés, il en est résulté que, en ne prenant que le cas le plus typique, celui où la graine germe avec seulement l'apport d'eau bi-distillée (une eau distillée une seule fois n'est pas assez pure) il y avait 1,5 % de plus de calcium après germination que dans la graine ; un des lots fut mis en germination dans de l'eau ayant reçu un apport de 0,030 g de CaCl_2 : le poids total de Ca en fin d'expérience avait augmenté de 2,5 %.

Ainsi la preuve scientifique que du calcium peut naître par des réactions biologiques a bien été faite dans une de nos plus célèbres écoles de France.

Le Professeur Baranger expérimente, analyse, note les résultats. Son étude s'arrête là ; il reste dans le domaine le plus positif possible. Puis il confie les résultats à un statisticien, qui détermine si la variation de Ca est ou non nettement supérieure à l'erreur maximum possible. Aucune interprétation du phénomène n'est donnée et d'ailleurs les conditions de l'expérience, où la variation d'un seul élément est recherchée, ne permettent pas de savoir d'où vient ce calcium endogène. D'autres expériences, pour déterminer la variation des autres éléments sont en cours, et quand tout le cycle sera terminé on pourra, peut-être, connaître l'élément qui s'est transmuté en calcium.

Les expériences sur le potassium sont à peu près terminées (1962) et non encore publiées ; je ne citerai donc pas de chiffre ; mais le professeur Baranger m'a dit qu'il y a variation aussi de K (en annexe sont citées d'autres recherches).

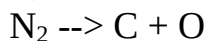
Il reste donc à voir les autres origines possibles de Ca ; ce peut être le magnésium de la graine ; et alors on devrait trouver moins de Mg après germination (ceci a été confirmé - voir Annexe).

Mais il y a une autre origine que n'avons pas exposée : elle va de soi cependant, puisque nous avons vu (1) l'isométrie de N_2 et de Si, la Nature passant de l'un à l'autre.

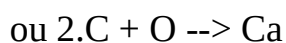
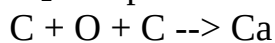
Autrement dit, nous pouvons aussi bien écrire :



Nous avons vu aussi, dans le même ouvrage, que :



donc $\text{N}_2 + \text{C}$ peut s'écrire :



et comme $2.\text{C} \rightarrow \text{Mg}$,



autre forme que nous avons citée ici (et rappelons que $2\text{C} \rightarrow \text{Mg}$ a été vérifiée à l'accélérateur de particules).

(1) Première partie de notre ouvrage précité.

Autrement dit, pour la Nature tout ceci est équivalent, de sorte qu'il n'y a pas de différence entre les formes $\text{Si} + \text{C}$ ou $\text{Mg} + \text{O}$ qui sont isomères.

On voit donc que le calcium pourrait aussi venir, théoriquement, de la respiration de la plante, qui prend dans l'air N_2 , et C vient gaz carbonique ; ou la production endogène de Ca vient de l'azote des protéines végétales, avec le carbone des hydrates de carbone et nous avons vu d'ailleurs, dans notre premier ouvrage, qu'en fait les éléments sont liés, ce que traduit notre réaction $\text{N}_2 \rightarrow \text{C} + \text{O}$; cependant une telle origine de Ca n'a pas été recherchée expérimentalement à ce jour.

Sur terre, le calcium est abondant, le magnésium plus dispersé ; on ne donnera donc pas Mg aux plantes pour qu'elles en fassent Ca ; c'est l'inverse, on leur donne Ca et elles forment Mg (indispensable pour la chlorophylle) mais en excès, parce qu'elles ont un excès de Ca et nous avons vu (premier ouvrage) que des plantes annuelles emportent de 20 à 50 kg de Mg à l'hectare... sans épuiser le sol... pauvre en Mg et auquel on ne donne pas d'engrais magnésiens !

La mer, par contre, est pauvre en calcium (0,042 %) tandis qu'elle contient en moyenne 1,3 g de Mg métal au litre, soit 0,13 %. Les plantes marines disposent donc de la possibilité de fabriquer du calcium organique à partir du magnésium : elles absorbent Mg et sécrètent Ca . Les bancs côtiers de corallines construits en Méditerranée par des algues contiennent 2 à 4 molécules de calcite pour une de carbonate de magnésium, ce qui, là encore, semble un recouplement de plus en faveur du passage de Mg à Ca .

Prenons le cas du maërl, désigné parfois sous le nom de « sable calcaire » ; c'est en fait une algue calcaire microscopique de 3 à 5 μ de largeur et 7 à 9 de longueur, pour chaque cellule, cellule qui s'entoure d'une enveloppe calcaire ; les cellules se groupent en thalle pour former de petits rameaux comme le corail (d'où son appartenance à la famille des corallinacées). C'est le cas de l'algue la plus abondante dans le maërl, le lithothamne (*Lithothamnium calcareum*) qui vit, sur nos côtes bretonnes et il est récolté surtout dans l'archipel des Glénans (Finistère), où le maërl est presque du lithothamne pur.

Cette algue, vivante, contient environ 77,5 % de CO_3Ca , 11 % de CO_3Mg , le solde : matière organique, eau et divers ; sur le lithothamne mort, la matière organique s'en va et il en reste moins de 3 %. L'étude détaillée en a été faite par le Doyen M. Schmitt de la Faculté des Sciences de Rennes en 1960 ; une thèse lui a été consacrée aussi en 1960 par M. Neveu (la première est cependant de 1911), mais on verra surtout l'étude de J.-Y. Detaille : Importance du Maërl en Agriculture (1) ou la documentation à la ronéo établie par M. Rou-daut, usine du Rudet à Lochrist-Hennebont (Morbihan) qui récolte, dessèche et broie ce maërl.

(1) Imprimerie Foulon, 25, rue Deparcieux, Paris.

On y verra les effets inattendus de l'emploi de ce calcaire organique. Or, il est récolté sur les côtes siliceuses, là où les eaux sont agitées, donc fortement oxygénées (il est peu profond, et abondant surtout sur fonds de 5 à 10 m) ; on peut penser que la formation de calcaire à partir de Mg se fait bien, du fait de cet oxygène, d'où la richesse en Ca, et on y trouve Mg qui est l'élément absorbé, transmuté ensuite en Ca qui s'accumule.

Une analyse d'un lot a donné 46,4 % de CaO et 7,2 % de MgO. Il y a 3,7 % de SiO₂ 2 % de divers et le solde est la perte au feu, un autre lot a donné : Ca = 33,1 %, Mg = 4,32 %, Si 1,72 % et pratiquement les seuls éléments à teneur appréciable sont Ca et Mg.

C'est là, selon-nous, un autre exemple de formation contemporaine de calcaire, à partir de Mg.

Cette étude détaillée récente sur le *Lithothamnium calcareum* vient d'ailleurs s'ajouter à d'autres études plus anciennes sur d'autres variétés de lithothamnes et d'une façon plus générale sur les corallinacées, ainsi que d'autres familles d'algues calcaires.

L'importance de celles-ci dans la production de calcaire est souvent sous-estimée. Or quelques analyses ont montré qu'il semble y avoir là la source principale de calcaire. Dans les sédiments récents de calcaire, la moyenne de 50 échantillons a donné, outre des structures organiques, pour origine :

algues calcaires	25,1 %
mollusques	17,5
coraux	9,3
foraminifères	9
crustacés	1,4

avec, en général, une molécule de Mg pour 2 à 4 de Ca (A. Rivière).

Des récifs coralliens du Pacifique ont donné

algues calcaires	42,5 %
coraux, madrépores	34,6
mollusques	15,2
foraminifères	4,1

Un autre massif corallien a montré, par ordre d'importance, des lithothamnes, puis des halimeda (autre variété d'algues calcaires), des foraminifères, et enfin des coraux, de sorte que, même dans les bancs coralliens, ce n'est pas le calcaire engendré par les coraux qui domine.

Sur nos côtes bretonnes, le *Lithothamnium calcareum* se trouve en bancs abondants en certains points aux eaux agitées, donc oxygénées. En Méditerranée l'attention a été attirée depuis longtemps sur de véritables trottoirs côtiers, accrochés en corniche à la roche. Ce sont aussi des constructions d'une autre lithothamne, la *Tenarea tortuosa*, qui vit légèrement au-dessus du niveau de l'eau, là où le

ressac agite celle-ci contre les rochers, ce qui lui donne de l'eau riche en oxygène ; le banc peut se trouver à cheval sur le niveau moyen de la Méditerranée.

L'un de ces trottoirs les plus longs est celui qui forme une corniche le long du rocher à pic de la côte des Albères, banc épais en moyenne d'un mètre et large d'un peu plus de 50 cm.

On trouve d'autres formations compactes dues à une autre lithothamne, *L. lenormandi* ; ou à d'autres algues de la sous-famille de Mélobésiées, dont les lithothamnes ne sont qu'une espèce (par exemple, en Corse, *Lithophyllum incrustans*) ; il en est, dues aussi à des algues d'une autre sous-famille des corallinacées, les corallinées, telles que *Corallina mediterranea*.

Toutes ces algues marines contiennent Mg et Ca, accusant ainsi le lien de Mg à Ca.

Nous n'avons trouvé aucun indice conduisant à penser que le Ca des animaux et plantes marins viendrait de K ; il y a dans la mer 0,038 % de K, pour 0,042 % de Ca, soit à peu près la même proportion, mais Mg est 3 fois plus abondant que chacun de ces anions.

Par contre le lien entre K et Ca apparaît chez les animaux terrestres : la poule qui réalise $K + H \rightarrow Ca$, les bactéries du salpêtre qui opèrent $Ca \rightarrow H \rightarrow K$; dans les graines en germination, Ca, en partie, vient aussi de K (le reste de l'augmentation de Ca vient de Mg).

L'étude des plantes doit pouvoir conduire à déterminer quelle est l'enzyme qui provoque la formation de calcium : les plantes calcicoles en sont dépourvues ; ne pouvant fabriquer leur calcium, elles doivent le puiser directement dans le sol ; les calcifuges, qui vivent en terrain siliceux, doivent fabriquer leur calcium par la réaction $Si + C \rightarrow Ca$; (mais ces terrains contiennent aussi du potassium). C'est en tout cas chez elles qu'on doit trouver la sécrétion maximum de l'enzyme (toutes les plantes dites de terre à bruyères) ; ou il y aurait des bactéries associées (1). Les plantes indifférentes (maïs, trèfle...) ont probablement une faculté de développer la production d'enzyme, si une carence calcique du sol se produit.

Certaines bactéries calcigènes ont été identifiées, par exemple les *Pseudomonas calcis*, par Cl. Lalou, mais les recherches antérieures se contentaient de dire que les bactéries précipitaient sous forme insoluble le calcaire soluble de l'eau de mer.

LE CALCAIRE CHEZ L'ANIMAL :

En fait tous les ouvrages, tous les auteurs ignorent le processus de formation de calcaire par l'animal ; plusieurs le reconnaissent.

(1) Probablement dans le sol, au contact des racines, car nous verrons, au chapitre « Maladies des pierres » que des micro-organismes qui provoquent cette réaction ont été identifiés.

Si on veut pénétrer le fond du sujet, dans des ouvrages spécialement consacrés au métabolisme du calcium, on s'aperçoit que le problème n'avait pas été résolu, qu'on masque l'ignorance par des mots.

Tout comme on a masqué son ignorance de la naissance de dolomies au sein des calcaires en appelant l'opération une « métasomatose » alors que nous avons vu que c'est le calcium qui devenait magnésium ; pour la naissance du calcium, il en est de même.

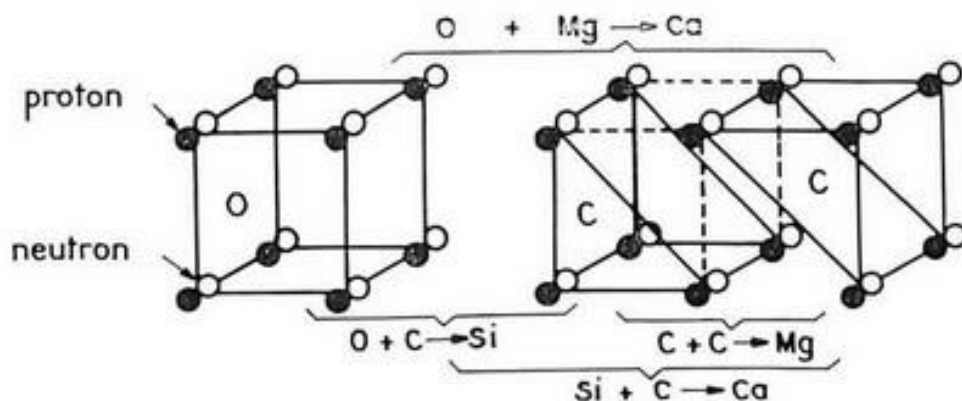
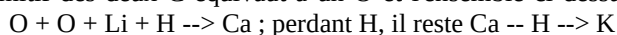


Fig. 2. - Autre figuration schématique simplifiée

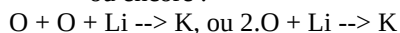
-- avec représentation des neutrons --

Ici, c'est le noyau du calcium, avec ses possibilités de « clivage » (en rappelant qu'en outre un proton peut quitter le C sur sa face extérieure de droite, moins liée, en laissant du potassium).

A remarquer que le plan vertical de droite, du C de droite, est l'équivalent de $\text{Li} + \text{H}$, qu'en faisant abstraction de ce plan, ce qui reste de l'assemblage primitif des deux C équivaut à un O et l'ensemble ci-dessus est identique à :



ou encore :



et comme $\text{O} + \text{O} \rightarrow \text{S}$, on a aussi $\text{K} \rightarrow \text{S} + \text{Li}$; $\text{Ca} \rightarrow \text{S} + \text{Li} + \text{H}$. Ainsi, on voit que les formes de K (ou de Na, qui est $\text{K} - \text{O}$) sont isomères, qu'on les construise à partir de C, ou avec Li ; on aboutit aux mêmes schémas, si bien que l'on peut tout « fabriquer » avec O, C et H (1), que Li, ou $\text{Li} + \text{H}$, peut se détacher de l'ensemble ; mais si c'est $\text{Li} + \text{H}$, ce nuclide ne peut subsister libre, et H se sépare ; on ne peut trouver $\text{Li} + \text{H}$ que liés. Noter aussi que chaque barre horizontale, avec un proton et un neutron à chaque extrémité est un « rayon α », un hélion, particule expulsée dans la radioactivité naturelle ; le schéma ci-dessus montre qu'il y a là une entité naturelle, un constituant élémentaire des noyaux ; tout au moins le rapprochement était à faire.

On est bien obligé de reconnaître que si on donne du calcaire minéral à un être vivant, il le rejette tel quel.

Mieux, il peut excréter plus de calcium qu'il n'a ingéré, sans qu'on ait cherché à comprendre, parce que ce n'est pas « pensable » ... en se contentant de dire qu'il a puisé dans ses réserves...

Nous avons, dans notre premier ouvrage, cité le cas des travailleurs du pétrole du Sahara, où une équipe a été suivie pendant

(1) Jusqu'aux nuclides à $Z \leq 30$.

6 mois : les moyennes des analyses faites montrent qu'ils ont excrété plus de calcaire qu'ils avaient absorbé, qu'il a été excrété aussi plus de phosphore qu'absorbé, et que ces bilans négatifs concordants de Ca et P se sont produits alors qu'il y avait aussi bilan négatif de magnésium ; la moyenne pour ces bilans négatifs de Mg a été de 163 mg/j par homme, et simultanément il y avait bilan négatif de P pour 134 mg/j, du Ca pour 320 mg/j ; inversement, quand il y eut bilan positif de Mg, et ceci ne survint que 5 fois en tout, il y eut les mêmes jours bilans positifs de Ca (650 mg/j) et de P (321 mg/j de moyenne). Il y a donc là un recoupement intéressant montrant les liens de Mg avec P et Ca (1).

La rapidité avec laquelle un crabe-dormeur (tourteau) engendre une nouvelle carapace calcaire lors de sa mue a toujours surpris (une carapace d'environ 17 X 10 cm, en y ajoutant pinces, pattes, pèse environ 350 g à quelques grammes près, calcaire frais, avec de la matière organique et de l'eau d'imprégnation).

Or si on prend un tel crabe pendant sa mue, alors qu'il va, en quelques heures, sécréter sa nouvelle carapace, on ne trouve que peu de calcaire dans l'animal, et même dans son manteau ; d'où vient-il si brusquement ? On a dit qu'il était dans le cytoplasme sous forme soluble, et qu'une réaction chimique rapide le précipiterait ! Vue de l'esprit, si bien que certains auteurs ont inventé un euphémisme : puisque l'analyse chimique ne donne pas assez de calcaire, même soluble, ils déclarent qu'il s'y trouve sous la forme de « pré-calcaire, organique, hyalin » ! C'est du calcaire, ou ce n'en est pas ! si c'est un « pré-calcaire » ce n'est pas du calcaire, donc c'est autre chose !

Rappelons aussi le cas examiné dans notre premier ouvrage, la formation de calcaire par la poule : elle n'a jamais deux oeufs à coquille calcaire en même temps dans l'oviducte ; comme elle pond tous les jours, c'est en moins de 24 heures que se fait la coquille calcaire qui, fraîche, pèse, en moyenne 7 g (avec un peu de matière organique et de l'eau d'imprégnation).

La formation de calcaire dans la cellule osseuse est restée aussi énigmatique : il y a d'un côté de la membrane génératrice un « pré-calcaire », de l'autre du calcaire venu du premier !

Nous ne savons pas comment un poussin fait son squelette à partir du jaune de l'oeuf, car à sa naissance il a plus de calcaire dans son squelette qu'il y en a dans le jaune d'oeuf, et il n'a pu le puiser au dehors -- sous forme de calcaire -- ni même dans sa coquille qui reste intacte ! (ceci est vu plus en détail dans « Transmutations à faible énergie »).

La biochimie classique est tout aussi incapable d'expliquer la formation de calcaire dans l'os que par les animaux marins.

(1) Il semble que cette formation de Ca et de P est sous le contrôle de la thyroïde et des parathyroïdes.

Stolkowski, dans « Le Calcium et la Vie » (1) le reconnaît d'ailleurs et déclare qu'il y a là « une chaîne métabolique dont nous ignorons à peu près totalement la nature ». Plus loin, il ajoute : « Finalement, il est d'usage de masquer notre ignorance de l'origine bio-chimique du calcaire en désignant tout ce qui est sécrété par les cellules formatrices sous le nom de protéine phospho-carbonatée +.

On devrait toujours trouver de la calcite ; or certains coquillages sont de l'aragonite pure, qui, in vitro, ne peut être obtenue au-dessous de 90° C, température évidemment incompatible avec la vie, ce qui montre que le processus biologique est tout autre et qu'il est dangereux d'extrapoler une expérience in vitro, de dire que puisque telle température est indispensable pour telle réaction chimique, c'est que cette réaction n'a pu se produire que chez un être vivant dans un milieu à cette température ! Et si le coquillage est de l'aragonite, on ne trouve aucun composé d'aragonite dans les tissus des cellules formatrices du calcaire !

De nombreux coquillages en calcite (huîtres, etc...) sont riches en composés de magnésium, ce qui pourrait être en relation avec la formation de calcite à partir de Mg.

En milieu marin d'ailleurs, Mg et Ca sont toujours liés, que ce soit chez les algues calcaires, comme chez les coraux, où à 200 m de profondeur c'est de la dolomie, tandis que près de la surface, en milieu oxygéné, la réaction $Mg + O \rightarrow Ca$ l'emporte et on a surtout du calcaire.

La calcite s'obtient, in vitro, à partir de bicarbonate de calcium jusqu'à 30° C, tandis qu'au-dessus de cette température il y a mélange de calcite et d'aragonite et à partir de 90° c'est de l'aragonite pure. A remarquer aussi que toutes les coquilles calcitiques sont d'origine marine, il n'y en a jamais en eau douce, même calcaire, ce qui serait un recoupement de plus montrant que la calcite n'a pas pour origine le calcaire de l'eau, et de plus qu'elle vient du magnésium, absent dans l'eau douce calcaire (de la silice, en eau douce non calcaire).

Paul et Sharpe, puis Drach, etc., ont étudié la mue des crustacés. Ils ont pensé que, chez le tourteau, la réserve, avant la mue, se fait dans l'hépatopancréas, plus riche en phosphate de calcium à ce moment. Mais ceci ne s'observe pas chez le homard.

Et une telle réserve ne peut être que symbolique ! Drach reconnaît, chez l'araignée de mer, que « finalement le calcium accumulé dans le squelette achevé représente plus de 40 fois celui que contient l'hépatopancréas avant la mue » !

Il est donc évident que ce n'est pas le calcium que contient l'animal qui peut lui suffire et il ne peut le prendre à l'extérieur. « Or l'animal subit une période de jeûne obligatoire aussitôt après la mue ». Trop vulnérable, il se cache, et ne bouge pas, ne chasse pas.

(1) P.U.F. édit.

Je pense que c'est sous forme de composés magnésiens qu'il accumule le « pré-calcaire », et à la mue, une hormone « oxydante » est sécrétée qui transmute rapidement Mg en Ca pour constituer sa nouvelle carapace, son squelette « nouveau format » et il sera utile de vérifier cette hypothèse, car les études de M. Prenant (1927) auxquelles se réfèrent les auteurs, encore de nos jours, en sont restées à « la transformation progressive du cytoplasme en une substance hyaline : la précipitation se fait quand la transformation est totale ; elle a lieu alors brusquement et donne naissance à du calcaire amorphe, puis cristallin ; donc, avant la précipitation où naît le calcaire, la substance hyaline n'était pas du calcaire, et nous n'avons trouvé nulle part qu'on l'ait analysé pour savoir quel est l'ion métallique qu'elle contient !

Mais, en faveur de notre réaction, situant l'origine dans le magnésium, il y a aussi le fait que les calcites biologiques sont riches en Mg ; il y aurait donc, au niveau des couches épithéliales génératrices, une partie du Mg qui passerait, sans transmutation.

Les observations aberrantes sont nombreuses : « un animal soumis à un régime alimentaire dépourvu de calcium en élimine cependant de manière appréciable » (Stolkowski) et du même « il est difficile d'obtenir un bilan valable du calcium » ; car « valable » signifie ici qu'il devrait y avoir l'égalité : entrée = sortie fixation ou mise en réserve... et comme la sortie seule est supérieure à l'entrée !...

L'échec des chercheurs précédents est venu de ce qu'ils recherchaient d'un côté de la couche cellulaire le calcaire, visible, analysable, cristallisé, et de l'autre côté encore du calcaire... qui n'y existe pas, ne peut pas y exister.

Les observations globales diverses avaient été faites, et déjà en 1895 Moynier de Villepoix avait constaté que des anodontes, élevées dans de l'eau privée de calcium et recevant une nourriture sans calcium, développaient quand même leur coquille.

PRODUCTION DU CALCIUM A PARTIR DU SILICIUM

A ceux qui douteraient de la réaction $\text{Si} + \text{C} \rightarrow \text{Ca}$ qui montre que sur le plan nucléaire le calcium peut venir du silicium, il suffit d'opposer des observations qui ne sont pas isolées.

Après que j'eus posé cette réaction, le docteur Charruyer, chargé de la chaire de physique de l'Ecole de Médecine de Limoges, m'indiquait avoir trouvé dans les terrains primitifs de l'ouest du Massif Central, vers Brive, etc., des géodes de calcite dans des schistes ardoisiers très durs, compacts, absolument imperméables. Ces formes rhomboïdales de carbonate de chaux peuvent être très grosses, peser des kilogrammes ; or l'absence de perméabilité fait que ce calcaire n'a pas pu y venir par migration ; il ne peut donc avoir qu'une origine endogène, à partir d'un des composants des schistes, et à mon

avis ce ne peut être que par la réaction ci-dessus, en rappelant que C aussi vient des schistes par la réaction :

Si $\rightarrow$ C + O (ce qui serait à l'origine de la formation de la houille).

Un autre cas m'était signalé par P. F. : dans les pierres siliceuses il a constaté du sulfate de calcium ; la présence de soufre est liée à la présence d'une bactérie, le *Thiobacillus*, mais l'origine du calcium, qui peu à peu se forme dans la pierre siliceuse et transforme celle-ci en masse de gypse, restait une énigme.

Là aussi c'est la réaction Si + C $\rightarrow$ Ca et l'origine biologique me paraissait évidente.

Aussi a-t-il été entrepris une étude systématique de cette réaction que nous reverrons à propos des « maladies » de la pierre des monuments, et surtout en Annexe.

Ce lien des schistes et du calcaire apparaît encore dans certains gisements ardoisiers : par exemple les ardoises de Maurienne (Savoie) contiennent du calcaire, tandis que celles dites d'Angers (de Trélazé - Maine et Loire) n'en ont guère, si bien que nous avons vu des représentants de commerce faire l'expérience suivante devant leurs clients : prendre une ardoise de chacune des provenances ci-dessus et verser dessus un acide fort ; il est sans effet sur l'ardoise d'Angers, tandis qu'il y a une vive effervescence sur le carbonate de chaux de celle de Maurienne. Le calcaire de celle-ci, si intimement lié, n'a pu que naître dans la masse schisteuse.

APPLICATIONS A LA GEOLOGIE : carbonate et sulfate de calcium.

Ce qui précède montre qu'il n'est nullement besoin de concevoir la formation des bancs de calcaire comme étant nécessairement liée à des bassins sédimentaires où aurait été la mer.

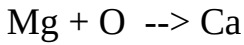
Le calcaire a pu se former dans des roches siliceuses, par des animaux ou par des plantes, que ce soient des coquillages, ou des algues, mais aussi par des bactéries, ou des champignons. Ceci expliquerait l'origine du calcaire précambrien, pour une faible partie probablement, mais des énergies d'ordre physique ont pu agir aussi pour l'essentiel. Lorsque l'action est d'origine biologique, et peut venir d'organismes autotrophes et anaérobies, ils trouvent leur carbone, leur oxygène dans la réaction Si $\rightarrow$ C + O.

Puisqu'on y trouve C et O, point n'est besoin de faire intervenir le gaz carbonique pour qu'il y ait des carbonates (de même d'ailleurs pour une origine physique) -- d'ailleurs dans l'eau du fond de la mer il n'y a ni CO₂, ni Ca.

Quant au sulfate de calcium, plus rare, son origine est analogue. car dans la réaction Si $\rightarrow$ C + O, C est repris avec Si pour donner C + Si $\rightarrow$ Ca, de sorte que O reste disponible, s'il n'y a pas la réaction chimique CO₃Ca, et deux noyaux d'oxygène se frittant, on

a $S \rightarrow O + O$; ceci explique que soufre et oxygène aient tant de points communs en chimie. De l'oxygène non « fritté » restant disponible, on peut avoir la combinaison chimique SO_4Ca .

Par contre les gisements de phosphates de calcium peuvent avoir en outre une origine marine. Nous avons vu qu'en fait P et Ca peuvent venir d'une même source : Mg, et l'on a :



C'est donc la présence de Mg qui serait à l'origine de ces deux éléments qui, de ce fait, seraient alors souvent liés (de même dans l'os, où l'origine est aussi Mg)... et ils le sont, de façon non discutée !

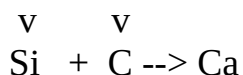
Une des origines de Mg étant Na ($Na + H \rightarrow Mg$), en milieu marin (ou dans le plasma), Na, puis Mg seront sous forme de chlorures et $^{35}_{17}Cl \rightarrow ^{16}_8O \rightarrow ^{19}_9F$ (ou $Cl_{37} \rightarrow O_{18}$). On peut trouver aussi dans les phosphates de chaux une quantité de fluor et on sait qu'ausi bien dans les gisements minéraux que dans l'os, F est toujours associé. Mais F peut venir également de P ($P \rightarrow C \rightarrow F$). Une donnée aurait dû faire réfléchir à l'impossibilité de la constitution de bancs calcaires par sédimentation due à la mer : il y a environ 0,042 % de Ca dans la mer ; elle ne s'est pas appauvrie en calcaire par « fixation » due aux coquillages, car les eaux terrestres lui apportent du calcaire. Supposons donc qu'à la fin du Primaire la teneur en Ca de la mer était à peu près ce qu'elle est aujourd'hui et voyons la formation des bancs au Secondaire ; ils ont parfois 1000, voire 2 000 m d'épaisseur, même plus par endroits.

Avec 0,042 % de Ca, c'est 0,00042 de l'eau, à peine 4/10 000 en poids, ou 1/1 000 de CO_3Ca . La densité est variable ; prenons 2,8 (moyenne entre la calcite et l'aragonite) ; pour 1 m³ d'eau on a ainsi environ 1/3 de dm² de CO_3Ca , ou 0,3 mm d'épaisseur d'une couche déposée sur la section d'un mètre cube d'eau ; une colonne de 3 000 m d'eau est donc nécessaire pour que, tout le carbonate précipité, il y ait 1 m de celui-ci ; pour avoir un banc de 2 000 il faudrait 6 000 km d'eau !... qui évidemment n'ont jamais existé (c'est presque le rayon terrestre !) et la teneur de la mer n'a probablement que peu varié, peut-être même s'est-elle enrichie. Dire que les animaux de ces bassins bénéficiaient d'un renouvellement de l'eau est une affirmation gratuite, car c'est supposer que le bassin n'était pas cuvette, que toute l'eau se renouvelait et pour atteindre de tels volumes, c'est impossible, l'épaisseur moyenne des océans étant de peu supérieure à 3 500 m. ..., nous sommes loin du compte !

Le niveau moyen de la mer a évolué, mais on estime que la variation se chiffre par quelques centaines de mètres au plus ; donc si on table sur 3 000 m de moyenne de la profondeur pour avoir des dépôts calcaires de 2 000 m, il eût fallu une teneur en carbonate de chaux 2 000 fois plus forte (3 000 m au lieu de 6 000 000) soit 200 % de l'eau de mer, 2 kilogrammes au litre : il n'y avait donc que de la

roche et pas d'eau... ce que toute la géologie contredit. Rappelons que le total des sels de l'eau de mer est en moyenne voisin de 35 g/l dont près de 9/10 en NaCl, et on peut estimer le total des sels dans la mer, à la fin du Primaire, à environ 10 grammes/litre et on se souviendra qu'il n'y avait pas de sels sur terre au Précambrien (de Cayeux). Tout ceci montre l'impossibilité des grandes formations calcaires du Secondaire par les dépôts marins.

On peut même aller plus loin... et suivre cette transmutation progressive de la silice en calcaire : à l'aube du Secondaire, c'est le Trias, encore riche en silice, avec des grès et des marnes, puis on passe au Jurassique, où l'argile (silicate d'alumine) est déjà minoritaire » : de 30 à 40 % d'argile dans les gisements convenant à la fabrication du ciment naturel ; on y trouve d'ailleurs l'étage du « Portlandien » ; enfin tout (ou presque tout) le silicium est devenu calcium, c'est le Crétacé, surtout en bancs de carbonate (les craies de Champagne, de Meudon) car nous avons que $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$



Nous avons, à partir du seul Si, carbone, oxygène, calcium qui peuvent se combiner chimiquement pour donner CO_3Ca ...

*
* *

La diététique aura à tenir compte de l'importance de la réaction $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{Ca}$, puisque chez l'animal Ca et P organiques semblent venir essentiellement de Mg. Normalement Mg vient du sodium du sang, mais il peut y avoir des carences (décalcification par exemple) semblant montrer que Mg est insuffisant ; ceci peut provenir d'une alimentation trop faible en sel marin, ou d'une déficience de la production de l'enzyme qui transmute Na en Mg. En ce cas l'absorption d'un sel de Mg pourrait devenir nécessaire. Si la recalcification ne se fait pas, c'est qu'on se trouve devant une carence de la production de l'enzyme qui transmute Mg en Ca, et alors le traitement médical devient indispensable. On n'oubliera pas que le sel marin brut, non lavé -- sel gris -- comprend une fraction importante de C_{12}Mg et de SO_4Mg : 15 % environ, d'où, en cas de décalcification, l'utilité de commencer par l'usage de ce sel, car donner un calcaire minéral ne servirait à rien, l'intestin le rejette par les selles... et il est inutile d'ajouter de l'eau de chaux au biberon d'une jeune enfant ; mais s'il y a déficience ou retard de la calcification chez un enfant (rachitisme par exemple), -- donc pas chez un nouveau-né, où Na et Mg doivent rester faibles (1) -- c'est que la production de l'enzyme qui transmute Na en Mg se fait mal (ou qu'on ne lui donne pas assez de sel) et il convient alors de donner du magnésium, si le gros sel gris ne suffit pas (de même dans les hypocalcémies dues à la grossesse). Ceci a été médicalement observé depuis longtemps, mais sans

(1) V. p. 56 de « Transmutations Biologiques ».

savoir pourquoi ; on dit, dans les traités de médecine, que le magnésium « règle le métabolisme du calcium », mots qui ne veulent rien dire et masquent une ignorance du rôle réel du magnésium si l'on s'en tient à la biochimie classique. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de trouver, dans tel traité d'analyses médicales, qu'en régime normal le sang contient 20 mg/l de $\text{Mg} \pm 2 \text{ mg/l}$; c'est dire que dans le sérum le taux est sensiblement constant malgré les variations de l'alimentation, mais le traité ajoute que son dosage est « de peu d'intérêt... car on ne connaît encore aucune affection s'accompagnant spécifiquement d'une modification du magnésium sérique ». Et c'est là un des traités pratiques les plus usuels, datant de 1958... On ne pouvait évidemment songer à doser le magnésium pour rechercher la cause d'une décalcification ou d'une baisse du phosphore) ; s'il y a baisse du calcaire, il faut aussi doser le magnésium dans le sang, apporter s'il y a lieu un complément de Mg ingéré, mais rechercher la cause de cette baisse de Mg : c'est en effet que l'organisme ne maintient plus l'équilibre, en produisant Mg à partir de Na ; il y a, avons-nous dit, ou déficience en Na , ou trouble du mécanisme enzymatique qui provoque le passage de Na à Mg (2).

Remarque. Il semble que Na et Mg sont des éléments minéraux assimilables ; tandis que Ca minéral ne l'est pas ; dans l'organisme les premiers apparaissent comme des éléments de départ ; le second est un élément terminal d'une chaîne de réactions ; ceci me paraît résulter de l'analyse de l'ensemble de mes constatations.

*

* *

Page 92. à la fin du chapitre sur Les Maladies de la Pierre, il est donné des extraits d'une Communication à l'Académie des Sciences montrant que dans cette haute instance scientifique officielle il peut être fait état de l'apparition de chaux, tandis que disparaît de la silice.

Les valeurs citées peuvent se commenter ainsi : il y a 76 % de silice de plus dans le grès sain que dans le grès malade ; par contre la chaux augmente de 1 138 % ; elle devient plus de 12 fois plus abondante. Si on ramène ces valeurs relatives à des poids absolus des métaux silicium et calcium, on trouve qu'il y a sensiblement égalité entre la disparition de Si et l'apparition de Ca ($9,8 \pm 1,5$). Le dosage de Mg et de K a été fait afin de voir si Ca ne viendrait pas de ces deux éléments -- ou de l'un d'eux. On voit qu'ils ne changent pas ; donc seul Si peut donner Ca qui ne peut être apporté par l'eau, puisqu'il y a égalité des poids de Ca dans l'eau de pluie arrivant au monument et le quittant.

(2) On a insuffisance quantitative des possibilités de sécrétion de cet enzyme, en cas de besoin accru en Ca : grossesse par exemple, et il y aurait à voir si pour faire face aux besoins accrus, de 50 à 80 g/j de Ca par l'enfant, il ne convient pas de donner des sels magnésiens à la mère... ou du gros sel gris brut dans son alimentation, pour éviter qu'elle puise dans ses réserves et se décalcifie.

@

CHAPITRE IV

LE LITHIUM

Peu abondant dans la nature (0,007 % environ du total de l'écorce terrestre -- valeur exprimée en Li_2O), il se trouve aussi dans l'eau de mer (7 millionnièmes pour 100, en Li métal).

Mais il est sous des formes très diluées.

Les minerais « riches » sont rares ; ce sont des minerais sodolithiques, et surtout des composés fluorés et phosphatés (amblygonite) ou potassiques (lépidolite).

En France il y a un peu de lépidolite au nord d'Ambazac dans la Haute-Vienne, et c'est là le principal minerai de la côte atlantique de l'Amérique du Nord.

On exploite aussi en France de l'amblygonite près de Montebraz (Creuse), minerai dont les parties riches tiennent de 8 à 10 % Li_2O pour 47 à 49 % de P O_3 ainsi que 2 à 3,5 % de Na_2O et 1,75 à 6,5 % de K_2O .

Les parties riches des gisements américains de lépidolite, avec 3,9 à 5,9 % de Li_2O , ont de 11 à 14 % de K_2O .

Mais les parties riches des gisements sont assez rares, et le plus souvent la teneur moyenne, en Li métal, n'est que de l'ordre de 1 %.

La question peut donc se poser de voir s'il n'existe pas d'autres corps simples susceptibles de produire du lithium. Or ces métasomatoses sont fréquentes en biologie et on arrive à constater que beaucoup de corps, dits simples, sont en fait des composés du lithium, qui est un des éléments les plus importants de la nature.

REMARQUES GENERALES. -- Le lithium, dans les minerais principaux, est lié au sodium, au potassium, au phosphore.

Or par des recoupements nous sommes arrivés à établir que :

Na --> Li + O

K --> Li + O_2 (ou comme O_2 --> S)

--> Li + S

P --> Li + Mg

Autrement dit le lithium se trouve en composition nucléonique

avec d'autres corps, et notamment avec O pour donner Na, très abondant dans le sol et surtout la mer.

Mais là où il n'y a pas O, Li est plus abondant ; aussi est-il démontré que dans l'ionosphère le rapport Li/Na est 100 fois plus élevé qu'au niveau du sol.

Des nuages de sodium émis par des fusées ou des satellites artificiels, après avoir donné la raie jaune du sodium donnent une teinte rouge (ne pourrait-ce être la raie rouge du lithium ? par la réaction inverse : $\text{Na} \leftrightarrow \text{O} \rightarrow \text{Li}$).

De même, tout en hauteur, les aurores boréales sont rouges ; les franges sont jaunes : le lithium entré en contact avec l'oxygène est devenu sodium ? C'est là du moins une hypothèse.

La présence de lithium dans l'univers n'est pas seulement attestée par le fait que dans les plus hautes traces de notre stratosphère, le rapport Li/Na est 100 fois plus élevé qu'à la surface de la terre, mais on sait que certaines étoiles semblent être surtout du lithium, avec 100 atomes de lithium pour 1 d'hydrogène. Ce qui a fait dire que le stade hydrogène pouvait être suivi du stade lithium ; ceci suppose des réactions nucléaires qui ne peuvent, en aucun cas, rentrer dans le cadre de la nouvelle propriété de la matière que j'ai mise en évidence.

*
* *

Autres « frittages » du lithium.

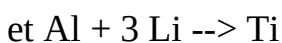
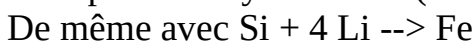
Le noyau du lithium paraît « fritté » avec d'autres noyaux pour donner quelques métaux ; ceci sera vu plus en détail au chapitre métallogenèse ».



L'alumine se forme en surface, par $\text{Si} \leftrightarrow \text{H} \rightarrow \text{Al}$, tandis que le « clivage » du potassium du feldspath, du mica, donne Li et $\text{Al} + 3 \text{Li} \rightarrow \text{Ti}$

Dans le kaolin, la bauxite, riches en Al, on aura donc une proportion non négligeable de Ti.

Li peut aussi se fritter avec Si pour donner Fe, de sorte que Fe, Al, Si sont mélangés et c'est pourquoi le plus souvent l'argile est teintée par des oxydes de fer (ainsi que la bauxite, la latérite...).



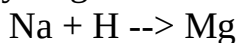
on retrouve les associations du minéral appelé ilménite. On voit aussi que Fe et Cu peuvent être ensemble. Ces exemples seront développés.

*
* *

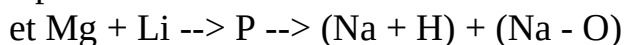
En biologie.

Nous avons noté les relations telles que $\text{Na} + \text{O} \rightarrow \text{K}$ chez les travailleurs exposés aux fortes chaleurs.

L'oxygène pourrait venir de la dissociation de la molécule d'eau; les énergies mises en jeu sont, ici, de l'ordre de 4 électrons-volts. L'hydrogène de l'eau se « fritte » aussi avec Na pour donner



Mais l'organisme peut également « fabriquer » son phosphore à partir de $\text{Na} - \text{O} \rightarrow \text{Li}$



(et remarquons que $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{Ca}$; P et Ca sont donc liés à Mg, qui est un stade intermédiaire, régulateur ; si Mg est en trop, il est excrété -- et les mesures ont montré que dans 80 % des cas il y a excédent de Mg excrété par rapport à Mg ingéré.

Na (du plasma) semble être l'origine de Li chez l'animal supérieur, mais il apparaît que les bactéries, dans les roches, le prennent surtout dans K, et les réactions de métallogenèse aussi, utiliseraient essentiellement Li, venant de K.

Recherches de fabrication de lithium.

Ce tour d'horizon, d'après les lois auxquelles je suis arrivé, vérifiées sur l'homme, des animaux, des plantes (y compris par l'intermédiaire d'algues, de bactéries -- par exemple les bactéries du salpêtre, de la « maladie » de la pierre des monuments, qui réalisent $\text{Ca} - \text{H} \rightarrow \text{K}$ et $\text{Ca} - \text{O} \rightarrow \text{Mg}$) permet de suggérer des moyens de réaliser les clivages qui donneront Li. On a vu que Li est, dans plusieurs types de minerais, lié à la fois à K, à Na et à P.

Il est peut-être aussi lié à Cl. ($\text{Cl} \rightarrow \text{Si} + \text{Li}$), et à F ($\text{F} \rightarrow \text{C} + \text{Li}$).

Les forces de liaisons ne sont pas encore connues.

La réaction à partir de Na est peut-être la plus facile, mais réversible, à moins d'absorber O, je ne sais pas si la séparation sera possible.

La réaction qui, à première vue, apparaît la meilleure est celle de l'irradiation sous vide, de K (on trouvera $\text{K} + \text{S}$) ? ; S est un noyau assez gros, de stabilité suffisante ; une faible irradiation doit donc séparer Li sans « disloquer » S en O_2 ; il n'y aura pas de combinaison chimique.

J'ai en souvenir -- sans m'en rappeler l'origine -- que Mme Curie, vers 1939, aurait fait une communication à l'Académie des Sciences, où, par bombardement de K par des photons elle aurait obtenu Li ; je ne l'affirme cependant pas, n'ayant pu retrouver cette référence (il faudrait probablement des rayons X courts ou des γ).

Mais, pour le moment, si les réactions de métasomatose de Li avec O (Na) et O₂ (K) semblent attestées par de nombreuses observations sur les animaux, l'homme, les plantes et en minéralogie, de même que Li conduirait à P, par contre je ne dispose d'aucune mesure, d'aucune observation, pour établir un lien entre Cl et Li ; c'est seulement une déduction, à partir des formules, avec cependant le rapprochement entre la constance du Cl dans l'organisme, où il est lié à Na, chimiquement ; mais je pense qu'on a plutôt $\text{Cl} ::= \text{Na} + \text{C}$.

De même je n'ai aucune observation pour le lien de F et de Li, qui se déduit des formules, mais n'est pas à rejeter, puisque dans les minerais on retrouve ce lien de Li à F.

Cette vue résumée n'épuise pas les possibilités théoriques, puisqu'on voit que le carbone 14 est $2.\text{Li}7$.

Mais les notions ci-dessus peuvent constituer un cadre pour orienter les recherches de fabrication du lithium à partir de produits nombreux, abondants, bon marché, faciles à obtenir avec une assez grande pureté.

*
* *

Application à la géologie.

Le rôle du lithium nous apparaît considérable dans la structure du noyau de l'atome, bien que jamais nous n'ayons pu trouver de réaction où Li apparaisse libre.

Il semble n'intervenir que comme « sous-noyau » migrant, toujours lié à un autre noyau, et il ne serait « libre » que fugace, le temps très court où il passe d'un noyau à l'autre. Il se trouve donc toujours en réaction couplée, et jamais décelable par la chimie, ce qui fait que son rôle n'avait pas été vu.

Or la convergence de nos recoupements montre sa présence, comme partie migrante, dans une foule de réactions.

Nous ne pouvons pas ici faire un exposé complet à son sujet, car il y aurait des redites, le présent ouvrage ne lui étant pas exclusivement consacré. On verra son rôle capital dans les chapitres sur la métallogénèse, sur l'iode, le phosphore, etc.

Remarquons qu'en France, le lépidolite de Saint-Sylvestre (Nord d'Ambazac - Hte-Vienne) est dans la granulite, où il y a du potassium (dans le feldspath et le mica), potassium dont l'origine pourrait être

le lithium, qui n'est pas encore complètement « fritté » à deux noyaux d'oxygène.

Un lépidolite américain a la composition suivante :

Li O₂ de 3,9 à 5,9 %

Al₂ O₃ de 22 à 29

Si O₂ de 49 à 52

K₂ O de 11 à 14

F₂ Ca de 2 à 3

F₂O MnO de 0 à 5,4

(Ici aussi, en passant, relevons que Fe et Mn sont liés, ce qui sera vu à un chapitre spécial).

Mais surtout, en plus du silicate d'alumine il y a du potassium et du lithium, association qui, à mon avis, est en fait une filiation. Le lépidolite français est fluosilicate :

Si₃ O₉ Al₂ (Li, K) 2 (F, OH)₂

et on voit ici encore l'association Li, K (mais aussi de F).

Ce minéral me semble donc d'origine terrestre, de formation consécutive à la « solidification » de la croûte archéenne, où l'azote a donné N₂ --> Si, et N₂ ou Si --> C + O, d'où la naissance de l'oxygène, tandis que Si perdant H donnait Al, d'où l'hydrogène.

Il semblerait donc que la masse d'azote, qui serait à l'origine de la terre, contenait aussi du lithium (ou plutôt « baignait » dans du lithium interplanétaire), et dès la naissance de l'oxygène (qui n'est qu'un « fils » de l'azote, et c'est pourquoi les deux sont en mélange dans l'atmosphère), il y aurait eu « frittage » du lithium avec l'oxygène, soit avec un ou avec deux noyaux d'oxygène, pour donner respectivement le sodium, le potassium, ou les deux en mélange (de sorte que beaucoup du lithium primitif... est dans la mer, sous forme de sodium, tandis que, au-delà de l'atmosphère, au-delà de l'oxygène, le lithium l'emporte sur le sodium, et c'est dans l'espace au-delà de l'ionosphère actuelle, qu'est la source de lithium ?).

L'amblygonite, fluophosphate d'Al, de Li, Na et K, de Montrebas, donne à l'analyse :

Li O₂ 8 à 10 %

F 2 à 11

P₂ O₃ 47 à 49

Al₂ O₃ 33 à 34,5

Na₂ O 2 à 3,5

K₂ O 1,75 à 6,5

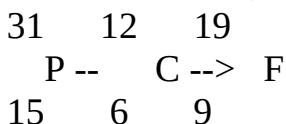
donc ici Na et K sont réunis et totalisent de 3,75 à 10 %.

A remarquer que ce gisement se trouvait dans un filon stannifère, et nous voyons au chapitre de l'étain ses liens avec le lithium.

La présence de lithium dans les minerais phosphatés (triphylline, amblygonite) recoupe nos observations sur la formation du phosphore organique, à partir de Mg.

Mg + Li --> P

Il y a aussi du fluor, qui, théoriquement, peut venir du Cl par la réaction $\text{Cl} \rightarrow \text{O} \rightarrow \text{F}$, de sorte que dans les gisements d'origine marine on aura P et F, mais ce ne sont que les rapprochements qui se présentent à l'esprit, aucune expérience n'ayant encore été faite et on peut hésiter sur l'origine du fluor, qui n'est peut-être qu'une formation ultérieure, au détriment de P, suivant la réaction :



Certains micro-organismes puisent leur carbone dans le phosphore ; mais c'est peut-être aussi le lithium qui a donné F : $\text{C} + \text{Li} \rightarrow \text{F}$, car dans l'os et les minerais de phosphates on trouve F et P, mais aussi, ceci est prouvé dans l'os, il y a F, P et Li associés.

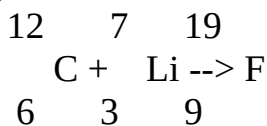
Quant au lien entre Mg et Li, on le recoupe en outre par les constatations ci-après :

-- il y a analogie complète entre les sels de Li et de Mg.

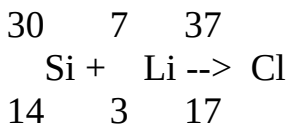
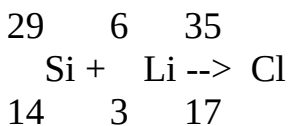
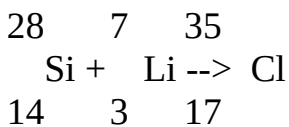
-- par exemple les sels de Mg et de Li ont en commun la déliquescence de leur chlorure et de leur azotate, l'insolubilité de leur phosphate, la non existence de bicarbonate ni d'alun.

Le lithium et les halogènes.

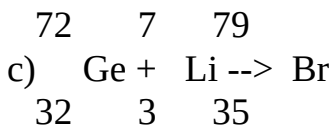
a) nous avons vu

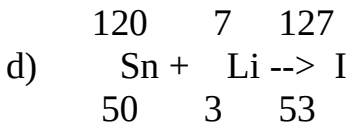
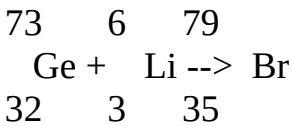
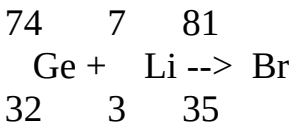


b) mais on a aussi N_2 , ou Si ou $(\text{C} + \text{O})$ qui sont isomères et



(le Cl 36 est impossible, car impair-impair, donc instable)





Ainsi, tous les halogènes peuvent venir du lithium.

Ce n'est cependant qu'une possibilité, d'après mes réactions. Seule la production d'iode a pu être recoupée pour le moment et on se reportera au chapitre étain - iode.

Je signale cependant que le brome se trouve surtout dans les fucus, varechs fixés sur des roches schisteuses et on pourrait rechercher si dans ces roches, support des varechs qui découvrent à chaque marée basse, il n'y a pas une teneur appréciable en germanium, car le germanium se retrouve aussi dans les algues, à la zone stipifrontale de laminaires.

Remarques sur quelques compositions isotopiques.

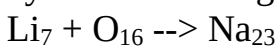
Les règles d'incompatibilité que j'ai montrées dans mon premier ouvrage permettent de vérifier qu'elles s'appliquent bien au lithium.

a) $\text{Li} + \text{O} \rightarrow \text{Na}$

Il ne peut y avoir que Na^{23} , j'ai dit pourquoi.

Par contre on a Li^6 et 7 , O^{16} , 17 et 18 .

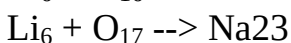
Voyons les « frittages » possibles, de nuclides stables



$\text{Li}_7 + \text{O}_{17}$ instable : impair-impair, car Na^{24} aurait 11 p + 13 n (p : proton ; n : neutron)

$\text{Li}_7 + \text{O}_{18}$ impossible, car 3 neutrons de plus que de protons (voir les schémas du premier ouvrage)

$\text{Li}_6 + \text{O}_{16}$ instable (impair-impair : 11 p + 11 n)



$\text{Li}_6 + \text{O}_{18}$ instable

Donc la réaction $\text{Li} + \text{O} \rightarrow \text{Na}$ est bien cohérente.

On ferait un tableau analogue avec 2 noyaux oxygène pour avoir K (39 et 41 sont stables) et là aussi l'ensemble est cohérent.

b) $\text{Mg} + \text{Li} \rightarrow \text{P}$

Il ne peut y avoir que P_{21} de stable, et on a :

Li_6 et 7, $Mg_{24, 25}$ et 26

$Li_7 + Mg_{24} \rightarrow P_{31}$

$Li_6 + Mg_{25} \rightarrow P_{31}$

Les autres frittages sont impossibles :

$Li_6 + Mg_{24}$ impair-impair : 15 p + 15 n

$Li_6 + Mg_{26}$ id. : 15 p + 17 n

$Li_7 + Mg_{25}$ id. : id.

$Li_7 + Mg_{26}$ impossible, car 3 n de plus que p

Signalons ici qu'il n'existe, pour le moment, aucune certitude sur l'ordre des réactions de cosmogénèse : le noyau Na contient Li + O, mais nous ne pouvons nullement affirmer qu'il n'y a eu que cette origine pour Na ; on peut très bien penser que Na est venu de Mg, réaction réversible, et nous avons vu que Mg a pu venir aussi de C + C (réalisée à l'accélérateur de particules), les isotopes 12 et 13 de C donnant les isotopes 24, 25 et 26 de Mg.

Ce serait Mg du « Sima », cette couche profonde de la terre qui pourrait être à l'origine de Na ; ce Mg du sima viendrait de la masse gazeuse d'azote (ou d'ammoniac) qui précéda le stade de solidification, N_2 devenant Si, et $Si \rightarrow C + O$. donnait C qui s'accrochant à lui-même donnait Mg, tandis que O, libéré, entrait en combinaison chimique pour former un silicate de Mg.

C'est en surface seulement (pression moindre ? que Si pouvait perdre H pour donner Al (Sial) et dans le Sima c'est essentiellement Si et Mg, avec probablement du fer (silicate double de Fe et Mg == péridotite).

Nous avons vu dans le premier ouvrage ces deux figurations isomères de Na, une seule étant liée à Li, dans la figuration donnée ; en fait (fig. 2), cette distinction est purement graphique.

Il est vrai qu'on peut aussi lier Li à C, puisque

$2 Li_6 \rightarrow C_{12}$ et $Li_6 + Li_7 \rightarrow C_{13}$ ($C_{14} \rightarrow 2 Li_7$ est instable, car impair-impair). C'est dire qu'en fait ces diverses constructions sont liées et nous retrouvons le lithium comme un des « sous-noyaux » de base et dans nos figurations des noyaux données dans notre premier ouvrage on remarquera que le carbone est le résultat du couplage électrodynamique (?) de deux planétaires, chacun de ceux-ci étant un noyau lithium (et deux noyaux de carbone se couplant par un champ électromagnétique (?) constituent le noyau magnésium ; si celui-ci perd H, il reste Na, s'il prend O, c'est Ca, s'il prend un autre planétaire Li, c'est P.).

La présence du lithium dans les plantes a été signalée également (Grandeau-Ann de Phy. et Chim. 1863) associé à Rb et K, et il semble bien que c'est là une production endogène. Le lien rubidium-lithium se retrouve dans le lépidolite.

Le professeur Desgrez (C.R.-Acad. - Sc. t. 185 p. 160 - juillet 1927)

a fait remarquer que le lithium était associé au phosphore dans la matière organique (dents, sang, os, etc.) et non réparti d'une façon quelconque. Le lithium des animaux, se trouvant ainsi avec le phosphore, est un recouplement de plus en faveur de ma réaction $Mg + Li \rightarrow P$, montrant bien que c'est par Li que Mg est lié à P et j'ai signalé dans mon premier ouvrage que toujours P est lié à Mg : si l'organisme excrète plus de Mg qu'il ne reçoit, il excrète aussi plus de P, et inversement ; ce qui montrait que P était une émanation de Mg, et nucléoniquement la différence entre eux ne pouvait être que Li ; les travaux du Professeur Desgrez confirment aussi que P et Li sont associés, et on trouve Li, non transmuté, près de l'opération achevée : la présence de P. Cette observation rejoint celle relative à la composition du minerai, l'amblygonite, où le phosphore peut représenter environ 4 à 5 fois la quantité de lithium associé et c'est ce faisceau convergent qui m'a conduit à proposer la relation :



puisque nucléoniquement il ne peut en être autrement, d'après mes réactions, ainsi recoupées ; mais l'organisme dispose d'une autre voie pour produire P et ceci sera vu à propos du phosphore.

En tout cas, mes réactions montrent que Li est en fait abondant, mais pas sous forme chimique, et comme des réactions nuclido-biologiques se font avec Li, sa production, par des bactéries spécifiques est à rechercher car il y aurait là en outre une voie nouvelle ouverte à la métallogenèse, les principaux métaux étant composés avec Li, venant de K le plus souvent. Ce serait un bouleversement profond de notre avenir, pour les métaux rares notamment : j'ai constaté des résultats certains, donc l'action certaine d'un enzyme spécifique, mais pour le moment je n'ai pas fait de recherches pour l'identifier et il semble que le plus facile sera d'isoler la bactérie qui produit aussi cet enzyme et qui doit se trouver dans les minerais où on constate ces réactions nuclido-biologiques.

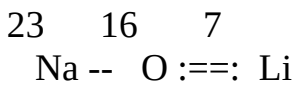
*

* *

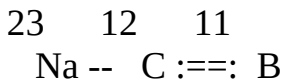
Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que l'atome de lithium, qui est le solide le plus léger -- plus léger même que presque tous les liquides, de peu supérieur à la moitié de la densité de l'eau, est celui qui a le plus petit rayon ionique et de loin --; de plus c'est celui qui, par rapport à l'électrode à hydrogène, a le potentiel négatif le plus bas (-- 3,024 v., d'après les mesures de L.-C. Vincent). C'est donc le plus énergique réducteur, et, ionisé, c'est un ion fortement positif, puisqu'il y a alors 3 protons pour 2 électrons ; à part l'hydrogène ionisé, il ne peut donc y avoir d'ion aussi électro-positif ; n'y a-t-il pas là des propriétés en rapport avec le rôle important du lithium dans certaines transmutations? car c'est lui aussi qui a l'énergie de liaison par nucléon la plus faible ; sa chaleur spécifique est plus grande que celle de l'eau, et comme il est liquide entre 180 et 1360° C il peut constituer un échangeur de chaleur sans

pareil : 1 g de Li peut évacuer 1 200 calories ; il est très supérieur à ce point de vue à K qui bout à 760° C mais ces métaux alcalins fondus sont très corrosifs.

Il est possible d'envisager deux modes de « clivage » du noyau de sodium :



et



d'autant plus que ces trois éléments se trouvent parfois réunis dans la nature. C'est ainsi que Keith et Degens (1959) ont trouvé que B et Li sont plus abondants dans les sédiments marins que dans ceux des rivières. Mun et Tonkonogaya (1962) ont remarqué aussi une corrélation entre Li et la salinité de nombreux lacs.

D'après G. Ataman (Rev. de l'Institut. Franç. du Pétr., sept. 1964) il y aurait 100 fois plus de Li dans l'eau de mer que dans l'eau douce.

Le lien de Li avec Na résulte aussi des travaux de A.-R. Timms (Transactions of the New York Academy of Sciences, juin 1964) qui a étudié, *in vitro*, sur le muscle, le remplacement de Na par Li dans la solution physiologique nutritive. Il semble que Na est indispensable pour le métabolisme du glucose, tandis que Li inhibe ce processus.

Les activités électriques et mécaniques du muscle s'arrêtent pendant 5 à 6 mn, puis suit une période de 50 à 60 mn où ces activités reprennent progressivement. On constate en même temps que K diminue, tandis que Na augmente et il y a diminution de l'oxygène.

L'interprétation classique de ce phénomène n'a pas été possible, bien que de nombreux chercheurs se sont penchés sur lui.

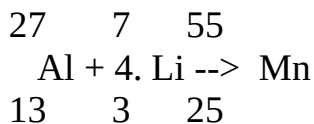
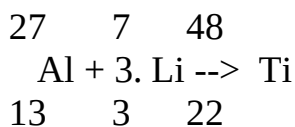
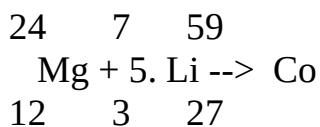
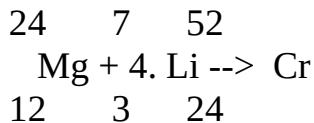
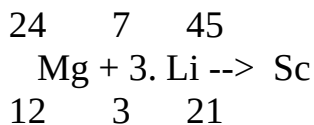
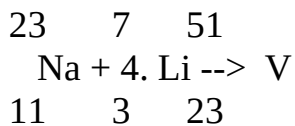
Nous pouvons émettre une hypothèse ; le lithium stoppe toute activité du muscle pendant 5 à 6 mn ; il y a une consommation anormale d'oxygène qui se produit car celui-ci diminue. Ne peut-on l'expliquer par la réaction Li Na? Et quand il y a suffisamment de Na l'activité reprend. L'oxygène diminue, mais pourrait aussi être fourni en partie par K, qui, perdant O devient Na, de sorte que K diminue ; Na augmente par cette voie, et aussi parce que cet O prélevé à K se fritterait à Li pour donner encore Na.

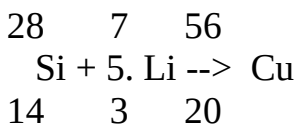
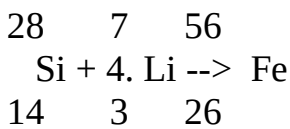
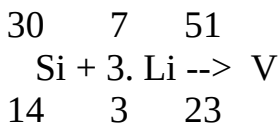
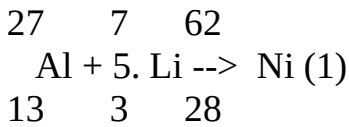
Nous voyons donc là une convergence de plus du lien entre Li et Na, dans le sérum comme dans l'eau de mer.

CHAPITRE V

METALLOGENESE

Voici un petit tableau suggestif ; il est incomplet, mais c'est pour ne pas le surcharger, et pour qu'on puisse l'embrasser d'un coup d'oeil qu'il n'y est pas mentionné les isotopes : ceux-ci seront vus, en détail, à propos de chacun des métaux du tableau ci-dessous, et on y verra la même homogénéité (quelques rares isotopes ont une autre origine).



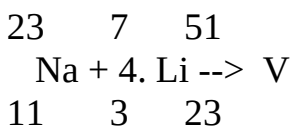


Ainsi, tous les métaux entre $Z = 20$ et $Z = 30$ pourraient être constitués avec 3, 4 ou 5 noyaux de Li satellisés autour de Mg, de Al ou de Si.

Comme nous avons vu dans notre premier ouvrage qu'en fait Al est -- et seulement cet isotope de Si -- ayant perdu un proton, tous les métaux formés avec Si_{28} , peuvent perdre ce proton, et on les retrouvera dans les constructions autour de Al. Nous reverrons ceci.

Il n'y a pas, dans cette partie de la table périodique, de métaux formés avec 1 seul noyau Li : nous avons vu qu'avec 1 seul lithion ce sont Na et K ; il n'y en a pas avec 2 noyaux Li (qui en fait serait C, en ce cas) ; avec 3 c'est un minimum, rare, avec 4 c'est une plus grande stabilité, la saturation ; avec 5 la sursaturation, rare.

Le tableau qui précède n'est pas une vue de l'esprit, un simple jeu de formules ; il y a une exception, mais elle n'est qu'apparente, car on peut aussi avoir :



mais il faut se souvenir

que : $\text{C} \rightarrow 2 \text{Li}$, que $\text{Na} \rightarrow \text{Li} + \text{O}$,

que : $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O} \rightarrow 2 \text{Li} + \text{O}$

donc : $\text{Na} + 4 \text{Li} \rightarrow \text{Li} + \text{O} + 4 \text{Li} \rightarrow 5 \text{Li} + \text{O}$

et : $\text{Si} + 3 \text{Li} \rightarrow 2 \text{Li} + \text{O} + 3 \text{Li} \rightarrow 5 \text{Li} + \text{O}$

d'où : $\text{Na} + 4 \text{Li} \rightarrow \text{Si} + 3 \text{Li}$.

Ce sont en fait des isomères et nous reverrons ceci à propos du vanadium.

(1) Nous verrons plus loin les autres isotopes, avec Li6 .

Il ne s'agit donc pas de voir par esprit de système partout du lithium, on constate qu'il ne peut en être autrement, ce qui montre le rôle important du lithium dans la métallogénèse.

Aluminium -- Nous avons vu comme composants « centraux » autour desquels tournent Li, le magnésium et le silicium. Disons un mot du troisième, l'aluminium.

La formation d'aluminium est restée une énigme pour beaucoup de géologues.

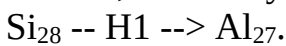
Ex. Chronique minière -- L'Usine Nouvelle, 28-1-60. « Les terres réfractaires de Bretagne 175.

Il est bien fait mention que les teneurs en alumine diminuent progressivement en profondeur... mais nous n'en voyons pas la raison... »,

Dans la même étude.

« ... en Bretagne, on est en présence de gisements formés *in situ*, aux dépens des schistes siluriens que les eaux d'infiltration ont altérés jusqu'à une certaine profondeur .. Cette altération reste superficielle et ne dépasse que rarement une dizaine de mètres de profondeur... ».

En fait on en trouve jusqu'à 30 m. au plus, mais toujours cette formation de terre alumineuse, de kaolin, est faite *in situ*, et plus on descend, moins il y a de Si devenu Al par la réaction

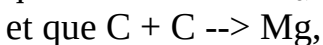
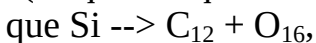


C'est donc une « altération » liée à l'air, aux infiltrations d'eau superficielle, et c'est là une raison possible de la diminution de la teneur en alumine en profondeur : cette formation d'alumine peut être due à des bactéries !

Nous aurions là encore un exemple de passage d'un métal à un autre, sous nos yeux, par des bactéries qui prélèvent H ; on le voit aussi sur certaines pierres de monuments, dont le granite se kaolinise.

Rappelons encore que, de nos jours, on assiste à la formation de Mg, à partir de Ca (Ca -- O) : c'est la dolomitisation.

Notons, en passant, que puisque C₁₂ peut perdre H pour donner B₁₁ (ce qui fait que Al --> B₁₁ + O₁₆,



on peut trouver mélangés Mg et B, ou combinés chimiquement. C'est le cas à Stassfurt où on a, mélangé au chlorure de Mg, un borate de Mg, donnant la boracite (2 B₈ O₁₅ Mg₂, C₁₂ Mg).

Les métaux compris entre Z 20 et Z 30. (1).

Les métaux de nombre atomique Z compris entre 20 et 30 peuvent donc être formés de noyaux de Mg, Al ou Si autour desquels gravitent 3, 4 ou 5 lithions ou noyaux de lithium.

Si, dans ma figuration du noyau des atomes, deux noyaux de lithium accolés donnent du carbone (sauf 2 Li, qui est radioactif), on peut seulement constater cette construction théorique, mais il n'apparaît pas que la Nature ait fabriqué le carbone à partir du lithium, ni qu'inversement elle puisse briser le noyau carbone pour avoir du lithium : j'ai montré que le carbone devait être formé de deux planétaires, chacun étant un lithion, couplés électrodynamiquement, c'est-à-dire avec une énergie inaccessible à la biologie, et seules les énergies de la physique nucléaire pourraient -- peut-être, car c'est pure spéculation -- briser un noyau en détruisant les couplages que j'ai appelés électrodynamiques (voir premier ouvrage) ; *les modifications nucléaires ne peuvent porter que sur la séparation de « sous-noyaux » couplés (électromagnétiquement?) par une interaction faible.*

Cela semble vrai aussi pour toutes les forces physiques mises en oeuvre en géologie : elles sont incapables de séparer les planétaires des noyaux tels que je les figure, mais peuvent, comme les forces biologiques, agir sur les « noyaux migrants », « enfilés » sur un même champ électromagnétique. Autrement dit nos réactions sont valables aussi en géologie, comme en biologie, et n'ont rien à voir avec les énergies que calcule la physique nucléaire classique.

C'est pourquoi les réactions de métallogenèse se sont faites là où le lithium était « accessible », lié simplement par un champ électromagnétique. L'origine de Li sera le plus souvent là où un seul lithion est couplé électromagnétiquement avec d'autres « noyaux primaires ». C'est le cas de Na ($\text{Na} \rightarrow \text{Li} + \text{O}$) et de K ($\text{K} \rightarrow \text{Li} + 2\text{O}$).

Il faudra donc dans la roche, outre le noyau Mg, Al ou Si, des composés chimiques de Na ou de K, pour pouvoir y puiser Li. Il n'y a pas lieu d'exclure la capture de lithions à partir d'autres composés de Li, par exemple à partir du fer, comme nous l'avons vu dans la genèse du granite. Ceci montrerait seulement que la réaction est réversible, suivant les cas, et si Li avec Si peut donner du fer, la réaction inverse est possible aussi, le fer perdant Li devenant Si ($\text{Si} + 4 \text{Li} \rightleftharpoons \text{Fe}$). Mais nous avons à considérer la formation des métaux en nous souvenant que la perte de Li par Fe est nécessairement une réaction postérieure à la genèse de Fe, car le silicium a précédé le fer en cosmogenèse. Cela suppose bien entendu que la

(1) J'exclus le zinc ($Z = 30$), pour l'instant, car je n'ai pas trouvé de recoupements assez sûrs pour déterminer laquelle des deux voies possibles est probable, dans le cadre du même processus ; la production endogène par les animaux -- et certaines plantes -- paraît vraisemblable, plus sensible par certains coquillages (huître par exemple).

masse gazeuse qui a précédé la « solidification » de la terre était de l'azote ou de l'ammoniac, ce que je considère comme probable, en accord avec mes réactions ; mais il est aussi facile de les faire accorder avec, au départ, une masse de fer, par la réaction sus-indiquée !...

mais d'où serait venu ce noyau de fer, le « nifer » ?

Nous allons passer en revue les métaux de nombre atomique compris entre 20 et 30 pour montrer rapidement que nos réactions sont bien en accord avec diverses observations, notamment avec leur minéralogie.

Scandium -- Il n'a pas d'isotope stable et il y a 100 % de Sc_{45} . C'est un métal rare, sans grand intérêt pratique (pour le moment) et nous n'insisterons pas ; il accompagne souvent les terres rares et est considéré comme ayant des propriétés de transition.

Chrome -- Son minerai est parfois un chromate de plomb, mais le plus abondant est la chromite de fer FeO , CrO_3 .

Presque tous les gisements exploités ont :

entre 10 et 25 % MgO

de 10 à 20 % Al_2O_3

de 15 à 30 % $FeO + Fe_2O_3$

Or, d'après mes réactions, le chrome est composé de : $Mg + 4. Li$, et on voit qu'en effet Mg est bien présent dans le minerai.

Il se produit avec $4. Li$; le fer, avec $4. Li$ aussi, mais autour de Si , a donc une composition un peu similaire : il faut que des groupes de $4. Li$ puissent se satelliser. Ceci suppose la présence de potassium dans la roche, et il s'y trouve en général.

Pour l'aspect isotopique : il y a 83,78 % de Cr_{52} , qui viennent de $Mg_{24} + 4. Li_7 \rightarrow Cr_{52}$.

Les 9,53 % de Cr_{53} , sont produits par frittage avec Mg_{25}

Les 2,3 % de Cr_{54} Mg_{26}

Quant aux 4,49 % de Cr_{50} ils viennent de Mg_{24}
avec $2. Li_7 + 2. Li_6$.

Cobalt -- Ses minerais sont l'arséniure (smaltine) ou le sulfoarséniure (cobaltine).

Souvent Co est associé à Ni et Fe . On trouve également associés Ca et Mg ainsi que As , S , Al .

Il n'a pas d'isotope stable et il y a 100 % de Co_{59} . Les constructions avec $5. Li$ sont rares, d'où la rareté du cobalt.

Il est parfois associé à Al et à Ni , et ceci s'explique par notre réaction qui fait que Ni , bâti autour Al , l'est aussi avec 5 lithions, comme le cobalt (et le cuivre - on remarquera qu'une formation géologique comme au Katanga et ses abords, est riche à la fois en Cu et en Co).

Les recoupements confirmant notre réaction sont donc convergents ; aucun n'est contraire.

Titane -- Le titane est relativement abondant, mais dispersé et il est surtout extrait de sables côtiers, où par lévigation, s'est déjà opérée une concentration naturelle.

Ses minerais sont le rutil (Ti O₂), et surtout l'ilménite (Ti₂ Fe), ou l'ilménorutil.

Deux lots de minerais du Tanganyika ont donné à l'analyse

Fe == 58,70 % 56,40

Ti == 8,1 8,1

Le fer est sous forme de magnétite : 65 à 68 % des oxydes, mais aussi lié au titane : Fe + Ti.

Dans les sables côtiers (Sénégal par exemple) la lévigation a procédé à une concentration et on peut avoir (deux analyses)

Ti O₂ 43,75 % 44 %

Fe O 40,01 35,53

Al₂ O₃ 4 6,19

Mg O 3,11 0,18

Mn O 0,23 2,98

Si et Al sont dans les granites ou gneiss d'origine ; il y a donc, avec Li, la possibilité de formation simultanée de Fe et de Ti.

Puisqu'on le trouve lié à Al, on constatera sa présence dans le kaolin par exemple, silicate d'alumine « pur », où les impuretés sont avec K₂O (qui apporte Li), le fer et le titane.

Il y a 73,45 % de Ti₄₈ (Al₂₇ + 3. Li₇) ; 7,94 % de Ti₄₆ qui vient de ce que, sur les 3 noyaux de Li, il y a 2. Li₆ et 1 Li₇ ; 7,75 % de Ti₄₇ constitué avec 1. Li₆ + 2. Li₇.

Manganèse -- Pas d'isotope. Sa composition est la même que celle du fer qui aurait perdu un proton. Nous reverrons Mn avec Fe, car on ne peut trouver Mn que venant de Fe, et nous réservons à celui-ci un chapitre spécial du fait de son importance.

Nickel -- Il y a peu de Ni₆₂ (3,7 %). Les isotopes les plus abondants seraient dus à ce que sur les 5 lithions il y aurait un mélange de Li₆ et Li₇.

Ni₅₈ --> Al + 1. Li₇ et 4. Li₆ (67,7 %)

Ni₆₀ --> Al + 3. Li₇ et 2. Li₆ (26,2 %)

Quant à Ni₆₁ (1,2 %) il peut venir de 4. Li₇ + 1. Li₆.

Le minéral peut être un arséniure, mais le plus abondant est la garniérite, silicate hydraté de Mg et Ni :

4 (Ni, Mg) O, 3 Si O₂, 6 H₂O

Celle de Nouvelle Calédonie donne à l'analyse :

Ni	O	7 %
Ca	O	0,11
Fe ₂	O ₃	13,50
Al ₂	O ₃	0,8
Mg	O	23,50
Si	O ₂	45,50

On trouve aussi de la pyrrhothine (Canada) qui est une chalcopyrite nickelifère, avec 5 à 7 % Ni. On voit ici le lien Cu - Ni, tous deux bâtis avec 5 Li.

Dans la garniérite, le fer vient de Si et le minerai est en général sous une couverture d'argiles ferrugineuses.

Nota : Il est possible que le nickel fasse exception, et, comme le cobalt, soit associé à Mg, mais avec 2.0 au lieu de Li (et 2.0 est isomère du soufre) ; en se rappelant que les « frittages » de 2.0 sont stables pour les isotopes 16 + 16, 16 + 17, 17 + 17, 18 + 18, qu'on a aussi Mg₂₄, 25 et 26, on voit qu'on a les divers isotopes de Ni, qui serait l'isomère de Mg + S.

Je crois cependant que c'est plutôt avec Li qu'il faudrait rechercher sa genèse, car il y a plus de recoupements en ce sens. Devant la rareté de Ni, je ne pense pas que son noyau résulte du frittage de deux noyaux d'isotopes du silicium, assez peu abondants ; on aurait bien 2. Si₂₉ --> Ni₅₈ et 2. Ni₃₀ --> Ni₆₀ qui représentent 94 % du Ni ; cette origine n'expliquerait pas la présence des Ni 61 et 62, sauf si ceux-ci résultent d'une occlusion postérieure de neutrons.

Vanadium -- Presque tout est du V₅₁ il y a seulement 0,23 % de V₅₀, car c'est un impair-impair, instable, radioactif.

Le V₅₀ serait dû au Si₂₉, au lieu de Si₃₀. Ces isotopes du silicium sont assez rares, et la construction avec 3 Li étant rare aussi, le vanadium ne sera pas un métal courant.

Une remarque a été faite ci-dessus à propos de la composition nucléonique du vanadium, car si cette composition s'explique par Si₃₀, il est équivalent de dire que son origine est Na.

Il semble même que, pour l'instant, la voie la plus sûre pour l'obtenir, est la voie biologique, qui permet de « fabriquer » du vanadium à partir du sodium.

Ceci est réalisé par les tuniciers, et notamment par la variété ascidies, qui a le meilleur « rendement » ; son poids sec contient 0,6 % de V ; elle l'utilise comme pigment respiratoire ? (de même que les mammifères fabriquent le fer de leur hémoglobine et que des céphalopodes fabriquent le cuivre de leur sang).

Dans les holothuries, qui fabriquent du vanadium, celui-ci se substituerait en partie au phosphore, d'où sa présence dans des sédiments à holothuries, liés au pétrole (surtout au Mexique et au Venezuela) ; de sorte qu'il se retrouve dans ces pétroles et, ne brûlant pas,

restera dans les suies que l'on retire par ramonage des cheminées de navires chauffés au mazout (moyenne de $V = 2,5$ % des suies).

Dans les minerais il se trouve surtout dans la ségrégation de roches basiques.

La carnotite par exemple peut contenir jusqu'à 16 % de K (d'où viendrait Li).

Mais son lien avec le silicium apparaît aussi dans certains minerais où il est associé à l'ilménite, à des magnétites ; dans le minerai le plus important, la patronite, il est sous forme de sulfure, et lié à un peu de nickel.

(exemple : $S = 58,79$; $V = 19,53$; $Ni = 1,87$).

On peut le trouver avec des sulfures de fer et de nickel, et avec un peu de titane, avec des minerais de radium ou d'uranium.

La roscoélite est un vanadosilicate d'Al et de Mg, mica où une partie de Al est remplacée par V, avec jusqu'à 16 % de V.

Il se trouve également (vanadinite) lié au plomb ;
exemple :

anhydride vanadique	16,50
chlorure Pb	7,40
oxyde Pb	53,20
oxyde Cu	2,80
Si O ₂	14,6

Ainsi la « double appartenance » Na et Si apparaît, à l'échelle chimique, mais nous avons vu qu'en nucléonique ceci conduit à des isomères. L'appartenance à Si explique qu'on peut le trouver mêlé au fer : 0,1 %, ou moins, dans les hématites, minerais oolithiques (minettes...) ; parfois cependant on trouve des minerais oolithiques à 1 % de V ; on peut aussi le trouver dans le charbon, celui-ci venant également de Si.

La recherche d'une production industrielle de vanadium pourrait débiter par l'identification de l'enzyme -- ou des micro-organismes -- qui provoque sa genèse chez le tunicier.

On remarquera aussi que V et Cr sont bâtis avec 4 lithions, le premier autour de Na, le second autour de Mg, qui est $Na + H$; V et Cr ne diffèrent donc que d'un proton, et le passage de Cr à V doit s'obtenir, semble-t-il, par des bactéries « réductrices », à identifier, d'autres bactéries pouvant, peut-être, faire la réaction inverse.

Cuivre

Si_{28} avec 5. Li_7 donne Cu_{63} (69,1 %)

et Si_{30} conduit au Cu_{65} (30,9 %)

(il ne peut y avoir du Cu_{64} qui serait impair-impair).

Nous voyons ainsi que le cuivre est proche du fer, en ce sens qu'il a seulement 1 lithion de plus ; il pourra donc se former en

même temps que le fer, s'il y a de larges disponibilités en Li, mais plus rarement, les constructions avec 5. Li étant à la limite de la stabilité (du moins avec un noyau de 20 à 30 protons).

En fait, bien des gisements de cuivre se trouvent mêlés au fer et sa formation peut être postérieure, par une... altération de celui-ci, une « lithionisation ».

Il semble donc que la présence de cuivre peut être due à la richesse de la roche en Li, donc en K (ce serait à vérifier). Puisqu'on a $\text{Li} \rightarrow \text{K} - 2\text{O}$, on aura de l'oxygène libéré et le minerai pourra être oxydé, mais en profondeur (pression ?) cet oxygène 2O pourra se « fritter » en son isomère S, et on aura alors du minerai sulfuré. La superposition habituelle des minerais oxydés aux minerais sulfurés peut donc avoir une origine autre que « l'altération ».

Puisque Cu et Ni se font avec 5. Li, ils peuvent également être réunis ; on a alors une chalcoppyrite nickelifère.

La chalcoppyrite ou pyrite cuivreuse est un sulfure double : $\text{S Cu}_2, \text{S}_3 \text{Fe}_2$. On trouve aussi un sulfure, la chalcosine et le plus souvent un mélange de pyrite cuivreuse et de sulfure cuivreux.

La bornite, $3 \text{S Cu}_2, \text{S}_3 \text{Fe}_2$, presque toujours mélangée aux deux minerais précédents, de même que la philipsite, sulfure combiné à la pyrite de fer, montrent aussi que Cu et Fe sont liés, renforçant la suggestion d'une origine commune, ou plutôt que le cuivre émane du fer (il en est de même dans l'atacamite, Cu (OH) Cl , Cu (OH)_2 , qui accompagne la pyrite de fer) ; ce sont les diverses chalcoppyrites -- ou pyrites cuivreuses -- qui constituent le minerai le plus abondant.

Le fer l'emporte sur le cuivre et c'est pourquoi on peut se demander si Cu ne vient pas de Fe, par adjonction d'un lithion et il y aurait à rechercher si, biologiquement, cette adjonction d'un lithion n'est pas chose possible, ce qui permettrait de fabriquer du cuivre à partir du fer. Il est à remarquer que c'est une opération analogue qui donne l'iode à partir de l'étain, et ici on doit pouvoir trouver rapidement l'enzyme qui produit cet « accolement » d'un Li à Sn ; peut-être le même, ou un enzyme voisin, permettrait-il $\text{Fe} + \text{Li} \rightarrow \text{Cu}$.

On pourrait citer de multiples compositions de minerais montrant que les gisements de cuivre sont des gisements de fer (en général de l'hématite) contenant de 1 à 3 % (en moyenne) de cuivre. Mes réactions expliquent pourquoi le cuivre peut naître du fer et la présence d'oxydes et de sulfures, de cuivre et de fer.

Une voie de fabrication industrielle du cuivre pourrait s'ouvrir par la recherche de l'enzyme -- ou du micro-organisme -- qui engendre cet élément chez les céphalopodes ; on pourra aussi voir de plus près la « fabrication » du cuivre par certaines plantes -- épinards, champignons (agaric des champs : 0,02 % de Cu + Ag du poids sec - Branfield).

Il est à remarquer que la réaction paraît réversible mais c'est, probablement, un champignon ou un actinomycète qui provoque le passage du cuivre au fer, réaction observée sur les fils de cuivre des lignes électriques des pays tropicaux.

En tout cas, le lien entre fer et cuivre est net et la recherche de production industrielle du cuivre par voie biologique, à partir du fer a été mise à l'étude par une société industrielle qui a pris contact avec moi à ce sujet.

Outre une recherche de l'enzyme spécifique sécrétée par les céphalopodes, il n'est pas exclu de penser que la transmutation *in situ* du fer en cuivre est due à une bactérie qui est à rechercher à la zone de contact fer/cuivre au sein des minerais. Un enrichissement des minerais par voie biologique sera alors une des premières étapes, après avoir déterminé les conditions optimales de prolifération des cupro-bactéries (ceci est vu plus en détail dans « Transmutations à faible énergie »).

Une autre source à prospector pour la recherche des bactéries réside dans les boues de décantation des eaux de lavage des minerais ; des cupro-bactéries sulfo-oxydantes ont pu être ainsi isolées à partir de ces effluents ; toutefois ces bactéries n'ont pas été trouvées au contact des échantillons de chalcopryrite, mais dans des boues contenant du fer, du cuivre et des traces de nickel (1).

Mais nous avons vu que ce n'est ni H ni O qui lient Fe à Cu, que c'est Li, et c'est par d'autres méthodes que l'oxydo-réduction convient de faire la recherche de leur sélection.

Quand on aura déterminé quel est l'enzyme des cupro-bactéries qui provoque cette transmutation du fer en cuivre, on s'apercevra probablement que cet enzyme est très courant, puisque je suis convaincu qu'il existe dans le sang.

Si le cuivre est relativement abondant dans les globules du sang des céphalopodes, on le trouve aussi dans le sérum des mammifères.

La teneur normale sérique, chez l'homme adulte est de 110 à 140 γ pour 100 cm³ de sérum ; à la naissance il n'est que de 50 à 90 γ , mais il augmente très vite pour atteindre celui de l'adulte au 10^e jour. La maladie de Wilson, qui est une dégénérescence hépato-lenticulaire, est diagnostiquée par un très net accroissement du cuivre sérique, accroissement accompagné d'une diminution du fer. Ceci se constate aussi dans certaines anémies, des infections aiguës ou chroniques. On peut penser que la sécrétion de l'enzyme qui commande l'équilibre Cu/Fe est due au foie, car cet équilibre est perturbé par certains troubles hépatiques.

(1) Ces bactéries ne peuvent vivre ni dans Cu₂ S, ni dans Cu Fe S₂ où il y a Cu = Fe ; le fer leur est nécessaire, le cuivre est leur « déchet », qui devient toxique dès que Cu/Fe > 80 % ? -- l'exploration plus complète est nécessaire.

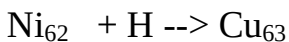
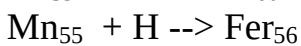
Dans le sérum, la teneur du fer et du cuivre sont à peu près égales, avec, en normale $120 \gamma \pm 20$ de fer pour 100 cm³ de sérum, tandis que chez le nouveau-né la teneur est de 170 γ pour descendre ensuite.

Ainsi, là encore, nous voyons un faisceau convergent de données montrant le lien fer/cuivre, que la médecine avait remarqué, sans voir la nature de ce lien. Un traité de médecine dira par exemple, sans plus, que l'action du cuivre « est prépondérante dans la fabrication de l'hémoglobine du sang ». Là où le fonctionnement des hématies est perturbé, la quantité de fer diminue mais le cuivre augmente, et dans un poumon tuberculeux on trouve jusqu'à 4 à 5 fois plus de cuivre que dans un poumon sain (1).

Remarque :

Le cobalt, le manganèse, le nickel sont appelés en chimie métaux de transition et utilisés comme catalyseurs d'oxydation.

Ce qui précède amène à penser qu'ils pourraient prendre H pour devenir :



(ils sont utilisés en milieu acétique, ou solubilisés sous forme de savons, etc... et ainsi ils prendraient H libérant l'oxygène de l'eau ?).

La régénération des catalyseurs serait l'opération inverse et quand on ne peut -- ou ne sait -- les régénérer économiquement, ils s'empoisonnent ».

Mais a-t-on cherché si un catalyseur au cobalt ne s'enrichit pas en nickel ? si un catalyseur au manganèse ne s'enrichit pas en fer ? si du cuivre ne se concentre pas dans le catalyseur au nickel pour l'empoisonner ?

C'était impensable bien sûr pour la chimie classique, si bien qu'on n'a pas dû faire la recherche.

On verra aussi si le nickel n'est pas d'autant plus actif comme catalyseur qu'il est riche en isotope 62. Ces catalyseurs d'oxydation mettent en jeu des énergies de l'ordre de 20 000 à 25 000 calories (20 à 25 kcal.).

Et peut-être conviendra-t-il aussi de voir les catalyses inverses et par exemple celles qui utilisent le fer ne donnent-elles pas un enrichissement en manganèse ? Simples hypothèses, ouvertures vers des recherches nouvelles, mais qui semblent mériter une vérification. Il semble aussi que le cobalt facilite l'action nitrifiante des bactéries ; il y a plusieurs observations en ce sens ; nous en indiquons une de plus : on constate une production de plus du double de nitrate de K

(1) Le poids total de cuivre, chez l'homme, est voisin de 1/100 de celui du fer (et celui-ci de l'ordre de 4 g par 100 kg de poids de l'homme).

avec du maërl, qui contient un peu de cobalt, qu'avec du carbonate de chaux chimiquement pur ; le cobalt serait indispensable aussi aux moutons (qui ne pourraient sans lui, transmuter les hydrates de carbone des pâturages en protéines? -- et si c'est là le rôle de Co, les bovidés peuvent-ils fabriquer leur cobalt ?, et celui-ci est aussi au coeur de la vitamine B12).

CHAPITRE VI

FER ET MANGANESE

Nous développerons un peu le passage du fer au manganèse. Il a été évoqué dans notre premier ouvrage (1).

Le fer est $\text{Si}_{28} + 4. \text{Li}_7 \rightarrow \text{Fe}_{56}$

mais comme nous avons vu que Si peut perdre H pour donner Al, on aura dans les roches Si et Al, K apportant Li.

La perte de H peut se faire uniquement, avons-nous vu dans le premier ouvrage, sur une orbite du carbone de Si ($\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$) et seul le C_{12} peut perdre H pour les raisons indiquées sous un schéma de cet ouvrage.

C'est pourquoi seul Si_{28} peut perdre H pour donner Al_{27} qui ne peut avoir d'isotope.

Mais les micro-organismes peuvent enlever H à Si, partout où il se trouve, donc dans $\text{Si} + 4. \text{Li}$, et il restera $\text{Al} + 4. \text{Li} \rightarrow \text{Mn}$ qui, lui non plus, ne peut avoir d'isotope.

Ce n'est pas là une vue de l'esprit.

Mn est souvent mélangé à Fe ; la plupart du temps on les trouve réunis en biologie, et bien des gisements de manganèse ne sont que des amas superficiels de nodosités de Mn, probablement nées du fer des argiles ferrugineuses ou des latérites.

En 1962 on a découvert à Locmaria (partie gallo-romaine de l'actuelle ville de Quimper) des poteries, noires par le manganèse ; ce ne peut être que leur argile ferrugineuse qui a subi une altération biologique, les argiles à poterie de la région étant ferrugineuses, mais sans manganèse.

Dans des grottes de roches ferrugineuses, on peut trouver des traînées noires de manganèse.

Des temples du Cambodge, à Banteay Srei, ont la « maladie noire » : la pierre exsude du manganèse.

Aussi la réaction que j'ai proposée en 1960 : $\text{Fe} - \text{H} \rightarrow \text{Mn}$ a-t-elle, après échange de correspondance, retenu l'attention de B. Ph. Groslier, Directeur des Recherches Archéologiques de l'Ecole Française d'Extrême-Orient et Conservateur des Monuments d'Angkor, qui a confié à un mycobactériologue français, spécialiste de la

(1) Un chapitre de 13 pages et une annexe de 19 pages traitent plus en détail ce lien, réversible, fer-manganèse, dans « Transmutations à faible énergie », 1954, réédition en 1966.

protection des matériaux attaqués par des agents agressifs animaux, végétaux ou minéraux, une étude en vue de rechercher la nature de cette maladie. Celle-ci me semblait être due à une transmutation biologique du fer en manganèse. Il convenait donc, pour vérifier cette hypothèse, faite sur documents, d'isoler l'agent éventuel de cette transmutation, de mettre au point le meilleur moyen de le détruire, et d'empêcher son retour. Aussi B. Ph. Groslier me donnait-il, de Siemréap, l'adresse à Paris de ce microbiologiste, avec qui je prenais contact.

Je commençais par demander l'analyse en fer de la roche, élément essentiel de mon hypothèse de départ. Il me fut confirmé que les grès roses de tous les monuments avaient une teneur en fer de 3 à 15 % (suivant les carrières d'origine).

Ainsi ce sont des grès ferrugineux : la présence de fer a été bien confirmée.

A Banteay Srei, la roche contient 0,05 % de Mn environ ; l'exsudat noir est à 5 % de Mn, 100 fois plus, et on peut ainsi enlever une quantité de Mn un grand nombre de fois plus élevée que tout ce que contient la roche, isolée des voisines pour éviter des migrations (voir un cliché d'un pilier isolé).

L'agent de transmission ne pouvait être qu'un micro-organisme qui devait se trouver au contact de la pierre saine et de la sécrétion noire du composé de manganèse.

Avec sa collaboratrice, G.H., qui prit une part active et intelligente aux recherches, P. F. put isoler l'association des micro-organismes spécifiques, les cultiver, et reproduire en laboratoire cette production de manganèse sur du sulfate ferreux. Des recherches, dans des conditions expérimentales différentes sont en cours, et, pour le moment, il est prématuré de faire état d'une étude scientifique complète.

Je tiens à remercier B. Ph. Groslier pour toute la compréhension dont il a fait preuve, de toute la documentation qu'il a bien voulu me transmettre (voir des photos reproduites dans ce chapitre). Mais il convient de préciser que c'est P. F. qui a réussi, le premier, cette expérimentation d'une grande portée scientifique, rappelée au chapitre suivant sur les maladies de la pierre.

L'action des bactéries sur le fer et le manganèse avait déjà été aperçue par Pasteur, mais seulement pour constater que certaines bactéries étaient indifférentes à Fe ou à Mn : pour les cultiver il fallait dans la solution nutritive, indifféremment du fer ou du manganèse. La constatation n'alla pas plus loin.

Un Russe, G. Zavarzin, de l'Institut de microbiologie de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. s'est penché aussi sur cette action bactérienne, et en 1961, publiait les résultats de son étude. Mais là encore on resta à l'étude chimique et Zavarzin me signalait, dans une lettre accompagnant son étude, qu'il s'était borné à constater que des bactéries changeaient la valence de Mn ; or la presse tech-

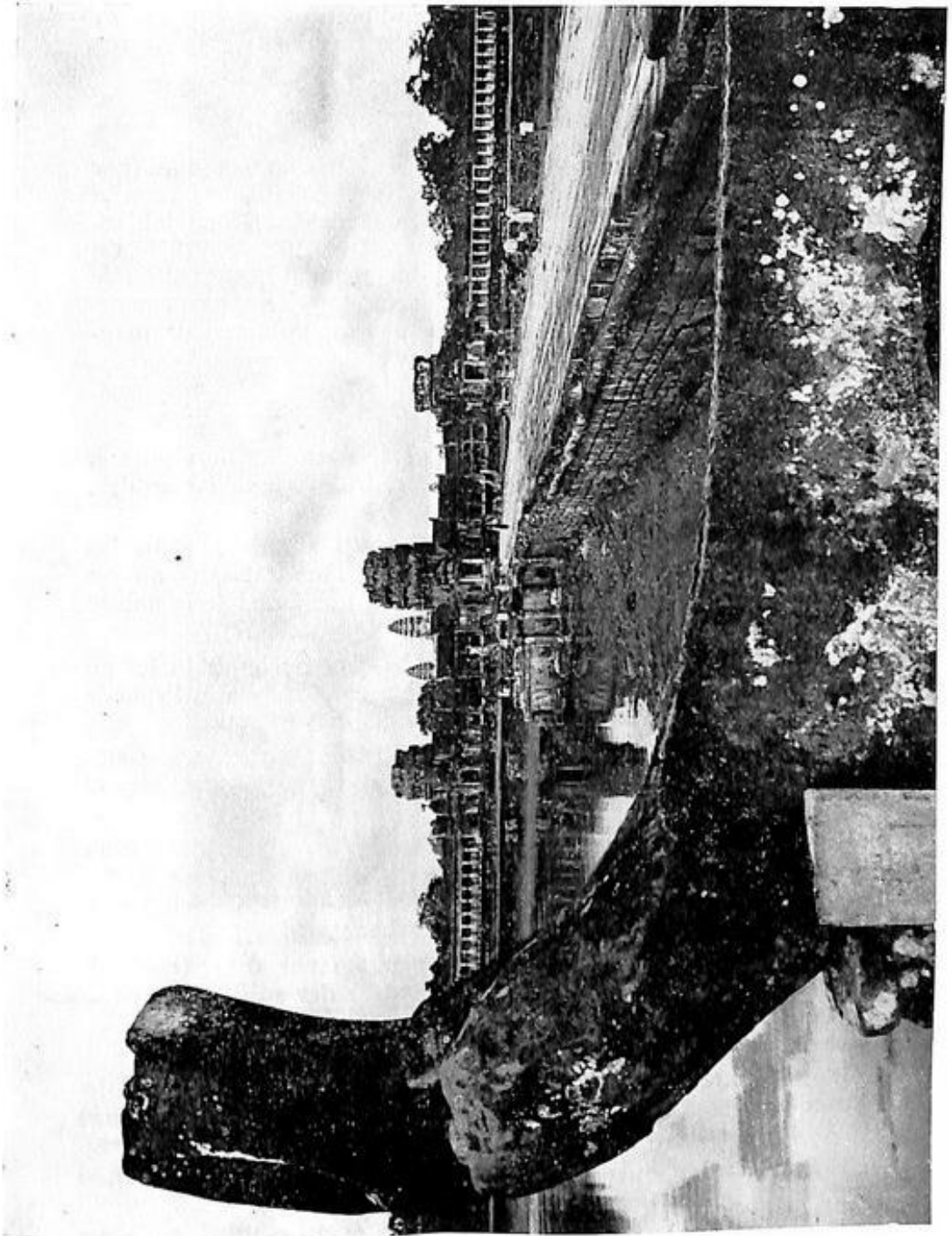


Fig. 3. - Angkor-Vat : le temple ; au premier plan une pierre de grès devenue noire par les lichens, algues, etc... dans certaines parties de ce temple, la silice est devenue calcaire, sous l'action d'actinomycètes.

nique française avait déclaré qu'il avait découvert une bactérie produisant le manganèse... ce qui est très différent... ou à nuancer, car on peut, par des bactéries, obtenir Mn métal à partir de ses oxydes.

*
* *

La formation de fer par voie biologique se fait de nos jours (par exemple dans l'hémoglobine) (1), mais des micro-organismes aussi la produisent : il a été observé des accroissements de fer en laboratoire, sous l'action de micro-organismes. L'étude plus complète est en cours (il m'est apparu que c'est très probablement la formation de Fe à partir de Si déjà citée ; je n'ai pas encore tous les recoupements nécessaires pour l'affirmer ; la solution ne comporte pas de manganèse, mais contient Si).

Application à la géologie.

Le fer est présent presque partout (même dans l'argile « pure », le kaolin, il y a encore 2 % d'oxyde de fer, 10 à 20 dans les argiles, 30 % dans la bauxite).

Devant son importance, nous développerons un peu plus les applications de nos remarques, car des problèmes relatifs au fer n'avaient pas été résolus : ni sa formation, ni les causes de la nature chimique des minerais.

On voit que point n'est besoin de rechercher l'origine du fer au sein de notre planète ; c'est une « formation de surface », à l'échelle du rayon terrestre, même pour les gisements dits profonds.

Des gisements « profonds » peuvent être des carbonates. Comment expliquer ceci ? on ne peut faire intervenir le CO, de l'air, ni celui qui serait entraîné par l'eau.

On voit, par mes réactions, le processus : le silicium des roches primaires peut, avec Li, donner Fe ; mais d'autres noyaux de Si, sous l'effet de la pression (?) peuvent devenir C + O ; on a donc les éléments chimiques de formation des carbonates.

L'oxygène à son tour (pression) peut donner $O + O \rightarrow S$, de sorte qu'en profondeur on peut rencontrer des sulfures (pyrites) alors qu'en surface on aura des oxydes.

La formation d'hématite est restée inexpliquée.

Dans l'étude « Les types de gisements de fer », F. Blondel, dans « Chronique des Mines Coloniales » n° 231 sept. 1955) examine le cas « ... de la sidérite, que l'on retrouve en profondeur.

En surface, et souvent sur une profondeur notable, l'altération

(1) Mais il y a du fer aussi dans le sérum et divers tissus ; on pense que la formation de fer serait réglée par la zone corticale des surrénales ; c'est ainsi que, pendant la grossesse, les vacuoles des cellules de cette zone se chargent en fer.



Fig. 4. - Banteay Srei - Pilier d'angle N. E. de la première enceinte : maladie noire diffusant selon les stratifications du grès.

(Photo communiquée par M. Groslier, directeur des recherches archéologiques de l'Ecole Française d'Extrême-Orient, Conservateur des Monuments d'Angkor).

superficielle a transformé le carbonate en hématite pure, dont la formation est difficile à expliquer, puisqu'une simple altération superficielle ordinaire devrait donner de la limonite et non de l'hématite ».

Et ailleurs « La production d'hématite en surface, et sur une grande épaisseur, n'est pas éclaircie d'une manière claire » (sic).

Or nous avons vu qu'en surface c'est de l'oxyde parce qu'il y a

production endogène d'oxygène, celui-ci pouvant venir aussi de sa libération du potassium pour donner le lithium.

Sur le plan nucléonique on remarquera que Si étant abondant, et que 4. Li donnant une position de saturation de grande stabilité, on aura comme métal abondant Fe.

Il y a 91,64 % de Fe₅₆ ; 5,81 % de Fe₅₄, qui vient de ce qu'il y a 4. Li₆ au lieu de 4. Li₇, autour de Si₃₀ (ou il y a des mélanges de Li₆ et de Li₇ avec Si₂₉ ou ₂₈). Les 2,21 % de Fe₅₇ viennent de 4. Li₇ avec Si₂₉, tandis que les 0,34 % de Fers sont dus à Si₃₀.

Quant à Mn, qui est un impair comme protons, il ne peut avoir un nombre impair de neutrons ; on aura donc un impair-pair tel que le nombre de neutrons soit supérieur au nombre de protons, d'au moins 5 unités (le vanadium, impair précédent en a 5) le minimum est donc 30 neutrons, soit 55 nucléons.

L'impair suivant est le cuivre, et le cuivre 63 a aussi 5 neutrons de plus que de protons. Le manganèse ne peut ainsi avoir ni plus ni moins de 5 neutrons surnuméraires par rapport à ses protons, et c'est pourquoi on n'a pas d'isotopes : il y a 100 % de Mn₅₅.

De ce fait, seul l'isotope 56 du fer peut donner Mn par perte d'un proton (je rappelle que je n'ai trouvé aucun recoupement pour supposer qu'un deutérium puisse entrer dans le cadre de mes réactions : 2 fois plus lourd que H₁, ce rapport de 2 à 1 déséquilibre trop ?)

Le lien du manganèse au fer s'observe aussi dans ses minerais ; souvent on trouve des nodules de manganèse, par exemple dans des argiles ferrugineuses, qui tiennent de 15 à 20 % de Fe.

On classe les minerais en quatre grandes catégories :

-- minerai de Mn	40 à 63 % Mn	0 à 10 % Fe
-- minerai ferrugineux de Mn	25 à 35 % Mn	10 à 30 % Fe
-- minerai de fer manganésifère ..	5 à 20 % Mn	30 à 40 % Fe
-- minerai de fer	... 0 à 5 % Mn	45 à 70 % Fe

Par exemple le minerai d'Ouenza est un minerai de fer dont la teneur en Mn est de 4 %; il reste une hématite.

Le minerai de Kizova (Tchécoslovaquie) est un minerai ferrugineux de Mn avec 26,85 MnO et 32,56 FeO ; c'est une oligonite.

Par contre le minerai de Moanda, près de Franceville (rive gauche de l'Ogooué, à 600 km de Port Gentil), qui contient plus de 50 % de Mn est un minerai de Mn.

Il se trouve dans un horizon du Précambrien moyen.

On remarquera que, sensiblement dans cette région, à Mékambo (N.E. du Gabon, 500 km E. de Libreville) on a trouvé un important gisement de minerai de fer très riche qui est aussi dans le Précambrien, ce qui montre que Fe et Mn peuvent avoir la même roche d'origine, mais qu'il est probable que le passage de Fe à Mn peut se faire par des causes autres que biologiques.

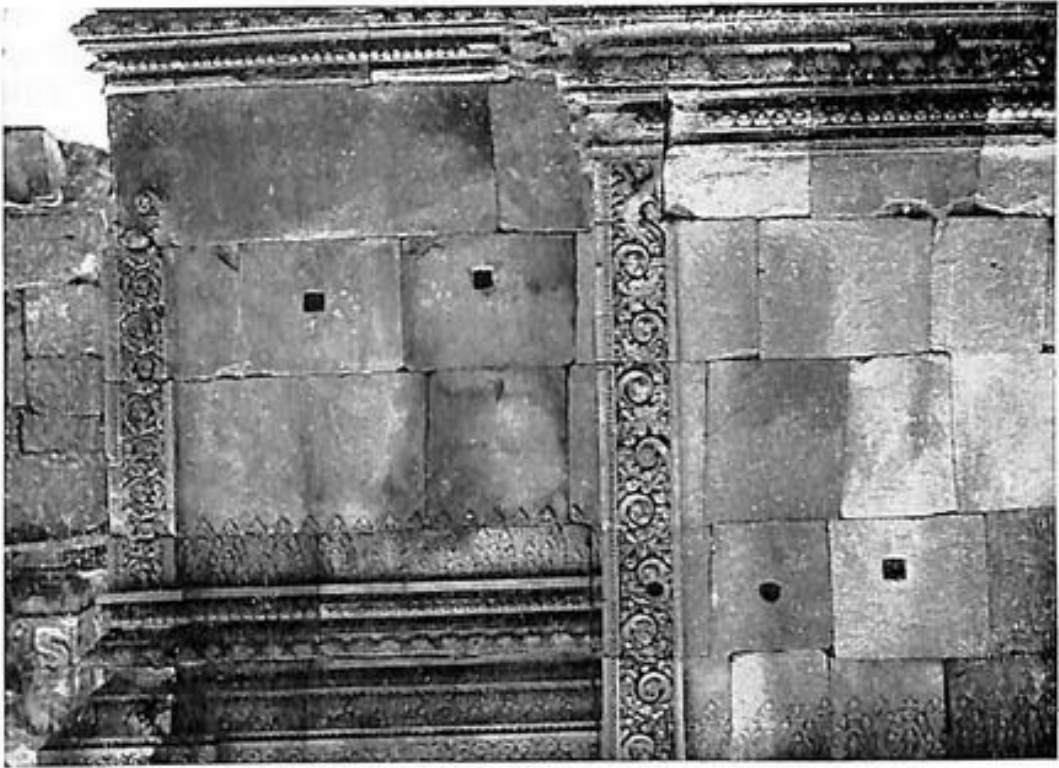


Fig. 5. - Banteay Srei - Pavillon d'entrée -- 1 -- Est.
On voit la maladie noire apparaître sur le grès rose
(photo communiquée par M. Groslier).

Le minéral de Mn le plus utilisé est la pyrolusite.

On remarquera que Mn et Fe s'allient bien et sont unis dans les ferro-manganèses, emploi le plus abondant de Mn.

Ainsi, sous quelque face qu'on examine cette question, on retrouve le lien de Mn à Fe.

Les micro-organismes qui réalisent cette liaison ont été prélevés et l'opération consistant à produire Mn au laboratoire à partir de Fe a été réussie.

Des laboratoires privés recherchent même dans quelles conditions économiques une telle opération peut être prévue sur le plan industriel.

En agriculture.

En agriculture, ce qui précède fera mieux comprendre ce qui se passe : on a constaté que Fe et Mn étaient toujours présents ; on en a donc déduit que les deux étaient indispensables.

Or ce n'est nullement évident, car le passage de Fe à Mn, ou

inversement, est sous la dépendance de micro-organismes et ceci a été prouvé, en laboratoire (voir cliché d'une culture bactérienne), de sorte que s'il y a du fer, il y a du manganèse, lorsqu'il n'y a pas carence bactérienne.

L'étude sur la transmutation du fer en manganèse, menée en laboratoire à partir de grès ferrugineux du temple cambodgien de Banteay Srei, a montré que la formation de manganèse se fait en surface par un actinomycète associé : la couche noire de Mn est superficielle.

Ce phénomène est général, et se produit partout. J'ai cité les poteries anciennes découvertes à Quimper (Finistère) et devenues noires par le manganèse (ceci vérifié par analyse). Or M. Dahiez, chef du Laboratoire d'étude des sols à Redon (Ille-et-Vilaine) me communique des résultats qu'il a obtenus dans l'analyse des sols primaires en Bretagne, dans les vallées du bassin de la Vilaine, et qu'il a comparés avec l'analyse qu'il a faite en Normandie (presqu'île du Cotentin) en terrain calcaire.

Dans ces analyses (conduites en vue de l'étude des sols pour l'élevage bovin) j'ai retenu Fe et Mn.

Vallée de la Vilaine, terrain granitique :

-- 22 p.p.m. de Mn_2O_7 dans le sol

-- traces en sous-sol

ainsi, alors qu'il n'y a pas Mn en profondeur, en surface on le trouve ; là encore on peut penser à l'action microbienne au contact des couches aérées du sol.

Dans la vallée de l'Oust (affluent de la R.D. de la Vilaine) un peu à l'ouest de Redon, l'analyse a donné (échelle arbitraire) 9 de Fe et 5 de Mn dans le sol -- 8 de Fe et 4 de Mn dans le sous-sol.

Ici la différence est peu sensible (sol et sous-sol imperméables ?

C'est-à-dire égalité en tout cas de la perméabilité ?)

Cependant toujours une teneur plus faible en sous-sol (un peu moins aéré? -- je n'ai pas les données sur la composition, car ce peut être, en surface, des argiles imperméables : c'est la vallée des marais de Redon) ; ou plutôt le caractère marécageux donne un sol acide.

En terrain calcaire (Normandie), il a été trouvé Mn_2O_7 : 80 p.p.m. dans le sol, 80 dans le sous-sol.

Donc, en terrain calcaire, pas de variation de Mn entre la surface et le sous-sol (on notera qu'ici il y avait 7 000 p.p.m. de CaO en surface et 34 000 en sous-sol, tandis qu'en Bretagne il n'y avait que des traces de CaO en surface et 340 p.p.m. dans le sous-sol).

La teneur élevée de Mn en terrain calcaire semble donc liée à la perméabilité, à l'apport de surface, drainant les actinomycètes, ceux-ci étant indispensables, mais aussi au pH plus élevé des terrains riches en calcaire, un pH trop élevé inhibant cependant les mangano-bactéries.

Un recouplement de plus vient d'un autre prélèvement effectué aussi par Dahiez à Montebourg (Normandie), où dans le sol et le sous-sol Mn est très supérieur à Fe ce que j'explique en disant que l'action bactérienne intense peut transmuter la plus grande partie du fer en manganèse, en milieu à pH compris entre 6,4 et 7,8.

Manganèse et bactéries. -- Depuis plusieurs années, il apparaissait que le manganèse était lié à la présence de micro-organismes et des études diverses ont été conduites à cet effet.



Fig. 6. - Preah Kô -- Tour nord-ouest -- Ici la construction est en briques recouvertes d'un décor en stuc. Des atteintes de la « maladie noire » sont visibles, par plaques.

(Photo due à M. Groslier).

Mais on n'avait vu qu'une action chimique classique, comme hypothèse directrice pour ces recherches.

Nous avons signalé que des bactéries peuvent changer la valence de Mn. Des réactions d'oxydo-réduction par des bactéries ont aussi fait l'objet de travaux en différents pays.

Les conclusions s'exprimaient par des expressions de ce genre : des bactéries sont capables de « fixer » Mn en milieu basique, et de le « restituer » en milieu acide ; autrement dit on constatait une augmentation de Mn pour un pH élevé, diminution dans le cas contraire. Nous recoupons ainsi les valeurs données par Dahiez : plus de Mn en terrain calcaire (basique) qu'en terrain silico-alumineux (acide).

Mais ceci s'explique aussi par notre réaction : la bactérie va prendre H à Fe, dans un milieu de culture pauvre en ions hydrogène (pH élevé), basique ; il y a donc accroissement de Mn ; par contre s'il y a trop d'ions H (faible pH -- milieu acide) la bactérie, comme pour rétablir l'équilibre, prend H et Mn disparaît... devenant Fe, mais on n'avait pas fait de recherches précises pour savoir d'où venait Mn « fixé » par la bactérie..., ni où allait Mn... « restitué » !

Si Mn est « restitué », ceci signifie, semble-t-il, en chimie classique, que la solution s'enrichit en Mn, au détriment de la bactérie ; l'étude systématique de l'influence du pH est à reprendre, en solution ferreuse, en ne pensant pas seulement à un échange, mais à une transmutation : l'échange peut se produire, mais il ne permet pas d'expliquer l'apparition de Mn en quantités importantes, ce qui rend la transmutation certaine... d'autant plus qu'on l'a vérifiée, mais l'étude systématique du « rendement » en fonction du pH (et peut-être du rH_2) reste à faire.

Il semble que la bactérie s'entoure d'une enveloppe riche en Mn et ceci a permis une application industrielle : des minerais très pauvres en Mn, finement broyés etensemencés de mangano-bactéries, dans une solution légèrement basique voient la prolifération de ces bactéries, qui dans leur enveloppe poreuse de Mn sont ensuite facilement séparées par flottation et on a un concentré de Mn.

L'étude micro-biologique de Mn montre cependant qu'il n'y a pas qu'une seule bactérie. On sait qu'on a trouvé sur le fond de la mer (Pacifique, Atlantique...) des nodules très riches en manganèse, et parfois assez abondants pour que leur « pêche » ait été envisagée (dragage, scaphandre, etc...).

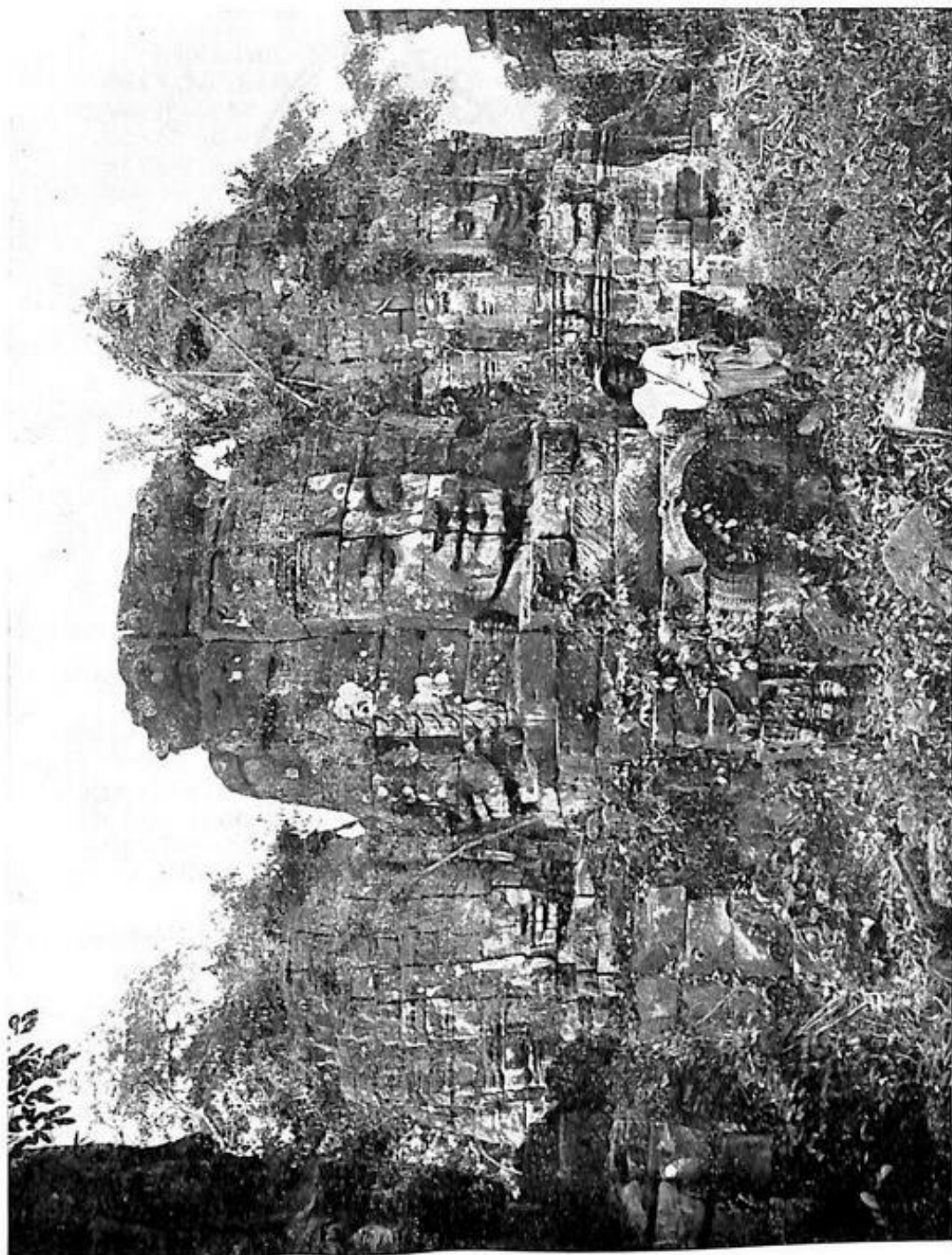


Fig. 7. - Angkor-Tom : champignons, algues, lichens... ont envahi les monuments (ici le Bayon).



dessin de l'auteur d'après son cliché

Fig. 8. - Transmutation du manganèse en fer.
(La transmutation inverse, du fer en manganèse,
n'était pas... photogénique : elle a été obtenue par
une culture myco-bactérienne sur une solution,
en tube).

Ces nodules ont été étudiés biologiquement, par exemple aux Etats-Unis, par Ehrlich (v. bibliographie). Il y a eu l'étude des bactéries recueillies à la surface des nodules et celles du broyat (après stérilisation de la surface) ; toutes sont hétérotrophes ; elles prospèrent en milieux ferreux, mais pas avec du glucose.

Dans le broyat, avec surface stérilisée, il a été identifié l'*Arthrobacter*, le *Bacillus*, le *Brevibacterium*, le *Micro-coccus* ; dans le broyat, sans stérilisation préalable de la surface, en plus il y a *Achromobacter*, *Vibrio*, un coccus non identifié, un autre bâtonnet non identifié. Afin de voir leur participation à la croissance des nodules de Mn, ces souches ont été mises sur des bouillons de culture variés ; elles ont besoin de peptone pour se développer ; dans une solution -- de concentration en Mn qu'on variait -- on a noté que la croissance des nodules n'avait lieu que s'il y avait ensemencement par ces bactéries.

Mais on n'a pas pensé -- c'était impensable ! -- à faire systématiquement l'expérience sans manganèse, en solution ferreuse, bien qu'il a été reconnu que ces bactéries se multiplient en solution ferreuse. L'explication donnée est que, dans la mer, les nodules se

forment par une action bactérienne qui oxyde le manganèse, de façon à lui permettre de se fixer sur le nodule.

Cependant, Ehrlich termine une note de 1961 par à peu près ceci « La découverte de bactéries en association avec ces minéraux (car il étudie d'autres métaux, notamment le cuivre) suggère qu'elles jouent un rôle dans leur formation et/ou transformation » (mais Ehrlich n'entend la « formation » que sur le plan moléculaire, et non au niveau intra-atomique).

Il ne semble pas que l'étude du sol sur lequel on trouve ces nodules ait été faite, car on a admis qu'il ne peut y avoir que concentration des doses infinitésimales de Mn que contient la mer, ce qui est douteux, du fait de cette teneur pratiquement indosable,



Cliché Kervran

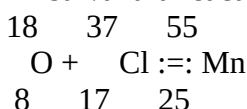
Fig. 9. - Transmutation Manganèse/Fer.

Dans une boîte de Pétri, des associations de bactéries sélectionnées sont cultivées sur une solution minérale fixée par une gélose. Un ensemencement de poudre de manganèse a été fait ensuite ; après un temps de latence, une prolifération rapide s'est établie et les ferro-bactéries ont transmuté le manganèse en fer. Ce sont les traînées noires d'oxyde de fer qui sont visibles sur le cliché.

et qu'on ne les trouve qu'en certains points du socle sous-marin. A. priori, j'émetts l'opinion que ce fond pourrait être une argile ferrugineuse mêlée de calcaire (une marne ferrugineuse ?) de $\text{pH} > 7$ (1).

Quoi qu'il en soit, les conditions générales de prolifération des bactéries qui « fabriquent » le manganèse sont connues maintenant et des associations, avec des actinomycètes, permettent d'amorcer l'étude d'applications industrielles, en commençant par l'enrichissement des minerais pauvres en Mn, qui contiennent toujours beaucoup de fer ; la présence des bactéries transmutant Fe en Mn y est certaine, et on peut accroître considérablement leur prolifération et leur activité en réglant la température, le pH et en ajoutant 0,1 % de peptone à la solution.

(1) Ce texte de la 1re édition, en 1963, a reçu confirmation en 1965 : une photo sous projecteur, prise près de la côte de Californie, d'un bathyscaphe, montre un amas de nodules de manganèse sur un fond de vase calcaire ; dans ces nodules du Pacifique il y a en moyenne 24,2 % Mn (maximum 41,1) et 14,0 % Fe (maximum 26,6) ; on y a donc bien toujours ensemble Mn et Fe ; c'est ce qui fait que je crois hautement improbable la formation, dans la mer, de Mn suivant la réaction



CHAPITRE VII

LES MALADIES DE LA PIERRE

Nous les avons évoquées, au passage, mais il semble utile d'apporter quelques compléments.

Depuis de longues années elles m'intriguaient et toute étude à ce sujet retenait mon attention, car de nombreux chercheurs se sont attelés à ce problème.

Il était évident à beaucoup de personnes (architectes, fonctionnaires responsables des monuments, chercheurs de laboratoires divers) que des monuments se dégradaient, parfois brusquement, que la pierre se transformait.

Longtemps, on a cherché comment se faisaient les migrations d'éléments qui apparaissaient dans la pierre ; ces éléments nouveaux ne pouvaient venir que du sol disait-on, montant par capillarité, venant de loin... car il fallait justifier des apparitions de masses d'éléments nouveaux à peu près inexistantes au pied du monument ; on accusait l'air qui charriait des micro-doses... s'accumulant pendant des siècles ! etc.

L'action des bactéries qui solubilisait des éléments fut mise en avant. Tout l'arsenal des virtualités était déployé, avec force imagination.

Et cependant il fallait bien se rendre à l'évidence. Tout ceci n'était pas solide. Tel monument resté sain pendant des siècles, brusquement était envahi par la maladie.

Aussi bien à la campagne qu'en ville ; l'accusation contre les fumées des villes ne tenait donc pas, ou tout au moins était insuffisante.

Les transformations de pierres calcaires (carbonate) en gypse (sulfate) furent expliquées par le soufre des fumées de mazout.

Mais de nombreux chercheurs n'étaient pas satisfaits. Aucune explication par la chimie n'était valable. Tous les essais faits pour isoler les pierres par une couche imperméable empêchant les montées du sol s'avéraient sans résultat. C'est le vent, la pluie qui fouette ou gicle après avoir touché le sol, qui apportent l'élément nouveau, s'obstinaient à dire quelques-uns ; mais d'autres montraient que c'était impossible.

L'attaque était parfois soudaine. Une épidémie, une maladie microbienne ? Oui, pensèrent plusieurs.

Mais que se passait-il ? Un spécialiste, chargé de la protection des monuments, chef d'un laboratoire de microbiologie, me dit : le rapport entre deux éléments ne peut pas varier sous l'effet de bactéries, car supposons que ces bactéries rongent un élément ; s'il n'est

plus dans la pierre, il est dans le corps des bactéries, donc son poids n'a pas changé.

Toujours la loi de Lavoisier, du XVIII^e siècle ! On n'a rien appris depuis ! et à tout prix on essayait, ayant reconnu l'action bactérienne, à y voir des agents procédant à des réactions chimiques, car tout ce qui vit n'opère que des réactions chimiques... croyait-on !

Cependant ce sont ces spécialistes de la lutte contre la maladie de la pierre qui ont été parmi les premiers à se lancer dans l'étude de mes réactions.

Car plusieurs y ont vu tout d'un coup apparaître l'explication qui leur manquait.

L'un d'eux me disait avoir constaté l'apparition de gypse, en amas plus gros que le poing, dans les pierres siliceuses.

Même en admettant qu'il y ait du calcaire dans la pierre, sa concentration n'expliquait pas une telle apparition, pas plus qu'une migration.

Mêmes observations pour l'apparition de manganèse.

En isolant les assises de pierres par des feuilles de métal, pour être sûr qu'il n'y ait pas de remontée, en les protégeant de diverses manières, rien n'arrêtait la marche de la maladie, l'accroissement du sulfate de chaux dans une pierre siliceuse, du manganèse dans une autre, siliceuse aussi.

Les nombreux recoupements convergents que je présentais avaient ébranlés ces chercheurs, car ils permettaient une explication.

J'indiquais en effet que le manganèse ne pouvait venir que du fer ; l'analyse de la roche montra qu'elle était bien ferrugineuse (un grès).

La réaction était biologique ; elle était donc due à des micro-organismes qui étaient au contact fer/manganèse et il suffisait de prélever à ce contact pierre saine/pierre malade pour être certain de tenir les coupables !

Ce qui fut fait.

Mais ensuite il a fallu dans cette foule de micro-organismes divers, qui pullulent partout, détecter les banaux, inoffensifs, qu'on trouve n'importe où, pour ne retenir que les inconnus, ou tout au moins ceux qu'on rencontre toujours dans ces pierres malades.

Ce premier tri effectué, il a fallu trouver un milieu nutritif leur permettant de se reproduire, de se multiplier, de se concentrer, et c'est par approches successives qu'on en a éliminé ainsi plusieurs autres variétés.

On sait que des micro-organismes sont toujours associés, parfois parce qu'ils ont besoin l'un de l'autre, l'un sécrétant un élément nécessaire à l'autre ; ce sont des symbiotes. D'autres sont simplement associés parce qu'ils ont les mêmes besoins et se rencontrent là où ils trouvent ce qui leur convient.



Cliché Kervran.

Fig. 10. Eglise de Sizun -- Finistère -- Vue du porche.
Maladie de la pierre.
Larges nappes blanches sur le granit.

Mais ils peuvent n'avoir aucun rôle dans les transmutations. Il a donc fallu, pendant des mois, détecter ceux qui opéraient ces transmutations, et parfois ils sont à plusieurs, agissant avec plus ou moins d'intensité.

C'est ainsi qu'un chercheur, cité en Annexe, a constaté que c'est un champignon microscopique du genre actinomycète qui provoque la formation de calcaire dans un « bouillon de culture » formé de silicate de sodium.

Des actinomycètes aussi transforment le fer en manganèse, tan-

dis que la réaction inverse, formation de fer à partir du manganèse serait due à des ferro-bactéries (bactéries qui s'entourent d'une enveloppe ferreuse), mais toute cette étude bactérienne est encore incomplète.

Il convient de remarquer que si nous rangeons les actinomyètes parmi les champignons, c'est pour suivre la classification la plus générale, car ce ne sont pas en fait des champignons : ils sont



Cliché Kervran.

Fig. 11. - Eglise de Sizun -- Pilier extérieur droit du porche. La pierre est malade surtout à l'intérieur du porche ; l'attaque du chapiteau est très visible.

bactéries pendant toute leur vie active, mais se reproduisent comme des champignons et c'est ce critère de reproduction qui décide du classement. On voit donc que ce sont des bactéries pendant leur vie, et c'est en tant que bactéries qu'ils procèdent à des transmutations (la classification n'est cependant pas uniformisée ; il y en a plusieurs, et pour quelques auteurs les actinomycètes sont des bactéries filiformes se reproduisant par des spores ; leur structure est voisine de celle des champignons ; il y a là en fait un groupe de microbes intermédiaire entre les bactéries et les champignons ; appartient à ce groupe le genre bien connu des *Streptomyces*).



Cliché Kervran

Fig. 12. - Eglise de Sizun. Détail du chapiteau de droite du porche. Remarquer le « fondu » des sculptures, la disparition du bandeau sur la face interne du porche ; par endroits, l'aspect « coulé » de la formation métasomatée, se déversant même du rebord supérieur du chapiteau (au milieu).

J'ai dit que P. Baranger, Chef du laboratoire de Chimie Organique de l'École Polytechnique de Paris, a mis en évidence les transmutations dans la germination de graines ; il a montré qu'il y a, dans des expériences que j'ai citées, apparition de calcaire du fait de la germination ; une autre expérience a montré qu'il y a diminution du phosphore, une autre qu'il y a variation du potassium.

L'état des travaux ne permet pas encore de déterminer d'où sont venus ces éléments, par quelle transmutation, ni où a passé celui qui a diminué ; encore moins la recherche de l'agent (enzyme, probable-



Cliché Kervran.

Fig. 13. - Eglise de Sizun. Vue du pilier gauche du porche.
Il apparaît nettement que c'est la partie interne du porche
qui est la plus atteinte.

ment) a-t-elle pu se faire. Mais le laboratoire d'une de nos plus célèbres écoles de France a prouvé les transmutations.

Un autre chercheur dont les travaux sont évoqués en Annexe, a été plus loin, car il a montré le départ et l'arrivée et a, en outre, déterminé l'agent : un broyat de manganèse répandu sur un gel de solution nutritive sans fer, donne du fer lorsque cette solution estensemencée de ferro-bactéries ; une solution de sulfate ferreux sur laquelle on met des actinomycètes donne du manganèse.

Ainsi un autre laboratoire célèbre confirmait que les transmutations ont bien lieu, et par des agents biologiques, conformément aux réactions que j'avais diffusées trois ans plus tôt.

Connaissant les agents des maladies de la pierre, on peut étudier leur reproduction, leurs conditions de vie, les causes de leur apparition subite (chaleur, humidité, obscurité, temps sombre prolongé, etc.) et déterminer les moyens les plus efficaces pour empêcher leur reproduction, ou les détruire.

D'un autre côté, on peut s'orienter vers la sélection des micro-organismes les plus actifs en vue par exemple d'une production industrielle du manganèse à partir du fer, et une société minéralogique a commencé des études dans cette voie.

Mais ces expériences ont démontré que ce que j'avais exprimé était reproductible et ce fut un départ pour d'autres applications.

Un autre laboratoire de micro-biologie a pris contact avec moi pour étudier les conditions de reproduction d'une autre maladie de la pierre, des pierres calcaires, où le calcaire disparaît. pour devenir salpêtre soluble ; ceci sera vu en Annexe.

NOTE SUR L'ILLUSTRATION DE CE CHAPITRE

Certaines maladies de la pierre sont très apparentes et, dans ce chapitre, je montre un exemple, typique à plusieurs points de vue.

Les photos montrent, sous divers angles, des parties du porche de l'église bretonne de Sizun (Finistère - 30 km environ E.S.E. de Brest), donc en pleine campagne, loin de tout centre industriel, d'une agression chimique quelconque.

Le granit passe pour être un exemple de pierre dure, éternelle, inattaquable, résistant à tout, et on montre les menhirs, les dolmens plurimillénaires...

L'église de Sizun est la dernière grande église bretonne construite : elle est seulement du XVIII^e siècle.

Son porche a-t-il été attaqué en deux siècles pour être rendu au point indiqué sur les photos ? Même pas !

L'attaque a commencé, il y a quelques années seulement et s'est développée très vite. Elle a souvent pour origine les joints, parce que ce sont des bandes plus poreuses que la pierre, et elles gardent l'humidité.

L'incubation mycobactérienne s'y est faite et a gagné de là, par déversement en quelque sorte, les pierres sous-jacentes, d'où l'aspect en « coulée ». Une autre bande de prolifération mycobactérienne a été le ressaut supérieur des chapiteaux : là aussi l'humidité stagnait. Mais on voit nettement sur les photos que la face des chapiteaux tournée vers l'intérieur de la voûte est la plus atteinte ainsi que les pierres placées au-dessous, et toujours à l'intérieur de la voûte.

La face extérieure tournée vers l'ouest, relativement battue par la pluie et le vent, est beaucoup moins touchée, et surtout moins profondément ; ceci semblerait montrer qu'une humidité stagnante, une moiteur calme, est nécessaire, en climat doux, pour le développement des micro-organismes qui transmutent certains éléments du granit.

La pierre se recouvre d'une mince pellicule blanche qui exsude et forme les grandes surfaces blanches qui ressortent sur les photos. Sous cette pellicule -- de 2 à 3 mm d'épaisseur au plus -- le granit est remplacé -- sur une profondeur de un à plusieurs centimètres -- par une roche tendre, qui se coupe au couteau sans difficulté. Cette friabilité fait que les sculptures disparaissent, « fondent » (on voit que le bandeau du chapiteau de droite, visible encore à l'extérieur, a disparu sous la voûte).

Ceci montre combien est grave ce problème de nos monuments dont la pierre devient malade, et on comprendra l'intérêt porté à nos travaux par les savants à qui on a demandé de « guérir » ces monuments.

*

* *

Communication à l'Académie des Sciences - 29 juin 1964

(Microbiologie\)

P. F. et, G. H. ont fait présenter une note sur les altérations physico-chimiques et biologiques des grès des monuments Khmers des IX^e au XIII^e siècle, au Cambodge, et disent :

« Ces grès sont essentiellement composés de quartz et de feldspath à ciment argilo-ferrugineux généralement peu abondant.

« Les analyses en ont révélé la composition suivante » (à Angkor-Vat)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	SO ₃
Grès sain	63,0	11,5	1,40	2,50	1,20	4,50	0
Grès altéré, parement externe	35,8	8,8	17,34	2,64	1,20	2,0	15,80

Les auteurs ont aussi analysé l'eau de pluie et l'eau de ruissellement sur la face ouest ; voici les résultats :

	Cl	SO ₄	NO ₃	Na	Ca	Mg	Al	Fe	K	SiO ₂
Eau de pluie	7,8	0	0,4	0,6	0,8	3,7	0,1	0,1	0,1	1,2
Eau de ruissellement	113,1	58,4	16,4	80,6	0,8	1,9	0,1	0,6	13,3	2,0

« Actinomycètes. -- Sur les 120 prélèvements d'Angkor-Vat nous avons trouvé des actinomycètes dans 83 d'entre eux, mais nous n'en avons noté aucun sur les grès sains. Nous avons jusqu'ici isolé 7 espèces appartenant au genre *Streptomyces* et relevé leurs caractéristiques... Nous avons observé que ces actinomycètes étaient d'autant plus abondants que les pierres étaient plus altérées... »

Ainsi, on voit l'apparition de chlore, de soufre, etc., et surtout il est prouvé que de la silice disparaît, tandis qu'apparaît de la chaux, ceci sous l'action de microorganismes (qu'on ne trouve pas dans les prélèvements faits sur le grès sain).

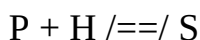
CHAPITRE VIII

LE PHOSPHORE

Lié très souvent au soufre, on le retrouve dans les acides aminés, où il forme aussi des ponts entre les chaînes peptidiques (et des chaînes -- sous forme d'esters -- dans quelques acides nucléiques). C'est un élément vital des plus importants ; ce n'est pas seulement son rôle dans l'os, la matière grise, l'enveloppe des neurones qui importe, comme on l'a longtemps cru, c'est en fait un élément constitutif des acides nucléiques.

Dans la chaîne de molécules d'A D N (ou D N A), un groupe phosphorique alterne avec une désoxyribose ; il est ainsi un des constituants de l'acide désoxyribo-nucléique, qui est à la base de la transmission de l'hérédité.

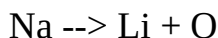
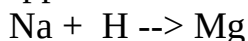
On le retrouve aussi dans l'acide ribonucléique (A R N etc.). Phosphore et Soufre, éléments capitaux de la vie, sont liés par la relation :



ce qui permet à la Nature de passer de l'un à l'autre, en cas de déficience (il convient de noter aussi que dans la production de radio-éléments artificiels à la pile atomique on a :

$S_{32} (n, p) \rightarrow P_{32}$; de même si on a $S_{34} (n, \gamma) \rightarrow S_{35}$, il y a toujours en mélange P_{32}).

Rappelons aussi les réactions déjà vues :



qui permettent une explication de l'équilibre P/Ca et les combinaisons chimiques sous forme de phosphate de chaux dans l'os.

Mais le phosphore organique des acides nucléiques semble avoir aussi pour origine le soufre, qui, lui-même, serait un « condensat ou « doublet » d'oxygène (O_2).

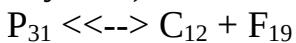
Le lien du phosphore et du soufre apparaît encore dans cette remarque de A. Voisin (Sol, herbe, cancer) « donner du phosphate

minéral au sol ne modifie pas la teneur d'une céréale en phosphate mais augmente sa teneur en thiamine » (vitamine B₁) ; le soufre de la thiamine pourrait venir du phosphore, puisque l'addition de phosphore augmente la teneur en soufre de la plante, et il n'y a pas de phosphore dans la vitamine B₁.

L'équilibre P/S montre pourquoi l'organisme ne peut accepter localement une surcharge en P et explique les actions brutales de certains esters phosphoriques, utilisés comme insecticides (parathion, etc.).

Il est certain que la Nature dispose d'autres voies pour aboutir au phosphore.

Les bancs de minerais de phosphates sont des phosphates de chaux ; il n'y a pas lieu de s'en étonner, puisque nous avons vu que P et Ca ont une origine commune. Mais on remarque aussi que la teneur en fluor des minerais est appréciable ; (F/P₂ O₅ == 9 % en moyenne) ; il semble qu'il y ait eu la réaction :



(nous avons vu l'origine de C, qui donne aussi le carbonate de chaux, et les phosphates de chaux sont carbonatés).

On trouve parfois des gisements de phosphates alumineux ; la réaction de passage de l'un à l'autre pourrait être $Al_{27} + He_4 \longleftrightarrow P_{31}$.

Ceci expliquerait aussi pourquoi un silicate d'alumine peut contenir du phosphore, qui n'est pas absent dans les roches primaires (on trouve des argiles avec des teneurs moyennes de 0,25 % de P₂ O₅ argiles de décomposition des schistes et des granites).

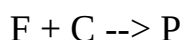
Notons cependant qu'une réaction avec l'hélium n'est pas certaine, car, à ce jour, nous n'avons trouvé aucune réaction nuclido-biologique avec He, recoupée expérimentalement ; ce n'est donc, pour le moment, qu'une possibilité théorique, et des réactions successives peuvent expliquer la présence de Al ou de P dans une roche, sans que ce soit une filiation directe de ces deux éléments.

La « naissance » du phosphore dans le sol était, elle aussi, restée inexpiquée ; les plantes le fabriquent et on lit dans « Le Phosphore et la Vie », ouvrage de A. Demolon et A. Marquis : « Le fait essentiel qui caractérise le phosphore c'est sa fixation et sa concentration dans la zone superficielle des sols cultivés, toujours notablement plus riches que le sous-sol ».

En sens inverse du passage phosphore-soufre, cité par A. Voisin, en agriculture, de Bretagne, M.P. Dahiez, du laboratoire d'étude des sols de la Société d'Instruction Paysanne, à Redon, nous signale que « certaines terres traitées par des dérivés du soufre, donnaient à l'analyse des teneurs élevées en phosphore, alors que les terres témoins présentaient une carence en phosphore », et il nous cite d'autres « faits assez curieux dont l'explication ne peut être fournie par les données ordinairement admises en agronomie » c'est ainsi qu'il fait

état d'« une curieuse interaction Aluminium-Silicium » et dit qu'il a « enregistré ces faits des centaines de fois sans pouvoir fournir l'explication acceptable selon les normes classiques. »

Dans l'organisme animal, la fabrication de phosphore peut suivre un autre processus, à partir du chlore du chlorure de sodium du sang :



C'est là une possibilité à envisager, mais pour le moment nous n'avons aucun recoupement permettant de dire que cette réaction est probable, même dans certains cas exceptionnels, sauf cependant la présence du fluor dans les gisements de phosphates, et ce fluor a pu venir du chlore de l'eau de mer.

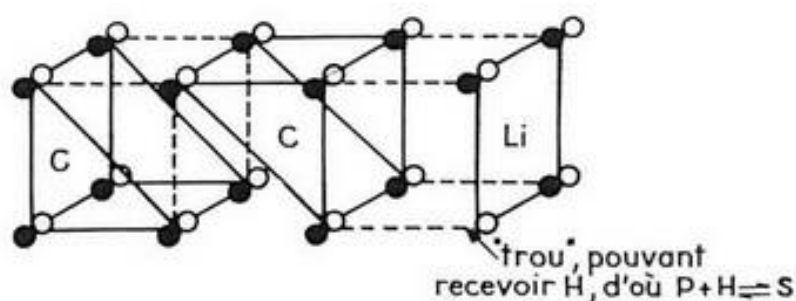


Fig. 14. - Schéma des noyaux de phosphore (et de soufre).

En traits pleins, on reconnaîtra, à gauche, les deux noyaux C ($2.C \rightarrow \text{Mg}$).

Le plan vertical isolé, à droite, est Li, et $\text{Mg} + \text{Li} \rightarrow \text{P}$.
Li, lié à un ensemble, peut recevoir H, et, en ajoutant H
on a : $\text{P} + \text{H} \rightarrow \text{S}$

On remarquera -- traits pointillés -- que l'ensemble est aussi équivalent à $2.O \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{P}$, et si on ajoute H
on a $2.O \rightarrow \text{S}$.

Quoi qu'il en soit, la formation de phosphore dans la nature semble due à des micro-organismes animaux et végétaux et de Cayeux a noté la présence de bactéries dans tous les phosphates sédimentaires, bactéries dont le corps contient environ 2 % de P_2O_5 dans la matière sèche ; mais on avait pensé que ces micro-organismes opéraient une concentration... à partir du phosphore du plancton. Mais d'où le plancton tirerait-il son phosphore ? Et ici non plus on n'a pas songé que l'épaisseur de plusieurs dizaines de mètres de bancs de phosphate était incompatible avec une concentration du phosphore, qui, dans le plancton de l'eau de mer, ne représente que quelques milligrammes au mètre cube, soit une concentration de quelques milliardièmes, d'où une épaisseur de la couche d'eau sans commune mesure avec le rayon terrestre et un simple calcul aurait montré l'inconsistance de cette théorie.

Le lien entre le magnésium et le phosphore est apparu à beaucoup d'agronomes ; on sait le rôle important de la phytine qui est dérivée d'un ester phosphatoglucidique ; c'est un sel calco-magnésien de cet ester. Des ouvrages donnent des tables du phosphore, du calcium et du magnésium enlevé par différentes variétés de plantes, suivant les types de sol, ces 3 éléments ayant paru liés, sans qu'on voie le lien.

En ajoutant du superphosphate de chaux on a même pensé que celui-ci « joue le rôle d'azote » sans voir pourquoi ; (nous avons vu que $\text{Ca} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{N}_2$ ou Si) ; mais c'est peut-être l'action bactérienne nitrifiante, sur le calcaire, qui est en cause, et nous le reverrons à l'Annexe (travaux de J. K.).

Des carences de phosphore empêchent le développement des plantes, car les molécules des protéines ne peuvent se former (leurs chaînes ont des ponts P) ; dès lors les acides aminés ne pouvant se former, on a pensé que le phosphore était lié à l'azote ; on s'appuie pour établir ceci sur le fait que dans les graisses phosphorées, les phosphatides, le rapport de leur azote total est sensiblement constant dans les différentes plantes ; en fait il n'y a pas de lien direct, et une carence de phosphore, empêchant la formation des molécules aminées, entraîne aussi une réduction des autres éléments, mais c'est également le signe d'une carence des éléments permettant à la plante de fabriquer le phosphore déficient.

Le lien phosphore-calcium, nous l'avons vu, est un lien d'origine commune, et quand il se produit trop de phosphore, il se produit trop de calcium chez l'animal.

Ce qui fait dire à un auteur : « L'excès absolu ou relatif du phosphore entraîne une fraction du calcium de l'organisme », interprétation gratuite et probablement erronée.

Les bilans négatifs de P et de Ca sont cités aussi par Demolon qui indique que les poids de ces éléments donnés à des vaches laitières « sont notablement inférieurs aux quantités de ces éléments qui quittent le corps de la bête avec le lait » (environ 3 g de P et 3 g de Ca par litre de lait) ; or la vache, pour l'entretien de son corps, a d'autres besoins, et elle excrète, par l'urine et les matières fécales, des quantités qui, avec ce qu'emporte le lait, dépassent très sensiblement ce que lui apporte la nourriture ; aussi bien une conclusion déclarant que, pendant la production de lait, la vache « fait des emprunts de calcium et de phosphore à ses propres réserves » est-elle insoutenable : une vache, forte laitière, pesant 700 kg, donnant 30 l de lait par jour, a besoin de 111 g de P par jour (3 g par l de lait + 3 g par 100 kg de poids) ; il a été donné à la vache-témoin 98 g. par jour de P, soit un déficit journalier de 13 g ; en 100 jours elle aurait prélevé 1 300 g de P, alors que tout son corps (squelette, chairs, sang...) n'en contient qu'environ 4,5 kg et il est évident qu'on ne peut réduire la teneur en phosphore dans de telles proportions. C'est donc

qu'il y a eu une fabrication endogène de phosphore (ceci est vrai également pour le calcium et dans les mêmes proportions relatives).

Ainsi, tant dans la vie végétale qu'animale, le rôle important et complexe du phosphore n'avait pas pu être compris ; on était sur une fausse piste, et les études sur son métabolisme sont à reprendre sous un éclairage nouveau.

Application à la géologie.

A différents moments dans nos textes il est cité des références à la présence simultanée de Li et P (plantes, os, certains minerais) et il ne s'agit pas là d'une association fortuite.

Car si $P \rightarrow Li \rightarrow Mg$, nous avons vu aussi (premier ouvrage), à propos du magnésium, que Mg et P sont précisément liés et tels que si l'organisme excrète plus de P qu'il ne reçoit il excrète aussi plus de Mg qu'ingéré : les bilans négatifs de P correspondent toujours chez les mêmes personnes, aux mêmes dates, à des bilans négatifs de Mg ; la moyenne a été de 134 mg de phosphore excrété par jour et par homme pour les bilans négatifs observés, qui se sont produits simultanément avec des bilans négatifs de calcium, représentant 321 mg/j par homme, tandis que le bilan négatif du magnésium, pour ces mêmes jours, était en moyenne de 163 mg.

L'inverse est également vrai : chaque fois qu'il y a eu bilan de Mg, il y a eu bilan + de P et de Ca, montrant que ce n'est pas une association, mais une filiation : P naît de Mg, à condition de disposer de Li, qui, dans l'organisme des animaux supérieurs, vient du sodium du plasma sanguin ($Na \rightarrow O \rightarrow Li$).

Dans les roches magnésiennes aussi, P peut se former, par « frittage » de Mg avec Li venant du potassium ($K \rightarrow 2.O \rightarrow Li$).

Ceci montre que du phosphore peut se trouver dans le sol sans qu'il y ait eu apport marin.

Mais nous avons vu aussi (formation de dolomies) que Mg peut venir du calcium ($Ca \rightarrow O \rightarrow Mg$) : un gisement de calcaire, sous une influence que je crois bactérienne, peut donc donner Mg et s'il y a des alcalins (Na ou K) il y a possibilité de production de phosphore, qui avec le calcium peut donner en combinaison chimique du phosphate de calcium.

C'est là une autre voie de formation des gisements de phosphates de chaux et il est probable que les deux types de gisements existent (marin et continental).

Le phosphore, dans les gisements, est lié à la présence de bactéries, ce qui semblerait bien montrer que P est une formation endogène due à un enzyme spécifique qui est à rechercher.

Et cet enzyme a besoin de Mg : du moins c'est à partir de

Mg que semble être l'origine la plus abondante de P ; dans les plantes aussi la phytine est un sel magnésien d'un ester phosphorique.

Des recherches sont en cours dans plusieurs laboratoires pour mieux connaître cette formation de P : voici celles qui, à la suite de mes publications, ont été portées à ma connaissance (sans que je cite ici les chercheurs ou les laboratoires) :

- a) germination de graines : il y a variation de P entre la graine et la plantule ayant germé sans apport de P ; l'étude complète n'est pas achevée ;
- b) sous l'action de levures la teneur en P change aussi ;
- c) une algue calcaire telle que $\text{Ca/Mg} = 6$ a étéensemencée de bactéries afin de voir la genèse de P.

Je rappelle qu'il n'y a pas d'isotope stable de P ; le seul nuclide est P_{31} . Les isotopes radioactifs sont artificiels et ne sauraient être utilisés comme traceurs en biologie pour observer les transmutations car celles-ci ne peuvent se faire qu'à partir de nuclides stables pour des raisons que j'ai données par ailleurs.

*
* *

On pourrait penser que le phosphore, composant des chaînes d'ADN et d'ARN, qu'on retrouve aussi dans la cellule nerveuse, comme dans l'os est une formation endogène par « frittage » de $\text{N} + \text{O}$; autrement dit, de l'air suffirait à la « synthèse » du phosphore.

Mais si le compte de protons y est ($\text{N}_7 + \text{O}_8 \rightarrow \text{P}_{15}$) celui des neutrons ne permet d'envisager que les « frittages » de $\text{P}_{51} \rightarrow \text{O}_{16} + \text{N}_{15}$, ou $\text{O}_{17} + \text{N}_{14}$, et je n'ai aucun recoupement assez significatif permettant de retenir cette voie de formation, d'autant plus qu'on se trouve rarement devant N atomique : c'est presque toujours N_2 .

Bien entendu on ne peut pas, par cette voie négative, dire que $\text{P} \rightarrow \text{N} + \text{O}$ est impossible, puisqu'on remarque que dans les acides nucléiques P est lié à O par une liaison radicalaire ; de plus, dans ces acides on trouve toujours P, N et O, mais, à ce jour, je ne dispose d'aucune analyse quantitative pour dire que P vient de $\text{N} + \text{O}$. Mais la réaction $\text{P} \rightarrow \text{S} + \text{H}$ est établie. Des analyses quantitatives portent aussi sur le lien entre Me et P. On voit que ce domaine laisse encore le champ libre pour de nombreuses recherches et j'indiquerais seulement que le passage de S à P me semble pouvoir être recherché par des cultures de levures, mais certainement plusieurs micro-organismes doivent pouvoir faire cette transmutation

et d'autres son inverse (1) ; leurs enzymes seraient les mêmes que ceux qui opèrent dans les acides nucléiques des cellules animales, mais chez les plantes aussi le phosphore est un élément transmutable : ceci a été surabondamment démontré par les multiples recherches dans la germination des graines, mais aucun travail sur les diastases responsables n'a été entrepris. J'ai donné, dans « Transmutations à faible énergie » (1964), pp. 157 à 163, des résultats d'expériences montrant le passage de phosphore à soufre, ou inversement, suivant l'apport fait à l'eau utilisée.

Rappelons que seul ^{31}P est transmutable dans l'organisme de sorte que l'utilisation de ^{32}P (radioactif) comme traceur pour voir le comportement du phosphore ne peut conduire qu'à une vue incomplète du rôle que ^{32}P pénétrant dans l'ADN des cellules empêche sa multiplication, empêche aussi la transmission du message de l'ARN. Ceci est étudié en détail par J.-G. Van Dyke dans « Transactions of the New York Academy of Sciences », juin 1964, qui, outre ses propres recherches cite celles de plusieurs équipes de chercheurs. Il n'est nullement prouvé que cette action bloquant la duplication de l'ADN soit due à l'émission d'un électron par ^{32}P (radioactivité β) et il semble plutôt que c'est parce que l'isotope 32 n'est pas biologique, est inutilisable.

On a fait des constatations du même genre sur l'utilisation du tritium ^3H comme traceur pour marquer la thymine : il rompt les ponts d'hydrogène, d'où une lésion fonctionnelle conduisant à l'inactivation. Ceci apporte une confirmation de plus à nos observations : les transmutations dans l'organisme ne mettent pas en oeuvre d'isotopes radioactifs.

(1) Ceci sera vu au chapitre suivant, sur le soufre.

@

CHAPITRE IX

LE SOUFRE

Le soufre apparaît comme le « frittage » de deux noyaux d'oxygène ; le plus abondant est $2.O_{16} \rightarrow S_{32}$ et seule l'agglomération des isotopes 17 et 18 de l'oxygène conduit à un nuclide instable (S_{35} est radioactif).

Rappelons que le lien $O_2 \rightarrow S$ explique le rôle très corrosif du soufre à haute température (exemple à Lacq, non seulement dans H_2S , mais dans les fours de production de soufre à haute température) ; c'est l'équivalent d'une puissante oxydation ; soufre et oxygène sont deux aspects chimiques d'une même origine nucléaire, si bien que lorsqu'il y a, du moins en biologie, forte oxydation comme dans la cellule jeune, active, en pleine accélération vitale, il y a concentration d'oxygène ; ceci explique la présence de soufre dans toutes les rapides réactions biologiques d'oxydo-réduction (apparition et disparition de $O...$) et il serait à vérifier si ceci ne vaut pas pour le cancer, car il y aurait là un moyen de détection (1). Le soufre biologique O_2 entre dans la constitution des acides aminés essentiels (cystéine, méthionine) ; dans les protéines, il y a de 0,3 à 2,4 % de S ; c'est aussi le cas de l'oeuf en cours de développement... et ce soufre biologique devient soufre minéral combiné à H, si l'oeuf meurt, pourrit.

Dans le métabolisme cellulaire on a identifié 5 coenzymes soufrés ; le soufre est l'élément de transition ; 4 de ces coenzymes interviennent dans le métabolisme des glucides, des lipides, des protides : diphosphathiamine (D P T), acide thiocystéique ou lipoïque, coenzyme A, vitamine H ou histine ; le glutathion joue le rôle de coenzyme dans les fermentations. Ainsi le soufre (O_2) est un élément aussi vital que l'azote (C + O) et si bien des plantes, des organismes vivants, peuvent le fabriquer, d'autres en sont incapables ; ceci est prouvé par des expériences sur des plantes, et il serait facile d'en réaliser sur des cellules animales, par exemple sur l'oeuf de poule. L'identité $O_2 \rightarrow S$ trouve un recoupement aussi en chimie minérale :

(1) De même que l'accroissement de K, qui résulte de $O : Na + O \rightarrow K$, et cet accroissement (le K dans le tissu cancéreux a été constaté.

on sait que les métaux brûlent dans la vapeur de soufre comme dans l'oxygène ; il en est de même du carbone, et on a soit CS_2 soit CO_2 .

Outre la « fabrication » de soufre par certaines plantes (cresson, chou, etc.), par des champignons inférieurs, ou la genèse du soufre dans les oeufs, etc. il est des remarques à faire sur la production du soufre minéral.

Quand on jette de l'eau sur du charbon incandescent, « on sent le soufre ». Réaction chimique qui provoque le dégagement du soufre que contient le charbon, dit-on. Ce n'est pas évident, et ce peut être une « condensation » d'oxygène.

Quand la foudre est tombée tout près, on dit aussi qu'on sent le soufre ; la décharge électrique peut, on le sait, donner l'ozone, O_2 , mais ne produit-elle pas aussi du soufre O_2 ?

Le gaz de Lacq contient 18 % d'hydrogène sulfuré, qu'il faut lui enlever. Après une épuration chimique en phase-vapeur, il ne contient pratiquement plus de H_2S ; il passe dans un sécheur... et à la sortie, il contient de nouveau une dose non négligeable d'hydrogène sulfuré, comme si du soufre s'était fabriqué dans le sécheur. Ceci demeura inexpliqué.

Selon nous, voici ce qui se passe (hypothèse à vérifier) : pour sécher le gaz on le chauffe, mais l'eau contenue, en partie, se dissocie en H_2 et O ; il y a donc la possibilité d'obtenir le frittage $\text{O}_2 \rightarrow \text{S}$, qui se trouve en présence de 4 H, d'où la possibilité d'une combinaison chimique H_2S qui laisse 2 H se dégager... mais on a fabriqué S... tout comme en jetant de l'eau sur des charbons ardents.

Dans les acides aminés, on appelle « résidus » les parties de ces acides qui ne participent pas directement à la liaison peptidique et s'insèrent dans la chaîne à des niveaux différents, où ils forment de nouveaux groupements constituant des ponts, dont le plus stable est la liaison disulfure, formée après oxydation par des « résidus » de cystéine, porteurs du radical SH.

Ainsi ce sont des oxydations qui donnent des ponts disulfures. ce qui est un recouplement de plus en faveur du lien $\text{O}_2 \rightarrow \text{S}$.

Les ponts disulfures sont nombreux dans les molécules telles que l'insuline, dans la ribonucléase pancréatique, etc.

On retrouve le soufre dans le glutathion, les vitamines B_1 , etc. ; il voisine souvent avec le phosphore, car l'organisme passe de l'un à l'autre, et ceci conduira à revoir bien des produits pharmaceutiques (il entre dans la composition d'une foule de produits organiques : sulfamides, pénicillines, etc.).

En minéralogie, les métaux sont liés au soufre ou à l'oxygène (ce qui recoupe $\text{O}_2 \rightarrow \text{S}$) : plomb, zinc, cuivre, mercure sont le plus souvent sous forme de sulfures en profondeur (pression ?) et d'oxydes en surface. De même le fer, le calcium, etc. sont liés à S ou à O, le plus souvent, et ceci est évoqué au chapitre « Métallogenèse ».

Il n'est pas exclu que le soufre ait un isomère, car nous ne constatons jamais le départ d'un proton de l'oxyon isolé ; or avec 2 oxyons O_{16} réunis, on passe du soufre 32 au phosphore 31 ; ceci signifie-t-il qu'il y aurait deux oxygènes ? ce n'est pas à rejeter, mais en tout cas on sait qu'il y a deux soufres, l'un octaédrique, l'autre prismatique, et on connaît leurs différences physiques ; simple coïncidence peut-être, mais il n'est pas impossible que le soufre obtenu à partir de P ($P + H$), P lui-même venant de $Mg + Li$, soit un isomère de 2.O, ou plutôt il y a plusieurs voies graphiques et la fig. 14 montre comment $P + H$ et 2.O ne sont qu'un même édifice.

Quoi qu'il en soit on voit que le soufre, dans la nature, peut être une production endogène, et on se souviendra de l'expérience citée, réalisée en 1844 par Vogel, et montrant un accroissement du poids de soufre dans des graines de cresson qui germent dans de l'eau distillée.

Les recoupements sont nombreux pour montrer que l'origine probable est l'oxygène, que c'est un « condensat » de 2 atomes d'oxygène, et que dans les acides nucléiques, une réaction biologique d'équilibre est $P + H \rightleftharpoons S$.

*
* *

L'étude de la production du soufre par des enzymes reste à faire. Ces enzymes sont probablement des constructions moléculaires voisines de celle qui agit dans les Thiobacillus, de sorte que c'est par l'étude des bacilles associés à la production du soufre organique qu'il y aura lieu de commencer, la recherche n'étant qu'ébauchée.

Il y a plusieurs sulfo-bactéries :

- celles du genre Sporovibrio réduisent les sulfates en sulfures,
- celles du genre Thiobacillus oxydent les sulfures en sulfates.

Le Thiobacillus ne peut se développer que s'il dispose déjà d'une trace de composé soufré. Mais ensuite, à partir de cette faible trace, il est capable d'une autoproduction de soufre importante, et ce phénomène n'a pas été étudié dans l'optique d'une transmutation ; on a admis, sans vérification, suivant la tradition, qu'il « fixait » le soufre, venu on ne sait d'où, sinon de son imagination ! Car s'il est certain qu'il « fixe » le soufre, il est aussi certain qu'il peut en « fixer » plus que ce dont il dispose ; et c'est un « oxydant » ; il prend l'oxygène et réalise très probablement $O + O \rightarrow S$. Quant au Sporovibrio réducteur, il n'est pas exclu qu'il enlève aussi H à S pour donner P, ou ce serait un autre micro-organisme voisin qui ferait cette transmutation et ceci pourrait être confirmé en le recherchant dans certains lacs de Scandinavie ou du Canada, coupés de la mer par exhaussement du sol, il y a quelques milliers d'années, et où tous les sulfates ont disparu, ne laissant même aucun composé du soufre ; celui-ci a été « digéré » !

Ces remarques me conduisent à attirer l'attention sur un aspect

des recherches en laboratoire : une culture de Thiobacillus peut se faire à condition de frotter la paroi interne du tube à essai ou du flacon, par exemple avec un tampon de coton imbibé d'hyposulfite de soude ; la quantité du soufre ainsi déposée est très faible, à la limite du dosage ; or les Thiobacillus se développent (en aérobie) et contiennent ensuite un poids de soufre sensible, sans apport possible de soufre extérieur, le tube (ou flacon genre Erlenmeyer) étant isolé par un bouchon de coton formant filtre (l'air contient toujours un peu de SO_2 , mais en quantité insuffisante pour le démarrage d'une culture, d'où l'apport d'hyposulfite) ; leur développement en aérobie montre qu'ils ont besoin de l'oxygène de l'air ; c'est O leur « matière première » pour « fabriquer » S.

Mais cet exemple montre qu'on ne peut pas toujours partir de produits chimiquement purs, exempts de soufre, dans une atmosphère conditionnée, sans soufre ; dire que l'expérience sera probante seulement s'il n'y a pas de soufre au départ, et qu'on en trouve après culture bactérienne est une erreur, car une telle expérience -- dans ce cas précis -- est vouée à l'échec ; ce qui importe c'est de connaître le poids de soufre au départ, et le poids après incubation, sans apport extérieur possible ; la différence donne la production endogène par transmutation.

A noter que pour la production du potassium par les bactéries du salpêtre, c'est la même technique qui a été adoptée, pour des raisons identiques (voir Annexe).

Il m'a semblé utile de faire ressortir ceci pour ceux qui voudraient apporter des compléments à ces recherches « d'exploration ».

CHAPITRE X

LE CHLORE

Ses origines sont probablement multiples.

Des plantes semblent pouvoir l'engendrer. « On trouve des chlorures dans les joncs, nénuphars, sphagnes, ray-grass, mousses, orties, poussant là où il n'y a que de l'eau douce », dit Branfield qui donne des analyses quantitatives de cendres.

Je note cependant que ce sont des plantes de terres acides, siliceuses.

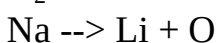
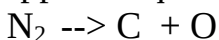
Le chlore est un élément vital important. Si la vie est née dans la mer, où les sels sont essentiellement des chlorures, si le plasma de notre sang est essentiellement de l'eau salée au chlorure de sodium, il y a une raison. Pourquoi pas des sulfates, carbonates, nitrates, etc. pourquoi le chlore ?

Le chlore est un produit nocif pour les plantes et pour l'animal. Il est dangereux à respirer, et en combinaisons chimiques ni l'animal ni la plante ne supportent une ingestion élevée de chlorures, encore moins de chlore sous une autre forme.

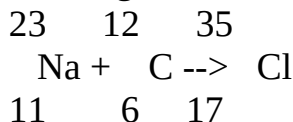
La teneur en chlore semble à peu près constante dans l'organisme, avec, dans le plasma, environ 9 g/l de NaCl (les poissons ont des organes, parfois spécialisés, pour éliminer l'excès de chlorure de sodium, car l'eau de leur chair n'est salée aussi qu'à Environ 9-10 g/l) ce qui laisserait supposer que la vie est née dans une eau à peu près à cette teneur initiale en NaCl, qu'elle ne fut possible que grâce à NaCl, que Na et Cl sont des éléments vitaux, et seulement avec un atome de Na pour un de Cl ; il ne peut y avoir de vie avec d'autres proportions de ces éléments.

Si la teneur du chlore ne peut varier que dans d'étroites limites, c'est qu'il est un élément régulateur et réversible, qu'il peut apparaître ou disparaître par des réactions nuclido-biologiques afin de se maintenir constant, indépendamment des apports extérieurs.

Rappelons quelques réactions :

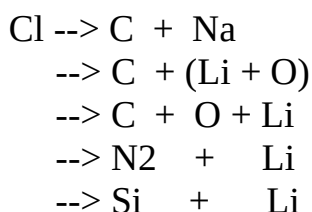


Dans l'organisme on a Na et C ; or



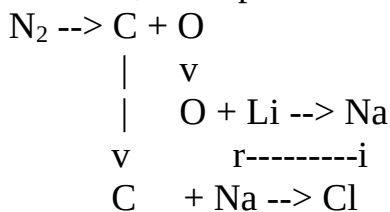
On voit le lien entre Na et Cl ; l'organisme dispose donc bien des éléments lui permettant une production endogène de Cl. Au contact de l'azote, qui a pu constituer le gaz de la cosmogénèse précédant la formation de la croûte terrestre, cet azote, activé par des causes diverses, a donné de l'oxygène et du carbone. L'oxygène, avec le lithium interplanétaire, a donné le sodium et on voit ainsi -- simple hypothèse -- que chlore et sodium ont pu apparaître.

Remarquons que les réactions ci-dessus sont isomères des suivantes :



Ainsi l'azote a pu donner le silicium, et celui-ci, avec Li devenir Cl.

Ou encore, autre présentation des mêmes réactions



montrant que Na et Cl ont pu naître simultanément à partir de N_2 , avec 1 atome Na pour 1 de Cl.

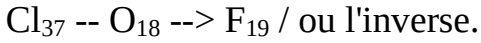
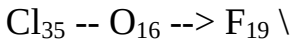
Aucun composé autre que NaCl n'est ainsi possible à ce stade direct.

Il semble que le potassium ne peut être qu'une création ultérieure (c'est le cas dans l'organisme) et si on a $\text{K} \rightarrow \text{Li} + 2 \text{O}$, il a dû se former en deux temps et vient de $\text{Na} + \text{O}$ (comme dans l'organisme), c'est-à-dire de $(\text{Li} + \text{O}) + \text{O}$.

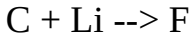
Mais si on a du chlorure de sodium, il faut s'attendre à l'addition oxydo-nucléonique (oxyonisation ?) et on trouvera NaCl avec KCl.

Bien entendu si Na peut prendre O, il peut aussi prendre H, et dans les solutions de NaCl, il se formera des chlorures de potassium et de $(\text{Na} + \text{H}) \rightarrow \text{Mg}$. C'est le cas des gisements dits de potasse, du type de Sfassfurt (kāinite, carnallite, sylvinite d'Alsace, etc.).

Il n'est pas exclu que le fluor, soit lié au chlore ; on a



Des réactions $\text{N}_2 \text{ --> C + O}$ et Na --> L + O , on peut induire que C et Li, fournis par l'azote et le sodium donnent :



et de l'oxygène est disponible. Dès lors F + O --> Cl .

De plus F + C --> P , de sorte que la production de phosphore aura lieu, liée à la présence du fluor, et précisément ces deux éléments sont souvent réunis (os, minerais : 9 % de $\text{P}_2 \text{O}_5$ dans l'apatite cristallisée).

On voit tout le système dont dispose la nature pour le maintien de l'équilibre, à partir de peu d'éléments de base.

Je signale ici toutes ces hypothèses, doublées de recoupements, mais pour l'instant ce sont des voies ouvertes à une recherche plus poussée, voies que je n'ai pas encore pu explorer.

@

CHAPITRE XI

HOUILLE - PETROLE

Houille. -- Il est classique d'attribuer la formation de la houille à une transformation de forêts enfouies.

Vue de l'esprit, contestée depuis longtemps d'ailleurs, car la houille n'a rien du charbon de bois et une telle hypothèse ne résiste pas à un examen sérieux : la quantité de carbone contenue dans les arbres, denses, même de plusieurs dizaines de mètres de haut, ne représenterait que quelques millimètres. Devant cette évidence, on a objecté que le bois mort était entraîné vers des ravins où il s'accumulait ; à ceci je réponds : si la forêt était dense, il n'y a pas eu ravinement...

Soyons généreux et admettons qu'une petite couche de charbon ait pu se produire, charbon de bois métamorphosé en houille ; comment se fait-il que les couches successives, séparées par des morts-terrains de plusieurs mètres, soient parallèles ? ceci suppose qu'au même endroit, à des époques différentes, de la même façon s'est passé le même phénomène, et ceci parfois des dizaines de fois (car il y a des gisements à plusieurs dizaines de couches). Pourquoi là et pas ailleurs

Tout ceci est bien sollicité, irréel. Mais on trouve des traces de fougères ! Et après ? Ceci peut prouver qu'il y a eu remaniement du terrain ayant entraîné les fougères, qui, enrobées dans la masse, y ont laissé leur empreinte : si c'étaient les fougères arborescentes qui avaient donné la houille, elles auraient commencé par pourrir, libérant leur carbone, elles ne seraient pas restées en feuilles. En fait, je suis convaincu que la houille vient des schistes, fabriquée in situ, par une forte compression (?) qui a réalisé la réaction $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$; si O n'a pas pu se dégager, a été comprimé aussi, on aura $\text{O} + \text{O} \rightarrow \text{S}$ d'où des charbons sulfureux.

S'il n'y a pas eu déformation, le charbon reste mêlé à l'argile ; c'est l'ampélite (utilisée comme « noir de fonderie »).

Mais si la pression a provoqué un plissement, il peut y avoir eu ségrégation par suite des différences de comportement des couches et le carbone peut se trouver assemblé en bancs plissés en même

temps que les schistes, d'où la structure en bancs parallèles des gisements de houille, toujours dans du schiste ; et on trouvera essentiellement ces gisements de part et d'autre du grand plissement hercynien qui va de l'Ouest de l'Europe au Sud de la Russie, ce qui montre le lien entre ces gisements et ce mouvement tectonique (ce sont les grands gisements du Pays de Galles, de l'Artois, Lorraine, Ruhr, Don...).

Mais, plus simplement, si le carbone dérive directement des schistes comme je le pense, on peut admettre que les veines de houilles remplacent une strate dont les caractères lithologiques originels ont facilité les réactions que je propose.

La végétation est-elle seule responsable et peut-elle seulement servir à dater le gisement ?

Et que dire du graphite de certaines ampélites et de roches métamorphiques ? Un gisement à Kerganano près de Vannes, contient 19 % de C dans l'argile ; d'autres gisements voisins des côtes sud-bretonnes ont 30 % de C et plus, cristallisé en graphite (avec environ 50 % de silice, 18 % d'alumine, 5 % d'oxydes de fer et 1 % d'oxyde de titane, le fer pouvant venir du silicium, le titane de l'aluminium). Dans l'Aude il y a un gisement à Counozouls (à 8 km sud d'Axat) ; il n'a que 6 % de C, mais 6,4 % d'oxydes de fer et de titane.

Cette présence de graphite dans des roches siliceuses a d'ailleurs été notée dans de nombreux pays et il y a même des mines de graphite dans les micaschistes et les gneiss précambriens, où sont les principaux gisements ; leur origine se place ainsi souvent bien avant l'apparition de la végétation sur terre, longtemps avant le « Carbo-nifère ». Cela montre bien que le graphite peut ne pas avoir une origine végétale, auquel cas il faut lui trouver une autre origine, pour laquelle je propose le silicium de ces roches archéennes.

Quant au diamant, on sait qu'il se forme dans des conditions géologiques très particulières, dans des « cheminées » de kimberlite. Ici encore on note la présence de silicate, donc de silicium.

Quoi qu'il en soit, les recoupements sont bien convergents : que ce soit la houille, le graphite, ou le diamant, sous ces différentes formes le carbone peut apparaître au sein des roches siliceuses ou conservant une forte proportion de silice.

On s'explique ainsi que tous les gisements de houille contiennent de la silice (jusqu'à 20 %, voire 40%, plus même) qui forme les cendres » ; les fortes teneurs en silice pourraient être l'indice que la transmutation de Si en C + O a été incomplète, imparfaite.

*

* *

Pétrole. -- Le pétrole est une transformation du carbone des animalcules marins dit-on.

Qu'on trouve des coquillages marins dans la roche ne signifie nullement que c'est leur chair qui est devenue pétrole !

Que ce soient certains micro-organismes qui soient à l'origine du pétrole, c'est très possible, probable même, mais comme agents, et non comme matière première ! Celle-ci ne peut, à mon avis, qu'être essentiellement le magnésium. $Mg \rightarrow C + C$ (et je rappelle que la réaction inverse a été réalisée à l'accélérateur de particules).

Il y a formation de carbone en profondeur à partir de Mg, et s'il y a de l'eau, c'est une catalyse en phase vapeur !

L'oxygène est peut-être prélevé par les micro-organismes, et l'hydrogène se combine chimiquement au carbone.

Si l'oxygène est en excès, on peut avoir du soufre ($O + O \rightarrow S$), de sorte qu'on trouve des gisements d'hydrocarbures, liquides ou gazeux fortement sulfureux (Lacq par exemple).

La présence de Mg peut venir d'une poche d'eau salée : Na peut diminuer pour donner Mg ($Na H \rightarrow Mg$) et il restera au fond de l'eau salée -- ce qu'on constate.

Mais une origine marine n'est pas indispensable : Mg peut venir de Ca ou de niveaux sous-jacents à la roche-magasin.

La dolomitisation d'une formation calcaire permet la production de carbone : $Mg \rightarrow 2 C$; la dolomie serait alors la roche-mère ; en fait, à Parentis, et dans plusieurs gisements du Sahara (Nezla, Hassi Touareg, etc.), on a retrouvé la dolomie voisine du pétrole. Cela n'empêche pas la présence d'eau salée, mais salée par Na venant de Mg par perte d'hydrogène ?

Remarquons que les hydrocarbures ne sont pas impossibles dans les roches siliceuses, puisque C peut venir aussi de Si et s'il y a en même temps décomposition de l'eau, ou toute autre réaction dégageant de l'hydrogène, on peut avoir la production de méthane (grisou) ou des hydrocarbures plus lourds que les C5, c'est-à-dire liquides : ce sont les schistes bitumineux, et à ce jour on n'avait vu aucune explication à cette formation (à noter que H peut venir du passage de Si à Al).

A remarquer, en outre, qu'au Sahara on trouve le pétrole (roche-magasin -- ou réservoir ?) dans les terrains primaires : Dévonien, Cambro-Ordovicien, donc dans des terrains plus anciens que le carbonifère.

Toute la genèse du pétrole peut donc être repensée et sa prospection peut se présenter sous un jour nouveau. On remarquera en effet que Mg est abondant dans le Précambrien... et il ne semble pas qu'on y ait recherché le pétrole... impossible d'après les théories classiques, qui ne le voient que dans, ou sous des terrains sédimentaires, alors que d'après mon hypothèse, exprimée en 1959, publiée en 1960, venant de Mg, il peut être abondant dans le Précambrien.

J'ai seulement voulu ici reposer ce problème de l'origine du pétrole, inexplicable par la science classique, alors que mes réactions apportent une solution plausible ; ce n'est qu'une hypothèse de travail, et pour le moment, il y a là un domaine sur lequel je n'ai pas pu me pencher plus avant.

Le pétrole venant de Mg, il n'est nullement besoin que la roche-mère » soit une dolomie.

Il y aurait aussi à rechercher s'il n'est pas des bactéries spécifiques dans les schistes bitumineux, bactéries qui ne nécessitent pas le passage à Mg et prennent C dans Si, libérant O, qui peut donner aussi du soufre. Cette présence d'hydrocarbures dans des schistes était restée aberrante.

Ceci montre en tout cas que nous ne pouvons pas affirmer que le pétrole soit une formation fossile épuisable ; il se forme probablement encore de nos jours, et nous pouvons espérer pouvoir le produire, soit à partir d'une roche magnésienne, soit à partir d'une roche siliceuse quelconque, de l'argile, etc., tout en recherchant ses accumulations naturelles par d'autres voies.

Car des roches primaires, plus anciennes même que le Carbonifère, notamment le Dévonien, et plus ancien encore, l'Ordovicien, se révèlent souvent de bons magasins ; mais doit-on exclure qu'ils soient aussi la roche-mère ? Autrement dit : la distinction entre roche-mère et roche-magasin est-elle toujours valable ?

Si oui, comment expliquer que le pétrole n'est pas nécessairement en contact avec la roche-mère, mais soit parfois séparé de celle-ci par des couches épaisses de terrains imperméables, inaccessibles à toute migration ?

Faillles rebouchées ? Explication simpliste ! Car il peut y avoir plusieurs couches de pétrole, de composition très différente. Plus même, des hydrocarbures gazeux peuvent se trouver sous les liquides, séparés de ceux-ci par d'épais terrains imperméables. Aucune migration ne peut expliquer ceci ; donc la formation est endogène, faite in situ, sans migration.

Par exemple dans le gisement saharien de Fort Polignac (Edjelé, Tiguentourine, etc.) on trouve une huile, peu abondante, vers 800 m de profondeur, dans le Carbonifère ; puis, plus bas, vers 200 m, donc avec une séparation imperméable de 400 m, on trouve un gisement indépendant dans le Dévonien ; puis séparé par une roche imperméable de 800 m d'épaisseur, vers -- 2 000 m, dans l'Ordovicien, on a trouvé un abondant gisement de gaz. Il n'y a aucune communication entre ces gisements, très différents. Il faut donc bien convenir que la formation du pétrole pourrait aussi avoir son origine dans les roches primaires du Dévonien et du Silurien, l'élément de départ pouvant être du magnésium, mais aussi le silicium comme nous l'avons vu ; la prospection est donc à repenser.

CHAPITRE XII

LIEN DE L'ETAIN ET DE L'IODE

Mes recherches ont porté surtout sur les éléments de nombre atomique allant jusqu'à 20, car c'est là qu'on trouve les ions représentant à peu près tous les besoins de la matière vivante, animale et végétale, et j'ai étudié essentiellement les réactions nuclidobiologiques faciles à reproduire.

Il apparaissait toutefois que ces réactions semblaient valables pour expliquer d'autres phénomènes observés, inexplicables par la chimie, et je recoupais ces observations en appliquant mes réactions jusqu'aux éléments de nombre atomique inférieur à 30.

Pour les éléments de numéro atomique plus élevé il y avait un phénomène nouveau (occlusion excédentaire de neutrons) qui ne pouvait avoir qu'une cause différente, qui ne m'est pas apparue à ce jour, de façon valable pour tous les éléments lourds ; on peut certes faire diverses hypothèses, mais encore ne faut-il pas que ce soient de simples vues de l'esprit, des échafaudages abstraits ; il leur faut une base concrète, et je n'en ai pas, du moins applicable à tous les éléments lourds.

Je rappelle que $O + Si = 75 \%$ des éléments de la croûte terrestre ; en ajoutant $Al + Fe + Ca$, on a 90% ; avec, en plus, $Na + Mg + K + H$, c'est 98% ; avec $C + Cl$, on dépasse 99% .

Donc l'étude des 20 premiers éléments, plus le fer, couvre, en poids, plus des 99% de ceux que contient la croûte terrestre ; c'est dire que les autres sont négligeables, quantitativement.

Toutefois, qualitativement, et comme « oligo-éléments », ou sur le plan économique, du fait de leur rareté et de leurs propriétés, ils méritent d'être étudiés, pour voir s'il n'est pas possible d'envisager leur production par des voies physiques ou biologiques, s'il en est qui se placent dans le cadre de mes réactions.

Et précisément, j'ai pu recouper des observations convergentes assez nombreuses pour voir que certains éléments peuvent passer de l'un à l'autre, subir des transmutations qui s'intègrent dans le type de réaction nucléaire que j'ai mise en évidence.

Mais tandis que les éléments de numéro atomique inférieur à 30 constituent un ensemble homogène, à 30 il y a point d'inflexion, c'est-à-dire qu'on ne peut pas toujours obtenir les éléments de numéro atomique supérieur à 30 par des « frittages » de noyaux de numéros inférieurs.

Par contre, dans les éléments plus lourds, il en existe certains qui peuvent passer de l'un à l'autre, suivant mes réactions, mais ce sont, en quelque sorte, quelques maillons isolés, qu'on ne peut pas toujours raccrocher au fragment inférieur à 30.

Il y a ainsi des cas où il semble que les « sous-noyaux » H, Li, C et O dont nous avons déjà défini le rôle possible dans les réactions nuclido-biologiques, « sous-noyaux » migrants, s'ajoutant à un noyau plus lourd, ou s'en retranchant, donnent des éléments naturels nouveaux.

Et qui plus est, quelques-unes de ces réactions sont aussi d'origine biologique certaine, ainsi que je le montrerai plus loin.

Par contre il en est d'autres où rien ne permet de supposer l'intervention d'un enzyme, et où les énergies nécessaires pourraient être d'ordre physique (chaleur, pression?...). Je mentionnerai ces dernières au passage, sans insister car, ne connaissant pas l'origine de ces forces -- aucune étude n'a encore été faite en ce sens -- on ne saurait, pour l'instant, les reproduire.

Par contre les réactions biologiques sont observables : le phénomène se passe sous nos yeux ; nous pouvons l'étudier dans son accomplissement, le reproduire, d'où une large porte ouverte, pour l'étude complète, qui, elle non plus, n'a pas été faite, mais ne saurait tarder... maintenant que j'ai ouvert la porte et montré quelle réaction peut s'opérer.

Je ne verrai en détail qu'un seul exemple, le temps m'ayant d'ailleurs manqué pour me pencher plus à fond sur d'autres, où je n'ai encore que peu d'observations, mais suffisantes pour dire cependant que ce qui suit n'est pas un cas unique. Cet exemple est l'iode, sur lequel j'ai regroupé une grande documentation, complétée par des observations, mesures, etc. que j'ai faites sur des laminaires récoltées sur place dans le Sud-Finistère (entre la Laïta et l'Aven : zone Le Pouldu-Doélan-Kerfany) sur d'étroits bancs granitiques, les fucus, étant dominants sur les roches schisteuses ; on verra le lien entre l'iode et l'étain.

*

* *

L'étain, ses gisements.

Pour certains éléments lourds, on peut voir leur « famille », des « ascendants » et « descendants », mais on ne peut aller bien loin, de sorte que je ne puis raccrocher la « famille » à une longue

lignée, en l'état actuel de mes recherches. C'est le cas de l'étain, et j'y reviendrai.

L'étain est souvent dans du granite ; il semble donc que c'est là qu'il est né, et que la composition du granite devrait expliquer sa naissance ; ce sera vu plus loin.

Le plus souvent, on le trouve avec des compagnons habituels ; ceux-ci ont-ils une ascendance, ou une filiation commune ? je ne le pense pas, pour tous du moins ; pour quelques-uns ce n'est pas à rejeter, pour d'autres elle m'apparaît certaine.

L'étain se trouve souvent au sommet des coupoles granitiques.

Certains géologues pensent qu'il était lié, chimiquement, dans la roche, à F, Cl, ou S ; qu'il est monté avec des solutions minéralisantes jusque dans les zones apicales où il s'est combiné à l'oxygène pour donner la cassitérite.

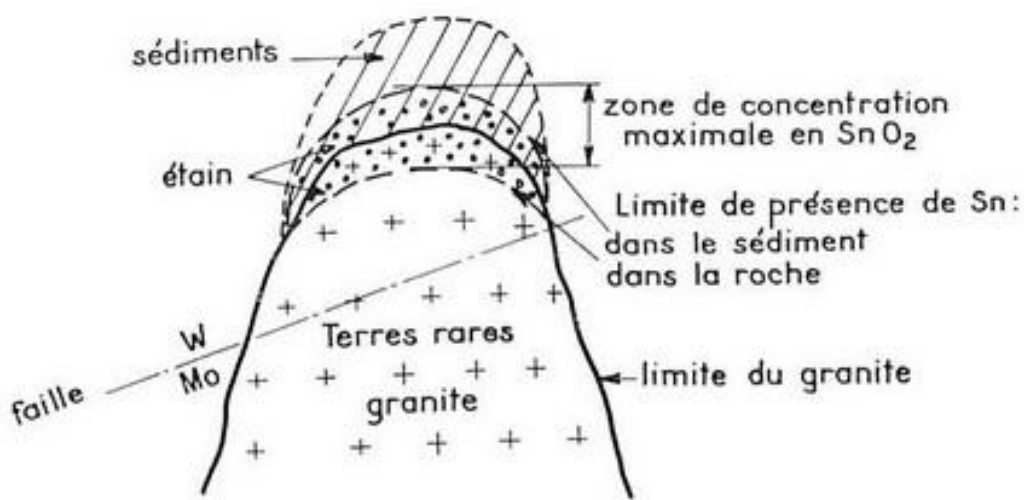


Fig. 15. - L'étain dans le granit.

L'étain monte dans le granite et s'accumule au sommet.

Cette ascension peut s'être prolongée jusque dans les roches sédimentaires qui recouvrent le granite.

Ces gisements -- dits primaires -- peuvent être démantelés par l'érosion, et on trouvera des gisements alluvionnaires dans les cours d'eau voisins, ou dans leur ancien lit.

Tel est le schéma général des gisements d'étain dans le monde.

Les métaux que l'on trouve le plus fréquemment associés à l'étain ou dans des conditions analogues sont le tungstène (W), le molybdène (Mo), l'antimoine (Sb).

Les minerais de ces métaux sont exploités dans des filons de quartz ou de pegmatite recoupant le granite ou les roches qui le recouvrent, ou encore dans des zones où le granite est transformé en « greisen ».

Il faut donc une transformation du granite pour que ces concentrations aient lieu, transformations qui peuvent affecter les éléments préexistants eux-mêmes et établir entre eux des liens génétiques. J'ai tenté de voir si mon hypothèse transmutatrice fondamentale pouvait expliquer les associations de l'étain avec les autres métaux, et voici ce qui me paraît possible.

En fait, je ne vois pas de lien de cette nature entre l'étain et le tungstène ; mais je ne prétends pas qu'une filiation soit nécessaire, plusieurs métaux pouvant préexister dans le granite au même titre que l'étain. Par contre certains liens peuvent être suggérés avec le molybdène, l'antimoine, etc., et, plus ou moins indirectement, avec le plomb et l'argent.

Lien avec le molybdène

Le molybdène est extrait, dans ses gisements primaires, d'un minerai sulfuré (molybdénite). La wulfénite (molybdate de plomb) est un minerai d'altération. Ici on voit ensemble Mo et Pb ; or, avec l'étain, en très faibles quantités, on trouve aussi, assez souvent, Mo et Pb.

En reprenant nos réactions, nous constatons qu'on passe de Sn à Mo en posant $\text{Sn} - \text{O} \rightarrow \text{Mo}$.

L'étude plus précise montre que 5 des isotopes stables de Sn, perdant un des 3 isotopes stables de O, donnent 5 des isotopes stables de Mo (40 % de Sn, perdant O, peuvent donner 68 % de Mo ; celui-ci sera donc plus rare que Sn).

Il n'est pas exclu que ce soient des bactéries qui, prélevant O, transformeraient Sn en Mo, mais simple hypothèse pour le moment, car il peut y avoir d'autres forces capables d'arracher O.

Lien avec le cérium.

Inversement, Sn peut prendre O pour donner du cérium, et, en fait, dans des zones voisines des concentrations d'étain, on peut trouver les terres rares.

Or le cérium est le métal le plus abondant des terres rares ; et son minerai, la monazite (phosphate de cérium) se trouve dans les mêmes conditions que la cassitérite.

Les isotopes 120, 122 et 124 de l'étain, avec les isotopes 16 et 18 de l'oxygène, donnent les cériums 136, 138, 140 et 142.

Or il y a 88,5 % de Ce_{140} et 11 % de Ce_{142} , soit 99,5 % pour ces 2 isotopes (les 136 et 138 réunis sont négligeables : 0,45 %).

C'est Sn_{124} qui, avec O_{16} , donne Ce_{140} , soit 88,5 % du cérium, et le même Sn_{124} , avec O_{18} donne Ce_{142} soit 11 % du total.

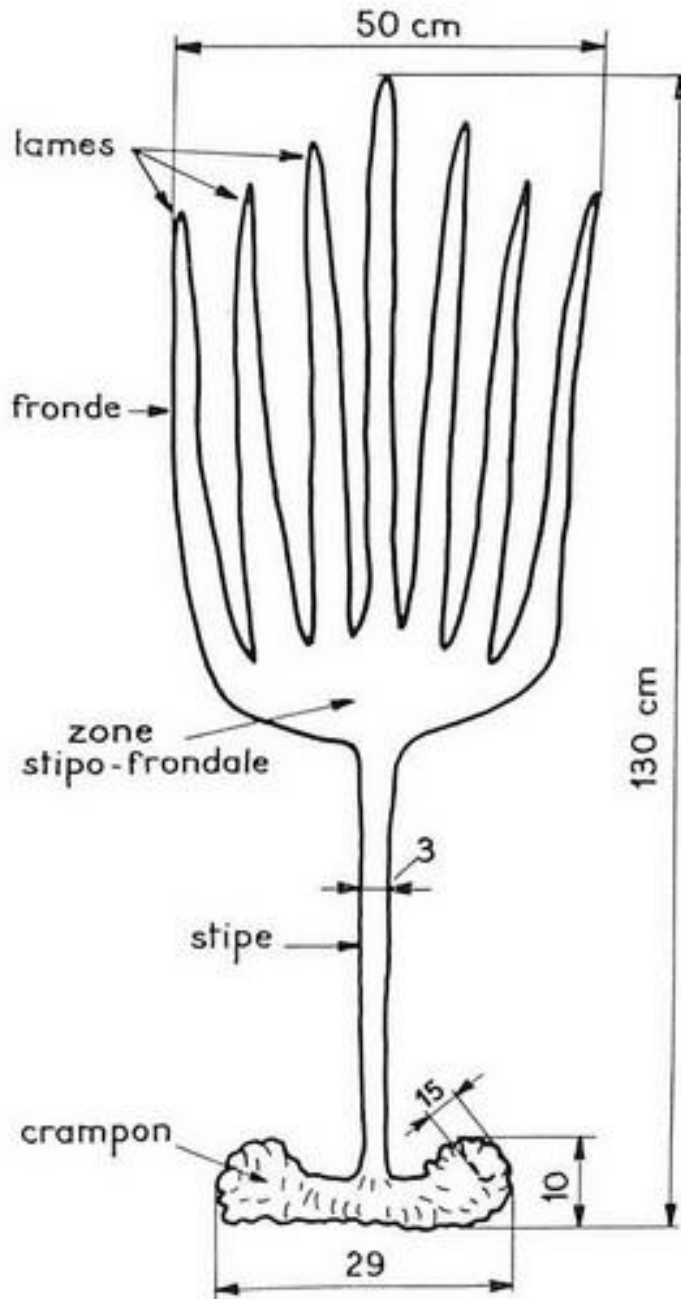
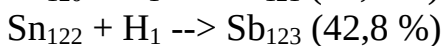
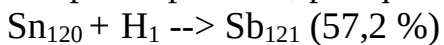


Fig. 16. - Laminaire (de juillet)
- récoltée par l'auteur près du Pouldu -

Lien avec l'antimoine.

On trouve Sb dans les mêmes terrains que l'étain, mais pas nécessairement associé. Je n'ai aucun recoupement précis pour dire que Sn et Sb peuvent dériver l'un de l'autre ; mais théoriquement ce n'est pas impossible, puisqu'on a :



Autrement dit, tout l'antimoine pourrait venir des isotopes 120 et 122 de Sn -- ou inversement, par perte de H, Sb deviendrait Sn₁₂₀, et 122.

Lien avec l'argent.

L'application de mes réactions donne, pour les isotopes 114, 115 et 116 de Sn, perdant les isotopes 6 ou 7 de Li, les isotopes 107 et 109 d'Ag.

Je cite cela pour mémoire, car je ne dispose d'aucun recoupement.

Dans plusieurs minerais (stéphanite, stromeyerite) il est associé à l'antimoine, et par ce biais, nous retrouvons à nouveau l'antimoine. Je fais le rapprochement, sans plus, pour l'instant.

Lien avec le sélénium.

Dans certains cas ce n'est pas seulement un noyau O qui est migrant, c'est une paire de noyaux O (qui est isomère du soufre).

C'est le cas du potassium, $\text{Li} + 2 \text{O}$, qui libère les deux O pour laisser Li dans les réactions de métallogenèse.

Donc des réactions avec 2 O sont aussi à envisager à partir de l'étain. Considérations théoriques peut-être, mais *elles vont permettre de voir si l'étain peut naître à partir du granite, n'utilisant, pour sa formation, que les composants de celui-ci.*

Si on retire 2 noyaux O à l'étain on a le sélénium qui a 6 isotopes stables ; les 2 noyaux O sont des combinaisons de O16, 17 et 18. Dès lors on s'aperçoit qu'il y a 11 combinaisons possibles des isotopes du sélénium avec 2 O correspondant à 5 des isotopes de l'étain.

D'un autre côté le sélénium (rare) peut s'obtenir par le « fritage » (rare) de 6 noyaux Li avec 2 noyaux d'oxygène, c'est-à-dire avec l'isomère du soufre (et on sait combien soufre et sélénium ont de points communs, ainsi que le soufre et l'oxygène).

Nous voici donc avec une « décomposition en nombres premiers » ! en « sous-noyaux », telle que la formation de l'étain, apparût théoriquement possible.

*
* *

Comment rechercher la structure théorique du noyau de l'étain.

Nous avons vu que Sn peut prendre ou perdre O ; ceci laisse supposer qu'il renferme toujours au moins un « sous-noyau » O ; et même il y a au moins 2 noyaux O, puisqu'il peut perdre le groupe 2 O (dans le sélénium).

Il ne peut perdre H, car la perte de H conduirait à l'indium, dont tous les isotopes sont radioactifs ; or mes réactions excluent les isotopes radioactifs, dus à des causes extérieures.

Par contre, il peut prendre H ; ceci suppose une orbite de

planétaire non saturée (dans la constitution du noyau telle que je l'ai proposée dans mon premier ouvrage).

Or, il est vu dans cet ouvrage que ces captures de H se font essentiellement sur le planétaire du lithium 7 qui entre dans la formation de Na par exemple ($\text{Na} \rightarrow \text{Li} + \text{O}$) ou de K ($\text{K} \rightarrow \text{Li} + 2 \text{O}$) qui respectivement, avec H, donnent Mg et Ca.

Le lithium, théoriquement, apparaît donc, a priori, comme devant se trouver dans la constitution de Sn. C'est un élément migrant et il y a lieu de voir s'il peut entrer en réaction de « clivage » ou de « frittage » avec Sn ; or c'est possible (argent, par « arrachage » d'un lithion, iode par « agglomération »).

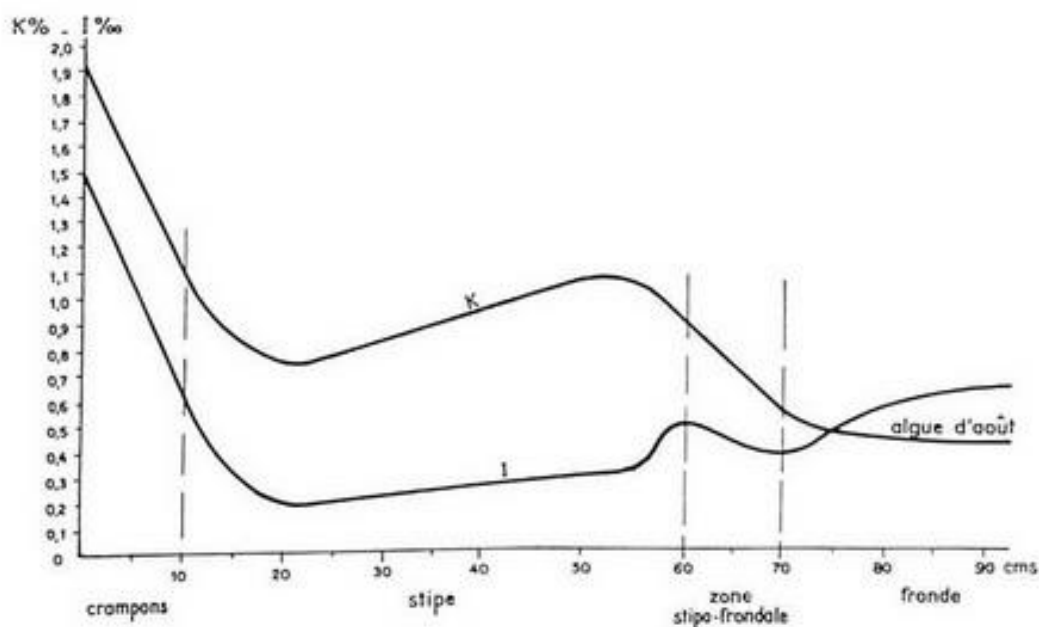


Fig. 17. - Variations de I et de K dans le crampon et le stipe d'une laminaire (en poids frais).

Les valeurs sont maximales au contact du rocher ; la « parenté » des courbes est nette.

Il y a une autre possibilité de trouver une orbite non saturée, c'est celle de Al, ou plutôt de B, qui est un composant de Al, et B a un planétaire non saturé (voir schémas du premier ouvrage). Or Al se retrouve dans les silicates d'alumine du granite. Mais cette orbite non saturée de B, ou d'Al, qui permettrait de comprendre la capture de H est insuffisante pour comprendre la perte de Li tandis que la présence de Li répond aux deux impératifs. Nous sommes donc conduits à écarter la présence de Al dans le noyau de Sn, à retenir Li et 2 O, ce qui limite les combinaisons possibles (nous donnons ceci comme exemple de cheminement des inductions qui se présentent à l'esprit).

Naissance de l'étain ?

Ces études successives des virtualités de nouveaux nuclides, issus de l'étain, dans le cadre de mes réactions, aboutissent à une remarque : il y a, en apparence, dans le granite, les éléments permettant à la Nature de « fabriquer » de l'étain, mais cependant il faut admettre que ce métal, rare, ne peut se produire que dans des conditions rares, ce qui permet d'évoquer une construction avec 6 noyaux de lithium satellisés?

En effet, théoriquement du moins, l'étain est possible par le frittage de 4 noyaux oxygène et 6 noyaux lithium.



Est-ce à dire que c'est là l'origine de l'étain ? Je me garderai bien de l'affirmer, car avec les isotopes stables de l'oxygène et du lithium on ne peut arriver qu'aux isotopes stables 112 et 114 de l'étain, qui ne totalisent à eux deux que 1,5 % de l'étain minéral.

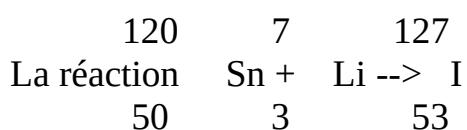
Peut-être y a-t-il occlusion ensuite de neutrons? On retombe dans l'inconnue de la genèse des éléments de $Z \geq 30$, car ce peut aussi être un « descendant », mais de quoi, existant dans un « magma » initial ?

J'ai seulement voulu, par ces lignes, attirer l'attention sur le fait que les possibilités théoriques sont à serrer de plus près, et à recouper, avant d'admettre une probabilité à retenir comme hypothèse de travail ; autrement dit, l'identité électronique et nucléonique des deux membres de la réaction est une condition nécessaire, mais elle n'est pas suffisante.

C'est ainsi qu'on pourrait poser, théoriquement, que $4 \text{O} + 7 \text{Li} \rightarrow \text{I53}$. C'est là une constatation importante, car nous verrons que l'iode peut être envisagé comme de l'étain ayant satellisé un lithion. Mais cette réaction est hautement improbable, sous cette forme, c'est-à-dire que l'iode ne se forme pas par le frittage de $4 \text{O} + 7 \text{Li}$; il semble se former dans une algue à partir d'étain, puisé dans la roche-support.

Chaque partie d'une plante, ou d'un animal, ne réalise pas n'importe quelle réaction ; des intermédiaires doivent être produits par des enzymes et les carences peuvent venir du manque de ces intermédiaires.

Il n'apparaît pas que des forces physiques puissent réaliser directement l'iode puisqu'on ne le trouve pas dans les roches ; elles s'arrêtent au stade étain que la plante ne sait probablement pas produire. Ceci montre la complexité de ces réactions, impossibles à prévoir d'avance dans leur détail mais du moins la voie est ouverte sur un petit nombre d'aiguillages : si on ne sait pas ce qui est probable, mes réactions permettent de prévoir ce qui est impossible, et ainsi la recherche est facilitée, les voies convergentes vers un but sont signalées, on ne risque plus de s'égarer longtemps.

Un exemple : l'iode venant de l'étain.

montre que l'iode, qui n'a pas d'isotope stable, ne peut venir que du frittage du lithium 7 avec l'isotope 120 de l'étain, qui est le plus abondant (Li 6 n'intervient pas, car il supposerait le « frittage » avec Sn 121 qui est radioactif). Cette réaction montre que, comme en métallogénèse, c'est encore le lithium qui vient se satelliser autour de Sn et seul I127 est stable.

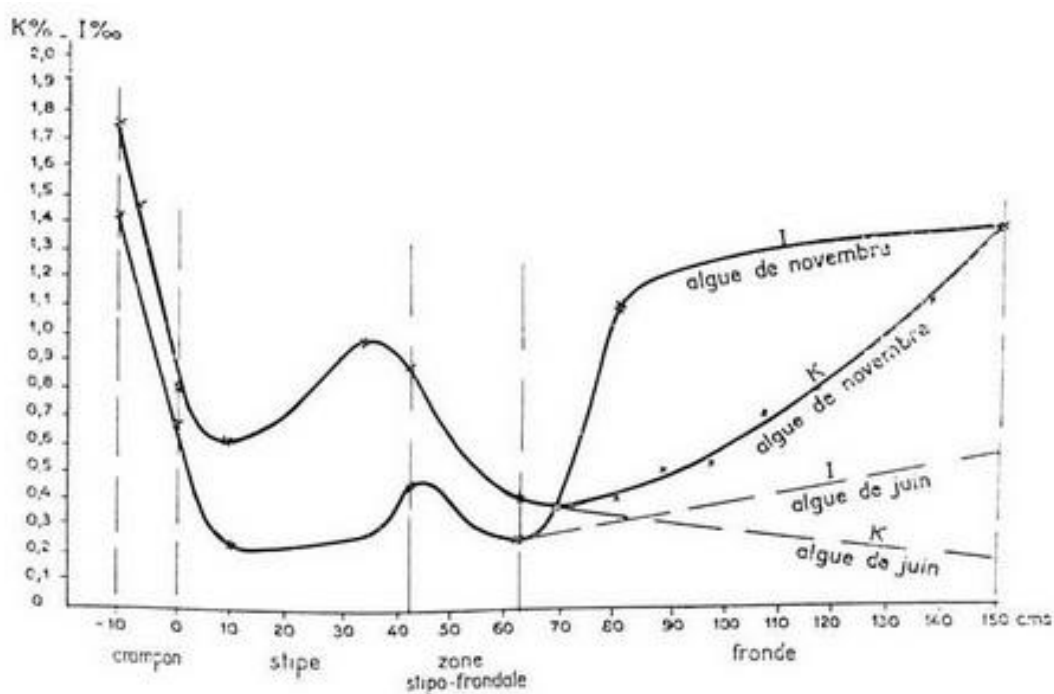


Fig. 18. - Variations de K et de I le long de l'algue
(teneurs par rapport au poids frais)

- multiplier par 5 environ pour avoir le rapport ou poids sec --

Mais on ne trouve l'iode que dans la mer, ou dans des dépôts marins fossiles (nitrates, phosphates) ; et jusqu'à présent on a admis que tout l'iode vient en fait de la mer, que les algues concentrent cet oligo-élément -- on s'est contenté de cette explication, qui n'en est pas une, car d'où la mer tient-elle son iode ? Il n'existait pas à l'origine de la formation de notre planète, pas plus que Na, K, etc., car sinon on l'aurait retrouvé aussi dans les roches. A l'origine, il semble n'y avoir eu ni sel marin, ni potasse, ni gypse, ni anhydride, aucun sel (1), d'où sont-ils venus?

(1) De Cayeux : « 30 millions de siècles de vie ».

L'iode est donc un produit d'évolution. Dans quelles conditions ? On ne l'a jamais dit.

Or, je crois pouvoir, avec force, affirmer, que, au contraire, s'il y a un peu d'iode dans la mer, c'est que celle-ci le prend aux producteurs : les algues. Ce sont celles-ci, les laminaires particulièrement, et plus spécialement la variété *Laminaria digitata* (mais d'autres aussi, un peu moins riches : *stenophylla*, *stenobola*, *clustonii*...) qui sont les producteurs d'iode : un champ de *Laminaria digitata*, d'un hectare, de densité moyenne, libère, chaque année, environ 2 tonnes d'iode (Freundler).

L'iode est une production endogène de la plante et elle le fabrique, disposant dans la roche support, le granite, de l'étain et du lithium, mais on verra plus loin l'origine probable du lithium effectivement utilisé.

Une étude complète n'a pas été faite, mais je donne ci-après l'état de la question et on verra combien le faisceau convergent d'analyses et recherches diverses, d'observations, permet une forte présomption qu'il en est bien ainsi, et pour ma part je suis convaincu qu'il ne peut y avoir d'autre explication, que les matières de départ sont bien l'étain et le lithium ; ceci est la première étude de synthèse sur ce sujet.

L'étain dans l'algue.

L'étain existe dans le granite, et on peut même dire, je crois, que là où les *Laminaria digitata* poussent, c'est qu'il y a de l'étain de façon non négligeable. En bio-géologie, ce pourrait être un détecteur d'étain... à condition de doser l'iode ! (mais je n'ai pas établi l'origine de l'étain dans le granite...).

Est-ce une vue de l'esprit, un « à-priorisme »? Non. En 1925 Freundler (Bull. Sté Chim. de France - F. 37) et dans son ouvrage « Introduction à l'étude des complexes biologiques » -- 1928 -- où il a reproduit quelques leçons qu'il professait en Sorbonne, avait, déjà remarqué que le problème de l'iode des laminaires était insoluble pour la bio-chimie et il fait état de « l'iode dissimulé des Laminaires » (comme d'autres parlent de « pré-calcaire », avant la formation de l'os, des coquillages, etc.).

Ses conclusions ayant été rejetées par les classiques, Spindler reprit certaines expériences et conclut comme Freundler (Bull. du Labo. Marit. de Dinard, déc. 1946), ce qui provoqua des contre-expériences des tenants... de Lavoisier, rejetant ces conclusions antérieures (E. Rinck et J. Brouardel - Bull. de l'Institut. Océan. de Monaco, nov. 1949).

Ces expériences, en apparence contradictoires, sur l'iode, ont porté aussi sur le potassium (Spindler, juin 1948, Bull. Lab. Marit. Dinard ; J. Brouardel et E. Rinck, Bull. Institut. Océan., Monaco,

avril 1950) pour ne citer que les principales publications, car il y en eut d'autres de ces auteurs.

A mon avis, les expériences de Brouardel et Rinck, dont je ne conteste pas l'exactitude, ne sont pas des démentis des travaux de Freundler, repris par Spindler, car elles ne portent que sur un des aspects du problème. Leur étude a surtout mis en évidence la variation de la teneur en iode le long de la plante, mais, malgré toutes les autres conclusions à retenir dans cette étude, de grande valeur, le problème de l'origine de l'iode n'a pas été abordé, car sujet tabou : pour les classiques l'iode vient de la mer... alors que c'est l'inverse !

J'estime que l'expérience fondamentale n'a pas été entreprise ; elle ne pourra l'être qu'en bassin de laboratoire maritime, en variant les teneurs d'étain au contact des crampons de l'algue, et, peut-être, la teneur en lithium.

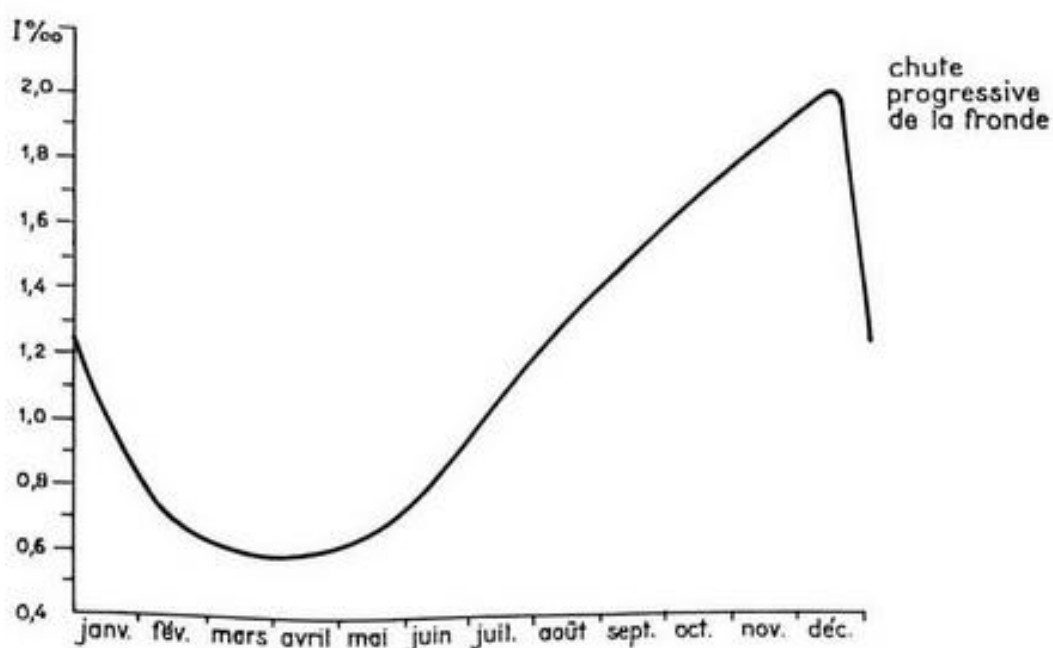


Fig. 19. - Variation saisonnière de la teneur en iode (teneur totale moyenne, sur algues fraîches : *L. digitata*).

La variation saisonnière ne s'observe que dans la fronde, de sorte que l'écart, dans la fronde seule, est voisin de 1 à 6.

Car il est un point essentiel, observé par Freundler, et qui a été négligé totalement par ses critiques : c'est la présence d'étain, alors que ceux qui ont repris les études n'ont vu que l'iode et le Potassium, puisqu'ils rejetaient, par principe, tout lien possible étain-iode... ceci étant trop contraire aux « lois admises » et indiscutées ; ils ont seulement suivi I et K pour en étudier les variations, Freundler et Spindler estimant qu'il y avait une « forme cachée » de I, ce que rejetaient Brouardel et Rinck, mais Spindler non plus

n'a pas donné d'étude sur l'étain (B. et R. écartent délibérément le lien avec l'étain, en disant que F. s'est basé sur un isotope 127 de Sn, jamais identifié ; or ils ont mal lu une phrase, et 127 s'applique à l'iode, non à l'étain, seul l'isotope 124 -- qui existe bien -- étant cité par F.).

Les études de Freundler ont porté (comme celles des autres auteurs cités) sur des laminaires de la Manche telles que *saccharina*, *Cloustonii*, etc., mais surtout sur *Laminaria flexicaulis*, dans sa variété *flexa digitata* (qui est aussi celle que j'ai observée dans le Sud-Finistère, sur le plan structural et morphologique) et les données chiffrées, citées ici, sont relatives seulement à *L. digitata*.

Or la calcination de l'algue, en atmosphère oxydante, a donné des composés volatils de Sn, Pb, Bi.

Le comportement de l'étain avait retenu l'attention de ce chercheur, car il n'est pas constant.

Des stipes, conservés avec leur point vital (qui est la zone stipo-frondale, où le stipe se lie à la fronde, et l'équivalent du collet d'un végétal terrestre) ou sans ce point vital, ont donné :

	iode total	iode volatil	étain volatil
avec point vital :	0,58 %	0	0,018
sans point vital :	1,18	0,02	0

Dans la fronde sporulée d'automne :

	iode total	étain
avec point vital :	0,51 %	traces
sans point vital :	0,77	0

(Freundler donne ces valeurs p. 100 ; ce me semble être p. 1 000).

Donc, dans la fronde pas d'étain en période active de sporulation.

Dans le stipe, avec point vital : pas d'iode volatil, mais de l'étain volatil.

Dans le stipe, sans point vital : de l'iode volatil, pas d'étain.

Ainsi le lien entre étain et iode semble être sous la dépendance de cette zone stipo-frontale.

On remarque aussi que lorsqu'il y a de l'étain volatil à dose sensible, il y a peu d'iode total, et inversement beaucoup d'iode total quand il n'y a pas d'étain volatil. qu'étain et iode volatils sont sensiblement en quantités égales, mais inverses, l'un équilibrant l'autre.

Telles sont les interprétations que je donne de ces expériences, que personne n'a reprises, qui donc ne sont pas récusées par les études postérieures précitées, puisqu'aucune n'a porté sur l'étain.

Nous voyons qu'il n'y a pas d'étain dans la fronde, à l'époque de la sporulation, mais qu'il y en a dans le stipe.

Il est regrettable que Freundler n'ait pas analysé le crampon, car nous allons voir son importance.

Ce qu'il est en tout cas utile de retenir est que l'étain et l'iode sont en sens inverse, et notre réaction montre que ce peut être la conséquence d'une transmutation, l'étain diminuant pour donner de l'iode qui augmente.

En 1925-1928, époque où Freundler a fait son étude, on ne connaissait que trop mal l'atome ; on ignorait le neutron (découvert en 1932), et c'était trop tôt pour qu'il puisse voir le véritable processus, mais il l'avait pressenti du moins dans sa cause profonde ; seules mes réactions et la structure que j'ai indiquée pour le noyau permettent maintenant d'en saisir le mécanisme.

Freundler avait pensé à l'isotope 124 de Sn qui recevrait 3 protons périphériques, éloignés, faiblement liés, d'où $\text{Sn}_{124} + 3 \text{H}_1 \rightleftharpoons \text{I}_{127}$

A noter qu'en 1924, Rutherford, qui venait de réaliser les premières transmutations par l'utilisation de noyaux α , frappant des cibles Al, N..., constatant l'émission de H, avait émis l'hypothèse que des protons, faiblement liés, et distants, tournaient autour d'une partie centrale très stable. Mais Freundler n'évoque pas la réaction de transmutation que je donne : pour lui c'était une réaction d'isomérisation au sein d'une molécule HI qui pourrait devenir H_1Sn , par déplacement de 3 H au sein de la molécule, de masse constante = 128, et conservant ses 8 électrons périphériques.

Variation de l'étain. --L'étain existe sous deux formes : volatile et fixe. L'étain volatil serait sous forme d'iodostannate de rubidium ? d'après Bardet et Freundler.

La forme fixe ne se constate qu'au moment où la partie de la plante va mourir. Pour la fronde, ce seront les extrémités des lames qui blanchissent après la sporulation, vers fin novembre, début décembre ; c'est à ce moment que l'enrichissement en iode cesse, le maximum stocké est atteint. Pour le stipe et les crampons ce sera surtout à la fin de la 3e année, avant leur mort.

Ainsi nous avons vu que sans zone stipo-frondale, il y a 0,02 0/00 d'iode volatil.

Avec zone stipe-frondale il y a :

0,018 0/00 d'étain volatil,

soit des quantités sensiblement égales d'étain et d'iode volatils, et quand l'un apparaît l'autre disparaît en quantité égale, ceci sous la dépendance de la zone stipo-frondale (je rappelle que cette zone est bien le point vital, car si on coupe la fronde au-dessus, elle repousse ; si on coupe en haut du stipe, la plante meurt).

Sur les plantes en pleine végétation au printemps, début de la croissance de la nouvelle fronde, la calcination ne donne jamais d'étain : est immédiatement transmuté.

L'apparition de l'étain stable dans la plante est un signe qu'elle mûrit, qu'elle n'est plus apte à cette transmutation et la teneur maximale en étain stable apparaît après la sporulation qui débute

par l'extrémité des lames et se poursuit vers leur base, sans toutefois dépasser sensiblement la moitié des lames.

C'est ainsi qu'ayant récolté 100 grammes de bouts de lames après la sporulation, quand elles blanchissent (les feuilles jaunissent avant leur mort -- mais les algues meurent en commençant pas leur extrémité, là où débute la sporulation (lui se poursuit en descendant le long des lames), Freundler a trouvé plus de 0,1 g d'étain stable. Il y a lieu de noter que l'iodostannite de potassium $\text{Sn I}_2 \cdot \text{K I} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ n'est stable qu'en présence d'un excès de KI et précisément à ce moment K et I sont maximums.

A remarquer que 0,1 % d'étain ou 1 % est sensiblement la teneur en iode ; il y aurait donc égalité en poids, à peu près, entre iode et étain, quand l'étain ne donne plus d'iode.

Si la *Laminaria digita* est la laminaire la plus riche en étain, il convient de signaler qu'elle ne pousse que sur le granite, qui est stannifère (la dénomination « *flexicaulis* » se rencontre dans les textes ; aujourd'hui, c'est le nom de « *digitata* » qui a prévalu, mais c'est la même plante, et c'est le nom qui sera utilisé ici, quoique tous les algologues ne sont pas d'accord).

Si l'on passe d'un banc granitique à un banc de schiste, comme par exemple à l'île Duon dans la baie de Morlaix, il est visible, à l'oeil, où est la séparation des deux roches : sur le granite c'est *L. digitata*, sur le schiste c'est *L. Cloustonii*; Freundler a fait la même remarque à Locquémeau (baie de Lannion).

Ceci montre bien que la roche intervient dans le métabolisme, que ce n'est pas seulement un matériau inerte de fixation (mais les crampons ne sont pas des « racines » qui pénètrent dans la roche ; ils sont plaqués à la surface par une série de petites ventouses, qui « sucent » la pierre, le cheminement des ions dans celle-ci se faisant par migration, par capillarité).

Il y a plus : chacune des deux années qui suivent celle de la naissance de la plante, il se forme une couronne supplémentaire de crampons, s'ajoutant aux précédents : elle a donc des besoins accrus à puiser dans la roche, doit étendre la surface de captage de certains éléments que ne lui apporte pas l'eau ; et, en effet, la teneur en étain est maximale à la fin du cycle vital de 3 ans.

Il n'y a pas eu d'étude faite sur la variation de l'étain le long de l'algue, comme pour l'iode et le potassium.

Le lithium.

La présence de lithium n'a pas été mise en évidence. Je rappelle que, dans mon premier ouvrage, j'ai signalé que le lithium est l'élément migrant indispensable, mais qu'il n'apparaît qu'en réactions couplées, pris à un nuclide pour passer à un autre ; il est donc rarement à l'état libre (sauf dans des minerais, les os, quelques plantes, etc.). Dans l'algue il n'est pas signalé (ou sa recherche n'a pas été faite avec des méthodes spécifiques), mais

quoi qu'il en soit il faudra qu'il vienne de quelque part, de la roche, ou d'ailleurs, sauf de la mer, où il n'est qu'à 7 millièmes pour cent, à l'état chimique. Il n'y en a guère non plus dans le granite en tant qu'élément chimique, et c'est à l'échelle nucléonique qu'il nous le faut rechercher car là il est abondant.

Nous avons vu qu'il peut être prélevé dans le sodium, mais surtout dans le potassium et précisément il en est dans des constituants du granite, notamment dans les feldspaths et des micas.

Le granite, qui apporte l'étain à l'algue, peut donner à celle-ci la possibilité de puiser aussi son lithium dans le potassium, de sorte que si nous trouvons de l'étain dans une laminaire, on doit également y trouver du potassium, si la réaction que je propose est exacte, suivant laquelle l'iode viendrait de l'étain.

Et en effet, les variations du potassium sont celles qui ont particulièrement retenu l'attention de Spindler (Freundler ne s'est pas attaché à cet élément) et elles furent reprises par Brouardel et Rinck, plus en détail encore ; il y a été fait allusion.

On dispose donc ici d'études quantitatives d'un grand intérêt et nous allons voir le parallélisme de K et de I dans l'algue.

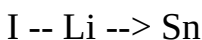
Parallélisme entre potassium et iode.

Puisque Li et K sont liés, Li étant une partie du noyau K, ces éléments sont proportionnels et les variations de K reflètent directement les variations de Li (la courbe de variation de K est donc celle de Li à une autre échelle) et nous pouvons remplacer K par Li dans cette étude.

Nous n'avons d'étude pas aussi détaillée sur Sn, mais la réaction



peut aussi s'écrire



Les termes I et Li étant connus, nous avons la possibilité de prévoir a priori les variations de Sn.

Or I et Li sont sensiblement parallèles, donc Sn le sera aussi. Ceci bien entendu n'est que la résultante de mes réactions, et j'espère qu'on entreprendra sa vérification en laboratoire maritime, mais dès à présent le peu de données chiffrées que je possède vient confirmer cette déduction ; on voit que Sn est parallèle, par soustraction (et quand Li s'annule, I égale Sn, ou plutôt I devient Sn, en quantité égale -- ce que prouve l'expérience -- et conduit à poser $\text{I} + \text{Sn} = \text{constante}$, du moins en gros.

Il est plus suggestif de donner les courbes des variations de K et I le long de l'algue, et on se reportera aux graphiques pour mieux saisir combien K et I (donc Li et I) sont sensiblement parallèles.

L'iode est une production biologique, liée au cycle vital. Il y en a peu au printemps, et c'est à l'automne que le maximum est

atteint, car il s'accumule dans la plante, et diffuse très peu dans la mer.

Voici quelques chiffres (Brouarclél et Rinck) :

date	iode 0/00
récolte des lots	(moyenne de lots)
1 au 8-6	0,655
16 au 22-6	0,850
20 au 24-6	1,390
17-11	1,830

Il y a environ 3 fois plus d'iode en novembre qu'en juin mais d'autres chiffres montrent que le minimum est en avril et le maximum début décembre, avec un peu plus de 2 kg d'iode par tonne d'algues fraîches à ce moment (sur algues sèches, les nombres ci-dessus sont à multiplier par 5 environ). Début mars, la teneur remonte, quoique la vieille fronde ne soit pas toute tombée, parce que la jeune fronde s'amorce en février, avec une teneur croissante d'iode, sensible en mars, annulant, et au delà, la diminution résultant de la chute des derniers lambeaux de la vieille fronde.

Les courbes de variation de I le long de la plante montrent le fait, important, que l'iode et le potassium sont abondants surtout dans le crampon, donc au contact de la roche d'ancrage... nourricière, alors que, précisément là, la plante a une face contre le rocher, que les échanges avec l'eau sont les moins importants (et la teneur relative en eau y est moindre que dans le stipe : un échantillon a donné : crampon = 77 % d'eau ; stipe, à 50 cm plus haut, 86 %).

Si la plante « concentrait » l'iode de la mer, c'est dans la fronde que serait la « source » de l'iode, puisque c'est là que l'échange par osmose avec la mer est le plus fort ; de là l'iode pourrait diffuser dans la plante en diminuant de concentration... pour finir au minimum vers le crampon, corps mort de fixation !

Ce n'est pas du tout le cas !

L'iode au contraire se forme dès le crampon, au contact de la pierre et chemine, par les cellules périphériques surtout, jusqu'à la fronde pour arriver à une concentration qui augmente en allant vers l'extrémité des lames de la fronde, du fait de l'amincissement de ces lames, moins larges, moins épaisses ; mais la formation d'iode ne se fait pas que dans le crampon : il y a une montée de la courbe dans la fronde, montrant que la genèse de l'iode s'y fait aussi, que c'est une réaction de métabolisme de la plante, et que c'est l'étain qui monte des crampons à la fronde.

Les courbes font ressortir une concentration nettement moindre dans le stipe (contrairement à ce que disent certains traités de chimie classique).

Rappelons que les laminaires sont des plantes annuelles, pour la fronde : celle-ci meurt à la fin de l'automne (décembre), se désa-

grège, mécaniquement, jusqu'à fin avril -- pour *L. digitata* -- celle de *L. Clouslonii* tombe d'un seul coup, début avril et c'est alors que l'eau de mer y prend un peu d'iode ; une proportion un peu plus forte est livrée à la mer par chaque plante, tous les 3 ans, à la mort du stipe et des crampons.

L'iode est à une dose infime dans la mer, à la limite du dosage avec 5 millièmes pour cent, et dans les couches supérieures de la mer (il y en a très peu au-dessous de 800 mètres). C'est que l'iode n'est pas en dissolution dans l'eau ; on n'y trouve l'iode que parce que le plancton s'est nourri de l'algue morte et l'iode est toujours lié au plancton (Spindler). A. Gautier a même précisé qu'il est associé à la matière colloïdale planctonique. Cependant, du fait de l'iodovolatilisation, on peut aussi penser que les laminaires producteurs d'iode excrètent un peu ce métalloïde en permanence, de mai à décembre, mais ceci est infime (on a vu la faible teneur en iode volatil) et n'entrave pas de façon sensible l'enrichissement progressif de l'algue en iode fixe. Notons cependant que certains auteurs déclarent que, dans la mer, l'iode planctonique, en suspension, est 3 fois moins abondant que l'iode en dissolution.

Dire que les laminaires concentrent l'iode de la mer est une affirmation gratuite, pour satisfaire la loi de Lavoisier ! On ne l'a jamais expérimenté ; pour le faire, il faudrait doser l'iode entrant et l'iode sortant, compte tenu du volume de l'eau dans un bassin de culture, et vérifier que la différence se trouve bien dans l'algue.

Notre conclusion.

Le parallélisme frappant entre K et I montre un lien entre ces éléments (ceci ressort des courbes reportées sur un même schéma en prenant un rapport d'échelles de 1 à 10, le rapport K/I étant voisin de 10).

Or j'ai montré aussi que Li est lié à K, de sorte qu'on a un parallélisme entre Li et I. En posant I-Li on a Sn. Et précisément l'étain a bien été trouvé dans la laminaire, et en raison inverse de I.

Il semblerait que l'enzyme qui règle cette transmutation serait sécrétée par la zone stipo-frondale ; elle diffuse dans la plante, mais la transmutation est maximale dans le crampon, au contact de la roche, là où l'analyse montre qu'il y a le maximum de I et de K, donc de Li ; elle dispose ainsi du maximum de Sn + Li.

Il y a cependant une remarque importante à faire sur le potassium : nous avons vu qu'il était présent dans le granite, donc que *Laminaria digitata*, qui pousse sur le granite, pouvait y puiser son potassium. L'étude des courbes montre qu'il n'en est pas ainsi et que le potassium est une production endogène (comme nous l'avons vu dans le premier ouvrage) à partir du sodium de l'eau de mer.

La concentration en sodium (chlorure) est sensiblement constante : c'est le résultat de l'équilibre osmotique avec le milieu, l'eau de mer ; tout comme dans le liquide interstitiel des cellules,

et le plasma sanguin, Na reste constant ; mais nous avons vu qu'à l'intérieur de la cellule, avec l'oxygène (résultat du métabolisme) c'est du potassium (chlorure) qui s'y trouve ($\text{Na} + \text{O} \rightarrow \text{K}$).

Dans la laminaire il en est de même : le potassium est une réaction endogène du cycle vital, donc lié à lui ; c'est pourquoi K varie avec le cycle végétatif : il croît au printemps pour diminuer à la fin de l'automne -- tout au moins dans la fronde -- ainsi la plante dispose de K, donc de Li, de plus en plus à mesure que l'année avance et produit aussi plus d'iode.

L'étain, aussitôt transformé en iode pendant la saison active, ne se trouvera dans la plante qu'à l'état de traces.

Par contre lorsque le cycle végétatif ralentit, va à son terme, il n'y a plus production de K (Li), donc plus de production d'iode, et l'étain n'est plus transmuté, de sorte qu'on arrivera au maximum d'étain là où la plante se meurt, avec la dose élevée de 1 0/00 dans ces parties mourantes. Puis toute succion dans la roche cesse ; la plante, réduite à ses crampons, son stipe et sa zone stipo-frondale, est en sommeil pour redémarrer au printemps, vers fin février début mars, ceci 3 années consécutives.

*

* *

Je note, n'ayant pas poussé les recherches, que le rubidium est présent seulement -- de façon sensible -- la 3e année, en fin de cycle, comme si c'était lui qui réglait ce cycle de 3 ans (on trouve aussi Rb dans les cendres de betteraves et de tabac). En 1863 déjà, Grandeau avait signalé l'association de Rb, K, et Li chez certains végétaux (Annales de l'Hyg. et de Chim. 1863) et il y a lieu de faire le rapprochement avec la zone stipo-frondale des laminaires ; le rubidium semble donc être aussi une production endogène de certains végétaux, et la 3e année il est en quantité sensiblement voisine de celle de l'iode.

Dans *L. digitata*, le rubidium est lié au germanium, tandis que dans *L. Cloustonii*, le germanium est remplacé par le caesium (1).

Il convient d'attirer l'attention sur le fait que les producteurs de brome sont les fucus, qui vivent sur des schistes ; cet autre halogène, produit par les algues, semble constitué, comme l'iode, par adjonction d'un lithion ; mais ici ce serait au germanium (au lieu de l'étain pour l'iode) ; ceci fait supposer qu'on pourrait trouver du germanium dans les roches support de fucus : autrement dit le germanium semble lié aux silicates d'alumine, qu'on trouve dans les schistes et le granite. Il y a là un ensemble troublant de coïncidences, mais on voit que des études complémentaires sont encore nécessaires pour voir si l'étain, dans la roche, est vraiment indispensable, ou si, sous l'effet de certaines enzymes, quelques variétés

(1) Certains champignons aussi semblent produire le rubidium ; ceci fait l'objet de recherches.

d'algues, les laminaires entre autres, sont capables de le fabriquer, et l'étude sera à étendre au germanium, au rubidium, etc.

*
* *

Mais ici je crois avoir donné un faisceau suffisamment convergent de résultats chiffrés pour montrer que l'iode est bien une production endogène des laminaires.

Il me semble établi aussi que c'est l'étain qui en est l'origine, et très probablement l'étain est puisé par les crampons dans le granite, du rocher support, puisque *L. digitata* pousse sur le granite, roche stannifère.

Je pense qu'il serait nécessaire de faire une étude en bassin, en variant la teneur de Sn sous les crampons, afin de savoir si la teneur en I est directement liée à la teneur en Sn (et éventuellement en Li).

L'algue ne produit certainement pas l'iode par la réaction $I \rightarrow Li + O + 7 Li$, puisqu'on y trouve le stade étain, chimiquement reconnu par les recherches de Freundler, et de plus la composition isotopique montre l'impossibilité de cette réaction.

C'est donc seulement $I \rightarrow Sn + Li$ qui reste probable, car on ne peut non plus retenir comme possible la production en deux temps par la plante : production endogène d'étain, puis production d'iode (et il a été dit que le processus de genèse de Sn_{120} n'apparaît pas, alors que cet isotope est indispensable).

L'étain ne semble pas être une production endogène possible dans l'algue car, lorsque le cycle vital annuel arrive à son terme, lorsque les réactions biologiques cessent, par le bout des lames, pour gagner, assez vite, vers le bas, le reste de la fronde, il y a cessation de production de K, donc de I. Ces deux éléments ne s'enrichissent plus, mais l'étain apparaît sous forme stable. C'est donc que la formation d'étain n'est pas sous la dépendance de l'activité biologique ; -- sans quoi il ne s'y formerait pas quand cesse celle-ci ; il monte dans la plante, dont la partie inférieure de la fronde n'est pas encore morte, et arrivé là où toute vie a cessé, il reste tel quel, ne pouvant être transmuté ; il se trouve à l'intérieur des cellules.

Telle est du moins l'explication qui m'apparaît, mais il est évident que des recherches s'imposent pour la vérifier.

*
* *

A différentes reprises nous avons vu l'action sélective des plantes, et des animaux, variable avec les espèces, avec les conditions biologiques, et telle qu'il y a en général une concentration sensible des isotopes lourds. Ici c'est l'isotope 120 qui est sélectionné ; il est d'ailleurs le plus abondant ; les deux isotopes stables plus lourds,

les 122 et 124 ne sont, dans l'étain minéral, que respectivement pour 4,8 et 6,1 % et on peut dire qu'ils sont inassimilables pour la laminaire, qui ne saurait en faire de l'iode.

Il n'est pas certain qu'une vérification au spectrographe de masse (qui n'a pas été faite) donne seulement l'isotope 120 ; il n'est pas exclu que d'autres isotopes soient absorbés, mais, corps étrangers, ils ne seront pas assimilés ; il serait indiqué de vérifier sur l'étain des extrémités blanches des lames, après sporulation, avant leur chute, la composition isotopique de cet élément.

Des vérifications restent à faire sur l'étain, mais aussi sur le lithium, pour s'assurer qu'il vient bien du potassium de l'algue (ce qui me semble à peu près certain, d'après ce qui a été vu) et non pas de la roche. Mais quoi qu'il en soit des mécanismes, j'estime établi que l'iode est bien une production endogène de l'algue, et il est à peu près certain que c'est par transmutation biologique à partir de l'étain de la roche d'ancrage.

Une étude des autres algues serait aussi à faire, compte tenu de leur roche d'ancrage élective, et de leur teneur en iode, car jusqu'à présent l'algologie classique a pris comme axiome que la roche est seulement un support, que les crampons n'ont aucun rôle de racines, mais des études systématiques ne semblent pas avoir été faites.

La *L. digitata* est la plus riche en iode lorsqu'elle est fixée sur le granite, roche stannifère. D'autres algues, qui se fixent sur des roches schisteuses en produisent aussi : si les fucus donnent surtout du brome, ils n'en contiennent pas moins un peu d'iode (10 à 12 fois moins que la moyenne des *L. digitata*).

Mais d'autres laminaires aussi contiennent de l'iode, telles que les *stenobola*, *stenophylla*, *cloustonii*, *saccharina*, avec, en gros, en moyenne, de 1,5 à 2 fois moins que la *digitata* récoltée sur granite.

La variation est assez sensible, de l'ordre de 1 à 3, suivant les lieux de récolte, ce qui semble bien montrer l'influence de la roche, et exclut la formation à partir de la mer, où la dilution est sensiblement constante.

C'est pourquoi une étude des algologues en ce sens reste à faire, et elle serait à porter conjointement sur la roche d'ancrage.

Car si des algues moins riches en iode poussent sur des schistes, ceci ne signifie pas que les schistes soient exempts d'étain.

Le granite est la roche stannifère essentielle, mais cette roche vient parfois du métamorphisme des schistes, et rien ne s'oppose à ce que l'étain exsudé du granite dans les filons de quartz ou de pegmatite ait préexisté dans les schistes originels. Les mêmes filons peuvent d'ailleurs recouper les schistes voisins du granite et y être également stannifères.

Ceci explique que les algues poussant sur certaines roches schisteuses puissent contenir de l'étain et de l'iode.

En tout cas l'étude des deux éléments me semble devoir aller de pair.

*
* *

Le développement donné à ce chapitre est un exemple montrant que d'autres productions endogènes d'éléments différents peuvent être découvertes (tel le brome par les fucus, problème entièrement à étudier, que j'ai seulement évoqué par quelques recoupements) et que ces transmutations se rencontrent dans les végétaux les plus divers.

L'organisme animal est-il susceptible aussi de produire de l'iode ? Ici je n'ai rien de précis, mais des remarques en ce sens, déjà anciennes, semblent avoir été faites et une recherche serait à conduire, à la lueur de ce qui précède. Il n'est pas possible de rejeter cette hypothèse par une simple évocation de prétendues lois générales, archaïques et dépassées. Le métabolisme de l'iode est à revoir, car on dispose de recoupements positifs : c'est ainsi que chez la femme enceinte il y a surproduction d'iode qu'on retrouve en proportion anormale dans le sérum sanguin, sans qu'elle ingère plus d'iode ; quelle est l'hormone qui en est cause ? et à partir de quoi l'organisme fabrique-t-il cet iode ?

J'ai aussi voulu, en développant ce chapitre, montrer que les conceptions classiques de concentration d'oligo-éléments, dans le cas de l'iode, sont fausses, et d'ailleurs elles n'ont jamais envisagé d'où venait l'iode de la mer. Bien des notions dérivées de ces remarques sont à repenser, et nous avons là aussi un exemple de plus de la naissance, de nos jours, d'un élément sur notre globe.

*
* *

Il y aura également à étudier d'autres aspects sur lesquels il me manque des chaînons, et je n'ai pu non plus tout explorer...

Par exemple, le rubidium, précédemment mentionné, a certainement un rôle biologique important puisqu'il est lié au cycle végétatif de champignons et d'algues supérieurs et j'ai rappelé son rôle chez les laminaires.

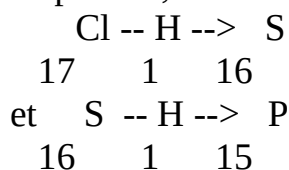
Il semble bien synthétisé par ces thallophytes, et afin d'orienter des recherches, il m'a paru utile de faire une remarque, qui ne paraît pas avoir été signalée, relative à un fait qui ne doit pas être un simple hasard.

Quand on soumet du rubidium 85 à un flux de neutrons, il y a formation de rubidium 86, radioactif (impair-impair). Mais il y a aussi apparition d'un peu de chlore. Du chlore est donc formé dès le début de l'opération, poursuivie plusieurs mois, la moitié de la saturation n'étant pas atteinte en 4 semaines. Ce chlore reçoit donc aussi le flux de neutrons et devient du soufre (5 7, environ du

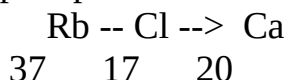
chlore), qui contamine le chlore radioactif recherché, puisque ce procédé est celui qui est utilisé pour avoir du soufre radioactif ; à son tour, le soufre que l'on bombarde pour donner du soufre radioactif est contaminé par du phosphore 32, radioactif (1 % environ du soufre).

Ainsi, le rubidium 86 est livré contaminé par du chlore, du soufre, et du phosphore radioactifs, mais si le phosphore vient du soufre, et celui-ci du chlore, on voit que le chlore pourrait venir directement du rubidium.

La production de soufre à partir de chlore se fait avec expulsion d'un proton ; de même pour passer du soufre au phosphore :



Mais entre le rubidium, de nombre atomique 37, et le chlore, on peut poser :



(une analyse permettrait de s'assurer qu'il reste bien du calcium, non radioactif).

Le nuclide stable $^{85}_{37}\text{Rb}$ montre que les 85 nucléons peuvent être obtenus par les 37 du chlore (abondant) et 48 de Ca (rare : 0,183 %). Ceci n'explique pas la formation de ^{87}Rb , mais on ne peut cependant rejeter a priori l'hypothèse que Cl pourrait être un des composants de Rb (avec Ca).

Je fais le rapprochement, sans plus, pour l'instant, mais une voie de recherche semble ouverte, en mettant à la disposition d'algues ou de champignons supérieurs, ou encore de micro-organismes, du chlore et du calcium enrichi, si possible, en Ca_{48} -- donc du Ca Cl_2 -- pour voir si, par culture, on n'obtiendrait pas un accroissement très net du rubidium, rare peut-être parce qu'il y a peu de Ca_{48} .

CHAPITRE XIII

TRANSMUTATION DES DECHETS RADIOACTIFS ?

Le type de réaction que j'ai proposé est-il susceptible d'application pour la destruction des déchets radio-actifs ?

La question m'a été posée.

A première vue on peut remarquer que mes réactions n'ont pas été observées s'accompagnant de phénomènes radioactifs.

Mais a priori il n'y a jamais à écarter une application sans l'avoir étudiée, et je n'ai fait aucune recherche sur des substances radioactives.

Une objection ne manque pas d'être présentée : puisque les seules transmutations étudiées, et reproduites, se font sur le plan biologique, il est impensable de prévoir que des micro-organismes pourront transmuter des déchets radioactifs en nuclides stables.

L'effet destructeur des rayonnements radioactifs est précisément mis à profit pour tuer des cellules, pour stériliser des produits divers.

Mais rien n'est absolu. Même pas cette loi des effets biologiques des radiations

On a trouvé une bactérie qui supporte 10 millions de röntgens en 8 heures ! -- plus de 1 million de r/h -- (la dose mortelle est de 500 r pour l'homme !). Cette bactérie, du type *Pseudomonas*, fut trouvée en 1958 à Los Alamos (U.S.A.) dans l'eau d'un réacteur piscine (coeur réactif plongé dans une cuve d'eau pure) et elle s'y trouvait si bien qu'elle se reproduisait toutes les 20 minutes !

Un peu plus tard c'est à Lucas Heights (Australie) qu'on faisait une constatation du même genre : dans l'eau lourde en stock, il y avait 2 millions de bactéries au centimètre cube ; envoyée dans le réacteur il n'y avait plus que 1 000 au cm³ à la sortie du réacteur (entrée de l'échangeur d'ions) ; la teneur remontait à 10 000 à la sortie de l'échangeur d'ions. Ces bactéries étaient du genre *Pseudomonas*, *Bacillus* et *Achromobacter* (on remarquera que ces quelques bactéries peuvent prospérer dans l'eau lourde, impropre à la vie de la plupart des organismes, et je rappelle que dans toutes les réactions nuclido-biologiques étudiées, il n'a pas été trouvé une seule se faisant avec l'hydrogène lourd).

Nous voyons donc que certaines bactéries peuvent très bien être cultivées sur substances radioactives et il conviendrait de rechercher s'il en est pouvant réaliser des transmutations, et lesquelles ; ou ce pourraient être des champignons, des algues, ou des enzymes.

On voit -- simple exemple théorique, peut-être irréalisable -- que le strontium 90, s'il pouvait être « fritté » avec du fluor, donnerait de l'argent non radioactif : $\text{Sr}_{90} + \text{F}_{19} \rightarrow \text{Ag}_{109}...$ si le fluor peut ainsi entrer en réaction nuclido-biologique. Il n'y a pas lieu de s'étendre sur ce sujet, que je n'ai pas du tout exploré, mais il ne faut pas l'écarter a priori et peut-être un jour y trouvera-t-on une solution, impensable avec les conceptions classiques.

Des études pourront aussi se faire pour voir si C_{14} K_{40} n'entrent pas en réactions de transmutation. Pour K_{40} c'est probable, car on trouve des variations sensibles de ce nuclide, dans la pomme de terre par exemple ; il est vrai que c'est un nuclide presque stable, mais si la preuve formelle était apportée qu'il entre bien en réaction nuclido-biologique pour donner un nuclide stable (ou au contraire un nucléide de courte durée de vie) ce serait là une brèche dans la théorie actuelle de la radioactivité ; on a découvert une bactérie *Micrococcus radiodurans* qui vit en milieu radioactif et peut supporter 3 000 fois la dose mortelle pour des tissus humains.

OBSERVATIONS SUR CERTAINES REACTIONS DE PHYSIQUE NUCLEAIRE EN CORRELATION AVEC LES REACTIONS NUCLIDO-BIOLOGIQUES

Puisque nos réactions montrent qu'avec de faibles énergies, en milieu biologique, peut être provoqué le déplacement du « sous-noyau » H, on peut se demander comment les physiciens de l'atome ne s'en sont pas aperçus... ou plutôt n'ont pas vu que leurs observations vont dans le même sens que les réactions nuclido-biologiques.

Bien que le phénomène in vitro soit différent, il est certain que ce déplacement facile de H existe aussi, a été constaté.

Quand on prépare des isotopes radioactifs artificiels, en général par occlusion d'un neutron, il y a « ébranlement » de l'édifice nucléaire qui vibre et émet un rayonnement gamma (et souvent aussi bêta).

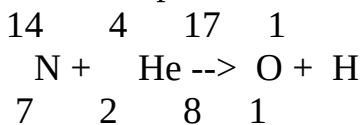
Mais ce à quoi on n'a pas songé, il me semble, c'est que cet ébranlement a pour résultat de « décoller » des « éclats » (de faire des étincelles !) et ce qui part n'est pas quelconque, mais c'est le plus souvent H, de sorte qu'il reste dans la solution un déchet, qui est l'élément cible moins H.

Les exemples sont extrêmement nombreux et il ne saurait être question de les énumérer tous. Ils figurent dans les fiches relatives aux radioisotopes, pour avertir l'utilisateur des corps étrangers qu'il peut y trouver aussi, à l'état d'impuretés radioactives, dont il faut tenir compte (et dont les caractéristiques sont différentes).

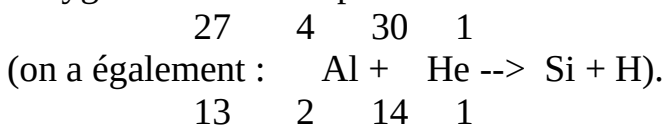
C'est ainsi que la production de S. se fait à partir de S_{34} , mais la fourniture sera contaminée par une « impureté », P_{32} (1 % environ). Ainsi on a comme réaction indésirée $S \rightarrow H \rightarrow P$. Que l'on prépare le nickel 65 à partir de Ni_{64} , ou Ni_{63} à partir de Ni_{62} , on aura pour déchet un peu de Cobalt (et $Ni \rightarrow H \rightarrow Co$). Le scandium 46, produit à partir de Sc_{45} , donnera en sous-produit Ca_{45} et $Sc \rightarrow H \rightarrow Ca$.

C'est essentiellement dans les éléments relativement légers, que nous avons vus en réactions biologiques, que l'on trouve ces éléments liés par $\rightarrow H$: le chlore et le soufre, le soufre et le phosphore, car dans les éléments plus lourds, l'occlusion d'un neutron a pour effet au contraire de faire remonter d'un rang, dans la classification périodique, l'élément cible ; mais il s'agit ici d'un phénomène différent : il y a émission bêta, et un neutron, perdant sa charge négative devient proton (il y a peut-être quelques exceptions : le sélénium pouvant devenir brome par capture d'un proton libéré de la solution irradiée ?).

Mais l'essentiel reste : dans des chocs de neutrons, sur un noyau, un proton peut être libéré ; ceci avait été remarqué d'ailleurs dès le début des études sur les transmutations artificielles, et historiquement, la première réaction étudiée a été :



Le choc d'un « rayon alpha » sur un noyau d'azote donne de l'oxygène et libère un proton



Ceci montre bien que sous un effet secondaire, quoique d'énergie bien plus considérable qu'en biologie, la particule H peut se détacher. On ne saurait pousser trop loin le parallèle, car « l'arrachage à force », in vitro, est très différent de l'action d'une enzyme « lubrifiante » qui facilite le glissement (ce n'est là bien sûr qu'une image, car nous ne savons pas comment opère une enzyme à l'échelle du noyau de l'atome : abaissement de la barrière de potentiel? et alors comment, pourquoi?... tout est conjecture !).

Le principal était d'attirer l'attention sur ce fait que le départ de H, qui n'est pas une fission, puisque ce n'est qu'une « écaille » qui s'en va sous le choc, et non la rupture du noyau, est un phénomène qui n'est pas en contradiction avec nos observations en biologie.

Et je rappelle le cas du rubidium 85 qui recevant et gardant un neutron qui l'ébranle -- d'où émission de rayons gamma (et des bêta, de réarrangement des électrons) -- laisse partir du chlore (voir fin du chapitre sur l'iode).

Tout ceci montre qu'il y a en quelque sorte des « éléments préfabriqués » dans le noyau, individualisés, et que ces parties,

peut-être sous un effet de résonance convenant à leur structure, peuvent se détacher, et rien qu'eux. Il semble donc bien que ceci aussi confirme la structure hétérogène complexe du noyau. Si des sous-noyaux » ne peuvent être mis en évidence, on peut se demander si la « résonance » (?) d'une particule n'a pas pour effet de « décoller » un ensemble identique (effet miroir), et c'est pourquoi les enzymes, composées surtout de H, O et C, provoquent le déplacement de ces sous-noyaux. Mais ceci n'explique pas pourquoi, en géologie, ce sont (avec Li) les mêmes sous-noyaux qui se déplacent, et rien qu'eux. Ces éléments ont donc des propriétés qui leur sont propres, et que nous ne nous expliquons pas encore ; je les constate, et c'est tout.

*
* *

La physique nucléaire seule, pourra-t-elle expliquer les réactions bio-physico-chimiques?

Dans l'introduction, j'ai signalé que des physiciens se penchent maintenant sur mes réactions pour trouver l'explication de ce qui se passe, faire le pont entre ces réactions et les connaissances antérieurement acquises. L'étude totale, sur le plan théorique, de la propriété de la matière qui résulte de mes réactions est d'une complexité énorme ; c'est une étude bio-physico-chimique qui seule permettra de trouver une solution acceptable.

Je ne pense pas que les physiciens seuls puissent arriver à une solution complète. Autrement dit, le phénomène ne me semble pas à l'évidence se simplifier pour se réduire à l'émission d'une particule inconnue qui emporterait la différence de masse ou d'énergie.

Je signale aussi une solution plus générale, recherchée à partir des théories du Japonais, le professeur Mizuho Odagiri, de la Faculté des Sciences et de Technologie de l'Université de Kinki (Osaka).

Il montre comment étudier une particule inconnue, dans une série de notes publiées en juillet 1961 (voir bibliographie) ; mais pour suivre avec fruit cette étude, il est nécessaire de remonter à son idée de départ, publiée en 1955, d'en suivre le cheminement, le développement dans les 9 brochures éditées de 1955 à 1961, totalisant 25 articles soit environ 300 pages.

M. Odagiri est parti d'une conception introduite par Dirac sur la superposition d'états. Mais, ce que n'avait pas envisagé Dirac, il étudie, par divers moyens mathématiques, d'un niveau élevé, la superposition de l'état de réaction chimique à l'état atomique. Il y a superposition de deux systèmes énergétiques à l'instant de la « réaction chimique », expression très vague, qui cache des phénomènes complexes. A un instant donné, chaque état peut s'exprimer par un vecteur et leur superposition peut s'exprimer linéairement par un autre vecteur.

Ces nombreuses études d'Odagiri sont des développements

mathématiques complexes, dont il faut retenir que le système dynamique dû à la réaction chimique interfère sur le système dynamique des particules de l'atome.

Il y a là, à mon avis, une étude de haute portée, inconnue, ou peu connue dans « le monde occidental ».

Odagiri extrapole sa théorie pour aboutir à une théorie unitaire des champs. Mais ce n'est que la partie où il examine les différents aspects de la superposition chimique des états qui est à retenir pour la transposer à mes réactions.

Une transposition me paraît nécessaire en effet, car si Odagiri met en évidence les effets de la superposition de l'état chimique sur l'état de l'atome, il me semble qu'on peut aller plus loin, car il n'y a pas qu'un effet de réaction chimique ordinaire dans les réactions nuclido-biologiques. Il y a un effet de catalyse par les enzymes. Effet de récurrence peut-être, mais la réaction par une enzyme est considérablement plus énergétique que par une réaction chimique in vitro.

C'est, en général, un phénomène d'oxydo-réduction, mais je suis conduit à penser que ce phénomène, produit par une enzyme, est plus énergétique, ou résulte d'une résonance telle que l'oxydo-réduction par l'enzyme, identifiable à une dissociation de molécule d'eau, avec émission d'anion et cation ou libération d'électron, a sa répercussion sur le noyau atomique voisin, de façon telle que l'hydrogène ionisé, donc positif, ou l'ion oxygène négatif provoquent (peut-être par résonance, en faisant intervenir le principe d'incertitude d'Heisenberg?) le déplacement d'un atome oxygène ou hydrogène du noyau voisin (ou en tout cas une particule, H ou un ensemble de nucléons O correspondant à la même masse qu'eux ?). L'opération est d'ailleurs plus complexe : la « pointe » énergétique de « décharge » de l'enzyme peut être figurée par le vecteur qui s'oppose au vecteur figurant l'état de l'atome et on sait que les positions de particules sont une moyenne statistique ; il peut donc y avoir un moment d'opposition des vecteurs, et la résultante est alors assez faible pour que la « décharge » d'une autre molécule d'enzyme, statistiquement bien placée, déplace un proton (H) ou un groupe de nucléons (O) ainsi « affaibli » -- ou à l'inverse, est-ce la mise en phase qui dépasse l'énergie de liaison, ou la valeur assez faible de l'interaction de la particule inconnue qui leur est associée ?

On peut donc tenter d'expliquer ainsi que la réaction chimique d'oxydo-réduction, accélérée par l'enzyme, est capable de déplacer un atome d'oxygène ou d'hydrogène, et essentiellement ceux-ci ; on ne trouverait ces déplacements de H et de O, au sein des noyaux, que dans l'action biologique, amorcée par une réaction chimique, qui finalement aboutit à un changement physique des éléments ?

C'est donc une opération bio-physico-chimique de transmutation naturelle, ici très schématisée.

Des réactions chimiques avec C, sous l'effet d'enzymes, auraient

aussi pour résultat de déplacer le groupe de nucléons représentant C d'un noyau à l'autre. Comme les réactions organiques se font surtout avec H, C, O, ceci expliquerait que les transmutations se font principalement avec déplacement de ces particules. C'est, du moins, là une explication qu'on peut rapprocher de la « théorie de la superposition chimique des états » d'Odagiri, mais ici elle est limitée à une sorte « d'effet miroir » de quelques noyaux seulement, même dans les réactions qui pourraient être produites par des énergies autres que biologiques.

Mais on voit toute la complexité de l'étude théorique ; déjà celle d'Odagiri est extrêmement compliquée sous l'angle mathématique. Le développement que j'indique montre que l'idée de physiciens, de rechercher la particule inconnue qui expliquerait l'écart entre l'énergie biologique observée globalement et le calcul que donnerait la loi d'Einstein se heurte à une difficulté : la valeur réelle de l'énergie biologique instantanée qui agit sur l'atome ; ce n'est que la moyenne des résultantes que nous pouvons mesurer, ce n'est même pas une « valeur efficace » et nous ne savons rien des « pointes » très fugaces, d'autant plus qu'en chimie, il y a des forces contraires, des énergies parallèles ou anti-parallèles, et que ce qu'on mesure est la résultante de moyennes dues à des vecteurs de sens opposés !

Les transmutations naturelles dont l'origine n'est pas biologique semblent supposer des énergies plus élevées pour suppléer à l'effet « catalyseur » de l'enzyme.

Comme on le voit la question théorique des variations des masses, en discordance avec ce qui est énergétiquement connu, reste entière, mais de nombreux chercheurs sont maintenant focalisés sur ce problème qui passionne beaucoup de monde et nul doute qu'on ne trouve rapidement une solution.

La dernière suggestion qui me parvient, et que j'ajoute sur correction d'épreuves, provient du physicien français Jean E. Charon; il pense que rechercher l'explication des bilans énergétiques de mes réactions en essayant de satisfaire la loi d'équivalence masse/énergie est poser un faux problème. Mes observations seraient une confirmation de ses « équations unitaires d'univers » et il en fera la démonstration. Dans une lettre de fin mars 1963, il m'écrit :

« L'espace (tout en demeurant quasi-euclidien, ce qui est indispensable pour satisfaire la Relativité Générale) posséderait une topologie non-plane, dans la région occupée par le Vivant... Il pourrait s'agir d'une topologie cylindrique... S'il en était ainsi, je crois que cela aurait, à son tour, une importance considérable pour justifier des bilans énergétiques des réactions que vous paraissez bien avoir observées ; car, de même que les galaxies en expansion présentent une énergie dont on ne peut comprendre l'origine (à une distance suffisante, elles s'éloigneraient à la vitesse de la lumière, donc avec une énergie infinie !), de même vos transmutations pourraient alors présenter des bilans énergétiques qu'on ne pourrait

comprendre ; dans les deux cas, la réponse serait celle-ci : c'est la topologie particulière de l'espace où se déroulent les phénomènes qui est responsable des « bilans » énergétiques tels qu'ils se présentent à vous ; *en fait, le concept même de l'énergie est à revoir, quand on veut tenir compte de la topologie... »*

Et ceci rejoint certains commentaires que j'ai présentés dans mon premier ouvrage...

@

CONCLUSION

J'ai dû limiter le sujet, en faire une ouverture sur différents aspects des applications de mes réactions.

Mais les exemples, plus ou moins détaillés, permettront de comprendre les mécanismes, donc à divers chercheurs d'aller de l'avant, chacun sur un sujet vierge, où il sera le premier défricheur.

Car j'ai estimé devoir suggérer à divers chercheurs de prendre l'initiative de telles recherches.

Il ne fallait pas que je sois seul. Tant que j'étais seul, je sais qu'on contestait mes résultats... au nom de telle loi « établie » ? ! et il m'a même été écrit par le Directeur d'un de nos grands instituts biologiques : « Tant qu'il n'aura pas été précisé d'où provient l'énergie, vos *résultats* ne pourront être considérés que comme des hypothèses » ! phrase stupéfiante de la part d'un membre de l'Académie des Sciences, et absolument contraire à tout esprit scientifique, qui veut que précisément ce soient les résultats qui comptent et non les lois « acquises » (?).

Maintenant les plus grands laboratoires d'organismes officiels ont en cours des travaux inspirés de mes réactions.

Les résultats sont vite connus, globalement, mais l'étude systématique est longue, prend des mois, des années parfois.

Je ne sais pas encore par quelles énergies se font certaines réactions observées en géologie. Par contre il est beaucoup de réactions dues à des enzymes, sécrétées ou non par des bactéries et ce sont les bactéries, véritables « sacs à enzymes », qui se montrent les plus faciles à manier, ou encore des micro champignons (les micro-algues seront utilisables aussi, mais à ce jour je ne puis citer aucune recherche avec cet agent, dans le sens d'une vérification de mes réactions ; je n'ai que des observations convergentes montrant qu'elles sont actives aussi et un seul résultat chiffré : expérience avec des chlorelles).

Ce qui ne veut pas dire que ce soit toujours simple.

Par exemple telle réaction de transmutation s'observe là où telle bactérie est toujours présente. Cette première identification faite, si on isole cette bactérie, qu'on réussit à la faire croître et multiplier, donc qu'on trouve la « nourriture » qui lui convient, on constate

cependant que la transmutation ne s'opère plus par cette bactérie dont on a une souche pure.

C'est qu'une variété de bactérie peut ne pas sécréter l'enzyme qui produit la réaction : cette enzyme est parfois une synthèse, et il faut trouver quelle est la bactérie associée.

Ou bien une bactérie ne peut vivre seule : sa nourriture est en quelque sorte l'excrétion d'une autre ; il y a ainsi des bactéries symbiotes, et je l'ai évoqué dans l'introduction.

S'il semble qu'on a bien en culture toutes les bactéries détectées là où se fait la transmutation, on peut ne pas réussir celle-ci en laboratoire. Pourquoi ? Qu'a-t-on oublié ? On le cherche longtemps... ou on ne le trouve pas ! Certains micro-organismes ont des périodes de repos, et telle expérience, qu'on réussit très vite en juin, est impossible à répéter en décembre, même dans des conditions identiques de température, humidité, éclaircissement (ou ce serait un effet cosmique tel qu'il a été étudié par Piccardi ?).

Ceci pour montrer la complexité de l'étude analytique de certaines réactions, cependant évidentes, dosables chimiquement ; mais en disséquer les mécanismes, identifier les agents et les processus est autre chose ; j'ai vu des chercheurs (chimistes) oublier ces multiples interférences dans tout ce qui est biologie, se livrer à des essais d'un simplisme déconcertant, évidemment suivis d'un échec.

Je ne saurais indiquer ici toutes les méthodes qui ont été utilisées par les personnes bien averties de ces problèmes : chaque chef de laboratoire a eu sa conception propre du processus d'exploration qu'il allait utiliser, en fonction de ses travaux antérieurs, de son équipement, de l'ordre successif des vérifications qu'il voulait établir, etc.

Peu à peu, des publications seront faites et il est à penser que bientôt on arrivera à des emplois industriels rentables ; nous avons vu que la production de manganèse s'avère déjà possible en laboratoire, et on pourra utiliser, dans l'industrie, des minerais de fer trop pauvres pour être traités en sidérurgie ; même des latérites, des bauxites, des argiles sont assez riches en fer pour être employées dans cette mangano-genèse biologique.

Dès à présent des applications pratiques sont faites en agronomie, en élevage, où ce sont surtout les résultats qui comptent, non le détail des processus à l'échelle des bactéries, ou des champignons, thallophytes qui, à ce jour, ont été utilisés pour ces transmutations en laboratoire.

Et dans des sciences qui ne recherchent pas le profit immédiat, la géologie, la cosmogénèse, que d'études nouvelles à faire aussi !

Même l'astronautique y trouvera des applications : l'astronaute pourra emporter quelques boîtes de micro-organismes pour produire sur d'autres planètes les éléments qui lui sont indispensables : il pourra trouver carbone et oxygène à partir de la silice du sol, ou de l'azote de l'atmosphère (Jupiter, Saturne...) etc., suivant les

réactions vues dans ce qui précède ; les hydrates de carbone dont il aura besoin peuvent être obtenus s'il y a de l'azote ; phosphore, calcium, potassium, etc., seront « fabriqués » sur place, de sorte que tous les ions vitaux seront produits sans les emporter... et ce n'est plus de la science-fiction, puisque des applications sont en cours.

Dès à présent les recherches ont montré que certaines bactéries sont autotrophes et peuvent être cultivées sur un milieu uniquement *minéral* ; il en est de même de certains champignons, ce qui infirme l'opinion généralement admise, et reproduite dans les ouvrages, que le champignon vit nécessairement au détriment d'une substance organique.

Ceci n'est vrai que pour les champignons supérieurs et pour la presque totalité des champignons inférieurs, mais ne vaut pas pour les mycobactériacées, les actinomycétales, les streptomyces et tous les sous-genres des deux sections des champignons du genre *Oospora*, du groupe des aménosporées.

En tout cas ceci n'est pas contesté pour les champignons du genre *Oospora continus* (microsiphonées), classés par les uns comme champignons bacilliformes, à filaments ténus mesurant au plus 1 μ de diamètre ; par d'autres comme des bactéries filamenteuses (mycobactéries) ; elles végètent mieux en général en anaérobie ; il y a des centaines d'espèces, dont plus de 400 dans la seule « synonymie » (ou sous-genre) des streptomyces.

On est là à la limite entre bactéries et champignons les actinomycètes (autrefois appelés streptothrix) vivent comme des bactéries, mais se reproduisent comme des champignons, et le classement actuel est basé sur le mode de reproduction (1) (actuellement les streptothrix sont, comme les streptomyces et les actinomyces, une des « synonymies » du genre *Oospora*).

Les transmutations qu'opèrent ces champignons sont donc, en fait, une action bactérienne, ce qui explique qu'ils peuvent vivre en autotrophes, c'est-à-dire qu'ils fabriquent eux-mêmes leurs substances organiques à partir des minéraux.

Cela donne des ouvertures nouvelles sur les débuts de la vie sur notre planète, dès le Précambrien, et montre qu'on pourra, sur d'autres planètes réaliser des cultures, même sans air.

Ceci à titre d'exemple des larges perspectives qui résultent de la mise en évidence de cette propriété de la matière restée méconnue jusqu'à ce que nous l'ayons pressentie, puis prouvée et expliquée.

Mais encore une fois, ce n'est là qu'une ouverture et il appartient maintenant aux chercheurs du monde entier de l'utiliser.

(1) Il varie cependant avec les pays et les auteurs, du fait de cette position entre deux groupes. On classe parfois dans les mycobactéries les bacilles de la tuberculose, de la lèpre..., tandis que dans les actinomycètes il a plusieurs genres, dont les Streptomyces. On en connaît plus de 400 espèces, presque toutes toxiques ; seules quelques espèces produisent des antibiotiques ; ce sont des Streptomyces qu'on trouve souvent là où il y a transmutation.

@

ANNEXE

TRAVAUX EFFECTUES

PAR D'AUTRES CHERCHEURS

Le lecteur qui désire suivre l'évolution des recherches sur la propriété nouvelle de la matière traitée dans cet ouvrage doit avoir son attention attirée sur les publications qui seront faites après la parution de cet ouvrage par des chercheurs ayant en cours des travaux de laboratoire qui apporteront des compléments, des précisions à ce qui vient d'être exposé ; je ne cite que ceux qui m'ont fait connaître les résultats les plus importants, et avec qui j'ai suivi les interprétations.

A -- Recherches de P. Baranger.

J'ai attiré l'attention sur une publication faite par le professeur Baranger, chef du laboratoire de chimie organique de l'Ecole Polytechnique et signalé qu'il avait d'autres travaux en cours, qui seront publiés.

Tant qu'ils ne seront pas parus, je ne puis donc faire état de chiffres.

Je signalerai seulement quelques points généraux :

1° Toutes les analyses faites sur des graines avant germination, et sur des plantules provenant de lots identiques ayant germé dans de l'eau bidistillée, montrent un accroissement du poids des cendres, phénomène déjà signalé, mais qu'il a voulu vérifier avec l'extrême rigueur des méthodes modernes ; la calcination a été poussée de façon à éliminer toute eau de constitution moléculaire ; il ne s'agit donc que de cendres minérales ; autrement dit, les minéraux ont augmenté de poids, sans avoir pu en puiser dans l'eau.

Je ne donnerai pas de commentaire, les chiffres, qui m'ont été montrés, n'ayant pas été publiés, et la primeur de la publication est à réserver à l'auteur de ces travaux.

2° J'ai dit que le professeur Baranger ne recherchait qu'un élément à la fois (1) ce qui permettait d'établir la matérialité d'une naissance d'un élément -- ou de sa disparition -- donc d'une trans-

(1) Voir sa publication dans « Journal of Biological Sciences », déc. 1960, où sont relatées deux séries d'expériences, l'une sur la variation de P, l'autre sur la variation de Ca, dans la germination de graines.

mutation, mais ne permettait pas de savoir d'où venait, ou bien où passait cet élément tant que le cycle total des expériences n'aurait pas été terminé, ce qui est très long, car il est difficile d'obtenir plusieurs cycles germinatifs par an. De plus, les lots de graines mis en germination ne peuvent attendre des années, et si on reprend de jeunes graines elles n'ont pas été prélevées sur la masse qui a fourni le lot-témoin. Aussi a-t-il modifié son programme au cours de l'année 1962 et recherché simultanément les variations de Na, P, K et Ca, notamment pour voir si seraient vérifiées mes réactions montrant qu'il y a passage d'un élément à un autre par déplacement de + H, ou + O.

Tant qu'il n'aura pas publié les chiffres, qu'il a bien voulu me montrer, je me garderai de les citer.

J'indiquerai seulement qu'ils confirment ce que j'ai montré comme lien entre Ca et K et *toujours*, en germination en eau bidistillée, quand Ca augmente, K diminue ; ceci est le résultat de 4 groupes d'expériences différentes donnant les moyennes sur des lots de 200 graines chaque fois.

On verra combien la question est complexe : le phénomène varie avec la saison, avec l'exposition à la lumière solaire ou artificielle, l'âge des graines, etc. mais toujours, quoi qu'il en soit, les bilans de Ca et de K sont en sens inverse, et il est rappelé qu'il n'y a absolument aucun apport extérieur, le phytotron étant en atmosphère conditionnée et l'eau est bidistillée, car une seule distillation est insuffisante pour épurer complètement l'eau.

Il sera donc d'un grand intérêt de suivre ces publications qui feront ressortir le luxe de précautions prises pour obtenir des résultats irréfutables. Car, ainsi que je l'ai signalé, des naissances et des disparitions d'éléments avaient été étudiées, sur graines germées, au siècle dernier, mais les « modernes » (? !) avaient récusé ces résultats... au nom d'une loi du XVIII^e siècle !

Le passage de Ca à K a été constaté par le professeur Baranger à la suite de mesures d'une haute précision ; la modification des poids est considérable, eu égard à la précision des méthodes et aucun doute n'est possible. Or ce lien entre K et Ca avait déjà été observé, il y a 100 ans : dans la 5^e édition, page 329, de son ouvrage « Guide pour l'emploi des engrais chimiques », H. Joulie déclare avoir constaté que, dans la luzerne, lorsque Ca augmente K diminue, et inversement !... mais, à propos du calcium, du potassium, il a été fait état de nombreuses observations de ce genre... expliquées par des déplacements chimiques d'équilibre... mais sans faire de bilans pour savoir si l'élément déplacé existait en quantité suffisante !...

Ainsi nous ne faisons que retrouver et préciser ce que d'autres, depuis longtemps, avaient observé et signalé... et peu à peu on me communique de tels extraits...

Mais si ces faits ont été observés, ils n'avaient pu être compris,

et je crois avoir apporté la première synthèse et la première explication, maintenant largement acceptées, qui n'ont jamais pu être prises en défaut, et qui, au contraire, ont été confirmées chaque fois qu'un chercheur de bonne foi a bien voulu se livrer à des expériences pour vérifier la conception que j'ai exposée : il y a, dans certaines conditions, transmutation biologique, reproductible, avec passage d'un élément naturel à un autre, par déplacement des noyaux H, O ou C (du moins, jusqu'à présent, ce sont les seuls « noyaux migrants » décelés par l'expérience, mais nous avons vu qu'il ne faut pas exclure le lithium, et peut-être d'autres) ; cela sans radioactivité décelable, ce qui révèle une structure de la matière qui n'est pas celle admise jusqu'à ce jour par les physiciens de l'atome.

*
* *

Par lettre de novembre 1962, P. Baranger m'a donné quelques résultats qu'il a obtenus sur le magnésium, dans la germination de graines de vesces.

Je ne citerai pas les nombres qu'il m'a communiqués, l'auteur de ces recherches ne les ayant pas encore publiés. J'indiquerai seulement que la diminution de Mg a été de 2,67 % par rapport au lot-témoin de graines non germées, dans le cas de plantules provenant de graines identiques ayant germé avec apport d'eau bidistillée, additionnée d'une quantité dosée de CaCl_2 , germination faite à la lumière solaire (graines de 1959, mises en germination en 1962, lot-témoin analysé en 1960).

Il n'y a pas eu variation de Mg dans le cas de graines ayant germé en eau bidistillée, avec ou sans CaCl_2 , en lumière artificielle.

Dans toutes ces expériences, il y a eu :

- augmentation des cendres, du Ca, du Na ;
- diminution du K.

Dans une expérience, à la lumière solaire, il y a eu, en plus, diminution de Mg.

Les valeurs sont cohérentes et convergentes, car elles confirment que :

-- lorsqu'il y a augmentation de Ca, il y a diminution de K et de Mg ($\text{K} + \text{H} \rightarrow \text{Ca}$; $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{Ca}$) variations de 2,5 à 7 % ;

-- de même, l'augmentation de Na correspond à une diminution de K et de Mg ($\text{K} \rightarrow \text{Na}$; $\text{Mg} \rightarrow \text{Na}$) -- à noter que Na est en proportion très faible dans la graine non germée, mais augmente de 60 à 70 % par la germination, sans apport extérieur de Na !

Les valeurs données ne permettent certes pas de faire la part de chacun des deux éléments, K et Mg, dans ces augmentations

de Ca et de Na, mais les variations observées s'intègrent bien dans le cadre de l'explication que j'ai proposée ; ce sont des réactions avec $\pm H$ ou $\pm O$.

Il est à remarquer que dans une autre expérience il a été constaté que l'augmentation de Ca était supérieure à la diminution de K, ce qui pourrait s'expliquer par une diminution aussi de Mg, qui n'avait pas été dosé dans cette expérience.

Ce qui précède n'exclut pas la possibilité d'autres observations, mais toujours en concordance avec les réactions citées qui sont réversibles, suivant les circonstances, parfois complexes et pas toujours faciles à prévoir... ou même totalement inconnues pour quelques cas.

C'est ainsi que, dans certaines conditions de croissance, l'augmentation de Ca peut se faire en même temps qu'une augmentation de Mg dans la plante ; mais alors par apport extérieur de Ca : la plante absorbe le Ca apporté et en transmute une partie en Mg, qui augmente aussi : $Ca \text{ -- } O \text{ --> } Mg$. C'est le Ca total (le contenu de la plante et l'apport) qui diminue. Dans l'expérience sus-visée, on a observé l'inverse : le total (Ce apporté et Ca occlus dans la graine) a augmenté, mais cette augmentation provient d'une diminution du Mg occlus dans la graine (ainsi que du K) ; l'augmentation de Mg dans la plante, par apport extérieur de Ca ne vaut que dans la végétation, tandis que dans la germination il n'est utilisé que les réserves de la graine, mais le développement de la plantule varie suivant la teneur en Ca de la solution : elle ne peut semble-t-il faire sa chlorophylle (dont le noyau cellulaire est Mg) que si du Ca extérieur lui permet de renouveler Mg.

Une autre remarque n'est pas sans intérêt : la variation de Mg, discutée ci-dessus, résulte d'une germination à la lumière *solaire*.

La même expérience a été faite en lumière artificielle, le phytotron ayant une lumière de composition spectrale assez voisine de celle du soleil, mais là Mg n'a pratiquement pas varié ; par contre il y a eu augmentation de Ca et diminution de K.

Mon interprétation est la suivante : le passage de K à Ca se fait avec $+ H$; il a donc pu se faire par une faible énergie, venant de la lumière artificielle ; par contre le passage de Mg à Ca se fait avec $+ O$ et le déplacement de O exige beaucoup plus d'énergie que le déplacement de H.

Or une composition spectrale identique pour notre oeil ne signifie pas une énergie identique des photons émis ; l'éclairage artificiel d'un phytotron dépasse rarement 1 000 à 2 000 lux la lumière solaire, à l'ombre, en été, dépasse 10 000 lux, et au soleil peut atteindre des dizaines de milliers de lux ; or les luxmètres sont des appareils qui mesurent l'énergie incidente des photons qui arrachent des électrons à une cellule photo-sensible ; l'énergie des photons d'origine solaire est donc plus grande que celle d'un éclairage artificiel de même composition spectrale (il y a plus d'ultra-violets dans la lumière solaire, donc la composition spectrale visible

ne suffit pas, et l'ultra-violet ne traverse pas le verre des lampes (ou tubes luminescents) du phytotron.

Quoi qu'il en soit, nous savons que la photo-synthèse ne se fait qu'au soleil et nous avons dans l'expérience de P. Baranger une illustration de plus que certaines réactions ne sont possibles qu'au soleil (et précisément c'est Mg qui est au coeur de la chlorophylle !).

Nous voyons aussi qu'il faut plus d'énergie pour une transmutation avec déplacement de O que s'il y a seulement déplacement de H, ce qui recoupe et confirme ce que j'ai indiqué dans mon premier ouvrage. Je rappelle que j'ai pu calculer l'énergie de déplacement de O, qui, avec Na donne K. Environ 1 % de l'énergie du rayonnement solaire est constitué par des radiations ultra-violettes ; mais un seuil minimum est indispensable pour déplacer O, et il est très proche de 3 000 Å, tandis que les radiations plus longues, situées dans le spectre visible, de moindre énergie, mais plus abondantes, suffisent à déplacer H dans ces réactions nuclido-biologiques. Car il y a toujours l'intermédiaire biologique dans les expériences faites jusqu'ici (on se rapportera aussi à la page 19 de mon premier ouvrage : dans la feuille, la protéogénèse est facilitée par la lumière solaire, $C + O \rightarrow N_2$).

*
* *

En disant que le déplacement de H semble se faire par des énergies de même ordre de grandeur que celles des photons du spectre visible, d'après les expériences précédentes (et divers recoupements de mon premier ouvrage) je signale cependant que des calculs sur une réaction avec déplacement de H m'ont conduit à trouver que λ 3 800 Å, ce qui est à la limite du violet court. Je donne ceci comme simple indication et avec bien des réserves, car la mesure de l'énergie mise en oeuvre était trop incertaine. Cette longueur d'onde cependant n'est pas improbable ; elle sera à vérifier par des laboratoires outillés à cet effet.

L'étude de l'énergie mise en oeuvre dans une réaction est d'ailleurs un phénomène complexe, de mesure délicate, incertaine, car on ne peut, en général, saisir que l'effet final.

En chimie, on a établi les tables qui donnent l'énergie mise en oeuvre (+ ou -) dans les réactions (ex. tables de Pauling).

Mais ces tables définissent des énergies de *liaison moyenne* entre la phase originale et la phase terminale.

C'est là une donnée inutilisable à l'échelle atomique, et même l'échelle de la thermodynamique radicalaire ; elle ne rend pas compte des énergies absolues mises en jeu dans les diverses phases, très fugaces, de la réaction et on n'a que le bilan moyen final.

D'autre part, une valeur moyenne implique toujours la saturation des valences des atomes, alors qu'il y a des stades inter-

médiaires, des ruptures de liaison qui sont des dissociations, suivies d'un réarrangement des électrons pour donner la structure électronique stable des radicaux libres, avec leur électron non apparié ; ceci peut conduire à des énergies de résonances de sorte que la dissociation d'une molécule en deux radicaux libres stables met en jeu une énergie de dissociation qui, le plus souvent, diffère de l'énergie de liaison, et n'est pas calculable à partir d'elle. Et en aucun cas elle n'a de rapport avec l'énergie moyenne.

Le phénomène se complique encore quand on passe à l'échelle sub-atomique, et c'est pourquoi une comparaison avec l'énergie chimique n'est qu'une indication, pour l'esprit, mais n'a aucun sens scientifique précis ; c'est seulement une donnée pratique, terminale; les valeurs instantanées des réactions fugaces intermédiaires sont souvent difficiles à établir, en chimie, et en réaction nuclidobiologique nous ne savons rien sur ces étapes de transition. Il est possible que la valeur de l'énergie que j'ai indiquée n'a aucun sens à l'échelle du noyau de l'atome : j'ai calculé une moyenne, d'après un effet global, mais il est possible que l'énergie, de très courte durée, par laquelle se fait le déplacement de H ou de O. par exemple, soit considérablement plus élevée, et il faudrait établir qu'il y a eu un phénomène de récurrence.

Bergson n'a-t-il pas dit : « Il y a vie chaque fois qu'il existe un système... susceptible d'accumuler l'énergie d'une source..., puis de restituer, de libérer cette énergie de manière quasiment explosive ».

Un des caractères de la biologie est donc l'accumulation lente d'énergie suivie de décharge brusque.

Ceci a été étudié pour divers phénomènes (battement du coeur, digestion, etc.) sous l'angle mathématique ; des courbes de récurrence ont été construites et analysées par Lotka, Volterra. etc., reproduites par Kostilzin, dans « Biologie mathématique », Paris, 1938.

*

* *

Les réactions avec $\pm H$ semblent les plus fréquentes, les plus faciles à obtenir ; il s'agit en quelque sorte de réactions d'équilibre de l'organisme, d'où les liens Na et Mg, K et Ca, P et S, Mn et Fe... Je l'ai mentionné dans mon premier ouvrage, en rappelant qu'une « fatigue » se manifeste par trop d'acidité de la cellule ; à ce moment l'organisme réagit en provoquant la transmutation de Ca, alcalino-terreux, en K, alcalin. Il était admis, par la biologie classique, que c'était là un échange ; simple affirmation gratuite car je cite le cas d'injection de K, qui disparaît sans rejet à l'extérieur, montrant qu'il y a transmutation et non échange...; où Passe l'élément qui disparaît? d'où vient l'élément nouveau ? jamais on ne s'en est préoccupé ! Or j'ai rappelé, page 57 de cet ouvrage. en renvoi, que d'un côté de la paroi des hématies on a $Na/K = 16$

(environ, et variable) tandis que de l'autre côté de la paroi c'est un rapport inversé et pas de peu, puisqu'on a $K/Na = 180$!... et d'où vient tout ce potassium ? La biochimie classique s'est contentée d'affirmer que ce sont des échanges, sans plus, sans voir si le stock disponible de K permet un tel mouvement ! (il n'est pas sans intérêt de remarquer que la médecine traditionaliste d'Extrême-Orient avait noté ces passages d'un élément à un autre comme rentrant dans le cadre de la philosophie yin et yang, diffusée en Occident surtout par le professeur Ohsawa).

On notera aussi que Pasteur avait déjà remarqué que certaines bactéries peuvent se développer si elles disposent indifféremment de fer ou de manganèse, mais à aucun moment -- surtout à cette époque où la structure de l'atome était inconnue -- il n'a pensé que certaines bactéries passent de Mn à Fe de sorte qu'il leur est indifférent d'avoir Mn ou Fe (ici aussi c'est, entre ces 2 éléments, un lien avec +- H.

B -- Recherches de P. F.

A ce jour, P. F. a entrepris une série d'expériences dans le but de démontrer que certains micro-organismes (bactéries, champignons, actinomycètes) effectuent certaines transmutations.

Il cherche en particulier à vérifier les transmutations suivantes :

Fer --> Manganèse

Fer --> Silicium

Silicium -->- Calcium.

Telle est la seule information qu'il accepte de faire connaître pour l'instant.

*

* *

Donc tout ce que je puis dire sur les travaux de ce chercheur n'est que... reportage qui n'engage que moi-même, mais il convenait d'attirer l'attention du lecteur sur l'importance de la publication qui se fera, dès que ce sera techniquement et administrativement possible.

Jusqu'à présent il ne s'est agi que d'un travail de « débroussaillage » et, une répétition des premières expériences positives est nécessaire afin de présenter une communication scientifique irréprochable, de préciser, en outre, l'identité des micro-organismes : dans la production de calcium à partir de silicium il y a trois micro-organismes associés. Y en a-t-il un qui « clive » Si pour donner C + O, un autre qui « fritte » Si + C pour excréter Ca?

Ou ces micro-organismes, dont quelques-uns prolifèrent mieux en aérobies, Prennent-ils C et O dans l'air (le carbone dans CO_2) pour vivre, et c'est en ingérant, en « digérant » le silicium qu'ils donnent C + Si --> Ca? Il appartiendra aux recherches à venir d'essayer de déterminer le rôle respectif de chacun de ces trois associés, et bien d'autres points restent à préciser.

J'ai fait état de quelques premiers résultats à propos des pierres et sans citer de chiffres, de même dans le chapitre sur le fer et le manganèse, mais, pour répondre au désir de P. F., je ne puis m'étendre sur ces résultats, qui ont besoin d'être complétés.

On remarquera qu'une de ces expériences implique le déplacement du noyau C, deux autres postulent le déplacement -- réversible -- de H.

Il est une autre expérience, positive, en cours de répétition, montrant la formation de fer à partir du silicium ; je n'ai pas encore tous les éléments nécessaires, mais il semble, dès à présent, que dans cette transmutation biologique il y a déplacement de Li (prélevé dans K ? nous le verrons).

Ces expériences suscitent un grand intérêt chez les minéralogistes devant les horizons immenses qu'elles ouvrent, car n'oublions pas que des fabrications biologiques peuvent devenir industrielles ; le pain, la bière, le vin, etc. ne sont possibles que par des ferments, des levures, qui sont des champignons ; la pénicilline est obtenue par des cultures de champignons et il y a eu des fabriques industrielles d'acétone par voie biologique ; le vinaigre est un autre exemple, et il y en a une foule d'autres encore, très communs (fromage, etc.), ou nouveaux, telle la fabrication industrielle à Lavera, de protéines pour la nourriture animale à partir d'extraits du gasoil, recevant des bactéries qui prolifèrent dans la paraffine, qu'ils décomposent (cette application est partie d'une recherche sur le déparaffinage des pétroles par voie biologique).

C'est pourquoi de nombreux milieux scientifiques et industriels suivront de près les publications qui seront faites par P. F. et j'ai estimé utile de le souligner ici, ne pouvant donner de détails, tant que l'auteur ne les aura pas rendus publics, et je regrette bien sûr que, pour des raisons diverses, les résultats des recherches faites en 1962 n'aient pu être publiés -- pas plus d'ailleurs que ceux de J. K., et -- fin 1965 -- aucune publication n'est parue non plus de P. Baranger, depuis 1960, bien que ses travaux ont porté sur environ 4. 000 analyses qui toutes confirment des transmutations.

*

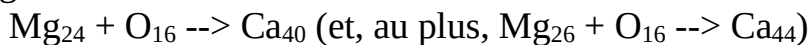
* *

A titre d'exemple, pour une expérience, je donne ci-après le texte d'une note que j'ai remise au chercheur, afin d'interpréter un premier résultat positif de « dégrossissage », montrant, en partie, comment fut conduite l'expérimentation.

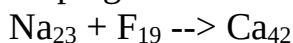
*Interprétation de l'expérience conduisant
à du calcium à partir de silicate de sodium*

Le silicate de sodium comporte 3 éléments ; le calcium n'a pu venir que de l'un d'eux.

1) **Oxygène.** -- Il n'y a aucune possibilité pour l'oxygène, seul, de devenir du calcium. Il ne pourrait qu'y contribuer, avec du magnésium :

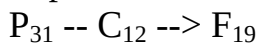


2) **Sodium.** -- Le sodium ne pourrait devenir calcium qu'avec du fluor. Mais il n'y a pas d'isotope de Na, ni de F ; le seul « couplage » des noyaux de ces deux nuclides conduit à :



Cette réaction paraît peu probable, et il n'y a que 0,64 % de Ca_{42} dans l'élément naturel.

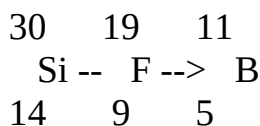
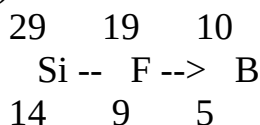
On sait que le fluor accompagne parfois Ca et notamment P (minerais de phosphate tricalcique, os, dents, etc.) parce que Ca et P peuvent avoir la même origine, et F pourrait venir de P :



Bien qu'aucune réaction biologique de ce type n'ait été recoupée avec F, ne l'écartons pas a priori (F, dans les organismes peut avoir d'autres origines, par exemple Cl, et pour le moment il est difficile de dire s'il y a une ou plusieurs voies à la disposition de la Nature pour la régularisation de cet élément qui va jusqu'à 9 % dans certains calcaires d'origine biologique marine) (1).

Pour se « fritter » à Na, il faut qu'il vienne de quelque part ; il ne peut venir de l'oxygène.

a) **Du silicium ?** On aurait :



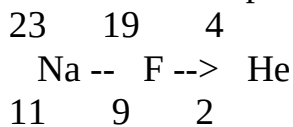
qui sont les seuls isotopes stables du bore.

Il ne peut venir que de Si_{28}

Mais alors il serait resté du bore dans la solution ; ce qui ne semble pas le cas (ou il n'a pas été recherché ?).

b) **Du sodium ?**

La seule réaction possible, théoriquement, est



(1) Cependant on a constaté dans les os fossiles une augmentation de F. sans apport extérieur et cette « énigme » s'expliquerait, selon nous, par $\text{P} \rightarrow \text{C} \rightleftharpoons \text{F}$. P. et C qui viennent du carbonate ou du phosphate de chaux diminueraient.

Mais, jusqu'à ce jour, il n'a pas été mis en évidence de dégagement d'hélium (non recherché ?) ni de particules α .

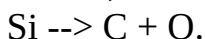
Et comme toutes ces réactions avec F ne conduisent qu'à Ca42 il y a lieu d'être réservé à leur égard, jusqu'à preuve contraire.

3) **Silicium.** -- L'hypothèse de départ, ayant conduit à cette recherche, est que Ca venait de Si, ceci étant recoupé par de nombreuses observations.

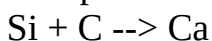
Or l'expérience a bien montré qu'en effet, avec un composé de Si, on aboutissait à Ca il y a donc forte présomption que cette voie est la bonne (voir confirmation pp. 47 et 92 du présent livre).

C'est la phase bactérie qui est ici la seule à retenir (seule phase active des actinomycètes présents).

Disons -- c'est une image -- que la bactérie silicophage « digère » le silicium, en donnant



Elle trouve ainsi C et O pour sa nourriture, « rejette » l'excédent de Si non « digéré » avec l'excédent de C, mais sous forme « agglomérée » par une enzyme et telle que c'est du calcium



ce qui, avec les isotopes 28, 29 et 30 de Si, 12 et 13 de C, donne divers isotopes de Ca, de Ca₄₀ à Ca₄₃ (sauf le 41, instable-radioactif).

Bien entendu « l'image » synthétique ci-dessus est une simplification de langage puisque trois micro-organismes sont associés... et l'un « travaille » pour l'autre, suivant un processus non identifié (si l'utilisation du C du CO₂ de l'air est une éventualité à ne pas rejeter, ces micro-organismes proliférant mieux en aérobies, dans le cas présent l'incubation a été faite en milieu liquide -- silicate de soude -- certainement peu perméable à l'air).

Points d'incertitude.

Il a été vu que la formation de Ca à partir de Na par « frittage » direct est improbable, pour trois raisons :

-- elle ne peut se faire qu'avec du fluor, réaction certainement exceptionnelle ;

-- ce fluor ne peut se « fritter » qu'à des isotopes rares de Si, pour laisser du bore, ou avec Na, dégageant de l'hélium et ces deux « résidus » seraient détectables ;

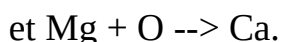
-- il ne se produirait qu'un isotope rare du calcium.

Mais il y aurait peut-être la possibilité d'une réaction en deux temps : Na avec H donnant Mg, et Mg, avec O, conduit à Ca.

A moins d'une réaction couplée, se produisant par libération simultanée de H et O, on devrait trouver Mg en solution, une partie n'étant pas encore devenue Ca.

Ceci est d'autant plus probable qu'une réaction couplée ne paraît pouvoir se faire que par dissociation de H_2O .

De sorte qu'on aurait :



On voit qu'un atome Mg reste libre.

Si, chimiquement, Mg n'est pas détecté, c'est que cette réaction est improbable.

A remarquer que le deutérium n'entre pas, semble-t-il, dans ce type de réaction nuclido-biologique.

Comme il n'y a que Na_{23} , on aura également Mg_{24} .

Avec les 3 isotopes stables de O, le Ca_{41} étant une construction instable, on aurait Ca_{40} et 42 .

Conclusion. -- Pour lever le doute, un contrôle de la composition isotopique de Ca serait utile, mais pas indispensable.

Si on n'a que les nuclides 40 et 42, il y aura à revoir la possibilité du passage par le stade magnésium, mais on devrait trouver Mg, par la voie chimique, comme « résidu ».

Si on n'a que le Ca_{42} , le rôle du fluor sera certain, et devra se recouper par l'apparition de B ou de He, en cours de culture.

Par contre si on trouve en outre du Ca_{43} c'est la réaction silicium + carbone qui seule expliquerait cette présence -- malheureusement délicate à observer, car il n'y a, normalement, que 0,145 % de cet isotope ; peut-être se trouvera-t-il un peu plus abondant dans ce calcium biologique, car rappelons qu'un isotope peut très bien ne pas se retrouver dans la réaction biologique (hydrogène lourd par exemple, sauf chez quelques bactéries) -- voir pp. 74 à 76 du premier ouvrage -- ou être mieux absorbé que tel autre.

L'étude isotopique du calcium suffit cependant et c'est seulement celui-ci qui sera à isoler, chimiquement, pour être passé au spectromètre de masse.

*

* *

Remarque, postérieure à cette note. -- Les essais faits au spectromètre de masse sur différents éléments n'ont pas pu être toujours retenus, car la dispersion des résultats est grande : la précision de l'appareil est insuffisante et on ne pourrait donner que des moyennes statistiques, exigeant un très grand nombre de mesures.

L'étude de la formation de calcium à partir de silicium a donc été reprise, en diversifiant les conditions d'expériences, et en laissant agir les mycobactéries assez longtemps pour avoir une variation des éléments de loin supérieure à toute erreur opératoire possible, et en cherchant les « résidus ».

J'indiquerai, pour mémoire, que des pesées sont faites sur des balances sensibles au 1/100 de mg, et que les transmutations indiquées dans cette Annexe ont montré des variations de plusieurs centigrammes des éléments. Les résultats sont donc certains, évidents, et c'est seulement pour répondre à des critiques déclarant qu'elles n'ont pas été assez nombreuses qu'elles sont toutes recommencées, et plusieurs fois, par les différents chercheurs cités dans la présente Annexe. Plus même, à la suite d'un accord entre ces chercheurs, comme il est malheureusement d'usage de rejeter la méthode employée par le « confrère », de ne considérer comme valable que la sienne... ces chercheurs ici cités se sont entendus pour échanger les échantillons après culture microbienne, pour qu'au moins deux laboratoires, par des méthodes différentes, analysent chacun la moitié des témoins (avant ensemencement bactérien) et la moitié des échantillons après incubation. Ceci montre la grande rigueur apportée dans cette étude des transmutations, jamais atteinte dans les recherches de chimie, par suite... des « moeurs » en usage...

C. -- **Recherches de J. K.**

Les publications que prépare J. K., Chef du Laboratoire de microbiologie des sols d'un organisme officiel et chargé de cours de Faculté des Sciences seront aussi les premières du genre.

Afin de vérifier la réaction que j'indiquais de production naturelle du salpêtre il a procédé à une recherche du potassium, alors que ce phénomène n'avait été étudié que sous l'angle nitrification. Les bactéries nitrifiantes étaient connues, et on n'avait pas cherché plus avant ; mais s'il y a production de nitrate de potassium, d'où vient K ? On avait admis tout simplement, sans vérification, par une simple hypothèse gratuite, comme il y en a encore malheureusement beaucoup en sciences... afin d'être en conformité avec une « loi », que du potassium y était et se renouvelait par migration à partir du sol !

Ayant montré à J. K. cette impossibilité, que j'avais vérifiée dans des cas précisés, il a entrepris de mener l'étude systématiquement, avec les moyens matériels dont dispose son laboratoire spécialisé.

Je mettais à sa disposition du maërl (1), essentiellement composé de l'algue microscopique calcaire *Lithothamnium calcareum*, afin de comparer les résultats d'une production de salpêtre sur un carbonate de calcium minéral, chimiquement pur, et sur le même carbonate de calcium additionné de lithothamne, calcaire organique.

Premiers essais. -- Je ne donnerai pas ici les détails opératoires qui m'ont été communiqués par J. K., lui laissant l'initiative de les publier, s'il le juge utile.

(1) Récolté, séché et broyé par les Ets Roudaut, à Lorient et Lochrist-Hennebont.

Les germes habituels du salpêtre furent mélangés au milieu de culture réalisé et il y eut 2 lots de cinq échantillons chacun, l'un avec le seul carbonate de calcium, l'autre avec, en plus, du lithothamne ; en outre un lot avec et un lot sans lithothamne furent stérilisés avant incubation pour servir de témoins.

Je ne citerai pas les valeurs obtenues, tant que l'auteur ne les aura pas publiées, et indiquerai seulement qu'il y a eu en milieu normal milieu normal

+lithothamne

2,73 %

5,71 %

d'augmentation de K en 21 j.

En toute rigueur scientifique ces augmentations n'ont pas été considérées comme significatives, après étude statistique, car avec 5 analyses, pour chaque mélange, l'erreur statistique peut être supérieure à ces valeurs.

Toutefois on remarquera que :

1° dans les deux moyennes, de 5 lots chacune, il y a accroissement net du potassium, convergence positive, montrant qu'il y a de grandes chances que ce ne soit pas une coïncidence d'erreurs ;

2° l'augmentation de K est de plus du double avec du calcium organique (maërl).

On peut donc conclure que l'apport -- ou la présence -- de calcaire, à condition de disposer de bactéries appropriées, bactéries associées effectuant la nitrification et la transmutation de Ca en K, permet à une plante de disposer des avantages des engrais nitrés et potassiques, ce qui conduit à repenser l'utilisation des engrais chimiques.

La vérification faite par J. K. apporte un recoupement complémentaire en faveur de la réaction $\text{Ca} \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{K}$ et ce chercheur, devant cette convergence positive, a immédiatement repris des expériences, variées, chacune sur 15 lots, pour éliminer les incertitudes statistiques.

Mais j'attire l'attention sur le fait que ce qui précède n'a que le caractère d'une information, n'engage que moi. En temps utile, quand J. K. aura recommencé plusieurs fois cette expérience de production de salpêtre, en variant les conditions opératoires, il en fera connaître les résultats, sous sa signature, sous sa responsabilité. Et c'est sur l'importance de cette publication à venir que j'attire l'attention.

J'indiquerai aussi que, devant l'intérêt soulevé par ses premières recherches de vérification de mes réactions, ce professeur en a informé ses élèves de la faculté des sciences, de sorte qu'on peut dire que ces transmutations ont fait leur entrée en France dans l'enseignement supérieur officiel (à l'Ecole Polytechnique aussi, P. Baranger en a informé ses élèves). Il m'a été demandé aussi de faire une conférence à l'ensemble des élèves des classes terminales d'un lycée.

2e série d'expériences.

La répétition de l'expérience précédemment mentionnée, sur 15 échantillons au lieu de 5, a pleinement confirmé les premiers résultats.

Les conditions expérimentales ont été un peu modifiées afin de rechercher une méthode de reproductibilité facile et spécifique, ne pouvant être contestée. Ceci impliquait l'utilisation de carbonate de calcium chimiquement pur.

Il a été dosé, dans les témoins, et dans les 15 échantillons soumis à l'action bactérienne, le calcium et le potassium afin de suivre non plus seulement la variation de K comme dans la première série d'expériences, mais aussi la variation de Ca afin d'apporter une preuve complémentaire que c'est bien à Ca qu'était lié K.

L'analyse a été faite par une méthode chimique et par le spectrographe à flamme afin de comparer la valeur de ces méthodes et la moyenne a été une

diminution de 6 % du rapport Ca/K.

Le nombre assez élevé d'échantillons, la double méthode d'analyse font que, statistiquement, ces résultats, tous de même sens sur ces 15, sont irréfutables ; il y a diminution de Ca, et augmentation de K (un seizième échantillon a été écarté de la moyenne ci-dessus, car il est, de très loin, hors de la bande de dispersion des 15 autres ; erreur de dosage?...).

Cependant, J. K. a voulu, avant toute publication des chiffres absolus et des détails opératoires, recommencer encore une troisième fois, à grande échelle, avec 100 échantillons.

Je signale que, bien que l'expérience ait été faite sur du CO_3 Ca pur, il y avait toujours un peu de K au départ, apporté par la culture bactérienne ; c'est pourquoi j'ai donné seulement les valeurs des variations.

*

* *

Les résultats constatés par J. K. apportent une confirmation à ce que m'écrivait Spindler, en décembre 1960.

Il me déclarait avoir fait, en 1948, des essais restés inexplicables, en utilisant comme engrais le formiate de calcium seul. Celui-ci a surclassé énormément les meilleurs engrais N.P.K. essayés parallèlement ; ce produit, sous l'influence du Bact. Formicium, donne lieu à la réaction suivante :

$\text{Ca}(\text{OOCH})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2$ par oxydo-réduction ».

A la suite de la publication de mes travaux, il me disait s'expliquer maintenant qu'il y a là de « l'hydrogène assimilable par les plantes, favorisant la transformation du calcaire en potasse et en azote. Il n'y a aucun doute que le formiate de calcium, obtenu

facilement en combinant l'oxyde de carbone à la chaux, pourrait remplacer avantageusement les engrais azotés et potassiques ».

Tout en laissant à Spindler la responsabilité de cette opinion, je crois que l'action du formiate de calcium relève de la même réaction que celle du salpêtre, expérimentée par J. K. : si un calcaire donne les mêmes effets que s'il y avait du potassium et de l'azote c'est parce que les bactéries spécifiques associées -- si elles sont présentes, bien entendu, dans ce sol -- transforment le calcium en nitrate de Ca et nitrate de K (et aussi en nitrate de Mg, mais ceci n'a pas été encore expérimenté par J. K.). Quant à la formation de P, elle présuppose, à mon avis, le passage par Mg ; ceci non plus n'a pas encore été expérimenté par ce chercheur (in fine de la citation, Spindler ne retient que la comparaison avec des engrais azotés et potassiques, et ceci ne fait plus de doute à la suite des travaux de J. K.).

Quoi qu'il en soit, ces travaux ont une importance économique considérable pour l'agriculture et expliquent des effets constatés empiriquement, par Spindler sur le formiate de calcium, par Roudaut sur le maërl (carbonate organique de Ca surtout et de Mg, avec un peu de Na -- résidu de l'imprégnation marine -- un peu de K : 0,025 %, des traces difficilement dosables de Zn, Co, Pd et Cu) ; il est à remarquer que si le maërl, sous une influence bactérienne, qui a donné sur certains échantillons jusqu'à 15 % d'accroissement de K, en 3 semaines, est un produit biologique, c'est seulement sous l'influence d'une bactérie que le formiate de calcium devient actif aussi. Il ne suffit donc pas d'apporter des produits chimiques au sol, il faut qu'en outre on y trouve les bactéries convenables ; une analyse chimique du sol ou des engrais est un facteur insuffisant ; le sol est un milieu vivant et toute étude qui ne porte pas sur les micro-organismes du sol est sans grande signification pratique, car elle n'est qu'une partie de l'étude, nécessaire, mais insuffisante : les réactions nuclido-biologiques en apportent maintenant une preuve de plus.

*

* *

Divers -- A l'étranger.

J'ai détaillé des travaux effectués par trois chercheurs parisiens avec qui j'ai pu suivre le développement de leurs recherches, mais d'autres à Lyon, Colmar, Stuttgart, etc. m'ont fait part de leurs travaux aussi pour vérifier les réactions signalées dans mon premier ouvrage (et un laboratoire d'un des plus grands instituts de microbiologie du monde m'a annoncé aussi la décision de mettre en route de telles recherches.

Mon premier ouvrage a été traduit en japonais et un professeur de la Faculté des Sciences de la Nutrition (1500 élèves) de l'Université Mukogawa, de Nishinomiya, la plus importante université

féminine du Japon (10 000 étudiantes) m'a écrit, en janvier 1963, pour me faire part de ses observations :

-- sur milieu de culture, analysé avant ensemencement par des bactéries, puis après, il a trouvé une diminution du Na total (Na des bactéries Na du milieu de culture) ;

-- sur les mêmes échantillons, il y a eu augmentation du K total, d'où une vérification du passage de Na à K.

L'expérience va être recommencée, puis sera étendue à des moisissures et à des levures (1).

Pour les Japonais « $K \rightarrow Na + O$ est une des plus importantes et essentielles réactions dans tout le monde vivant » car elle explique le rôle vital du sodium du plasma sanguin. Le professeur qui a fait ces analyses, le docteur Sanehide Komaki, devant ces résultats en a fait part aux 1 500 élèves de la Faculté en leur exposant mes travaux de sorte que non seulement des étudiants dans l'enseignement scientifique supérieur en France en sont maintenant informés, mais aussi au Japon, ouvrant la voie à des vocations nouvelles.

Un institut scientifique a été créé en 1963 à Tokyo, pour passer aux applications semi-industrielles de mes réactions, institut doté de moyens puissants ; l'une des premières applications étudiées sera la réaction ci-dessus, pour produire de la « potasse »-engrais à partir de sel marin (V. mon premier ouvrage pp. 98-99).

(1) J'en ai donné les résultats dans la réédition de 1955 de « Transmutations Biologiques », pp. 85-86 ; il y a là des expériences faciles qui se font en 3 jours, mais relatives au potassium qui n'est pas étudié ici, je renvoie à l'ouvrage ; elles ont été publiées aussi en France dans le numéro d'octobre 1965 de la « Revue de Pathologie Comparée », Pacomy Paris, édit.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie sera brève afin de ne pas répéter toutes les références évoquées dans les divers chapitres de l'ouvrage.

Cependant, il convient d'ajouter à ces références, et à la bibliographie du premier ouvrage :

La communication de DAUGATRY, PERRY et WILLIAMS et celle de SEIBOLD au Symposium on the geochemistry of sedimentary carbonate rocks (Copenhagen 1960),

où les premiers auteurs montrent les anomalies du développement des dolomies, tandis que la seconde communication traite des concrétions carbonatées isolées, sans fissures, trouvées dans le Jurassique inférieur ; et l'auteur remarque que « Les concrétions s'entourent de dolomite alors que ce minéral n'existe pas à l'intérieur. Cet enrichissement relatif en CO_3Mg , qui n'est vraisemblablement pas dû à un apport extérieur » n'a pas trouvé d'explication (les seuls éléments en présence, outre CO_3 , sont Ca, Mg et Fe... et Mg augmente ; nos lecteurs savent que c'est par diminution de Ca).

R. D'AUBRY DE PUYMORIN. - « Les Actions à distance - Les Forces électrostatiques et la gravitation », Edit. Gauthier-Villars.

L'auteur nous conduit à repenser divers problèmes d'énergétique par des moyens originaux, et notamment les applications à l'électron, au neutron, ou au proton permettent de revoir la loi d'Einstein sous un jour nouveau, ainsi que bien d'autres notions, notamment la gravitation.

J. KAUFFMANN. - « Corrosion et Protection des pierres calcaires des monuments » (Extrait de « Corrosion et Anticorrosion », vol. 8 n° 3, mars 1960 (écrit avant que l'auteur ne connaisse mes travaux).

G. OHSAWA. - Sur le principe yin-yang, voir, parmi ses ouvrages en français (édit. Vrin, Paris) notamment :

-- L'ère atomique et la Philosophie d'Extrême-Orient.

-- La philosophie de la Médecine d'Extrême-Orient.

-- Principe unique de la philosophie et de la Science d'Extrême-Orient.

Dr BERNARD. - « Le Calcium dans la biogenèse ». Les Annales Homéopathiques Françaises, n° avril 1962.

G. ZAVARZIN. - Modification du manganèse sous l'effet de microbes - Moscou 1961 - Publication de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. - Institut de Microbiologie - (L'auteur expose le changement de valence de Mn sous l'action de bactéries).

P. BARANGER. - Influence comparative du calcium et de différents éléments sur la croissance des vesces. Bull. du Muséum National d'Histoire Naturelle n° 1, 1960, pp. 124-128.

On verra aussi avec intérêt les études de bio-électronique de L.-C. VINCENT. - Revue « L'Ingénieur Constructeur » (E.T.P.), mai 1957,

- et de très nombreuses autres publications de l'Ecole d'Anthropologie, etc.
- Ch. LAVILLE. - Mécanismes biologiques « De l'atome à l'Etre vivant ». Dunod, Edit.
- Dr Jeanne ROUSSEAU. - Centre d'Etudes et de Recherches bio-électroniques : « Blé-Farine-Pain ». Revue « Qualité, Loyauté, Santé Françaises », juin 1960.
- Même auteur, même revue, décembre 1961 : « Du sol à la plante, de la plante à l'aliment, de l'aliment à l'homme », où l'auteur donne des courbes du pH, du rH₂, du potentiel, de la résistivité, et des vues au microscope montrant la différence entre des plantes cultivées avec apport biologique et avec apport chimique, levain et levure, etc.
- A. CHAMPAGNAT. - Bio-synthèse de concentrés protéines-vitamines à partir du pétrole. Revue de l'Institut Français du Pétrole, n° 11, 1962.
- A. MICHEL. - La Vie défie les lois de l'Atome, « Science et Vie », janvier 1963.
- H.-L. EHRLICH. - Bacterial Ecology of Certain Minerals - Bacteriological Proceedings 1961. Dept. Biol., Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York.
- H.-L. EHRLICH. - Troy, New York. Microbial participation in the genesis of manganese nodules (Résumé du VIII^e Congrès International de Microbiologie, Canada).
- M. VIOLET et M. REMY. - Le Secret des Patriarches. Paris 1962 : Essai sur la nature de l'énergie biologique.
- Misuo ODAGIRI. - Brochures éditées par « Society for the Research of Physics-Chemistry » - Laboratory of Theoretical Chemistry - Kinki University n° 321 - Kowakae - Fuse-shi, Osaka-fu - Japan, où il expose sa Théorie de la Superposition Chimique des Etats - Voir ses brochures : Vol. I, n° 1, dec. 1955 - Vol. II, n° 1 june 1956 ; n° 2, octob 1956 - Vol. III, n° 1, april 1957 ; n° 2, july 1957 - Vol. IV, n° dec. 1958 - Vol. V, n° 1, dec. 1959 - Vol. VI, n° 1, july 1960 - Vol. VII, n° 1, july 1961.
- Jean E. CHARON. - Eléments d'une Théorie Unitaire d'Univers - Edit R. Kister - Genève ; voir aussi ses ouvrages de vulgarisation Ed. du Seuil, Paris et diverses publications : Planète n° 10, mai 1963.
- John L. MERO. - Mineral Resources of the Sea. Transactions of The New York Academy of Sciences - vol. 26 - March 1964, pp. 525-544 dont 10 pp. consacrées aux nodules de manganèse.
- G. PICCARDI. - The Chemical Basis of Medical Climatology, Ch. C. Thomas, édit. Springfield, Ill., U.S.A., sur l'eau activée et les actions cosmiques sur les colloïdes (publications aussi en italien).
- Marin TRINCAS (Ferrara). - Origine corpuscolare delle malattie. Minerva Medica, Turin, Magg. 1964.
- L'auteur montre que des phénomènes biologiques ne s'expliquent pas par la chimie, qu'il y a des mutations et il pense une radio-activité.
- E. PLISNIER (Bruxelles). - Sauvez votre Santé. Collect. du Marabout. Gérard et Cie édit. Verviers, Belg., avec une préface de C. L. Kervran, 1965.

TABLE DES MATIERES

Préface de J. Lombard	3
INTRODUCTION	7
I. - LE GRANITE	17
L'hypothèse de B. Choubert	18
Les études de G. Choubert	19
Passage du calcaire au potassium	21
Fer et métaux	22
Rappel succinct des « lois » de nos réactions	23
II. - L'ORIGINE DES ALCALINS ET ALCALINO-TERREUX .	25
III. - LE CALCIUM	31
Isotopes du calcium	32
Production du calcaire par les plantes	35
Le calcaire chez l'animal	39
Production de calcium à partir du silicium	43
Applications à la géologie : carbonate et sulfate de calcium	44
IV. - LE LITHIUM	49
Remarques générales	49
Autres « frittages » du lithium	50
En biologie	51
Recherches de fabrication de lithium	51
Application à la géologie	52
Le lithium et les halogènes	54
Remarques sur quelques compositions isotopiques .	55
V. - METALLOGENESE	59
Aluminium	61
Les métaux compris entre Z 20 et Z 30	62
Scandium	63
Chrome	63
Cobalt	63
Titane	64
Manganèse	64
Nickel	64
Vanadium	65
Cuivre	66

VI. - FER ET MANGANESE	71
Application à la géologie	74
En agriculture	77
Manganèse et bactéries	79
VII. - LES « MALADIES » DE LA PIERRE	85
VIII. - LE PHOSPHORE	93
Application à la géologie	97
IX. - LE SOUFRE	101
X. - LE CHLORE	103
XI. - HOUILLE - PETROLE	109
XII. - LIENS ETAIN-IODE	113
L'étain, ses gisements	114
Lien avec le molybdène	116
Lien avec le cérium	116
Lien avec l'antimoine	117
Lien avec l'argent	118
Lien avec le sélénium	118
Comment rechercher la structure théorique du noyau de l'étain	118
Naissance de l'étain?	120
L'iode vient de l'étain	121
L'étain dans l'algue	122
Variation de l'étain	125
Le lithium	126
Parallélisme entre potassium et, iode	127
Notre conclusion	129
XIII. - TRANSMUTATION DES DECHETS RADIO-ACTIFS ?	135
Observation sur certaines réactions de physique nucléaire en corrélation avec les réactions nuclido-biologiques .	136
La physique nucléaire, seule, pourra-t-elle expliquer les réactions bio-physico-chimiques ?	138
CONCLUSION	143
ANNEXE : Travaux effectués par d'autres chercheurs et, commen- taires	147
Recherches de P. Baranger	147
Recherches de P. F.	153
Recherches de J. K.	158
Divers - A l'étranger	161
BIBLIOGRAPHIE	163

@

ACHEVE D'IMPRIMER
- LE 30 DECEMBRE 1965 -
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE DE COMPIÈGNE
58, r. de l'Oise, à Compiègne
(Oise), pour la Librairie
MALOINE, éditeur à Paris.
Dépôt légal : 1er trim. 1966
N° d'impression 33.368
Registre des travaux n° 838
Numéro d'édition 446

@

