

SCIENCE CULTURE

Bureau de dépôt : 4030 LIEGE 3

N°ISSN 0773-3429

SOMMAIRE

Chronique Science et Culture:

- Notre prochaine exposition annuelle89
- Une visite mémorable de la Société EVs au Sart Tilman.....90
- 60 expériences de physique et de chimie pour fêter le
cinquantième de Science et Culture92

Quelques données sur les oligo-éléments alimentaires
et incidence de ces micronutriments sur la santé (fin)105

BULLETIN BIMESTRIEL publié grâce à l'appui

- du Service des affaires culturelles de la Province de Liège
- du Service général Jeunesse et Éducation permanente
Direction générale de la Culture de la Communauté Française
- de l'Échevinat de la Culture et des Musées de la Ville de Liège



LIEGE-PROVINCE
Culture

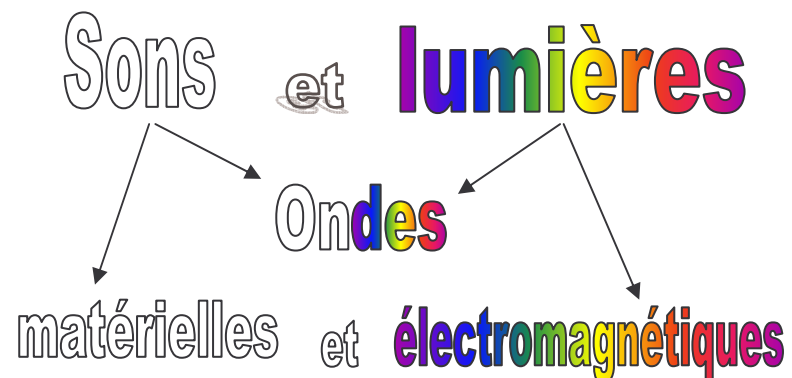
A.S.B.L. SCIENCE et CULTURE
Institut de Physique, B5, Sart Tilman, B-4000 Liège

Éditeur responsable : Hervé CAPS, Institut de Physique B5, Sart Tilman 4000 Liège

CHRONIQUE SCIENCE ET CULTURE

Notre prochaine exposition annuelle

Nous préparons de nombreuses expériences spectaculaires pour une nouvelle présentation interactive ayant pour thèmes:



qui aura lieu dans la salle du

**Théâtre Royal Universitaire de l'U.Lg. au Sart Tilman
du 28 septembre au 28 octobre 2005**

Les séances de démonstrations, d'une durée de 2 heures, auront lieu les **lundis, mardis, jeudis et vendredis à 10 heures et à 14 heures** et les **mercredis à 10 heures**.

Un livret guide richement illustré sera distribué à tous les visiteurs.

**Renseignements et réservations à partir du 24 août
auprès de notre secrétariat: ☎ 04.366.35.85 ou 04.366.33.34**

UNE VISITE MÉMORABLE DE LA SOCIÉTÉ EVS au parc scientifique du Sart Tilman.

Le 25 mai, à l'occasion de ses 50 ans d'existence, *Science et Culture* (qui s'appelait initialement: **Société d'Étude et d'Expansion de la Télévision**) a proposé à ses membres cette visite mémorable.

Tous les participants ont eu l'occasion de faire connaissance en profondeur et dans une ambiance très amicale avec une entreprise de très haute technologie et de renommée mondiale.



Nous remercions très sincèrement tous ceux qui nous y ont accueillis si agréablement.

EVS est leader dans les systèmes numériques vidéo de production mobile en direct. Ses produits sont devenus un standard dans le monde.

La plate-forme de production XT permet la création, le montage et l'échange de fichiers vidéo, ce qui entraîne une évolution appréciée des modes opératoires de production télévisée.

Plus de deux mille opérateurs de toutes les nationalités utilisent quotidiennement les applications du groupe car **EVS** a développé un large savoir-faire dans le traitement du signal vidéo comprimé.



Ceci s'illustre par l'installation de la première salle de rédaction TV numérique en Belgique ou par des systèmes de «Near Video On Demand» (NVOD) pour les bouquets à péage.

EVs entend poursuivre son rôle d'initiatrice dans la migration de l'analogique vers le numérique au sein des processus de télévision. Aujourd'hui, 75% des procédés de traitement de l'image dans les chaînes de télévision sont basés sur la cassette.

Dans la production mobile, au niveau mondial, seulement 80% des caméras sont enregistrées sur un disque dur. Dans les nouveaux camions Haute Définition, cette pénétration monte à 50%.

Le cycle de remplacement des cars s'accélère suite à l'apparition du format HDTV. De même dans les stations de télévision, la cassette est progressivement remplacée par des nouvelles solutions numériques.

EVs s'attaque en particulier aux applications pour lesquelles la vitesse de production est un facteur clé de succès. C'est la stratégie «Speed To Air». **EVs** a encore de beaux défis à relever!

Depuis plusieurs années, EVs est également convaincue que le cinéma est le dernier media qui va être numérisé.

Il s'agit de proposer une solution numérique pour remplacer les bobines de 35mm utilisées pour la projection dans les salles.

La solution intégrée XDC répond aux besoins des exploitants de cinéma, des distributeurs et des producteurs de films.



Pour un loyer modique, XDC met un système complet (serveur sécurisé, projecteur, antenne satellite, etc.) à la disposition des exploitants et XDC propose aux distributeurs d'encoder, de transporter et d'assurer le contrôle qualité des copies numériques pour un coût au moins 25% inférieur au coût actuel de la copie 35mm.

Sur un marché potentiel de 100.000 salles au monde, 300 projettent actuellement des longs métrages numériques, dont environ 100 avec des serveurs XDC.

Plus de 70.000 séances «numériques» pour environ 100 films différents ont été réalisées à ce jour. Le potentiel est à la hauteur du risque calculé pris par XDC. **La conversion numérique est en marche.**

60 EXPÉRIENCES MÉMORABLES DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE POUR FÊTER LE CINQUANTENAIRE DE SCIENCE ET CULTURE

Le 27 avril 2005, devant plus de deux cent cinquante participants très attentifs, **René CAHAY**, **René LINARD**, **Brigitte MONFORT** et **Roger MOREAU** ont présenté pour la dernière fois ensemble, ont-ils dit — des expériences



Une petite partie de l'auditoire

commentées qui ont marqué les trente-sept expositions annuelles qu'ils ont contribué à rendre interactives et attrayantes depuis 1968, pour, globalement, plus de **300.000 professeurs et élèves** du troisième degré de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur non universitaire !

Les auteurs ont heureusement bien précisé qu'il ne s'agissait pas là d'un **chant du cygne** mais plutôt d'un **passage de relais** vers une autre équipe beaucoup plus jeune qui est en train de se constituer sous l'égide de MM. Yves LION et Nicolas VANDEWALLE avec notamment Hervé CAPS et Noé LECOCCQ lequel vient d'être engagé en tant qu'Attaché à la Direction de notre asbl.



Chacun a pu, une fois encore, profiter au cours de cette après-midi exceptionnelle de l'ambiance à nulle autre pareille qui a entouré la succession d'expériences spectaculaires parmi lesquelles on retiendra notamment celles citées ci-après.

1. Chimie insolite et familière

- Réactions patriotiques

Pour obtenir le **drapeau français**, on réalise le montage présenté en annexe (fiche 1). Le premier ballon contient du cuivre en poudre ; le deuxième contient une solution aqueuse diluée d'acide nitrique avec un peu de phénolphtaléine ; le troisième ballon contient une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Pour démarrer les réactions, on verse de l'acide nitrique concentré dans le premier ballon ; le dioxyde d'azote produit chasse la solution contenue dans le deuxième ballon. A la fin, il y a un retour des solutions vers le premier ballon et l'on observe les couleurs du drapeau français : bleu, blanc (en fait incolore), rouge.

Pour réaliser les couleurs rouge, jaune et noir du **drapeau belge**, on remplace le cuivre métallique par de la poudre de fer ; on utilise de l'acide nitrique à 6 mol/L et on emploie des produits et indicateurs un peu particuliers (acide tannique, alizarine R en plus de la phénolphtaléine).

On peut procéder plus simplement pour obtenir les couleurs du **drapeau français** en préparant 3 récipients contenant respectivement une solution aqueuse diluée de chlorure de cuivre (II), une solution aqueuse diluée de nitrate de plomb (II) et de l'eau avec quelques gouttes de phénolphthaléine.



R. LINARD et le drapeau français

L'addition simultanée dans les 3 récipients d'une solution concentrée d'ammoniac fournit les couleurs "bleu, blanc, rouge" du drapeau français. Ces couleurs sont dues respectivement aux ions complexes $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, au précipité d'hydroxyde de plomb (II) et à la couleur de la phénolphthaléine en milieu basique.

- Indicateurs colorés de pH

Dans 6 grands tubes à essais, on ajoute une solution aqueuse diluée d'hydroxyde de sodium et différents indicateurs colorés de pH.

On ajoute ensuite des morceaux de carboglace dans chacun des tubes. En plus des grosses bulles et des mouvements des morceaux de carboglace, on observe des changements de couleur des indicateurs dus à la réaction entre l'hydroxyde de sodium (NaOH) et le dioxyde de carbone.



- Carbonate d'aluminium dans l'eau

Normalement, l'addition d'une solution aqueuse d'un carbonate alcalin à une solution aqueuse d'un sel soluble d'un métal alcalinoterreux donne lieu à la précipitation d'un carbonate peu soluble. Dans le cas d'un sel d'aluminium, on observe la formation d'un dégagement gazeux ainsi que d'un précipité blanc. En présence de détergent, on obtient une mousse.

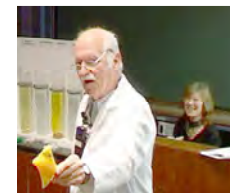
Le sulfate d'aluminium a un caractère acide et les ions hydrogène formés réagissent avec les ions carbonate ; le dioxyde de carbone libéré est piégé dans ce que l'on peut appeler une mousse chimique. Le carbonate d'aluminium n'existe pas en solution aqueuse ; on obtient l'hydroxyde.

- Stalagmite ou la cristallisation de l'acétate de sodium

Lorsqu'on chauffe de l'acétate de sodium hydraté, il "fond" vers 50°C et, contrairement aux autres solides fondus, lorsqu'on le refroidit, il ne se solidifie généralement pas. Il s'agit toutefois d'un état métastable ; si on verse ce liquide sur un petit cristal d'acétate de sodium hydraté, la cristallisation a lieu immédiatement et le solide obtenu est tiède (environ 50°C).



La solidification peut aussi avoir lieu en cas de choc. Cette propriété est mise à profit dans des pochettes commerciales dans lesquelles on provoque la cristallisation en pliant un ressort, par exemple. Ces pochettes sont réutilisables un certain nombre de fois.



- Rossini minuté

Dans 10 bechers, on verse des solutions aqueuses d'iodate de potassium, KIO_3 de plus en plus diluées. On ajoute ensuite, en même temps, des solutions de plus en plus diluées contenant à la fois de l'hydrogénosulfite de sodium, NaHSO_3 , de l'amidon soluble, et de l'acide sulfurique dilué. Dans cette "clock reaction", les concentrations sont choisies de manière à ce que l'apparition de la couleur bleu foncé due au complexe I_3^- /amidon suive le rythme de l'ouverture de Guillaume TELL de ROSSINI.

- Les boissons du garçon de café

En utilisant les colorations des ions Fe^{3+} et de ses complexes avec les ions thiocyanate (SCN^-), oxalate ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) et l'acide tannique, on prépare une série de solutions dont les colorations font penser à des boissons classiques (eau, whisky, porto blanc, porto ou vin rouge, curaçao très concentré, thé).

- 2 familles du tableau périodique des éléments

- Gaz nobles et pesanteur

Cette séquence extraite du DVD "Elémentaire, monsieur MENDELEIEV" présente 5 ballons attachés à une barre au moyen d'une ficelle et contenant des volumes à peu près identiques d'hélium, de néon, d'argon, de krypton et xénon. Le comportement des différents ballons lorsque l'on coupe les ficelles (le ballon rempli de néon s'élève, celui rempli de xénon tombe rapidement) suggère l'évolution croissante des masses volumiques (et donc des masses molaires) des gaz nobles.

- Les alcalins : réactions avec l'eau

Cette autre séquence du DVD "Elémentaire, monsieur MENDELEIEV" montre la réactivité croissante des différents métaux alcalins (lithium, sodium, potassium, rubidium et césium) lorsqu'ils réagissent avec l'eau.

2. Les très basses températures

- **Bouquet de fleurs trempé dans l'azote liquide**

- **Ballons remplis d'air et de CO₂ dans l'azote liquide***

Un vase de Dewar de 2 litres à large goulot est rempli aux trois-quarts avec de l'azote liquide (point d'ébullition : 195,8 °C). On y immerge avant la démonstration 4 ou 5 ballons remplis d'air ou de dioxyde de carbone. Devant les spectateurs, on présente deux ballons, l'un rempli d'air et l'autre rempli de dioxyde de carbone. On verse de l'azote liquide sur ces ballons et on les introduit dans le vase de Dewar. Dans le cas du dioxyde de carbone, le volume du ballon devient pratiquement nul car le dioxyde de carbone se solidifie.

On retire ensuite tous les ballons un à un.

- **Propriétés du plomb et du cuivre dans l'azote liquide**

3. Électrostatique

- **Horripilation des cheveux**

- **Orage sur une maison reliée à la terre ou non.**

4. Électromagnétisme

Expériences des forces de LAPLACE

- **Fil rougi par un courant alternatif et aimant en U**

- **Filament spiralé d'une lampe et barreau aimanté**



R. MOREAU convaincu et très convaincant

5. Électrochimie

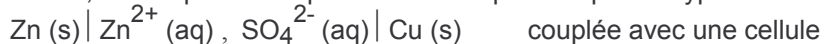
- **Il y a pont et pont**

Dans le modèle classique de la pile du type DANIELL,



un pont de jonction ou pont salin relie les deux compartiments et la différence de potentiel mesurée est voisine de 1,10 V. Lorsqu'on propose de remplacer le pont électrolytique par un fil de cuivre, les étudiants sont surpris de mesurer une différence de potentiel voisine de 1 volt ; ils s'attendaient à mesurer une différence de potentiel nulle.

En fait, on remplace une pile de DANIELL par une pile du type VOLTA



$\text{Cu (s)} \mid \text{Cu}^{2+} \text{ (aq)}, \text{SO}_4^{2-} \text{ (aq)} \mid \text{Cu (s)}$ et on mesure une différence de potentiel correspondant à celle d'une pile de type VOLTA.

- **GALVANI n'avait-il pas raison ?**

Luigi GALVANI était partisan d'une électricité d'origine animale tandis qu'Alessandro VOLTA prônait l'existence d'une électricité de contact. Leur querelle devait aboutir à la mise au point par VOLTA de la pile électrique.

* cf. P. DEPOVERE, Oh la Chimie, p. 29, Paris, Dunod, 2004

Dans la manipulation, on utilise une carte musicale ou une horloge électronique dont on a enlevé la pile bouton (1,2 V) et dont les bornes sont connectées à une plaque de magnésium et à une plaque de cuivre. Il suffit de placer ses mains humides pour faire fonctionner la carte musicale ou l'horloge électronique. Une carte musicale ne consomme que quelques dizaines de microampères de sorte que l'énergie fournie par cette pile rudimentaire suffit.

- **Le cœur de mercure**

D'après LIPPMANN, il s'agit d'un des phénomènes les plus intrigants, à allure magique que l'esprit humain soit amené à rencontrer et à essayer de comprendre. Dans un verre de montre parfaitement propre et dégraissé, on verse 2 mL de mercure propre, 20 mL d'une solution aqueuse d'acide sulfurique ($c = 2 \text{ mol/L}$) puis 2 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium ou de dichromate de potassium ($c = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$). On approche une pointe d'acier de manière à ce qu'elle touche le bord de la goutte de mercure ; on voit le mercure se contracter, reprendre sa position de départ, toucher le fer, se contracter de nouveau et présenter des contorsions impressionnantes.

Le système constitue un oscillateur électrochimique** où l'on a tout ce qu'il faut pour faire une pile $\text{Fe (s)} \mid \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}, \text{MnO}_4^- \text{ (aq)} \mid \text{Hg (l)}$.

Lorsque la pointe du fer touche le mercure, la pile débite, il y a apport d'électrons à la surface du mercure et ce dernier se contracte. Ce faisant, le contact s'interrompt et le mercure reprend sa position initiale rétablissant le contact par la même occasion. Voilà un bel exemple de conversion d'énergie chimique en énergie mécanique.

- **Électrolyse de l'eau, piles à combustion et petites voitures, piles au méthanol, GSM**

BOCKRIS, célèbre électrochimiste américain, a prédit que le XXI^e siècle serait celui de l'électrochimie. Quand on voit les prix du pétrole pratiqués aujourd'hui, on ne s'étonne pas de voir les constructeurs automobiles investir dans la mise au point de véhicules utilisant des piles à combustible. Dans une pile à combustible, on amène les réactifs, oxydant et réducteur (ou comburant et combustible) au fur et à mesure des besoins. Dans le modèle didactique présenté, on réalise l'électrolyse de l'eau dans un électrolyseur (souvent appelé Voltamètre), ce qui fournit du dihydrogène et du dioxygène.

** R.CAHAY, I. GILLET, R.LINARD, B. MONFORT, Le cœur de mercure, document réalisé dans le cadre de la recherche 785193 soutenue par le FRSFC d'initiative ministérielle (FRSFC-IM), LEM, Université de Liège, 198?

** P. DEPOVERE, « Le battement du cœur de mercure » dans Oh la chimie, 85-86, Paris, Dunod, 2004.

Pour faire fonctionner un petit moteur électrique ou une voiture miniature, il suffit d'alimenter une pile à combustible en dihydrogène et du dioxygène. Un autre type de pile à combustible fonctionne avec du méthanol comme combustible. Les GSM pourraient être bientôt alimentés par de telles piles.

6. Induction électromagnétique

Expériences des courants de FOUCAULT :

- **Aimant et barreau métallique dans 3 tubes (plastique, alu, cuivre)**
- **Explosion d'une canette de coca**
- **Lévitiation d'anneaux de cuivre et d'aluminium**

7. Supraconductivité et lévitation ... vrai ou faux ?

- L'expérience classique de supraconductivité avec azote liquide

La supraconductivité est la propriété que possèdent certains matériaux de conduire le courant électrique sans résistance à condition que leur température soit inférieure à une certaine valeur appelée température critique. Ils s'opposent aussi à tout champ magnétique externe. Ainsi, un petit aimant placé au-dessus d'un supraconducteur repousse l'aimant lui permettant ainsi de rester en suspension dans l'air.

Des prototypes de trains magnétiques à grande vitesse, basés sur ce principe, sont actuellement à l'étude dans plusieurs pays.

Un exemple de matériau supraconducteur classique est un oxyde de cuivre, d'yttrium et de baryum : $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

Comme les matériaux supraconducteurs conduisent le courant électrique sans échauffement, on entrevoit la concurrence qu'ils pourraient faire aux conducteurs classiques ! Rappelons qu'à Liège, plusieurs équipes de recherche sont à la pointe dans ce domaine.

- Deux lévitations apparentes :

- **un volontaire brave la pesanteur, ... mais ce n'est qu'un jeu de miroirs.**
- **une grande illusion de music-hall : le tabouret de bar transcendant ...**

8. Les polymères

- Polymère superabsorbant

La chimie a des aspects magiques qu'il faut démystifier.

Ainsi, rien de plus facile que de faire disparaître de l'eau : un peu de superabsorbant au fond d'un gobelet en plastique opaque dans lequel on verse un gobelet d'eau. Après une dizaine de secondes, on peut retourner le gobelet ; elle a été piégée par le superabsorbant sous forme d'un gel.

Mais le chimiste dévoile son truc ; il recommence avec un gobelet transparent. Si on ajoute du sel de cuisine, et qu'on mélange, le gel se liquéfie, ce qui permet de discuter sur les forces d'interaction entre l'eau, le superabsorbant et les ions sodium et chlorure.

- Mousse de polyuréthane

Dans un gobelet en plastique transparent, on mélange 7,5 mL d'une solution contenant un diisocyanate ($\text{O}=\text{C}=\text{N}-\text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$) et le même volume d'une autre solution contenant un polyol (par exemple un diol $\text{HO}-\text{R}'-\text{OH}$), un agent d'expansion et un catalyseur.

On obtient rapidement une mousse rigide de polyuréthane.

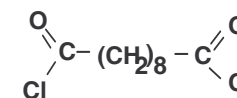
L'expansion est obtenue par un réactif qui se vaporise car la réaction est exothermique. En ajoutant au mélange 2 à 3 gouttes d'une solution aqueuse de colorant, on obtient une mousse colorée et plus expansée car la réaction du diisocyanate avec l'eau fournit en plus du dioxyde de carbone.

- Nylon (fil fluo)

Les polymères, c'est aussi l'industrie du textile qui fait actuellement l'objet d'un bras de fer avec la Chine. Comment résister au plaisir de fabriquer des fils de nylon ?

Dans un becher de 50 mL, on verse 10 mL d'une solution aqueuse d'hexaméthylènediamine (ou 1,6-diamino-hexane), $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$, ($c \approx 0,2 \text{ mol / L}$) ; on y ajoute, en évitant de mélanger les deux phases, environ 10 mL d'une solution de chlorure de sébacyle (ou chlorure de décanedioyle) dans le n-heptane. A l'interface, il se forme un film que l'on tire au moyen d'un crochet ; on peut ainsi bobiner plusieurs mètres de fil sur un cylindre.

Dans cette réaction, on procède à une réaction de polycondensation, avec élimination de HCl, entre une diamine à 6 atomes de carbone, et un dichlorure d'acide à 10 atomes de carbone.



Chlorure de sébacyle

- Chips solubles dans l'eau, à base d'amidon de maïs

Les polymères, c'est aussi l'occasion d'aborder les problèmes d'environnement et des emballages.

Actuellement, un gros effort est fait dans ce domaine et, par exemple, un procédé de recyclage "naturel" du polystyrène existe. Mais, pour protéger les matériaux fragiles, on peut aussi utiliser des petits morceaux de polymère à base d'amidon de maïs. Dans l'expérience présentée, on ajoute dans l'eau un de ces morceaux et on agite en l'écrasant sur la paroi du becher. On observe sa dissolution.

9. Transmission d'énergie

- Multipendules

- Pompes magiques

- Sarbacane

- Lancement d'une fusée à eau

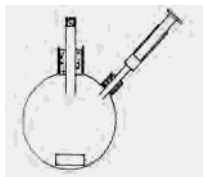
B. GUILLOT
et ses pompes



10. Mouvements tous azimuts : projection, écrasement, expansion

- Une fusée à l'eau oxygénée

Dans le fond d'un ballon à deux tubulures, on place une lame de platine recouverte de platine finement divisé qui sert de catalyseur dans la réaction de décomposition de l'eau oxygénée. On place dans la tubulure centrale un tube en verre portant un bouchon en liège.



Dans la tubulure latérale, on place une seringue contenant 5 mL d'eau oxygénée à 30 %. Dès que l'on a introduit l'eau oxygénée dans le ballon, on observe la décomposition du peroxyde d'hydrogène et lorsque la pression à l'intérieur du ballon est suffisante, le bouchon est projeté ; si on introduit un tison dans le ballon, le bois se rallume mettant en évidence le dioxygène produit.

- Bouteille d'ammoniac : écrasement vu la solubilisation de l'ammoniac dans l'eau

Une bouteille transparente en PET est remplie d'ammoniac gazeux et on y adapte une seringue remplie d'eau désionisée ou d'eau du robinet. Que va-t-il se passer quand on introduit l'eau dans la bouteille ?

La bouteille s'écrase.

Lorsqu'on réalise cette expérience, les étudiants ne pensent presque jamais à l'écrasement de la bouteille ; or, à température ordinaire, un litre d'eau peut dissoudre près de 800 litres d'ammoniac gazeux !

On peut recommencer l'expérience en ajoutant un peu de phénolphtaléine dans l'eau de la seringue.

- Écrasement d'un bidon métallique de 5 litres en le vidant de son air

- Canette écrasée (par condensation de vapeur d'eau)

Dans une canette métallique vide (de bière ou d'une autre boisson), on introduit une vingtaine de millilitres d'eau que l'on fait bouillir. Lorsque l'eau bout et que la vapeur remplit la canette (on voit de la buée au-dessus de la canette), on retourne la canette dans un cristalliseur rempli d'eau froide. La canette s'écrase vu la diminution de pression due à la condensation de la vapeur d'eau !

- Gonfler sans effort

Dans un erlenmeyer de 2 litres à large goulot, on introduit une ou deux craies en morceaux et 150 mL de vinaigre d'alcool ordinaire. Immédiatement, on fixe un gant de chirurgien sur le goulot de l'erlenmeyer. Le gant gonfle assez lentement.

On peut procéder à un gonflage beaucoup plus rapide comme suit : on introduit dans un ballon à fond plat d'un litre, 100 mL d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène ($c = 2 \text{ mol/L}$) ; on ajoute 15 grammes

d'hydrogénocarbonate de sodium ou de carbonate de calcium en poudre et, aussi rapidement que possible, on fixe sur le ballon en verre un ballon de baudruche.

Le gonflage du gant ou de la baudruche est dû à la libération de dioxyde de carbone, CO_2 , provenant de la réaction des ions carbonate avec les ions hydrogène.

11. Composition de mouvements

- **Bille métallique lancée hors d'un canon d'abord immobile, puis en mouvement rectiligne.**

12a. Conservation du moment de la quantité de mouvement

- **Fauteuil tournant avec haltères.**

- **Fauteuil avec une roue de vélo bien équilibrée.**



12b. Forces de Coriolis

- **Lancement de ballons en l'air par des volontaires diamétralement opposés sur un plateau en rotation.**

- **Lancement de boules de bowling sur le plateau tournant et examen des trajectoires au ralenti.**

- **Tir au pistolet sur une cible fixée au fauteuil tournant**

H. CAPS sur le fauteuil tournant

13. Ultraviolet, lumière visible et infrarouge

- **Effet photoélectrique et rôle de l'ultraviolet.**

- **Utilisation de caméra infrarouge dans l'amphithéâtre plongé dans le noir.**

- **Réflexions de lumière visible et d'IR sur deux miroirs paraboliques vers une balle de ping-pong placée au foyer du 2^{ème} miroir.**



14. Polarisation de la lumière visible

- **Polarisation par réflexions : miroirs de NORREMBERG**

- **Utilisation de 2 polaroïds grand format**

15. Combustion

- **Ballons chauffés ***

2 ballons en caoutchouc mince, un rempli d'air, l'autre, rempli d'eau.

* sur une idée de J-M DEBRY, professeur *hrc* de l'AR François BOVESSE de Namur.

Si on approche une allumette enflammée en dessous des deux ballons, que va-t-il se passer ? Le ballon rempli d'air éclate tandis que le ballon rempli d'eau ne subit apparemment aucun dommage, même si on le chauffe pendant quelques minutes. Dans le cas du ballon rempli d'air, la flamme fait fondre le caoutchouc et l'air "comprimé" dans le ballon s'échappe bruyamment. Dans le cas du ballon rempli d'eau, comme l'eau est un liquide de grande chaleur massique, la paroi du ballon n'est pas portée à une température suffisante pour fondre.

- Billet incombustible*

Dans un mélange contenant des volumes égaux de propan-2-ol (isopropanol), $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$, et d'eau, on immerge un ancien billet de 50 francs (le billet doit être complètement imbibé). On approche la flamme d'un briquet ou d'une allumette d'une extrémité du billet ; on voit des flammes entourer le billet qui ne brûle pas.

Une partie de l'énergie de combustion sert à chauffer l'eau et à la vaporiser. La plus grande partie de la chaleur produite par la combustion de l'alcool est perdue dans l'air ambiant et sert aussi en partie à vaporiser l'alcool.

SECURITE : il faut porter des lunettes ; attention aux brûlures !

- Un livre qui s'enflamme « spontanément »

Le livre enflammé est un livre truqué avec quelques pages normales au début du livre et des "accessoires feu" cachés dans un logement creusé à la fin du livre. Les accessoires sont des mèches que l'on imbibe de butane (provenant d'une cartouche de combustible pour briquet, allume-gaz) et un mécanisme de mise à feu.

Lorsqu'on ouvre le livre, on actionne la molette de l'allume-gaz et l'étincelle provoque la combustion du butane; on a l'impression que le livre s'enflamme. Il suffit de refermer le livre pour éteindre les flammes.



R. CAHAY présente un billet « incombustible »

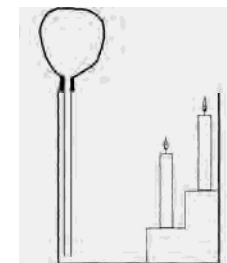


Un livre qui s'enflamme « spontanément »

* J.M DEBRY, Bull. de l'ABPPC, 86, p. 155, 1986 et B.Z. SHAKHASHIRI, Chemical Demonstrations vol. 1, p81-82, Madison, The University of Wisconsin Press, 1983.

- Extinction des bougies et variante avec carboglace

a) Dans un grand becher de 2 litres, on introduit un support sur lequel sont fixées 2 bougies allumées placées à des hauteurs différentes. On introduit au fond du grand becher du dioxyde de carbone contenu dans un ballon en caoutchouc .



b) (Variante) On peut aussi verser du dioxyde de carbone contenu dans un grand becher. On observe que les bougies s'éteignent en commençant par celle du bas. Le dioxyde de carbone, plus dense que l'air, n'entretient pas la combustion des bougies.

- Volcan au dichromate d'ammonium

Dans une capsule en porcelaine, on introduit quelques grammes de dichromate d'ammonium en poudre, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

D'autre part, on chauffe au rouge l'extrémité d'une tige en acier que l'on place immédiatement sur le tas de dichromate d'ammonium .

On observe la projection de particules verdâtres et de particules incandescentes et le fond de la capsule est très chaud.

Il s'agit d'une belle illustration d'une conversion d'énergie chimique en énergies thermique, lumineuse et mécanique.

- Explosion d'un mélange méthanol-air

Dans une bouteille en polyéthylène de 200 mL dans laquelle on a introduit deux fils de cuivre de 1,5 mm² (cf. schéma), on verse 10 mL de méthanol (alcool à brûler) et, sur le goulot, on place un bouchon sans l'enfoncer trop fort. Lorsqu'on provoque une étincelle entre les fils de cuivre au moyen d'un générateur de Tesla, le bouchon est projeté violemment.



Les vapeurs de méthanol réagissent avec l'oxygène de l'air et l'exothermicité de la réaction provoque dans le flacon une augmentation de pression telle que le bouchon saute.

Si on provoque une nouvelle étincelle après la première explosion, généralement, il ne reste pas suffisamment de dioxygène pour provoquer une nouvelle explosion.

On le vérifie en réintroduisant de l'air dans le flacon. Si on replace le bouchon et que l'on provoque à nouveau une étincelle, le bouchon saute.

16. Micro-ondes

- Expériences de réflexion, de réfraction et de diffraction

17. Bulles et grains

- Stratification avec 2 sables différents

18. Résonance

- Résonateurs de HELMHOLTZ

- Boule à vagues de la Société WOW

19. Couleurs changeantes

- Une réaction oscillante

Dans un becher de 2 litres, on verse successivement 500 mL de chacune des trois solutions suivantes : **A** (eau oxygénée à 30 %), **B** d'iodate de potassium (KIO_3), acide sulfurique et **C** (amidon, acide malonique ($\text{CH}_2(\text{CO}_2\text{H})_2$) et sulfate de manganèse (II) ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)). On agite pour homogénéiser.

On observe l'apparition d'une couleur bleue (due au complexe de l'iode avec l'empois d'amidon) qui disparaît puis réapparaît. On observe aussi le dégagement cyclique de bulles de gaz (dioxygène). Après une dizaine de cycles, la solution reste bleue et n'évolue plus. Il s'agit d'un exemple particulièrement spectaculaire d'une réaction dite périodique ou oscillante.



SÉCURITÉ : Porter des lunettes et des gants

- **Chimiluminescence**

Certains organismes vivants (lucioles, verts luisants...) ont la capacité d'émettre de la lumière. On peut reproduire ce phénomène dans la réaction entre le luminol avec l'eau oxygénée. Au cours de cette réaction, il y a formation d'un composé intermédiaire à l'état excité. Sa transformation à l'état fondamental stable s'effectue avec émission de photons. On trouve aussi dans le commerce des bâtons lumineux, colliers, bracelets... qui fonctionnent sur un principe similaire.



Une réaction oscillante



Chimiluminescence

Annexe 1 : UNE RÉACTION PATRIOTIQUE : LE DRAPEAU FRANÇAIS

Produits et matériel nécessaires :

3 ballons de 0,5 litre

2 bouchons en caoutchouc avec tubes en verre comme sur le montage

solution aqueuse d'acide nitrique, HNO_3 , $c = 10 \text{ mol/L}$

solution aqueuse d'acide nitrique, HNO_3 dilué, $c = 0,10 \text{ mol/L}$

cuivre en poudre

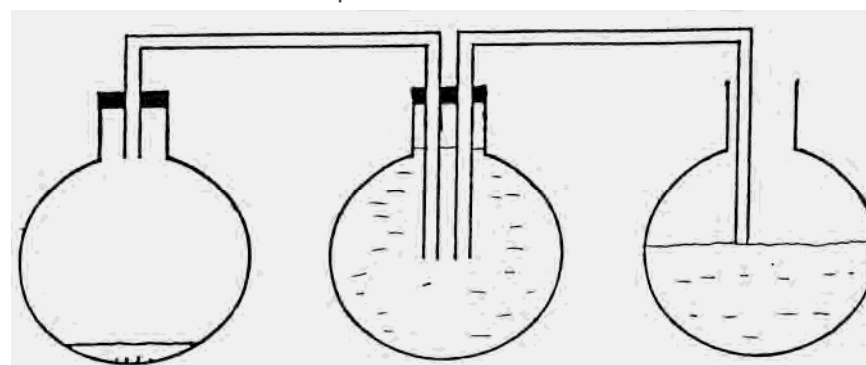
solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, NaOH , $c = 0,15 \text{ mol/L}$

solution de phénophtaléine à 0,1 % (en masse) dans l'éthanol

3 statifs avec noix et pinces pour maintenir les ballons.

Mise en œuvre

Préparer le montage ci-dessous et introduire dans les ballons les substances et solutions indiquées :



ballon de 0,5 L
contenant 1,5 g
de cuivre en poudre

ballon de 0,5 L
rempli de
 HNO_3 (aq),
 $c = 0,10 \text{ mol/L}$
avec quelques gouttes
de phénophtaléine

ballon de 0,5 L
à moitié rempli de
 NaOH (aq),
 $c = 0,15 \text{ mol/L}$

Au moment de réaliser l'expérience, ajouter dans le premier ballon contenant le cuivre en poudre 25 mL de HNO_3 , $c = 10 \text{ mol/L}$

Observez, notez soigneusement vos observations et essayez d'identifier les substances chimiques de départ.

Sécurité : HNO_3 est corrosif, de même que les vapeurs nitreuses!

* cf. R. I. PERKINS, « Some Things Have Little Changed in the Last 138 Years », J. Chem. Educ. 63, 781-783, 1986

Quelques données sur les oligo-éléments alimentaires et incidence de ces micronutriments sur la santé *

par **Georges-Eugène FRISQUE**, Collaborateur ULg / CERES

14. LE MOLYBDÈNE

Physiologie

Le molybdène participe comme cofacteur à différents étages d'oxydation ou intégré dans une structure organique d'un coenzyme dissociable comme la *molydo-bioptérine*, ou il est associé à deux atome de soufre (35).

La première enzyme à molybdène étudiée est la xanthine oxydase qui joue un rôle essentiel dans la transformation des bases puriques provenant du catabolisme des ADN et ARN en acide urique, elle est très répandue et trouvée dans le lait, l'intestin grêle, les reins, le foie.

Signalons la présence de cette enzyme dans le foie et les reins d'oiseaux, qui eux excrètent l'acide urique comme principal produit azoté final du métabolisme des purines, des protéines et des acides aminés...alors que les mammifères excrètent une molécule simple, l'urée, amide de l'acide carbonique.

Les oxydases utilisent l'oxygène comme accepteur d'hydrogène

Les besoins en Mo sont repris au Tableau 2.

Toxicité

Il interfère avec le métabolisme du cuivre en induisant une carence cuprique.

État naturel

Son minéral gris bleuté à l'aspect métallique est la *molybdénite* MoS_2 . En raison de son point de fusion très élevé, 2620°C , ce métal sert de support dans les lampes à rayons X, tubes électroniques, fours, etc.

Il est présent et quantifié par une multitude d'analyses des sols et leurs microbiocénoses complexes (virus, bactéries, protozoaires, fungi, algues), des végétaux et animaux avec des teneurs variant selon les biotopes

* Les quatre parties précédentes de cet article sont parues dans les bulletins Science et Culture n^{os}392, 393, 394 et 395.

Usages spécifiques

L'utilisation de carbure de molybdène Mo_2C par les hydrobiologistes canadiens étudiant l'entomofaune benthique est surprenante.

Ils améliorent ainsi la radiographie X des sédiments lacustres et la détermination non toxique du zooplancton dulcicole.

Historique

Du grec *molubdaine*, veine d'argent mêlée de plomb.

Découvert en 1778 par SCHEELE et isolé en 1782 par HIELM.

Les alchimistes le confondaient avec la plombagine

Résumé (39)

Élé-ment	Fonctions	Métabolisme	Symptômes dus à la carence ou maladie	Maladies dues à la toxicité	Bonnes sources
Mo	Constituant des 3 métallo-enzymes, les oxydases		Secondaire à la nutrition parentérale	Inhalation de poussières de Mo. Induction d'un déficit secondaire en Cu	

15. LE VANADIUM

Physiologie

On ignore son rôle biologique.

Il semble intégré aux protéines plasmatiques non héminiques, transporteurs de Fe^{+++} , comme la transferrine ou la ferritine des réserves martiales du foie et de la rate.

Est-ce un contaminant naturel non toxique aux concentrations observées en dehors des zones d'activités industrielles ?

Toxicité

Ses poussières irritantes, le pentoxyde de vanadium sont absorbées par les voies respiratoires. C'est un élément dangereux provoquant dermites et troubles graves pulmonaires. On évalue sa présence par l'analyse d'urine, il y est évalué en μg par gramme de créatinine. C'est un contaminant naturel de certains pétroles bruts.

État naturel

Linus PAULING (1901-1994) a décrit ses principaux minerais, la *patronite*, la *vanadinite* et la *carnotite*, minerais d'uranium.

Certains minerais de fer renferment comme impuretés du vanadium qui sont la source principale russe de ce métal présent dans ces aciers spéciaux et dans diverses molécules utilisées dans les industries du caoutchouc, du verre, de la céramique.

Son pentoxyde est un excellent catalyseur des réactions d'oxydations par le dioxygène et un absorbant des rayons ultraviolets et des RX dans l'industrie nucléaire.

Linus PAULING fait partie du club extrêmement *select* des lauréats du prix NOBEL à deux reprises.

En 1954, il l'obtient, dans le domaine de la chimie, pour ses travaux sur la liaison covalente - *The Nature of Chemical Bond* - et, en 1962, il voit ses efforts en faveur du désarmement nucléaire récompensés par le prix NOBEL de la Paix.

Sa carrière des plus brillantes explique que l'on oublie souvent que ce touche-à-tout de génie est aussi le fondateur de la phylogénie moléculaire, qu'il nomme avec Émile ZUKERANDL en 1965, l'horloge moléculaire.

Le Professeur L. PAULING est l'un précurseur de l'ADN, mémoire du vivant.

Mais encore, Linus PAULING continuera à rédiger des ouvrages de chimie remarquablement vulgarisés, comme *College Chemistry* en 1953 et à encourager le Chemical Bond Approach Project de Harry F. LEWIS et al. (80)

Historique

Le vanadium a été découvert en 1830 par SEFSTROEM, chimiste suédois qui lui donna le nom de *Vanadé*, divinité scandinave de la beauté rappelant les couleurs magnifiques des composés de ce métal.

16. LE GERMANIUM

L'apport journalier en germanium dû à une alimentation diversifiée est de 0,4 à 35 µg.

Ce métal *préssumé essentiel par certains oligothérapeutes*, n'est bien connu que par ses effets toxiques, liés entre autres aux risques associés aux thérapies complémentaires.

En 2000, Edzard ERNST et J. L. VANDER SPOEL (66,67) décrivaient des pseudo-médications fort peu orthodoxes contenant différents minéraux et à des doses élevées toxiques dont le germanium.

Les néphrologues japonais décrivaient dès 1989, des insuffisances rénales graves résultant de l'usage d'élixir au germanium.

On a observé sur le marché d'aliments pour la santé, des compositions dont la richesse en germanium pouvait provoquer des accidents graves : insuffisances rénales irréversibles, neuropathies, myopathies et agressions hépatiques diverses.

Les biopsies de cellules rénales et hépatiques ont démontré que la concentration en germanium était de 70 à 140 fois plus élevée que le niveau biologique normal.

La majorité des cas expertisés concernaient l'usage d'aliments enrichis avec du dioxyde de germanium GeO₂, du carboéthyl sesquioxyde de Ge ou du lactate-citrate de Ge.

On se rappellera que dans de nombreuses régions du globe, des *médications traditionnelles* et des cosmétiques sont délibérément enrichies avec des sels et des oxydes de métaux toxiques.

Ces pratiques immémoriales ont déjà été décrites par GARCIA DA ORTA, physicien du roi du Portugal dans son célèbre ouvrage

« *Colloques des simples et des drogues de l'Inde* »

imprimé à Goa en 1563 et brûlé par la Sainte Inquisition en 1580.

On observera que la pharmacopée traditionnelle chinoise utilise dans ses multiples ordonnances, combinant simples, substances animales et plus de 55 minéraux, du chrysotile asbeste à l'orpiment (66, 67).

Historique, état naturel, usages

Le germanium est découvert en 1886 par C. WINKLER. En 1871, Dimitri Ivanovitch MENDELEÏEV 1834-1907, avait prédit l'existence de cet élément de la case vide n° 32 qu'il nommait *éka-silicium*.

B. NEKRASSOV évalue la teneur de l'écorce terrestre pour cet élément disséminé à 2.10⁻⁴ %.

C'est un sous-produit du traitement de certains minerais zincifères. Cet élément prit de l'importance vers 1963, grâce aux propriétés particulières qu'il possède lorsqu'il est légèrement impur.

Comme le silicium, le germanium possède la structure électronique externe du diamant et est un semi-conducteur; en incorporant à son réseau des traces d'éléments proches du Ge appartenant aux familles des terreux, des carbonides et des azotides, on peut accroître sa conductibilité.

CONCLUSIONS

A. Les cycles géobiochimiques et les écosystèmes naturels et agers, par le biais des chaînes alimentaires nous fournissent en éléments majeurs et en oligo-éléments essentiels, et d'autres non essentiels à la vie.

Comparaison de la teneur (en grammes par kg) en éléments chimiques de l'écorce terrestre et du corps humain. (35)

<u>Écorce terrestre</u>					
Oxygène	492	Silicium	260	Aluminium	74
Fer	42	Calcium	35	Magnésium	23
Sodium	24	Potassium	23	Hydrogène	10
Titane	5	Carbone	4	Chlore	2
Soufre	5	Phosphore	1	Fluor	1
Manganèse	1	N, Ba, U, Ni, Cu, Cr,	0,1	Zn, I, Rb, V	traces
<u>Corps humain</u>					
<u>Éléments majeurs</u>					
Oxygène	624,3	Carbone	211,5	Hydrogène	98,6
Azote	31,0	Calcium	19,0	Phosphore	9,5
Potassium	2,3	Soufre	1,6	Chlore	0,8
Sodium	0,8	Magnésium	0,27		
<u>Oligo-éléments</u>					
Fer	0,06	Fluor	0,037	Zinc	0,033
Rubidium	0,0046	Strontium	0,0046	Brome	0,0029
Cuivre	0,001	Vanadium	0,0003	Sélénium	0,0002
Manganèse	0,0002	Iode	0,0002	Molybdène	0,0001
Nickel	0,0001	Chrome	0,00002	Cobalt	0,00002
Uranium	0,000001	Béryllium	0,0000003		

B. La catalyse et la participation au message hormonal permettent de classer les oligo-éléments selon leur *essentialité*

-Les oligo-éléments essentiels à risque de carence démontré chez les humains: **Iode, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium, Chrome, Molybdène et Fluor.**

-Les oligo-éléments essentiels à faible risques de carence non prouvée chez les humains: **Manganèse, Silicium, Strontium, Vanadium, Nickel, Etain et Cobalt** non intégré à la vitamine B 12.

Cette essentialité est basée sur les types de liaison chimique entre l'oligo-élément et la protéine.

Tentons de classer les liaisons et les interdépendances entre les oligo-éléments et des molécules du vivant.

1. Liaison métal -protéine	<i>liaisons ioniques liaisons de coordination</i>
2. Liens en tant que cofacteurs d'enzymes	
3. Lien dans une structure essentielle et unique au vivant	
4. Liaison covalente	
5. Liaison assurant l'activité hormonale	
6. Liaison avec une structure interagissant avec les acides nucléiques	
7. Liaisons avec de multiples enzymes	<i>Système immunitaire. Protection contre les radicaux libres de l'oxygène. Protection contre les xénobiotiques toxiques</i>
8. Liaisons renforçant la solidité des tissus.	

1 .La liaison métal - protéine

Dans l'organisme, les métaux sont très rarement à l'état de cations libres; adsorbés, chélatés, transportés, mis en réserve, ils ne sont actifs que liés à une protéine.

Ils s'unissent de deux façons aux protéines;

- *par des liaisons ioniques*, comme les métaux des familles des alcalins et des alcalino-terreux formant des protéinates dissociables aisément avec les fonctions acides de la protéine chargée négativement.

- *par des liaisons de coordination*

Ces liaisons proches de la covalence régissent les relations entre les oligo-éléments métalliques et les protéines, formant des complexes difficilement dissociables, *les métalloprotéines*.

L'oligo-élément maintenant fermement la structure tertiaire de la protéine dont les atomes de ligands devant occuper des positions fixes dans l'espace imposé par le type de coordination du métal.

Ces métaux de transition à l'état ionisé possèdent des orbitales incomplètes et tentent de former des orbitales d'hybridation avec les atomes voisins, les ligands qui fournissent par coordinence les 2 électrons occupant la nouvelle orbitale.

Les coordinences les plus rencontrées sont d'ordre 4 ou 6. Les métaux légers tel le zinc donne des complexes à coordinence 4, les autres des coordinences 6.

Les ligands, atomes de coordination se liant au métal peuvent être intégrés soit aux groupements fonctionnels de la protéine : *groupes amines, thiols, cycles imidazols* (11), soit dans la liaison peptidique ou encore dans le groupement prosthétique d'un hème ou d'un anneau corrinique.

On sait seulement individualiser quelques liens comme l'affinité du manganèse pour l'oxygène, du cuivre pour l'azote, du zinc et du cadmium pour le soufre (35).

Beaucoup d'amines organiques contribuent à la formation de complexes, dans lesquels un cation semble saisi entre les pinces d'une molécule complexante appelée chélate (de pince = $\chi\eta\lambda\eta'$.) On parle aussi de séquestrant.

Exemple typique : EDTA, l'éthylène-diamine tétra-acétate de Na utilisé pour l'adoucissement des eaux et la détermination de leur dureté (11).

Le cycle imidazol est un composé hétérocyclique à 5 atomes : deux azote en position 1 et 3 et trois carbone.

Exemples:

- le noyau purine formé en partie par un cycle imidazol. Il caractérise l'acide aminé histidine.
- le noyau corrinique, structure centrale de la vitamine B₁₂, qui ressemble au noyau porphyrine de l'hémoglobine, car il contient quatre noyaux pyrroliques, mais deux de ces noyaux sont unis directement sans pont méthénique.

Un atome de cobalt est fixé par coordinence aux quatre atomes d'azote du noyau corrine

2. Les cofacteurs d'enzymes

Certains oligo-éléments se comportent comme des cofacteurs organiques issus des vitamines.

Il s'agit souvent des métaux de transition se liant aux enzymes, en modifiant leur structure spatiale, donc en influant sur leur vitesse de réaction.

Chaque liaison est très spécifique d'un métal pour un enzyme donné.

Ces enzymes régulent l'ensemble des métabolismes cellulaires lipidiques, glucidiques, protéiques, nucléiques et de très nombreuses fonctions complexes de croissance, de reproduction, d'activités cérébrales...

Une diminution de la teneur en oligo-éléments des liquides cellulaires se traduira par une activité insuffisante des enzymes portant ce cofacteur. L'homéostasie cellulaire en souffrira.

3. Autres fonctions

Certains oligo-éléments participent à la structure de vitamines, comme le cobalt au sein du cycle corrinique de la B₁₂, comme le molybdène dans la molybdo-bioptérine.

Ici, le métal n'est pas un cofacteur directement lié à l'enzyme mais entre dans la composition d'un coenzyme organique dissociable (35).

D'autres participent à l'expression des signaux hormonaux, comme le zinc, cofacteur de la Δ -réductase du métabolisme de la testostérone, ou de certaines enzymes du métabolisme des prostaglandines.

L'iode est partie intégrante de la structure des hormones thyroïdiennes par une liaison covalente.

Le zinc active les métalloprotéines comme l'insuline et la thymuline, hormone du thymus découverte par J. F. BACH en 1988. Certains oligo-éléments agissent au niveau des récepteurs membranaires.

Certains protéines dactyles à zinc autorisent la lecture d'un gène par la RNA polymérase ADN dépendante, etc.

Remarques

Les médecines traditionnelles dites douces utilisent entre autres, des minéraux provenant de gisements naturels.

Parmi elles, la médecine chinoise qui n'envisage pas du tout l'usage des minéraux comme oligo-éléments. (67) et l'oligothérapie des disciples de MENETRIER, pour qui, ils sont une panacée.

A. Les médications chinoises

Quelques exemples commentés de prescriptions magistrales chinoises

Minéraux	Élé- ment	Troubles soi- gnés, selon la médecine chinoise	Autres ingrédients combinés aux mi- néraux de nomen- clature chinoise	Essai de nomenclature scien- tifique
Azurite	Cu	Expectorer les flegmes en cas d'épilepsie		
id		Vomitif, si troubles digestifs		
id		Pour la vision		
Actinote, amiante	Si	Impuissance sexuelle	Stalactite	CaCO ₃
id		Métrorragie	Bois de cerf en croissance	<i>Cervus nippon</i> , <i>C. elaphus</i>
id		Hernie due au froid		
Bornite	Cu	Battements du coeur, palpitations		
id		Expectorer des flegmes		
		Traitement des fractures		
Cassitérite	Sn	Furonculose		
Fluorite	F	Palpitation, tranquillisant	Radix Angelicae Sinensis, Radix Polygalae, Fructus Elaeagni Angustifoliae	Racines d' <i>Angelica dahurica</i> et <i>A. Sinensis</i> , <i>Polygala tenuifolia</i> , Fruit d' <i>Elaeagnus</i> <i>angustifolia</i>
id.		Stérilité due à un utérus « froid. »	Rhizoma Cyperi Radix Angelicae Sinensis, Rhizoma Atractylodis Macrocephala, Rhizoma Rehman- niae Preparata	<i>Cyperus souchet</i> <i>cf ci dessus</i> <i>Atractylodes</i> <i>macrocephala</i> Koidz <i>Rhemannia</i> <i>glutinosa</i> Libusch,

Minéraux	Élé- ment	Troubles soignés, selon la médecine chinoise	Autres ingrédients combinés aux miné- raux de nomencla- ture chinoise	Essai de nomenclature scien- tifique
Hématite	Fe	Indigestion	Natrii Sulfas Rhizoma Zingiberis Radix Kansui	Na ₂ SO ₄ <i>Zingiber officinalis</i> Racine d' <i>Euphorbia</i> <i>Kansui</i> Liou
id		Convulsions, vomissement, asthme	Pericarpium Citrii, Fructus Evodiae, Semen Persicae.	Ecorces du citron <i>Citrus limon</i> Fruits d' <i>Evodia</i> Amande de <i>Prunus</i> <i>amygdalus</i>
id		Hémorroïde	Plumbum Preparatum	Minium
Limonite	Fe	Diarrhée	Radix Aconiti	Racine cuite d' <i>Aconitum</i> <i>kusnezoffi</i>
id		Métrorragie	Ostrea, Terra Flava Usta, Halloysitum Rubrum, Os Draconis	Huitre, Terre jaune Usta, Halloysite Os de <i>Stegodon</i> <i>orientalis</i> , <i>Rhinoceros sp</i> , <i>Hipparion sp</i> et <i>Gazella gaudryi</i>
Malachite	Cu	Apoplexie	Radix Aconiti Late- ralis Preparata	Racines latérales cuites d' <i>Aconitum</i> <i>carmichaeli</i>
id		Convulsion des enfants	Chalcanthinum, Alumen, Calomelas	Chalcanthite Alun Calomel, Hg ₂ Cl ₂
Quartz	Si	Asthme Palpitations	Cinnabaris	Cinabre, HgS
id		Diurétique	Poria, Cortex Lycii, Radix Asparagi	Champignon <i>Poria cocos</i> Wolf Ecorce de <i>Lycium</i> <i>chinense</i> Racine d' <i>Asparagus</i> <i>officinalis</i>

Commentaires

Bois de cerf en croissance.

Récoltés sur *Cervus nippon* Temminck, le cerf Sika et *Cervus elaphus* L. C'est peut être une source de protéines.

Angelica dahurica et A. Sinensis. Famille des Apiaceae.

Ces angéliques « *baizi* et *danggui* » largement utilisées en Orient et en République Populaire de Chine sont réputées antipyrétiques et analgésiques, contre les céphalées et douleurs dentaires. Les usages médicaux de l'angélique officinale *Angelica archangelica*, sont bien connus depuis Théophraste.

Polygala tenuifolia. Famille des Polygalaceae

Le « *yuanzhi* », officinal chinois est l'espèce asiatique de composition proche du polygala de Virginie, *Polygala senega*, et ses *sénéginés* irritantes augmentant les sécrétions bronchiques par voie réflexe.

En Europe, *Polygala vulgaris*, l'herbe à lait des nourrices avait la réputation d'être galactagogue.

Elaeagnus angustifolia . Famille des Elaeagnaceae:

Elaeagnus synthétise un alcaloïde, la *calligonine*, hypotensif aussi actif que la réserpine du *Rauwolfia serpentina*, une apocynaceae tropicale

Cyperus souchet. Famille des Cyperaceae.

Ce simple connu de Dioscoride et de Pline est cité par Charles de l'ESCLUSE en 1557 pour les maladies des femmes.

Atractylodes macrocephala Koidz. Famille des Asteraceae

Traditionnellement, le rhizome est utilisé pour ses huiles essentielles et ses minéraux. C'est un tonique agissant sur le *méridien de la rate* . En 2004, sous le terme *Baizhu*, ce simple est repris dans un guide de plantes médicinales utilisées par des malades atteints du V.I.H !

Rehmannia glutinosa Libosch. Famille des Scrophulariaceae

C'est la digitale chinoise.

Le rhizome est cuit dans de l'alcool jaune de riz

Euphorbia Kansui Liou. Famille des Euphorbiaceae

Sa haute toxicité est due au *Jatrophone A*, ou *kansuinime B*, un diterpénoïde analgésique étudié en 1975 par HIRATA, Y.

Zingiber officinalis. Famille des Zingiberaceae.

Cette épice bien connue est un simple dans les médecines traditionnelles orientales en cas de troubles digestifs. Charles de l'ESCLUSE, en 1557, lui attribuait de nombreuses qualités et un pouvoir aphrodisiaque.

Citrus limon Famille des Rutaceae.

Citrons, pamplemousses, oranges douces et amères, mandarines, bergamotes, aux écorces aromatiques qui élaborent et stockent leurs huiles essentielles très diverses comme limonène, terpinène... sont utilisées en médecine traditionnelle chinoise pour leur parfum

Evodia sp. Famille des Rutaceae.

Les fruits d'*Evodia rutaecarpa* et les feuilles d'*E. hupenhensis* synthétisent un alcaloïde du type quinoline, l'*atanine*, anthelminthique actif contre le parasite *Schistoma mansoni*, agent causal de la bilharziose.

Les feuilles d'*Evodia* renferment un pigment jaune, la *berberine*, alcaloïde complexe et toxique agressant le myocarde, provoquant dyspnée et hypotension. C'est un simple usuel stomachique, antiamaril, fébrifuge et anthelminthique.

A. Brossi (1986) a étudié son activité cytotoxique

Prunus amygdalus. Famille des Rosaceae.

Les amandes des pêches *Prunus amygdalus* contiennent des traces d'amygdaline, un glycoside cyanogène (HCN) responsable de l'amertume et toxicité des amandes amères.

Plumbum preparatum. Minium, du latin *minio,-are*, enduire de rouge. Haute toxicité et saturnisme.

Aconitum kusnezoffi et Aconitum carmichaeli. Famille des Ranunculaceae.

Souvent utilisées en médecine traditionnelle indienne et chinoise, le *caowu*, racines séchées de l'*Aconitum kusnezoffi* et le *fuzi* d'*Aconitum carmichaeli* contenant des alcaloïdes diterpéniques comme l'*aconitine*, neurotoxique dangereux, subissent un passage à l'autoclave diminuant leur toxicité. La drogue est indiquée pour les rhumatismes, arthrites, fractures, hémiplegie.

L'aconit tue-loup est connu de DIOSCORIDE. Charles de l'ESCLUSE en 1557 le décrit comme hautement venimeux.

Halloysite.

Ce minéral argileux $(Si_2)(Al_2)O_5(OH)_4.nH_2O$, bien connu des pédologues des régions tropicales, est proche de la famille de la kaolinite (41). Son pouvoir adsorbant est peut être à l'origine de ses propriétés médicinales.

Son usage rappelle celui de la terre sigillée de Lemnos, le bol d'Arménie, un antidote courant dans les thériaques ancestrales.

L'halloysite est dédié au savant belge Jean-Baptiste d'OMALIUS d'HALLOY (1783-1875) qui, après avoir suivi à Paris les cours de Sciences naturelles de CUVIER, étudia la minéralogie.

En 1908, il publie *Essai sur la géologie du nord de la France*, jetant les bases de la géologie. En 1813, il présente son *Mémoire sur l'étude géographique du terrain des environs de Paris*, un ouvrage capital.

Maire de Natoye en 1807, puis de Braibant, en 1811, surintendant de Dinant à la chute de l'Empire, il devient gouverneur de la province de Namur de 1815 à 1830. Il s'occupe d'ethnographie et tente de montrer que le catholique convaincu qu'il était, pouvait en conscience, adopter scientifiquement les théories de l'évolution et la transformation des espèces vivantes, ce qui conduisit DARWIN lui-même à le reconnaître comme un précurseur.

Il fut vice-président du Sénat belge de 1851 à 1870 et sénateur de Dinant jusqu'à son décès.

Os de dragon

Ces os fossiles apportent du carbonate de calcium et des traces de phosphate. Il s'agit de fossiles de l'époque Tertiaire, tels :

1. Les *Stegodon orientalis* du Pliocène et Pléistocène, précurseur d'*Elephas maximus*. On sait qu'une population de stégodons a survécu jusqu'à 12 000 ans A.C. sur l'île de Florès.
2. Les *Rhinoceros* indet.
3. Les *Hipparion sp* à trois doigts, un rameau éphémère du cheval du Pontien au Miocène supérieur, issu de *Merychippus* du Myocène moyen (14 Ma)
4. Des os de *Gazella gaudryi*.

Chalcanthite

Ce minéral, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, résulte de l'altération du sulfure de cuivre, la chalcopyrite.

Garcia da ORTA en 1538, observateur attentif des médecines de l'Inde rappelait à ses interlocuteurs la dangerosité des sels de cuivre et leur usage interdit aux apothicaires portugais.

Alun

Ce terme générique désigne plusieurs sulfates doubles. L'alun usuel est un sulfate double d'aluminium et de potasse. Les Syriens en eurent le monopole jusqu'au XV^e siècle.

Ce fut un astringent médicinal et un produit important pour le tannage, la papeterie, la clarification des eaux... La vallée de la Meuse fut le siège de nombreuses fabriques traditionnelles d'alun jusqu'au XVIII^e siècle

Poria cocos Wolf. Champignon, un *Sclerotium*

Les sclérotés du *pachyme* ou *fu ling* contiendraient de l'acide tumulosique et des glucanes stimulants non spécifiques de l'immunité.

Le sclérote, petit tubercule, formé d'hyphes mycéliennes, remplis de matières de réserves, germe en donnant les appareils de fructification.

Lycium chinense, Famille des Solanaceae

Arbuste non épineux et à baies écarlates, semblable au lyciet de Barbarie, *Lycium halimifolium*, au lyciet de Grèce et d'Asie mineure, et à *Lycium europaeum*, l'herbe à coqueluche, jadis utilisée contre les quintes de toux irrépressibles. *Lycium sp* contient divers alcaloïdes toxiques comme un tropane. Il est décrit par THÉOPHRASTE puis par Rembert DODOENS en 1557 sous le nom de *buys espineux*.

Asparagus officinalis. Famille des Liliaceae

Ses racines et rhizome synthétisent des fructanes et des saponosides à génine stéroïdique **considérés comme susceptibles de favoriser la diurèse de l'eau**.

Calomel

Le protochlorure de mercure dénommé par les alchimistes et autres iatrochimistes : calomélas, *mercure doux*, *muriate de mercure*, *aquila alba* est du chlorure mercurieux.

Utilisé depuis le XII^e siècle, c'était la panacée mercurielle aux « vertus merveilleuses. »

Agnès SOREL, Dame de Beauté de CHARLES VII, aurait succombé en 1450 à une médication mercurielle vermifuge contre les ascaris et, ou à une drogue aux sels de mercure facilitant les accouchements (6). Son nom, *calomélas* lui a été donné par Théodore TURQUET de MAYERNE (1573-1655) en souvenir de son assistant africain. MAYERNE fut le médecin d'HENRI IV, puis de JACQUES I^{er} et CHARLES I^{er} d'Angleterre... En 1580, le serment médical de Heidelberg, proscrit l'administration par voie interne du mercure et de l'antimoine et TURQUET de MAYERNE fut banni par la faculté de Paris en 1603 (75).

En 1848, Matthieu ORFILA, fondateur de la toxicologie, le décrit comme un purgatif usuel, administré à la dose de 50 à 60 cg.

Il cite son emploi avantageux dans la fièvre jaune, le choléra... Il attribue les intoxications mortelles à la présence de chlorure mercurique, impureté d'un calomélas *mal préparé*... Le vrai calomel de MAYERNE était sublimé jusqu'à neuf fois.

En 1867, le calomélas était encore utilisé en médecine comme altérant, anthelminthique, dépuratif, antisypilitique, fondant, diaphorétique, sialagogue (provoquant une hypersécrétion salivaire), sous forme de pilules, pommades, collyres...!

Cinabre

Sulfure rouge de mercure, exploité en tant que minerai de mercure. Selon PLINE, puis BOUILLET en 1860, le cinabre ou vermillon a été utilisé en cosmétologie dans la composition du rouge à lèvres des nobles romaines, au I^{er} siècle. En le broyant on obtenait le vermillon des peintres. Selon GARCIA da ORTA, médecin portugais et grand voyageur, vers 1563, le vermillon et le mercure étaient exportés de Chine, d'Aden et de La Mecque. Une drogue était fabriquée par combustion du mercure et pulvérisée. Ce toxique provoquant une *lèpre*, GARCIA da ORTA, en interdit l'usage à son patient, le roi CRANGANOR du Malabar qui survécut

Le cinabre fut une panacée en Europe, dans cette bizarre recette : un amalgame de safran, de vif-argent, de vermillon, d'antimoine et de certains coquillages, le tout assemblé sous forme de cristaux en losanges.

B. L'oligothérapie de MENETRIER

Les oligo-éléments font partie des mythes de certaines médecines douces. L'oligothérapie est l'une des plus anciennes.

Dès l'Antiquité, la lignée des HIPPOCRATE traitait les troubles digestifs par des suppositoires contenant de la fleur de cuivre et d'autres composés métalliques.

En 1992, les disciples du Dr. MENETRIER conseillaient encore l'usage en oligothérapie biocatalytique de 14 autres éléments: l'aluminium, l'antimoine, l'argent, l'arsenic, le baryum, le bismuth, le bore, le brome, le cadmium, le césium, le lithium, l'or, le plomb et le rubidium.

Cette oligothérapie biocatalytique fut qualifiée par le Dr. Jean NEVE, professeur de chimie thérapeutique à l'U.LB., de lourdement imprégnée d'empirisme.

Déjà, le professeur Claude BERAUD, éminent hépatologue français rappelait en 1983, qu'aucune étude scientifique ne permet d'affirmer que ces 14 éléments traces aient une utilité quelconque dans le traitement d'une très longue liste d'affections complexes traitées par cette discipline simpliste : cancers, hypertension artérielle, rhumatismes, surmenage intellectuel, etc... (76)

Excepté pour la posologie journalière exprimée en μ g, donc mesurable, l'approche conceptuelle et sémantique de l'oligothérapie semble bien prolonger les théories de Samuel HAHNEMANN (1755-1843). (74, 77, 78)

Remerciements

Je remercie M. le Professeur émérite Georges HENNEN pour ses judicieux conseils, Mme Laetitia HU-GUO, M. le pharmacien Alain BIOT et M. Tom PIRONT pour leur aide précieuse dans mes recherches bibliographiques .

Ouvrages consultés (suite et fin)

73. LEDERER J., *Les oligo-éléments*. 1985, 1989. Ed. NAUWELAERTS, Leuven.

74. LEFEBVRE P. et al. *Chromémie chez la personne diabétique ou non*. 1990. FNRS Contact Group Trace Elements *L'insuline : 1921-1996*. Revue Médicale de Liège. 1996 : SCHEEN A., LEFEBVRE P. *L'homéopathie est-elle supérieure au placebo?* Bull. et Mémoires de l'Académie royale de Médecine de Belgique Vol.154. 1999. N° 7-8-9

75. KAUFMANN H.P., *Médicaments de synthèse*. Université de Munster. 1957. OIL. Paris

76. ZIMMERMANN H.J. *Hepatotoxicity, the adverse effects of drugs and other chemicals on the liver*. 1978. Appleton, NY.

77. LECOMTE J. *Sur l'homéopathie*. Revue Médicale de Liège. 1980 : vol XXXV. N° 9. 354-362

78. FAGOT-LARGEAUT A.. *Pour la Science*. Octobre 1990, 156 :12-122

79. W.H.O. *Environmental Health Criteria*. Geneva publications@who.ch

80. PAULING L. *Chimie générale. Introduction à la chimie descriptive et à la chimie théorique moderne*.1983.Dunod & Dick Willoughby. Linus PAULING Institute

★★★★★

A paraître dans le prochain bulletin, début septembre 2005:

La Télévision Numérique Terrestre (TNT) : un nouveau mode de diffusion des programmes de télévision (René GRANDJEAN)

L'intelligence peut-elle s'éduquer? La tour de Hanoï

Le transfert d'apprentissage et l'éducabilité cognitive (Jean THERER)

Table des matières de l'expo Science et Culture 2005 (Noé LECOCQ)