

Chaptal et la « Chimie appliquée à l'agriculture » (1829)

Guilhem Bourrié

Académie d'Agriculture de France, Paris

AEHA-AAF, Paris, 15 décembre 2021

Cambacérès, un ami montpelliérain utile en ces temps troublés



1754-1824

Jean-Jacques Régis de Cambacérès

- juriste à Montpellier ;
- Pénitent blanc et franc-maçon, conventionnel ;
- deuxième consul, auteur du Code Civil ;
- archichancelier de l'Empire.

Un homme des Lumières

Physiocrate

« Chez toutes les nations, l'agriculture est la source la plus pure de la prospérité publique. »

Scientifique

« Il ne reste plus aujourd'hui qu'à éclairer l'agriculture par l'application des sciences physiques.[...]

Nous voyons d'abord deux lois générales qui paraissent régir la matière [...] : l'une est la loi générale de l'attraction, l'autre la loi des affinités. »

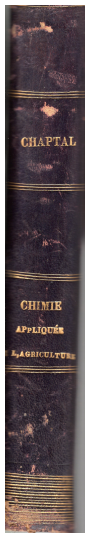
La chimie de Lavoisier pour guide

I.		II
SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.		MISES A L'ÉT PAR LE CA
NOMS NOUVEAUX, OU ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX, OU ADOPTÉS.
1 Lumière.		
2 Calorique.	Chaleur latente, ou ma- tière de la chaleur.	
3 Oxygène.	Base de l'air vital.	Gaz oxygène. <i>Nota.</i> Il pa- roit que la lumière con- court à le mettre en état de gaz.
4 Hydrogène.	Base du gaz inflamma- ble.	Gaz hydrogène.
5 Azote, ou Radical niti- que.	Base de l'air phlogisti- que, ou de la mofète atmosphérique.	Gaz azotique.
6 Carbone, ou Radical car- bonique.	Charbon pur.	

FAC-SIMILÉ D'UNE PARTIE DU TABLEAU JOINT AU MÉMOIRE DE LAVOISIER
SUR LA NOUVELLE NOMENCLATURE.

Lavoisier maintient, parmi les éléments, le calorique (et la lumière).

Les analyses sont exprimées en éléments ou oxydes : hydrogène, carbone, oxygène, soude, magnésie, potasse, chaux, silice, oxide de fer... Acides, bases et sels sont connus, mais ni atomes ni ions.



CHIMIE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE,

PAR M. LE COMTE CHAPTAL,

Pair de France, ancien Ministre de l'intérieur, Grand-Croix de
l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, chevalier de Saint-Michel,
Membre de l'Académie royale des sciences de l'Institut, de
la Société royale de Londres, de la Société royale et centrale
d'Agriculture de Paris, etc.

DEUXIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE.

— — — — —
Tome Premier.
— — — — —

A PARIS,

CHEZ MADAME HUZARD, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

RUE DE L'ÉPERON, N°. 7.

1829.

Un véritable traité d'agronomie :

- ① Vues générales sur l'atmosphère
- ② De la nature des terres
- ③ De la nature et de l'action des engrais
- ④ De la germination
- ⑤ De la nutrition des plantes
- ⑥ Des amendemens des sols
- ⑦ Des assolemens
- ⑧ Tableau des produits de l'agriculture française
- ⑨ De la nature et des usages des produits de la végétation

Les gaz et la constance de l'atmosphère



GAY-LUSSAC

Cliché Giraudon.

1778-1850

Chaptal était membre de la Société d'Arcueil, fondée par Berthollet et Gay-Lussac, avec Biot, de Humboldt, Malus, Arago etc.

Il part de la constance de la composition de l'atmosphère, démontrée par Gay-Lussac. Il faut donc qu'elle soit régulée. Les flux entrants et sortants sont égaux.

La régulation de l'oxygène par la photosynthèse

« Lorsqu'on envisage l'étendue et l'importance des fonctions que remplit le gaz oxygène, et sur-tout lorsqu'on considère que toutes les fois qu'il agit, il se forme de nouveaux corps qui n'ont plus de rapports avec lui, on serait tenté de craindre que l'atmosphère ne s'épuisât tôt ou tard de ce principe actif et régénérateur ; mais la nature répare sans cesse les pertes qui s'en font, par la production de quantités équivalentes : les feuilles des plantes, frappées par la lumière solaire, versent continuellement des torrens de gaz oxygène qui proviennent de la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau, dont elles s'approprient le carbone et l'hydrogène. »

Le rôle obscur de l'azote

« Jusqu'ici, les recherches les plus exactes n'ont pu prouver qu'une faible absorption de ce gaz par les plantes et les animaux. L'existence de l'azote dans quelques produits de la végétation paraît due en partie à la portion de ce gaz que l'air atmosphérique entraîne dans la plante à l'aide de l'eau qui le tient en dissolution, et en partie aux engrais nutritifs, dont il forme souvent un des principes constituans. »

Chaptal reconnaît l'effet positif d'apports d'urée ou d'ammoniaque, ou d'albumine, et sait que l'albumine contient de l'azote, mais ne semble pas avoir fait le lien.

« Les substances qui servent éminemment à la nutrition des plantes ne présentent, dans leur composition que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène ; [...] les sels, les terres et les métaux s'y trouvent généralement en petite quantité et dans un état peu différent de celui sous lequel ils existent dans le sol. »

La formation des terres arables

« La terre est le support du plus grand nombre de végétaux, et son influence sur la végétation forme une des questions les plus importantes et les plus difficiles qu'on puisse traiter. »

Chaptal distingue les terres selon leur teneur en silice, alumine, chaux, magnésie et oxydes de fer, mais distingue aussi :

- *« les terrains formés des détritits des montagnes », amenuisés en « galets, sable et humus minéral », puis triés par le transport suivant leur « gravité spécifique et leur affinité pour l'eau », qui existent dans les vallées ;*
- les terres des plateaux et des versants, qui résultent de la lente décomposition des roches sous l'action de l'air et de l'eau.

Les facteurs de formation des sols

Chaptal fait intervenir l'eau pour accélérer la décomposition par humectation, cryoclastie et enfin les lichens, les mousses, puis toutes les plantes et enfin « *la main de l'homme et les générations successives des plantes.* »

Ceci lui permet d'affirmer :

« *La nature des terres arables serait facile à déterminer, si nous ne consultations que celle des roches qui leur ont donné naissance ; mais les végétaux, l'homme et le temps y ont apporté tant de changemens, que le caractère primitif a presque disparu, et qu'il faut les juger et les apprécier d'après leur état actuel.* ».

Il ne manque que le climat comme facteur de formation des sols.

La décomposition des roches comme puits de carbone

Les roches « *contiennent de la chaux très incomplètement saturée, et du fer oxydé au minimum ; de sorte que la chaux tend continuellement à enlever à l'air son acide carbonique, tandis que l'oxyde de fer se combine avec son oxygène.* »

Chaptal identifie donc le puits d'acide carbonique constitué par l'altération des roches (CaO des silicates) bien avant Ebelmen (1845) et Urey (1952), et le puits d'oxygène constitué par le fer à l'état ferreux.

Les lois vitales commencent à céder du terrain

« Nous connaissons les substances qui entrent dans le végétal et celles qui en sont éliminées ; nous déterminons par l'analyse la nature et la composition des produits qui se forment ; là se borne le pouvoir de nos facultés. »

Chaptal a compris que l'application des lois de la physique et de la chimie aux êtres vivants est difficile, mais certaines fois, on peut « *lever le coin du voile* » : le rôle de l'oxygène dans la germination, l'ascension de la sève brute tirée par la transpiration des feuilles.

Pour lui, donc, ce n'est que partie remise et pas une impossibilité de principe.

Les débuts de la chimie organique

Chaptal examine les usages des produits de la végétation, gomme et mucilage, amidon, sucre, cire, huiles, fibre végétale, gluten et albumine, les acides végétaux (oxalique, tartrique, malique, citrique, acétique...).

Il remarque d'abord que l'analyse par calcination est trop brutale pour permettre d'étudier les substances organiques, amorçant ainsi les recherches de son cadet de trente ans, Chevreul (1786-1889). Il note que l'acide prussique (cyanhydrique) ne contient pas d'oxygène, et ainsi la notion d'acide coupe un peu plus le cordon ombilical avec l'oxygène.

Fidèle aux enseignements de Pinel, Chaptal privilégie toujours l'observation et la mesure.

D'où son conseil aux agriculteurs :

« Je ne proposerai pas de se munir d'instruments délicats ou compliqués ; mais je voudrais qu'on trouvât par-tout un hygromètre [. . .], un thermomètre [. . .], et un baromètre [. . .]. »

Et aujourd'hui, la chimie, science ou magie ?

Chaptal : « *Le chimiste peut, à son gré, [...] produire des résultats que la nature [...] ne produit pas.* »

Marcelin Berthelot : « *La chimie crée son objet.* »

Jean-Marie Lehn : « *L'essence de la chimie n'est pas seulement de découvrir mais d'inventer et, par dessus tout, de créer.* »

Ce faisant, le chimiste s'arroge un privilège divin. C'est peut-être là la racine du rejet du « chimique » par opposition au « naturel ».

Prométhée dérobe le feu



Prométhée apporte le feu aux Hommes

Prométhée dérobe le feu à Zeus, l'offre aux hommes et leur apprend à travailler les métaux.

Prométhée enchaîné



Prométhée

Prométhée est enchaîné à un rocher et un vautour ou un aigle (l'oiseau de Zeus) lui dévore le foie, qui repousse comme on sait.

Prométhée déchaîné



Hercule délivrant Prométhée

Mais, Prométhée possède un secret et en échange, Zeus lui envoie Héraklès pour le déchaîner.

Depuis, Prométhée est déchaîné !

Et aujourd'hui ? Quelle place pour la chimie ?

La biochimie et la géochimie, y compris isotopique, sont des développements de la chimie pour l'étude du vivant et de la Terre.

La biologie moléculaire est en fait une branche de la biochimie. Et que sont les « ciseaux moléculaires » sinon des réactifs chimiques ?

Qu'est-ce que le code génétique, sinon un protocole de synthèse ?

N'ayons donc pas honte de cette filiation !

Il nous faut explorer tout le continent des signaux chimiques intra- et inter-spécifiques (phéromones, allélopathie, défenses, reconnaissances...).

La chimie reste donc, comme au temps de Chaptal, un guide privilégié pour l'agronomie, y compris l'agroécologie. Mais il ne faut pas réduire la chimie aux analyses : c'est une science !

1996, la découverte de la fougérite

Publiée dans les C. R. Acad. Agr., 1996, 6, p.75-89.

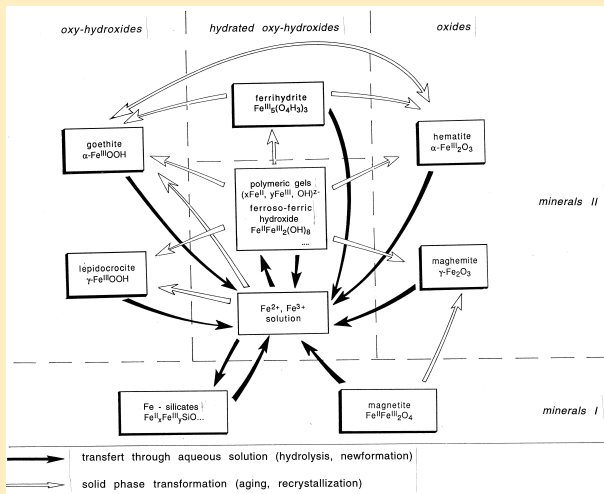
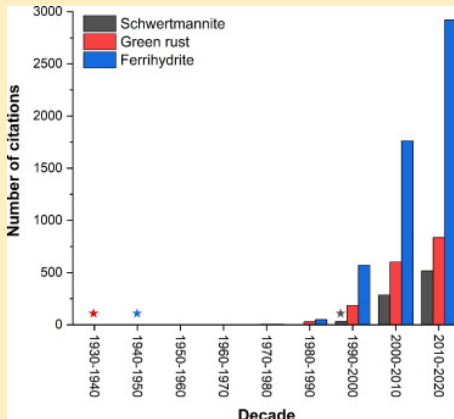


Schéma des principales voies de formation des oxydes de fer dans les conditions prévalant à la surface de la Terre.

Des recherches très actives sur les nano-oxydes de fer

stimulées par la découverte de la fougérite

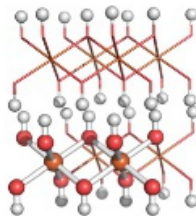


In : Caraballo et al. (2021), Gondwana Research, in press.

De la géochimie à la biochimie



[Fe-Fe] methane
mono oxygenase
active site

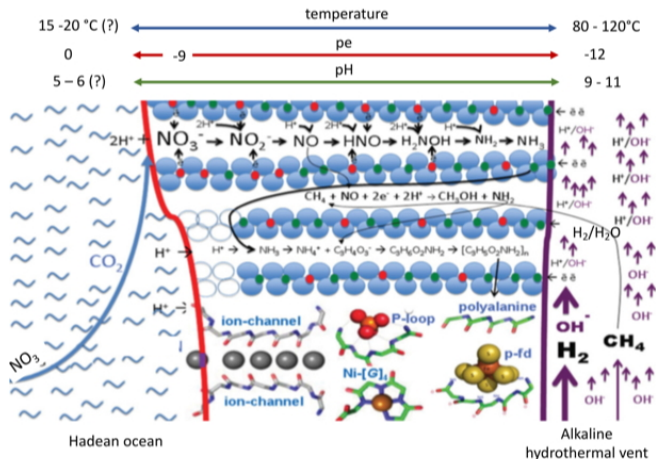


Fe(OH)₂, drawn from
brucite

- Oxygen
- Iron
- Nitrogen
- Hydrogen

Les peptides forment des berceaux présentant le site catalytique ; celui-ci est analogue à un minéral naturel : à gauche la méthane mono-oxydase, à droite le feuillet de la fougérite.

L'origine de la vie dans l'océan Hadéen/Archéen



Suivant la théorie de Russell, la vie serait apparue dans des cheminées hydrothermales océaniques présentant des gradients de température, pH et potentiel rédox.

DE LA "CHIMIE APPLIQUÉE À L'AGRICULTURE" À LA BIOGÉOCHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

*FROM CHEMISTRY APPLIED TO AGRICULTURE
TO ENVIRONMENTAL BIOGEOCHEMISTRY*

par Guilhem Bourrié (*)

Applied Clay Science 195 (2020) 105737



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Clay Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clay



Research Paper

On the why's and how's of clay minerals' importance in life's emergence

Simon Duval^{a,*}, Elbert Branscomb^b, Fabienne Trolard^c, Guilhem Bourrié^c, Olivier Grauby^d,
Vasile Heresanu^d, Barbara Schoepp-Cothenet^e, Kilian Zuchan^a, Michael J. Russell^{e,f},
Wolfgang Nitschke^a



INTERFACE FOCUS

royalsocietypublishing.org/journal/rsfs



Article

Six 'Must-Have' Minerals for Life's Emergence: Olivine, Pyrrhotite, Bridgmanite, Serpentine, Fougerite and Mackinawite

Michael J. Russell^{1,*} and Adrian Ponce² 

Fougerite: the not so simple progenitor of the first cells

Simon Duval¹, Frauke Baymann¹, Barbara Schoepp-Cothenet¹,
Fabienne Trolard², Guilhem Bourrié², Olivier Grauby³, Elbert Branscomb⁴,
Michael J. Russell⁵ and Wolfgang Nitschke¹



Merci de votre attention !



CADÉMIE
GRICULTURE
ANCE
EN # ENVIRONNEMENT