

Harmonisation physique-chimie biologie-géologie

*Compte-rendu de l'atelier animé lors
des 38^{èmes} journées de l'U.d.P*

par D. HOTTOIS
professeur de physique-chimie
et M. VANBRUGGHE
professeur de biologie-géologie au Lycée Woillez
Montreuil sur Mer

PRÉSENTATION

Ce thème avait déjà fait l'objet d'un atelier lors des journées de Nantes en 1989 (voir B.U.P. n° 725).

D'autre part, des articles de l'Association des Professeurs de Biologie-Géologie (bulletin APBG n° 2 1988 : Règles de nomenclature et d'écriture normalisée en chimie - Photosynthèse et oxydoréduction en Terminale) témoignent d'une certaine «attente» des enseignants de Sciences Naturelles.

Enfin, un sondage réalisé en septembre 1990 auprès de 115 élèves de Terminale D du Lycée Woillez met en lumière que la Biologie est, et de loin, la matière où les connaissances et savoir-faire acquis en Sciences Physiques sont le plus «réinvestis».

Autant de raisons qui ne pouvaient qu'inciter au débat et à la réflexion quant aux moyens à mettre en œuvre pour rendre la tâche plus facile à nos élèves.

LE PROGRAMME DE BIOLOGIE-GÉOLOGIE EN PREMIÈRE S

Sa présentation assortie d'une progression possible dans l'année (voir document annexe) met en relief que le biologiste a besoin de «tout et tout de suite», constate un participant. En particulier parce qu'il n'y

a pas de vie sans énergie. Ainsi, dès le mois de septembre, pour ne prendre qu'un exemple à propos de la nutrition minérale, comment expliquer que chez une algue d'eau de mer, les liquides cellulaires contiennent $2,1 \text{ g.l}^{-1}$ d'ion Na^+ et $20,1 \text{ g.l}^{-1}$ d'ion K^+ quand l'eau de mer en renferme respectivement 10,9 et 0,5 ? La réponse passe nécessairement par la présentation des mécanismes physiques spontanés de transferts d'ions ou de molécules au travers d'une membrane semi-perméable séparant deux compartiments de compositions différentes et ensuite par des mécanismes biologiques qualifiés d'actifs, consommateurs d'énergie.

Certaines notions utilisées par le naturaliste ne sont pas abordées dans les programmes de Sciences Physiques avant le Bac. Citons : pression osmotique, point triple, structure des silicates, liquidus-solide. On imagine mal une action interdisciplinaire dans ces domaines.

Pour nombre d'autres notions, en revanche, il est possible d'augmenter la cohérence des interventions des deux disciplines soit en conduisant des actions communes, soit en s'appuyant davantage sur les acquis de l'une ou l'autre des disciplines.

ACTIONS COMMUNES

De telles actions ne sont bien sûr réalisables que pour des points figurant dans les programmes des deux matières, à des niveaux comparables.

La «bombe calorimétrique» à laquelle se réfère le naturaliste dans le chapitre «dépenses énergétiques...bilan énergétique», ne diffère guère du calorimètre du physicien et pourrait donner lieu à un T.P. commun.

Les apports de la sismique à la connaissance de la structure du globe, gagneraient à être abordés en sciences naturelles après une étude en sciences physiques des «phénomènes vibratoires et propagation» faite en début d'année. Cette démarche aurait, en outre, l'avantage pour le physicien de repousser la présentation du montage dérivateur à une période où la dérivée aura été étudiée en mathématiques.

L'interprétation du spectre d'absorption de la chlorophylle pourrait être préparée en sciences physiques lors de la décomposition de la lumière blanche.

UTILISATION DES ACQUIS

Si le professeur de biologie est utilisateur de physique et de chimie, le professeur de sciences physiques trouve souvent matière à illustrer ses cours dans les enseignements dispensés par des disciplines sœurs.

C'est le cas de nombreux points qui figurent au programme de biologie de Première S et qui n'apparaissent au programme de physique-chimie qu'en Terminale. A titre d'exemples :

- le carbone 14 utilisé pour mettre en évidence l'absorption de CO_2 par les plantes vertes est un exemple concret des traceurs utilisés en biologie,
- le spectre d'absorption de la chlorophylle brute peut être réutilisé en terminale lors de l'étude de la dispersion de la lumière,
- cette même chlorophylle a permis à nos élèves d'effectuer une chromatographie bien avant que cette méthode de séparation ne leur soit présentée lors de l'étude expérimentale des acides aminés.

L'étude de la liaison peptidique en sciences physiques en classe de terminale D ne devrait pas être présentée comme une nouveauté aux élèves ...

LES DIFFÉRENCES

Le deuxième temps de l'atelier fut consacré à la présentation d'extraits des premières pages du manuel de T.D. utilisé dans l'établissement des animateurs. En préambule à une analyse nécessairement critique, l'unanimité se fit au sein des professeurs de physique pour conserver une grande modestie face aux collègues naturalistes qui détiennent un savoir qu'en général, du fait de leur formation, les physiciens ne dominent pas.

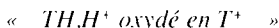
Les différences graves

Les exemples suivants suscitèrent parfois d'assez vives réactions.

En légende à une représentation de mitochondrie, nous avons pu lire : *«la mitochondrie permet d'oxyder totalement la matière organique en énergie utilisable»*.

Nous avons remarqué que le dioxygène peut être noté « O^2 » et que le «*poids moléculaire*» de l'ADN peut atteindre plusieurs milliards de $g.mol^{-1}$.

Par ailleurs, les difficultés rencontrées par les élèves sur l'oxydoréduction ne sont peut-être pas étrangères à ce qu'ils peuvent lire dans leur manuel ! (17 % des élèves sondés, utilisateurs de ce manuel, reconnaissent ces difficultés). A titre d'exemples :



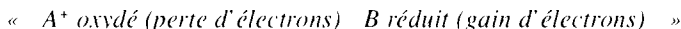
plus grave nous semble-t-il :

«Une réaction d'oxydoréduction est une réaction durant laquelle il y a transfert d'électrons»

jusque là nous sommes d'accord.



nous sommes déjà moins d'accord.



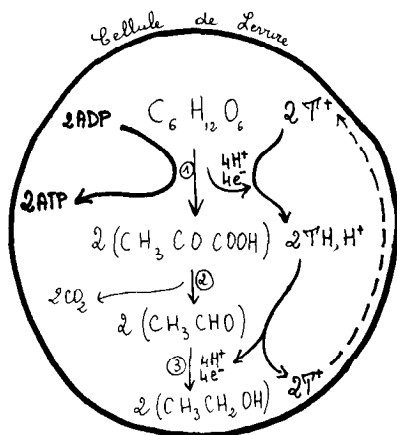
nous ne sommes plus du tout d'accord, même si nous comprenons l'ellipse.

Les différences de présentation

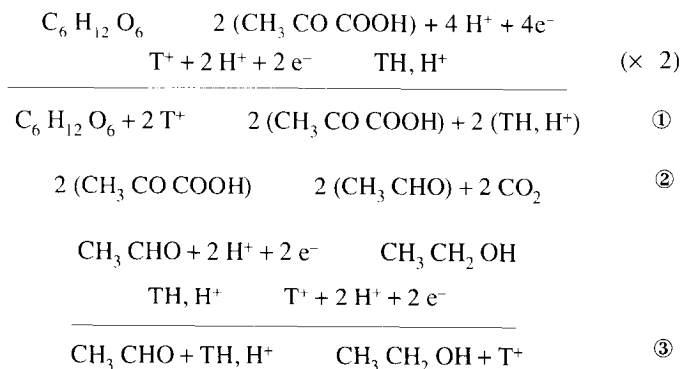
Le physicien pourrait signaler, dès la Première S, la photosynthèse qui n'est expliquée au niveau moléculaire et ionique, à l'aide d'une échelle des potentiels rédox, par le biologiste qu'en Terminale. Mais les conventions d'orientation de l'échelle sont différentes dans les deux matières, de telle sorte que l'élève utilisateur du «gamma fléché» ou d'une autre règle mécanique inculquée par son professeur, se réserve des surprises.

Dans le même esprit, nous reproduisons ici les 1/2 réactions et réactions de la fermentation alcoolique telles que le biologiste peut les «représenter» de façon synthétique et telle que le chimiste les écrirait. Très fort l'élève qui reconnaît dans la représentation du biologiste des réactions qui sont pourtant à son programme de chimie.

Combien d'élèves (et de professeurs) auront établi le rapprochement entre la décarboxylation de l'acide propanedioïque (dans l'ancien programme) et celle de l'acide pyruvique ?



T^+ représente un accepteur de protons et d'électrons :



La combinaison des lignes 1, 2, et 3 conduisant au bilan :



Comment harmoniser ?

Le manuel dont sont extraites les «différences graves» est le fruit de l'intervention de 22 spécialistes. Une relecture des épreuves par un chimiste aurait beaucoup apporté aux qualités de l'ouvrage.

Des initiatives individuelles, même soutenues par l'U.d.P. ou l'APBG, ne sauraient venir à bout du problème. Les participants à l'atelier souhaitent que des journées d'harmonisation soient reprises aux PAF de leurs académies.

Le vœu de l'un des participants de voir davantage de «concertation horizontale» dans la rédaction des programmes est approuvé.

annexe POUR UNE HARMONISATION DES

PROGRESSION BIOLOGIE - GEOLOGIE

TRANSFORMATIONS DE LA MATIERE - **FLUX D'ENERGIE CHEZ LES ETRES VIVANTS** 22 Semaines

A) La production primaire au niveau de l'organisme **7 Semaines**

- mobilisation biologique des substances minérales
eau ions CO_2
- élaboration de la matière organique
origine de l'énergie
conversion E.lumineuse en E.chimique

B) L'alimentation animale 4 Semaines

- diversité des comportements alimentaires
- des aliments aux nutriments : digestion

acide aminé - acide gras - alcool

C) Le devenir des nutriments 4 Semaines

- la libération de l'énergie :
respiration - fermentations
- l'assimilation ; le renouvellement biologique
la mise en réserve

D) L'alimentation rationnelle de l'homme 3 Semaines

- dépenses énergétiques et besoins nutritionnels
bilan énergétique ; métabolisme basal
- besoins alimentaires qualitatifs
- rations alimentaires

E) Exemple de relations entre les êtres vivants et **leur milieu 2 S**

- rôles et interdépendances végétaux, animaux
et bactéries dans la transformation des
substances. Autotrophie et hétérotrophie
- esquisse du cycle du C et du cycle de N

F) Des applications technologiques 1 S

- élevages industriels et production animale
- applications industrielles des fermentations

PROGRESSIONS DE PREMIERE S

NOTIONS DE PHYSIQUE - CHIMIE ABORDEES

osmose - dialyse - pression osmotique
Kelvin - isotopes radioactifs

gradient

sucré "réducteur" - macromolécule

chromatographie

spectres d'émission - d'absorption

molécule "excitable" - fluorescence

hydrolyse - catalyse - pH

catalyse enzymatique

liaison peptidique - ester

polypeptide - protéine - polycondensat - polymère

Réaction exoergique et endoergiques

Oxydation - Réduction

calorimètre

nitrification

chimiosynthèse

oxydation des sulfures

POUR UNE HARMONISATION DES PROGRESSION BIOLOGIE - GEOLOGIE

LA DYNAMIQUE DU GLOBE TERRESTRE

11 Semaines

A) La mobilité de la lithosphère 5 Semaines

- la structure du globe : apports de l'astronomie
de la géologie et de l'océanographie.
- la formation des océans
Wegener : premiers arguments pour la dérive
naissance et élargissement d'un rift
la dorsale océanique et son fonctionnement
preuves magnétiques de l'accrétion
- la subduction et la résorption de la croûte
données sismiques et thermiques ; les fosses
volcanisme andésitique
- la théorie de la tectonique globale
existence et mouvement des plaques

B) La transformation et le mouvement de matière *6 Semaines*

- l'accumulation des sédiments
- la formation des chaînes de montagnes
- le métamorphisme
le rôle de la pression et de la température
- le magmatisme
fusion généralisée, totale ou partielle; anatexis
mise en place des roches plutoniques
fusion localisée et volcanisme ponctuel
- formation et accumulation de ressources géologique
- le cycle de la matière dans le globe

PROGRESSIONS DE PREMIERE S

NOTIONS DE PHYSIQUE - CHIMIE ABORDEES

"genèse" des éléments chimiques

fusion nucléaire

ondes sismiques

réflexion - réfraction

champ magnétique terrestre et ses inversions

cellules de convection

radioactivité

carbonates - hydrogénocarbonates

structure des silicates

stabilité des minéraux SiAl_2O_5

point triple

équilibres réversibles

transformations isochimiques à l'état solide

solidus - liquidus

