

Adapter des documents scientifiques pour les élèves : didactisation

L3 CME SVT – 12 mars 2024 10h15-12h15

valerie.de-la-forest-divonne@umontpellier.fr

La didactisation des documents entre dans le cadre de la transposition didactique

Chevallard :

- « Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les *objets d'enseignement*. Le « travail » qui d'un objet de savoir à enseigner fait un objet d'enseignement est appelé *la transposition didactique*. »
- La transposition didactique n'est « ni bonne, ni mauvaise », elle existe car il n'y a pas d'enseignement sans transposition.

La transposition didactique : de quoi s'agit-il ?

Ce sont les opérations par lesquelles un ensemble de savoirs (connaissances, capacités ...) est choisi et transformé pour être enseigné.

→ la didactisation de documents scientifiques : transformation d'un document scientifique pour en faire un document élève.

→ *Des recherches en didactique sur les modalités de la transposition*

Objectifs du TD : examiner des exemples de transpositions et en produire

Simplifier – adapter un concept

Transposition de :

photographies,

graphiques,

textes et schémas

- Analyser des transpositions (documents scolaires)
- Proposer/comparer des transpositions

Un premier exemple de transposition

Analyser une définition : exemple de la respiration

Document avec 7 définitions de la respiration à
classer simple → compliqué

1	Lors de la respiration, de l'air entre dans l'organisme puis ressort. Selon les animaux il peut y avoir des poumons ou des trachées.
2	La respiration est une oxydation lente des nutriments qui permet de fournir de l'énergie aux cellules. La plupart des êtres vivants respirent.
3	Les animaux et les végétaux respirent. Lors de la respiration il se produit des échanges gazeux : entrée de dioxygène et élimination de dioxyde de carbone.
4	Quand on respire on fait des mouvements réguliers : l'air entre et sort par le nez (ou la bouche). On parle d'inspiration et d'expiration.
5	La respiration est l'ensemble des processus du métabolisme cellulaire convertissant l'énergie chimique contenue dans les nutriments en adénosine triphosphate. La respiration aérobie (avec dioxygène) est beaucoup plus efficace que la respiration anaérobie.
6	La respiration correspond à une absorption de dioxygène et un rejet de dioxyde de carbone par le corps. Selon le milieu de vie de l'animal, les organes respiratoires sont variés. Le dioxygène est prélevé dans l'air ou dans l'eau (état dissous).
7	La respiration permet d'apporter aux organes le dioxygène dont ils ont besoin. Les organes respiratoires sont des surfaces d'échanges à travers lesquelles passent le dioxygène et le dioxyde de carbone.

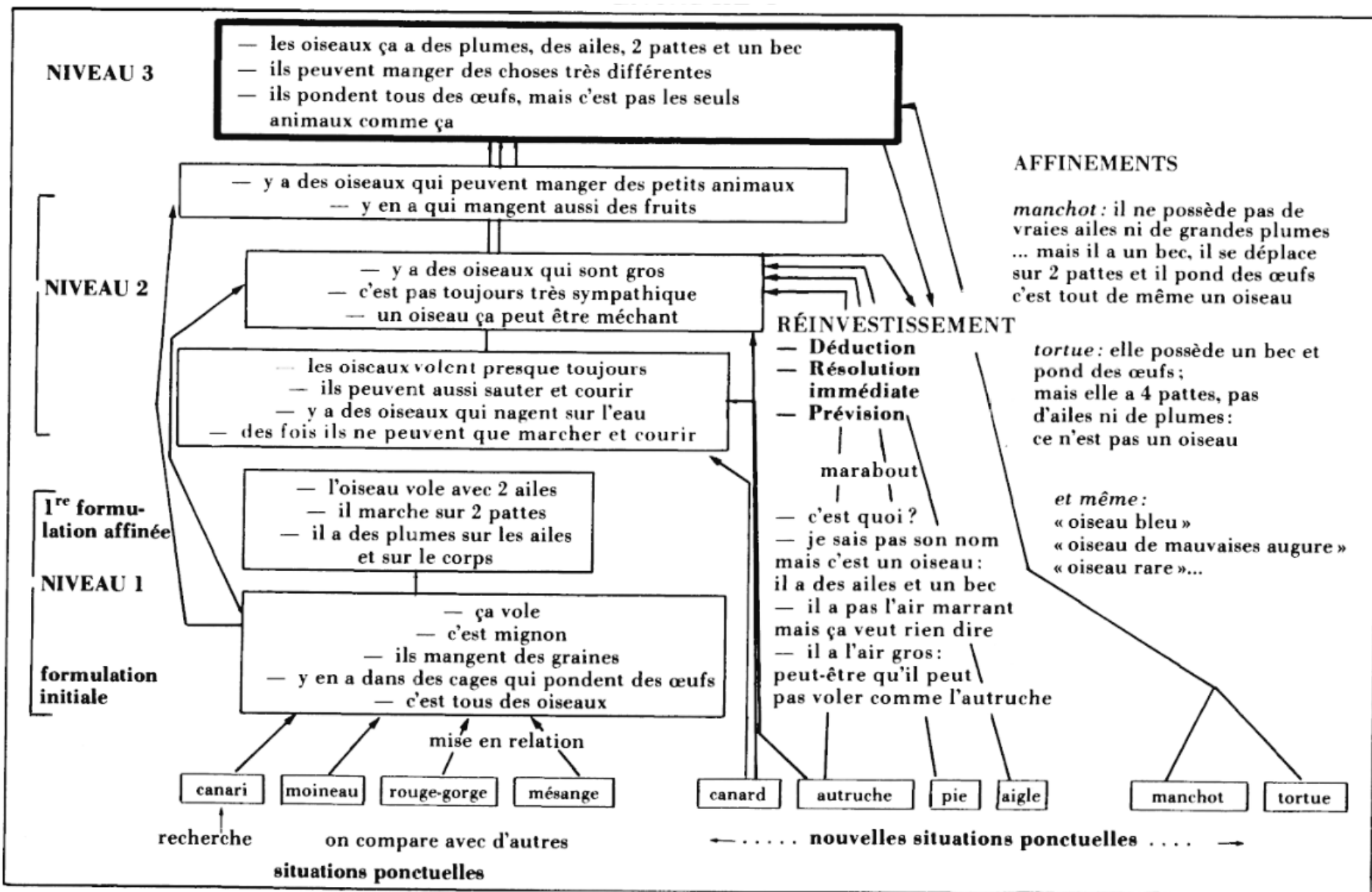
Les éléments à prendre en compte dans cette analyse :

- nombre de nouvelles notions et liens avec des notions d'une autre discipline
- Niveau de langage , utilisation de termes scientifiques
- Échelle : organisme → organes → cellule
- Domaine de validité restreint → élargi

- La construction des concepts chez les élèves est progressive : au fur et à mesure il construit des niveaux de formulation du concept de plus en plus complexes.
- « C'est par une suite de mises en relation, qu'un concept va s'édifier progressivement, en passant par des niveaux successifs prenant en compte un nombre de faits de plus en plus grand. Au fur et à mesure que le concept s'élaborera, les formulations deviendront de plus en plus abstraites. Il s'agira en fait d'une approche inductive. La qualité de l'élaboration du concept sera en relation directe avec son pouvoir opératoire, c'est-à-dire sa capacité à expliquer un nombre plus grand de faits d'une manière cohérente » (De Vecchi, 1990
https://www.persee.fr/doc/refor_0988-1824_1990_num_7_1_999)

Formulations successives d'élèves de 4-5 ans relatives au concept d'oiseau

(De Vecchi 1990)



Autre exemple : la nutrition des végétaux

- En 1^{ère} ES, partie : le soleil, notre source d'énergie :
« Une partie du rayonnement solaire absorbé par les organismes chlorophylliens permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse). »
- En 2^{de}, thème : la Terre, la vie et l'organisation du vivant
« l'étude de quelques réactions du métabolisme, dont la photosynthèse, révèle que les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement »
autotrophie - organites
- Au cycle 4, partie : le vivant et son évolution
« Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne (CO_2 , eau, sels minéraux et énergie lumineuse), les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante »
- Au cycle 3, thème : le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent
« Relier la production de matière par les organismes chlorophylliens et leurs besoins.
- Besoins des organismes chlorophylliens : lumière, eau, sels minéraux, dioxyde de carbone. ».
- Au cycle 2, thème : comment reconnaître le monde vivant ?
« Quelques besoins vitaux des végétaux. »

2^{ème} exemple :

Didactisation de photographies

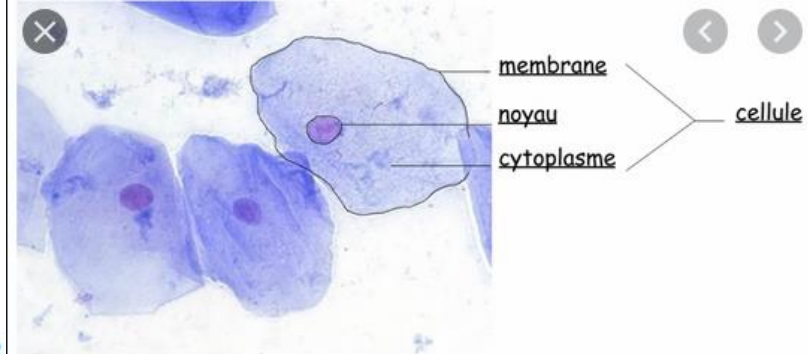
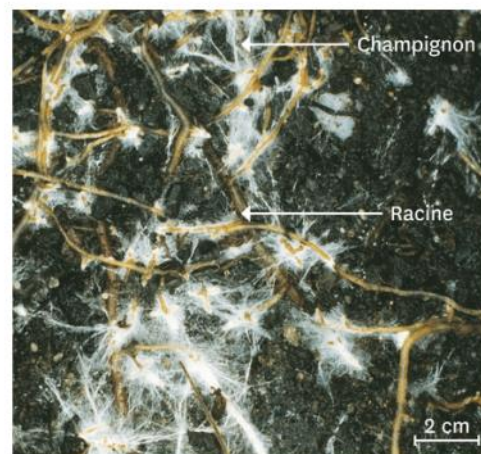
le cas des photos prises au microscope

Quelle présentation de ces photos pour les élèves ?

→ rechercher des photos prises au microscope
et analyser leur présentation dans le manuel :
comment sont-elles adaptées au niveau des élèves ?

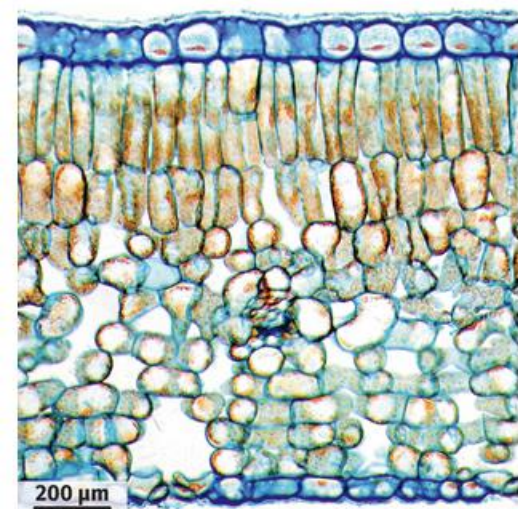


Doc. 1 Coupe transversale d'une racine de pin mycorhizée.

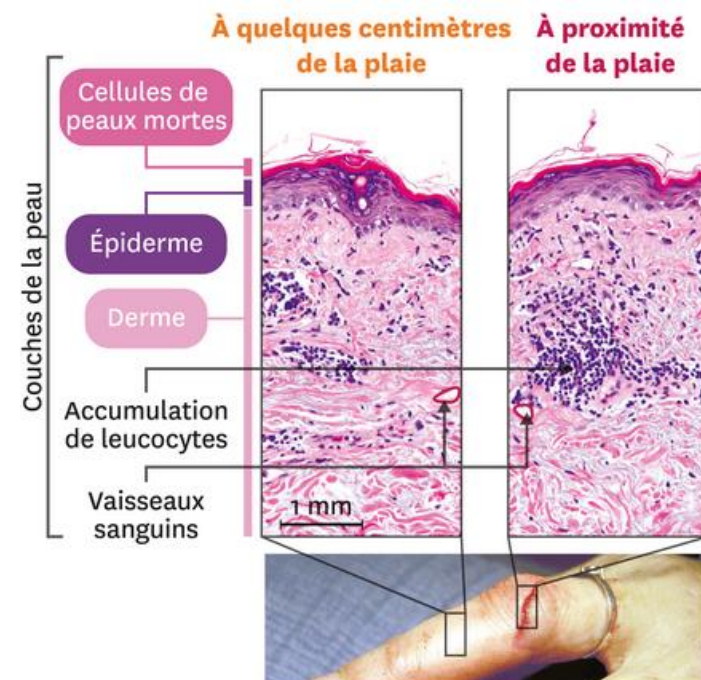


Titre : épithélium buccal humain observé au microscope

Grossissement : X400



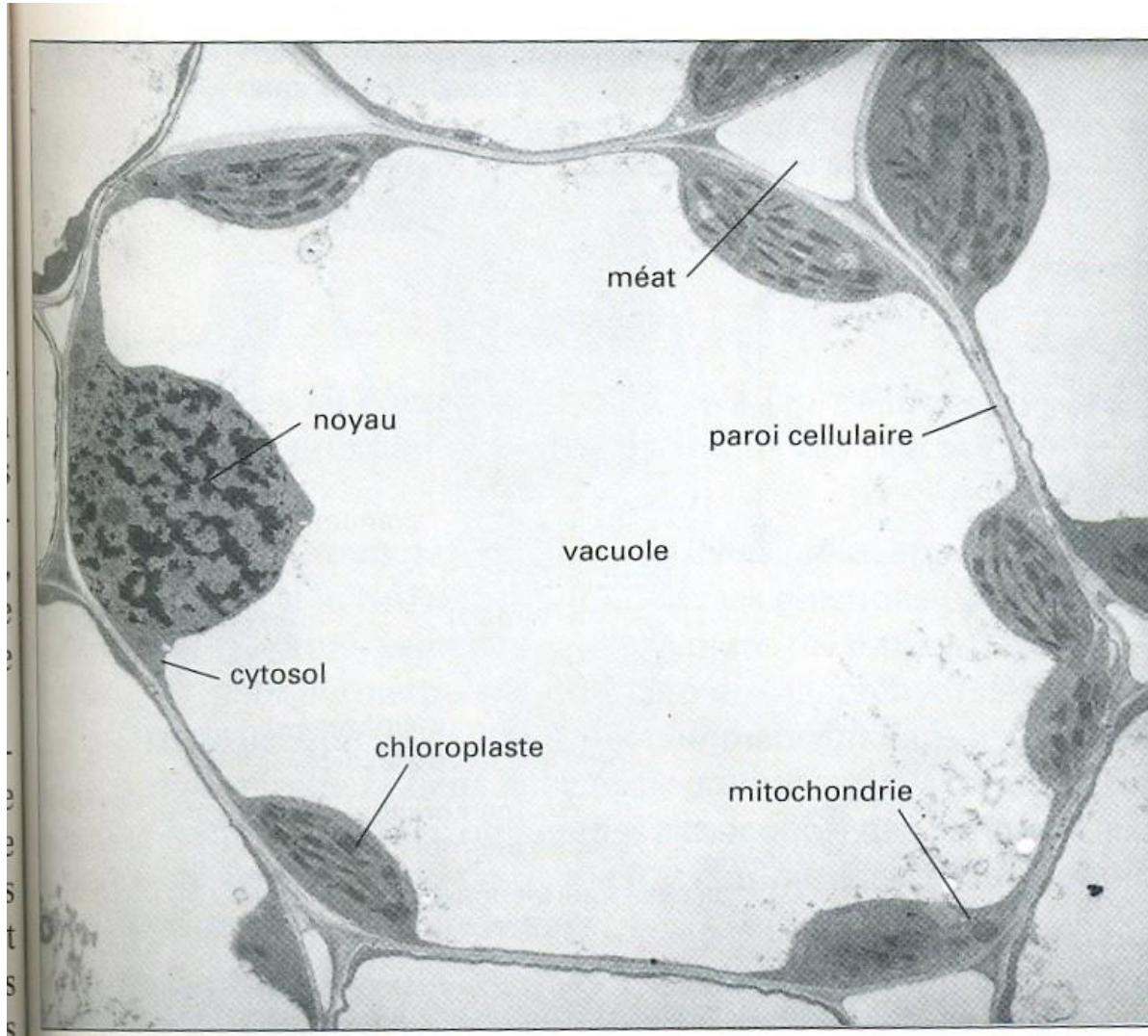
Épiderme
Tissu palissadique
Tissu lacuneux
Épiderme



Pour faciliter la « lecture » d'une photo :

- Légendes, attention à leur position
- Retracer les contours
- Titre
- Échelle : trait, (grossissement)
- Contextualiser : replacer l'image au microscope dans un contexte macroscopique ; ou présenter un schéma correspondant à ce qui est présenté sur la photo
- Faire une comparaison (serait utile pour les mycorhizes)
- Mettre des couleurs : soit couleurs naturelles, soit coloration de la lame mince, soit colorisation de la photo, soit technique particulière (fluorescence)

Didactiser la photographie suivante prise dans :
l'essentiel de la biologie cellulaire, Alberts pour une
activité de classe de seconde

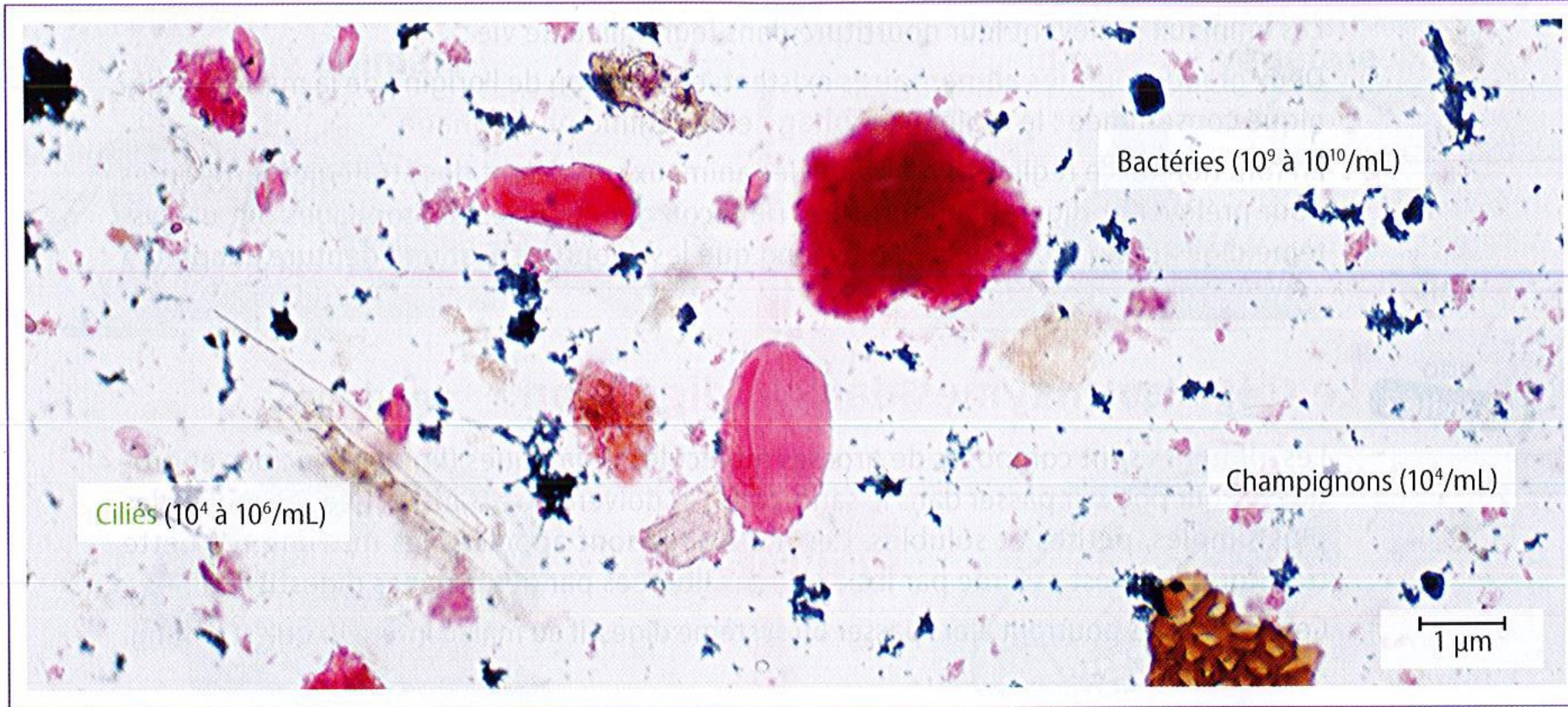


Cellule d'une
feuille de blé
(p.479)



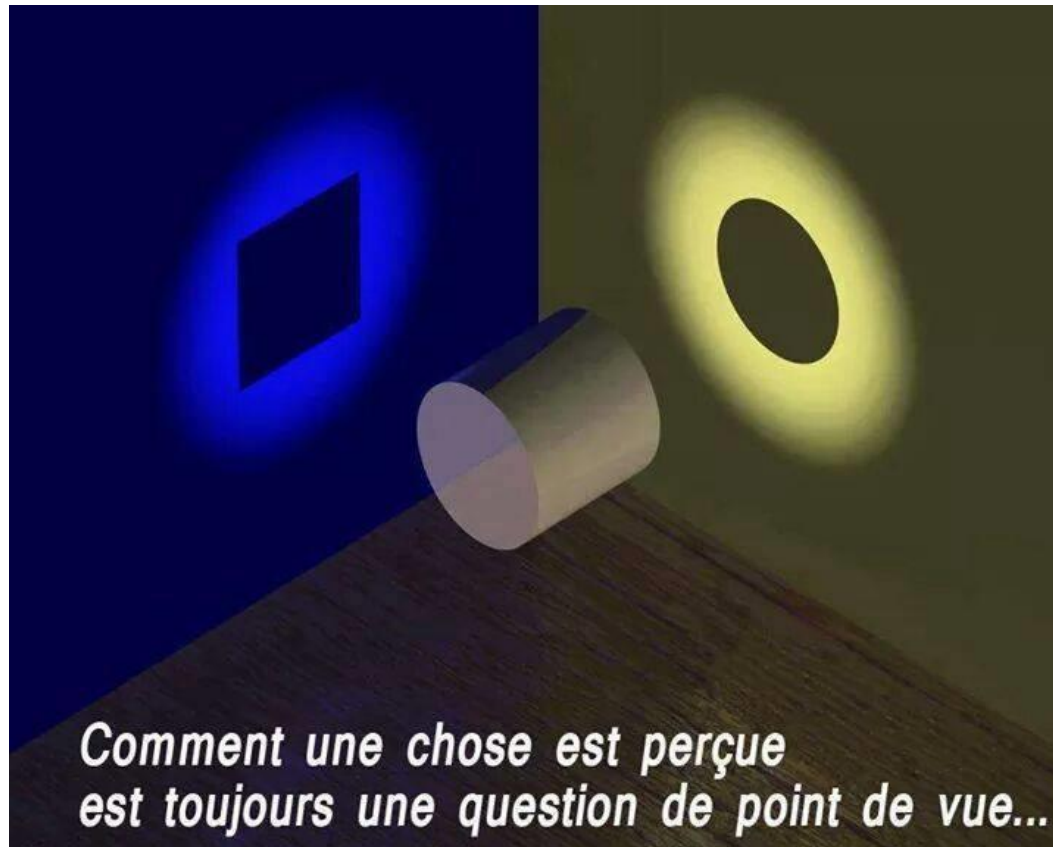
Didactiser la
photographie suivante
prise dans : *biologie*,
Campbell
pour une activité cycle 4
sur le devenir des
nutriments

Donner du sens à l'image



Doc. 1 Observation microscopique du **microbiote** présent dans le système digestif d'un termite, insecte ne se nourrissant quasiment que de bois

→ La photographie d'un objet n'est pas l'objet.
L'image reproduit la perception de l'objet sous
certaines conditions (point de vue par exemple)



Penser à différencier :

Les images « sources »

- Elles présentent du réel « directement ».
- Peuvent être obtenues avec des signaux visuels ou par des signaux physiques transformés ensuite en signaux visuels (exemple microscopie électronique, imagerie médicale ...)

Les images « retraitées »

- Obtenues à partir de modifications des images sources (fausses couleurs, suppression des artéfacts ...)

Les images de « figuration »

- Elles « figurent » des éléments du réel sans « détection » du réel.
- Ce sont des images de simulations, de modélisations, les schémas explicatifs ... à ne pas confondre avec du réel.

Photographie au MEB

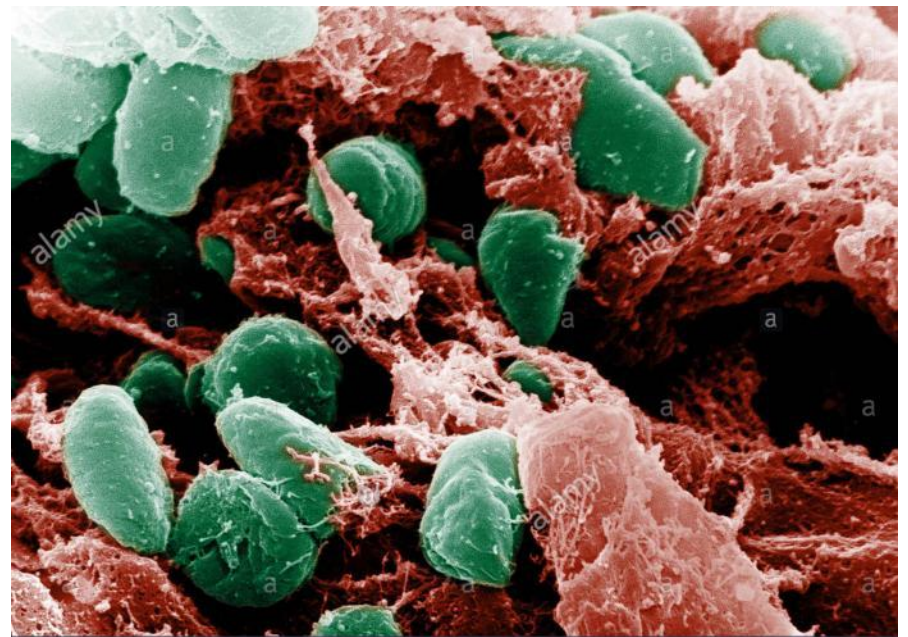


Bactérie
responsable
de la peste



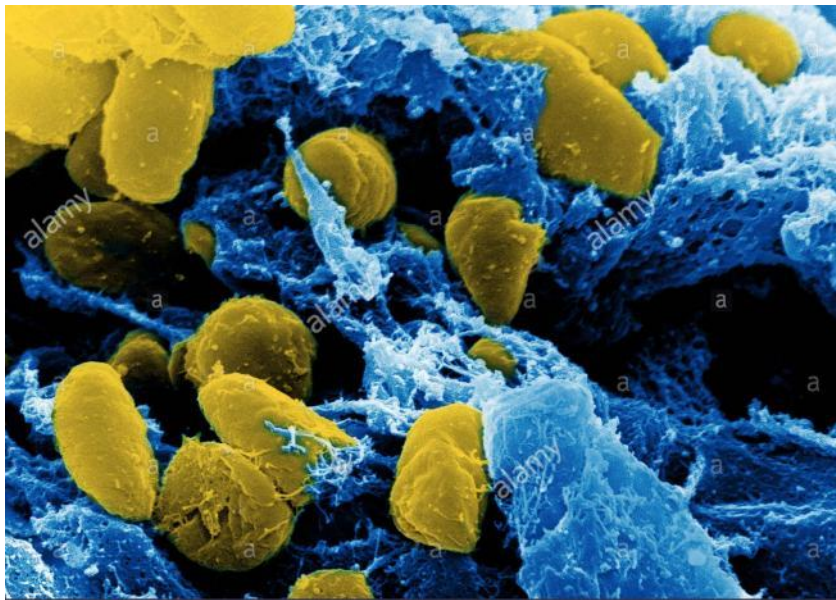
 alamy stock photo

BNDYJW
www.alamy.com



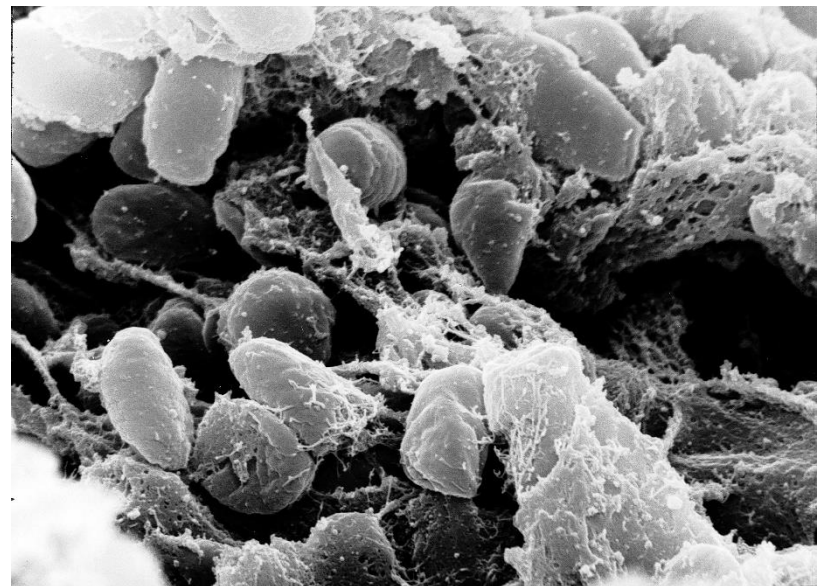
 alamy stock photo

HRUK81
www.alamy.com

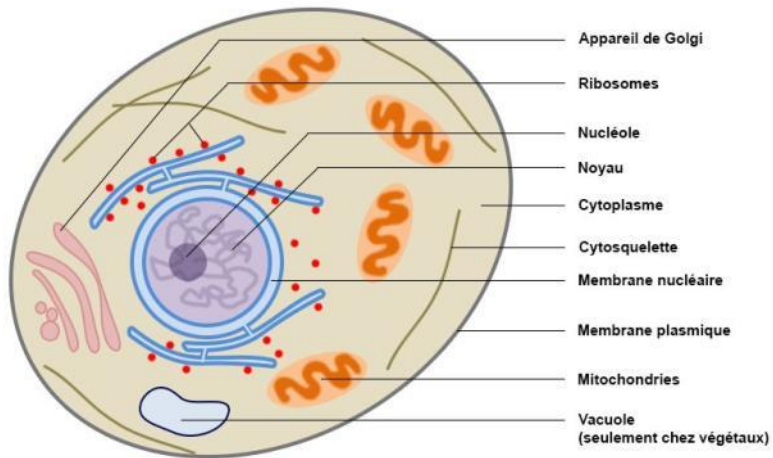


 alamy stock photo

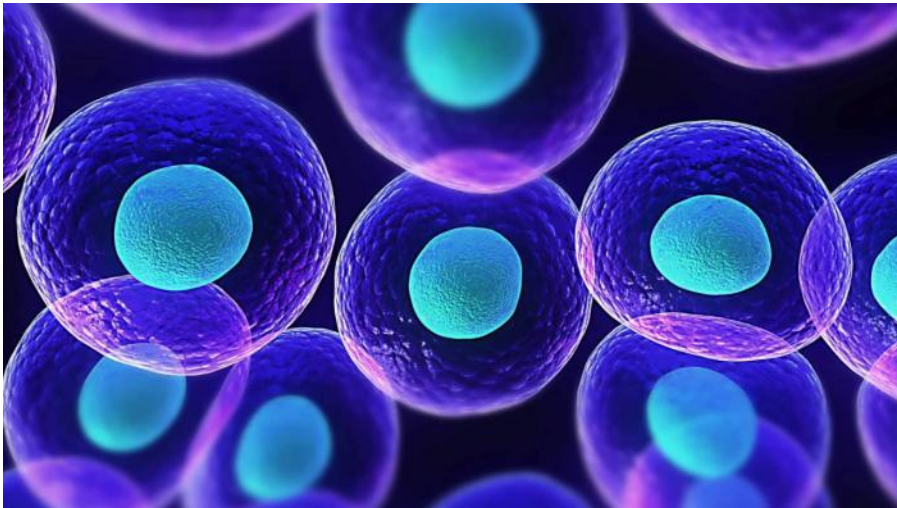
HRUK7Y
www.alamy.com



La cellule eucaryote Schéma simplifié



Un schéma eBiologie.fr



3^{ème} exemple : didactisation d'un texte historique (cycle 4) proposer un schéma et une / des questions pour accompagner le document



Au XVII^{ème} siècle, les scientifiques s'interrogent sur le mécanisme de la digestion. Une des théories de l'époque est celle de Giovanni BORELLI (1608-1672) pour qui la digestion serait un phénomène purement mécanique : les aliments seraient simplement broyés dans le tube digestif. Réaumur (1683-1757) ne croit pas à cette théorie. Il étudie la digestion sur des rapaces qui sont des oiseaux dont la particularité est de rejeter sous forme de pelote les parties de leurs proies qu'ils ne digèrent pas (plumes, os, poils...) Voici le récit d'une de ses expériences :

« Je plaçai dans un gros tube en fer blanc ouvert aux deux bouts, un morceau de viande. Le tube ainsi garni fut donné à une buse pour son premier déjeuner. Ce ne fut que le lendemain que je trouvai le tube qu'elle venait de rendre : il avait toute sa rondeur, on ne découvrait sur sa surface extérieure aucune trace de frottements. Le morceau de viande avait été réduit peut-être au quart de son premier volume ; ce qui en restait était couvert par une espèce de bouillie venue probablement de celles de ses parties qui avaient été dissoutes. »

Extrait de « Observations sur la digestion des oiseaux » de René-Antoine Ferchault de Réaumur (1752).

Extrait du programme de SVT – cycle 4

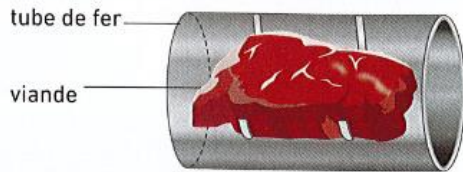
Le vivant et son évolution

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Relier les besoins en nutriments et dioxygène des cellules animales et le rôle des systèmes de transport dans l'organisme. - Nutrition et organisation fonctionnelle à l'échelle de l'organisme, des organes, des tissus et des cellules. - Nutrition et interactions avec des micro-organismes. Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne (CO₂, eau, sels minéraux et énergie lumineuse), les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante.	Ce thème se prête notamment : - à l'histoire des sciences, lorsque l'élève situe dans son contexte historique et technique l'évolution des connaissances sur la nutrition, la reproduction, la génétique ou l'évolution ; - aux observations à différentes échelles pour la constitution des organismes étudiés et la diversité du vivant (dont les bactéries, les champignons, les ciliés, etc.).

Exemples de didactisation de cette expérience dans des manuels de cycle 4 :
Quels sont les points communs de ces présentations et les choix différents selon les éditeurs ?

Bordas

Au début de l'expérience



Plus tard,
dans le tube digestif
de la buse



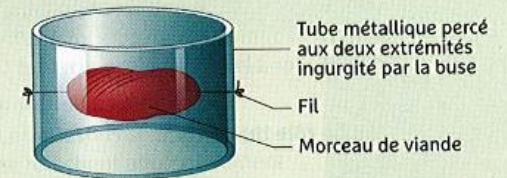
À la fin de l'expérience



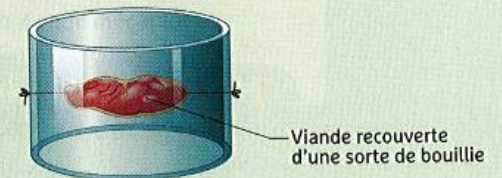
3 Une schématisation de l'expérience de Réaumur réalisée en 1752.

Belin

Au début de l'expérience



À la fin de l'expérience



1 L'expérience de René Antoine de Réaumur (1752).

Tube en fer
blanc intact

Introduction
du tube dans
le tube digestif

Tube en fer
blanc intact

Rejet du tube
par l'oiseau
12 à 24 h après

Morceau
de viande

Reste
de viande

Doc. 3 Le principe des travaux de Réaumur.

Le Livre Scolaire

4^{ème} exemple :

transposition d'un schéma (diagramme) issu
d'une publication scientifique pour des élèves
de cycle 4

Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 Years from the Vostok Ice Core, Antarctica

Petit, Jean-Robert & Jouzel, Jean & Dominique, Raynaud & I. Barkov, N & Barnola, J.-M & Basile, I & Bender, M & Chappellaz, Jérôme & Davis, M & Delaygue, G & Delmotte, Marc & Kotlyakov, VM & Legrand, M & Lipenkov, V & Lorius, C & Pepin, L & Ritz, Catherine & Saltzman, E & Stievenard, M. (1999).

Nature. 399. 429-436. 10.1038/20859.

Proposer une
présentation du
graphique de l'évolution
de la température en
fonction du temps pour
des élèves de cycle 4

Extrait du programme :
Les changements
climatiques passés (temps
géologiques) et actuels
(influence des activités
humaines sur le climat
notamment par l'émission
de gaz à effet de serre)

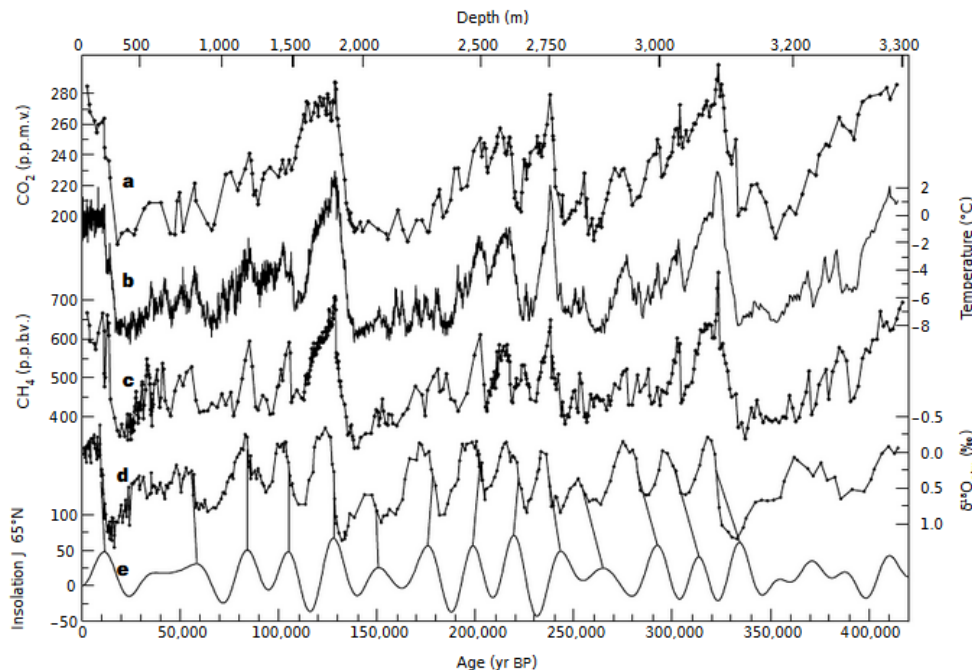


Figure 3 Vostok time series and insolation. Series with respect to time (GT4 timescale for ice on the lower axis, with indication of corresponding depths on the top axis) of: **a**, CO_2 ; **b**, isotopic temperature of the atmosphere (see text); **c**, CH_4 ; **d**, $\delta^{18}\text{O}_{\text{atm}}$; and **e**, mid-June insolation at 65°N (in Wm^{-2}) (ref. 3). CO_2 and CH_4 measurements have been performed using the methods and analytical procedures previously described^{5,9}. However, the CQ measuring system has been slightly modified in order to increase the sensitivity of the CQ detection. The thermal conductivity chromatographic detector has been replaced by a flame ionization detector which measures CO_2 after its transformation into CH_4 . The mean resolution of the CO_2 (CH_4) profile is about 1,500 (950) years. It goes up to about 6,000 years for CO_2 in the fractured zones and in the bottom part of the record, whereas the CH_4 time resolution ranges between a few tens of years to 4,500 years. The overall accuracy for CH_4 and CO_2 measurements are ± 20 p.p.b.v. and 2–3 p.p.m.v., respectively. No gravitational correction has been applied.

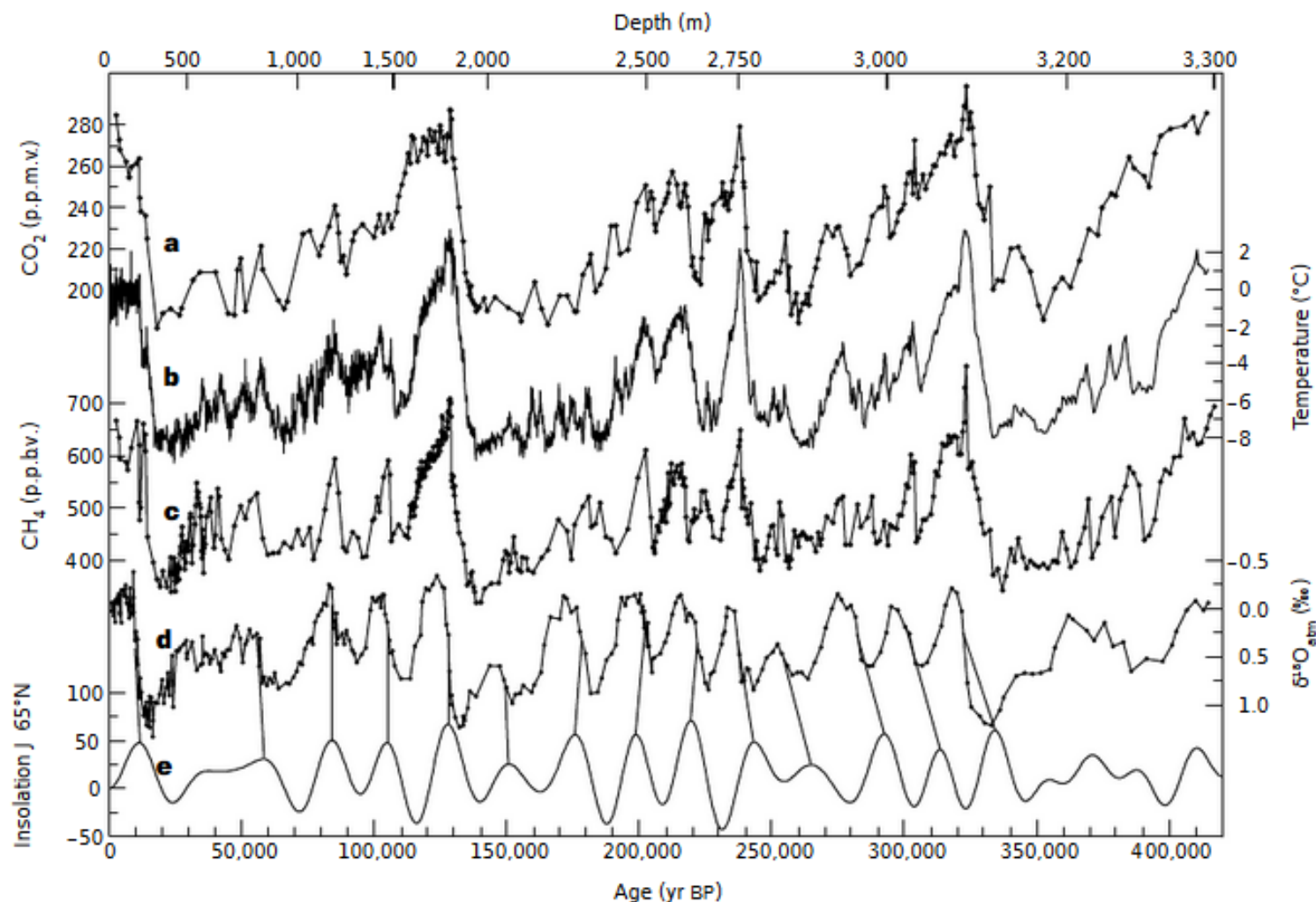


Figure 3 Vostok time series and insolation. Series with respect to time (GT4 timescale for ice on the lower axis, with indication of corresponding depths on the top axis) of: **a**, CO_2 ; **b**, isotopic temperature of the atmosphere (see text); **c**, CH_4 ; **d**, $\delta^{18}\text{O}_{\text{atm}}$; and **e**, mid-June insolation at 65°N (in Wm^{-2}) (ref. 3). CO_2 and CH_4 measurements have been performed using the methods and analytical procedures previously described^{5,9}. However, the CO_2 measuring system has been slightly modified in order to increase the sensitivity of the CO_2 detection. The

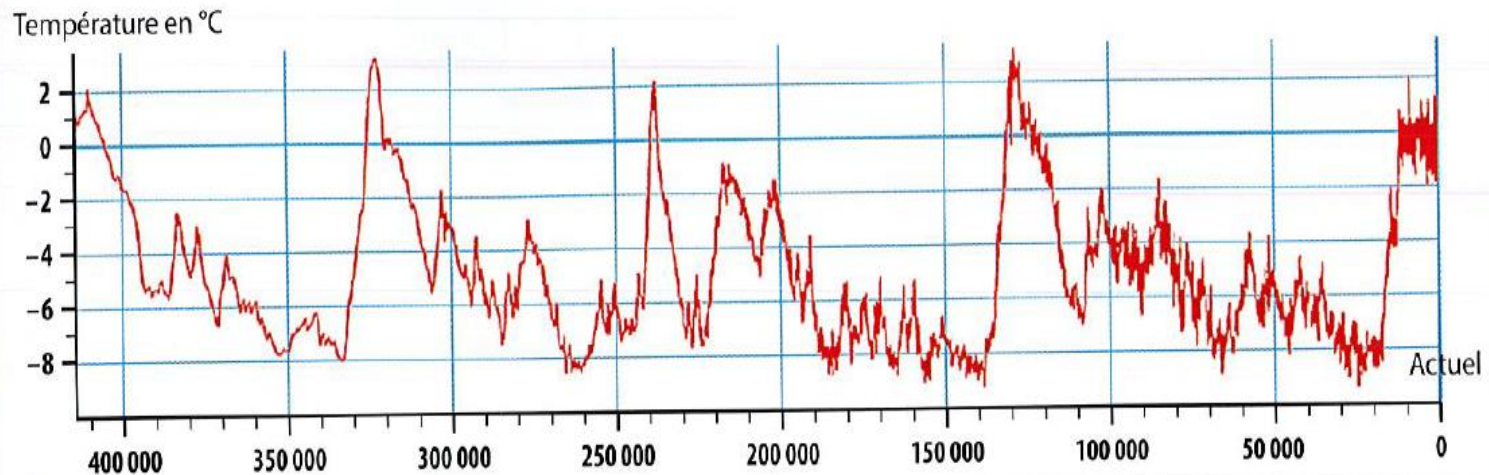
thermal conductivity chromatographic detector has been replaced by a flame ionization detector which measures CO_2 after its transformation into CH_4 . The mean resolution of the CO_2 (CH_4) profile is about 1,500 (950) years. It goes up to about 6,000 years for CO_2 in the fractured zones and in the bottom part of the record, whereas the CH_4 time resolution ranges between a few tens of years to 4,500 years. The overall accuracy for CH_4 and CO_2 measurements are ± 20 p.p.b.v. and 2–3 p.p.m.v., respectively. No gravitational correction has been applied.

Magnard cycle 4, 2017

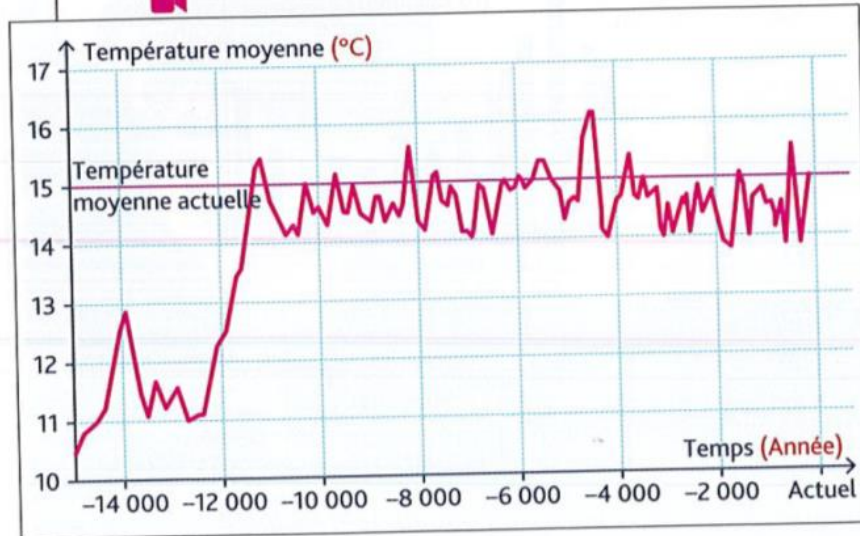
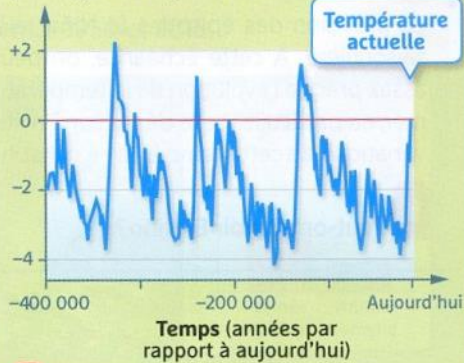
ANI

La théorie
astronomique
des climats

3 Variation de la température en Antarctique par rapport aux conditions actuelles



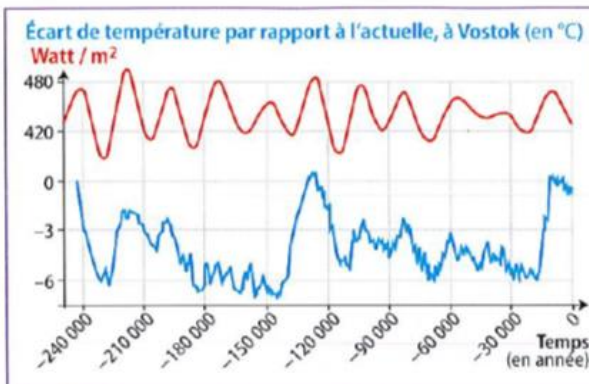
Cette variation des températures sur 410 000 ans a été reconstituée à partir de l'analyse des glaces des forages réalisés à la station Vostok en Antarctique. Des cycles de 100 000 et 40 000 ans apparaissent qui correspondent à des périodes glaciaires dont la conséquence est une diminution du niveau des océans. (Source : d'après J. R. Petit, J. Jouzel dans la *Revue Nature*, 3 juin 1999).

LA TEMPÉRATURE MOYENNE
DE LA TERRE DEPUIS 15 000 ANSSource : Petit et al., 1999, *Nature*Variation de température
par rapport à aujourd'hui (°C)

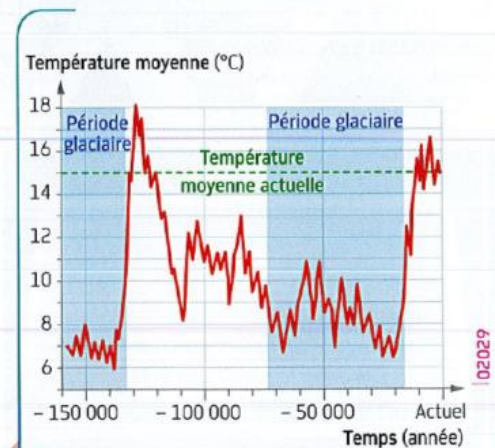
3 Évolution de la température moyenne de surface de la Terre depuis 420 000 ans. Cette courbe a été obtenue grâce à l'analyse de glaces très anciennes, prélevées en Antarctique. En effet, la composition chimique de la glace dépend de la température à laquelle elle s'est formée.

Didier 2017

Belin 2017



Doc. 1 Variation de la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre et température moyenne de la Terre par rapport à aujourd'hui

Hachette
2017

2 Évolution de la température moyenne à la surface de la Terre depuis 150 000 ans.

Hatier 2016