



HAL
open science

Le schéma scientifique au Cycle 3

Marie-Charlotte Oillic

► **To cite this version:**

| Marie-Charlotte Oillic. Le schéma scientifique au Cycle 3. Education. 2014. dumas-01141185

HAL Id: dumas-01141185

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01141185>

Submitted on 10 Apr 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ESPE de l'Académie de Nantes

Année 2013-2014

**Mémoire du Master 2 Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation
Spécialité Enseignement du Premier Degré**

Le schéma scientifique au Cycle 3

**Présenté et soutenu le 20 mai 2014.
Par Marie-Charlotte Oillac.**

Sous la direction d'Olivier Villeret.

Dans le cadre du séminaire : Sciences

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné (e)Marie - Charlotte Dillic.....
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

Signature :



Cet engagement de non plagiat doit être inséré en première page de tous les rapports, dossiers, mémoires.

Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Mr Olivier Villeret, qui m'a soutenue durant cette recherche et qui a orienté mes raisonnements.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

Introduction.....	6
I-Quelle est la différence entre dessin et schéma dans le domaine des sciences?...	7
A) Le dessin scientifique ou d'observation.....	7
1) Caractéristiques.....	7
2) Critères de réussite.....	7
3) Du réalisme intellectuel au réalisme visuel.....	8
B) Le schéma scientifique.....	9
1) Le schéma graphique iconique et le schéma graphique géométrique.....	9
2) Le schéma d'un dispositif inerte et le schéma d'un dispositif dynamique.....	12
3) Le schéma normalisé.....	13
II- Pourquoi travailler le schéma à l'école primaire ?.....	14
A) La construction de schémas travaille la capacité d'abstraction, qui répond à un besoin de conceptualisation	14
B) De la conceptualisation vers la modélisation.....	15
C) Les apports de la construction de schémas.....	16
1) En terme de compréhension.....	16
2) En terme de mémorisation.....	17
D) Le schéma : élément de communication scientifique.....	17
III-Etude comparative des schémas retrouvés dans les manuels scolaires.....	18
A) Un sujet de biologie : la nourriture et la respiration du fœtus.....	19
1) Présentation des schémas étudiés.....	20
2) Etude comparée.....	21
B) Un sujet d'astronomie : la durée du jour et son changement au cours des saisons.....	23
1) Présentation des schémas étudiés.....	23
2) Etude comparée.....	24
IV) Méthodologie.....	27
A) Contextualisation de l'expérimentation.....	27
B) Objectifs de l'expérimentation.....	27
C) Les différentes phases : présentation et résultats.....	28
1) Phase 1 : comprendre la différence entre dessin scientifique et schéma scientifique.....	28
2) Phase 2 : comprendre l'intérêt du schéma scientifique.....	31
3) Phase 3 : construire les caractéristiques du schéma scientifique.....	34
4) Phase 4 : vers le schéma normalisé.....	37
Conclusion.....	39
Bibliographie	40
Annexe 1 : Calmettes, B. et al. (2003). Sciences expérimentales et Technologie, CM2. Paris, France : Bordas, p.47.....	43
Annexe 2 : Guichard J. et al. (2010). Sciences expérimentales et Technologie, Cycle 3. Paris, France : Hachette Livre, p.131.....	44
Annexe 3 : Rolando, J-M. et al. (2010). Sciences, Cycle 3, 64 enquêtes pour comprendre le monde. Paris, France : Magnard, p.53.....	45
Annexe 4 : Giordan, A. et al. (2008). Toutes les Sciences, Cycle 3. Paris, France : Nathan, p.197.....	46

Annexe 5 : Calmettes, B. et al. (2003). Sciences expérimentales et Technologie, CM2. Paris, France : Bordas, p. 67.....	47
Annexe 6 : Giordan, A. et al. (2008). Toutes les Sciences, Cycle 3. Paris, France : Nathan, p.40.....	48
Annexe 7.....	49
Annexe 8.....	51
Annexe 9.....	52
Annexe 10 : schéma 1 construit par le groupe 1 et lu par le groupe 2	54
Annexe 11 : schéma 5 construit par le groupe 5 et lu par le groupe 1	55

Introduction

Au cours de mon cursus scientifique, le schéma a rapidement fait partie intégrante de mes processus d'apprentissage. En effet, l'apport d'informations scientifiques parfois dense m'a poussée à rechercher des procédures qui me permettaient d'optimiser leur mémorisation. Le schéma est alors apparu comme un outil idéal. J'ai été confrontée pour la première fois à ce type de support visuel dans les manuels et les cours proposés, et je me suis aperçue qu'il contenait une grande quantité d'informations, de manière explicite mais condensée. Je l'ai donc utilisé dans un premier temps comme simple outil mnémotechnique. Cependant, au fur et à mesure que je construisais des schémas, j'ai perçu toutes les compétences qu'ils pouvaient développer. Leur élaboration apprend à sélectionner les informations et à les mettre en valeur. Elle accroît la capacité d'abstraction et de modélisation. Le schéma est donc un outil d'apprentissage aux apports multiples, notamment dans le domaine des sciences, qu'il convient d'aborder au plus tôt. Son approche me semble appropriée au cycle 3. Les élèves sont alors capables de répondre à des exigences en terme de critères de réalisation, et surtout de faire appel à des capacités d'abstraction. Le thème de mon mémoire portera donc sur le schéma scientifique au cycle 3.

On peut remarquer que l'enseignement des sciences, quel que soit le niveau, s'appuie constamment sur l'image : il suffit de parcourir les différents types de manuels mis à disposition pour s'en apercevoir. Les sciences peuvent difficilement se séparer d'un support visuel : photographies, dessins, schémas... Il est donc indispensable, pour aborder les sciences et les comprendre, de savoir distinguer ces différents types de supports, et d'avoir des outils pour les lire correctement. Or, le meilleur moyen d'aborder un support visuel est de connaître ses critères de construction et ses objectifs. Il paraît donc important, très rapidement, de sensibiliser les élèves aux différences qui existent entre dessin scientifique et schéma, d'autant plus que les manuels présentent un grand nombre de supports visuels intermédiaires, qui mélangent les critères de construction des deux types. La distinction se fera donc selon une progression logique, du dessin vers le schéma, et amène la question suivante :

Comment passer du dessin au schéma dans le domaine des sciences au cycle 3 ?

I-Quelle est la différence entre dessin et schéma dans le domaine des sciences?

A) Le dessin scientifique ou d'observation

1) Caractéristiques

Le dessin scientifique ou dessin d'observation est un dessin représentatif. En ce sens, il doit représenter la réalité de la manière la plus exacte et la plus précise possible (Chantal, 2010)¹. Il s'agit là de sa seule intention : le dessin scientifique est neutre et objectif. Il se réalise selon un point de vue fixe (Quagliozi, s.d.)². Le dessin d'observation respecte les proportions et emploie des techniques de perspective avec des effets de profondeur notamment. Il s'inscrit dans une démarche d'observation : il impose un va et vient continu entre l'observation et la représentation. Ce va et vient nécessite la mémorisation des éléments observés : il en résulte un affinement de l'observation. Il peut venir compléter (voire remplacer si le vocabulaire manque) une description orale ou écrite d'un objet. Ce dessin objectif comporte des informations scientifiques, figurées sous forme de légendes. En acquérant ce processus de représentation, il est plus aisé de comprendre et repérer les informations présentes sur un dessin scientifique réalisé par une autre personne, et notamment les dessins scientifiques des manuels scolaires.

On peut remarquer qu'un dessin scientifique peut être plus ou moins détaillé : lorsque le niveau de détail est moins élevé, on parle de croquis ou dessin simplifié. C'est à l'enseignant de définir le niveau attendu.

2) Critères de réussite

Le dessin scientifique répond à des exigences précises. La feuille peut être organisée de différentes manières, mais l'organisation la plus retrouvée au collège (et donc celle que l'on privilégiera à l'école élémentaire) est la suivante. Quatre marges de même largeur sont tracées sur la

¹Chantal, M. (2010). Représenter à l'école : dessin ou schéma ? [pdf]. (p.2) Repéré à <http://lewebpedagogique.com/sciencesalecole/files/Du-dessin-au-sch%C3%A9ma-%C3%A0-%C3%A9cole-primaire1.pdf>

²Quagliozi, A. (s.d.). Le dessin d'observation et le schéma [.doc]. (p.1) Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yKbnRaR019sJ:www.ien-ermont-eaubonne.ac-versailles.fr/IMG/doc/Le_dessin_d_observation_et_le_schema.doc+d%C3%A9finition+sch%C3%A9ma+scientifique&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEEsJ7lFmfduzTpwVWucmH6aKyDNYj8-f_rcJSKX_MrgPonqvcKLRDXUBOGxuoCunHANtCe_8DhBMHUEduD80Lsin5SXZF7tgxE7FKp64GOISXaFWGaW24SiYSZFfw9myptCv_visn&sig=AHIEtbQ4D7dadGKk3vrstAbn3oOPQLF30A

feuille : une en haut, une en bas, et une sur chaque côté. Le titre est écrit au crayon à papier et souligné. Il est placé dans la marge du haut, de manière centrée par rapport aux marges des deux côtés. On indiquera entre parenthèses la vue employée : vue de face, de profil... Les marges des côtés sont l'espace réservé à l'inscription des légendes, également écrites au crayon à papier. Elles ne doivent pas comporter d'articles et sont à l'extrémité de traits tracés à la règle, horizontaux, et ne se croisant pas. Ces traits se terminent par une flèche qui désigne précisément un élément du dessin. Enfin, le carré engendré par la marge droite et la marge du bas comporte l'échelle de la représentation. Le dessin scientifique doit être centré et prendre un maximum d'espace sur la feuille (l'échelle doit être adaptée). Il est entièrement réalisé au crayon à papier, avec des traits continus.

3) Du réalisme intellectuel au réalisme visuel

Comme vu précédemment, le dessin scientifique ou dessin d'observation est un dessin représentatif. Il est donc réaliste. Mais de quelle réalisme parlons-nous ? Il semble intéressant de se pencher sur cette question, et notamment de distinguer deux types de réalisme : le réalisme intellectuel et le réalisme visuel.

Selon Billeaud & Dolbecq (2005)¹ et Jonckheere (s.d.)², après un stade de "gribouillage" (à partir de l'âge de 1 an), au cours duquel seul le plaisir du geste prime, suivi d'un "stade de réalisme fortuit" où l'enfant se rend compte après coup que les lignes qu'il a tracées peuvent ressembler à un objet réel, apparaît le stade du réalisme intellectuel (à partir de l'âge de 4 ans). A partir de ce stade, le dessin est envisagé comme un projet par l'enfant. Il sait à l'avance ce qu'il veut représenter, et tient à être réaliste. Il ne s'agit cependant pas d'un réalisme au sens où nous l'entendons. Nous évaluons le réalisme d'un dessin d'un point de vue visuel : plus le dessin se rapproche d'une photographie, prise d'un point fixe, plus nous le considérons comme réaliste. Pour l'enfant le réalisme recherché est un "réalisme intellectuel" : il ne représente pas l'objet d'un point de vue fixe, mais représente tout ce qu'il connaît de l'objet. Ce réalisme intellectuel peut être retrouvé jusqu'à l'âge de 8/10 ans chez certains enfants. Il peut donc constituer une difficulté lorsque le dessin scientifique sera abordé. L'élève pourrait en effet être tenter de représenter sur un même dessin toutes les connaissances qu'il a accumulé sur un organisme ou un objet. Il faudra alors bien préciser que le dessin scientifique doit être fait en gardant toujours le même point de vue, et en ne dessinant

¹ Dolbecq, J. & Billeaud, E. (2005). *Le dessin d'enfant* [pdf]. (p.2 à 9) Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:UDbip-xUka8J:www.info.univ-angers.fr/~richer/ens/l3sen/dossier/le_dessin_d_enfant.doc+le+dessin+symbolique+et+le+dessin+repr%C3%A9sentatif&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEESho7Fjab-lzmg65cfz7Piy9W2Lisom_fuKG-fxGIsojhFvNlaIGu9myOfBHqvSmbpNnQD-dsSBNRRuPqepqoMiF8UJaiURtSeFo6Ub5CfSAfvJ92mXAxN9qjzyxbRFRfxaj2jvv&sig=AHIEtbTlrlQ9IxOEkUWWZPFCIM8UoTOYw

² Jonckheere, S. (s.d.). *L'approche du dessin chez l'enfant maltraité* [pdf]. (p.1 à 2) Repéré à http://www.one.be/fileadmin/user_upload/one_brochures/DIREM/Diagnostic_de_la_maltraitance/direm_31.pdf

que ce que l'on voit.

B) Le schéma scientifique

Contrairement au dessin scientifique, le schéma n'a pas pour vocation de représenter la réalité de manière la plus exacte possible. Il va au contraire sélectionner certaines informations dans un but d'explicitation. Il existe différents types de schémas scientifiques, qui présentent des caractéristiques et des critères de réussite propres, et qui mettent en jeu des processus différents.

1) Le schéma graphique iconique et le schéma graphique géométrique

On distingue deux types de schémas scientifiques selon Estivals (2003)¹ : le "schéma graphique iconique" et le "schéma graphique géométrique". Le schéma graphique iconique conserve des liens plus ou moins forts avec le figuratif. Pour cela, il s'appuie sur une représentation simplifiée des objets avec des contours reconnaissables et/ou des dimensions proportionnelles à celles de la réalité. Le schéma graphique géométrique, quant à lui, est totalement coupé du figuratif. Les contours et les dimensions des objets représentés n'ont aucun lien avec la réalité. On peut remarquer que certains schémas peuvent comporter des parties graphiques iconiques associées à des parties graphiques géométriques.

- **Le schéma graphique iconique**

- Caractéristiques

Le schéma graphique iconique a pour support une image visuelle. C'est une figuration réalisée sans perspective, le plus souvent en coupe, avec un souci de clarté et de lisibilité pour le lecteur. Le schéma se réapproprie la réalité, qu'il retranscrit de manière codée. Il peut faire appel à deux types de codages : le codage graphique et le codage chromatique (Quagliozi, s.d.)². Le "codage graphique" regroupe la représentation simplifiée des différents objets et les signes graphiques comme les flèches. Le "codage chromatique" s'appuie sur l'utilisation de différentes

¹Estivals, R. (2003). *Théorie générale de la schématisation 2 : sémiotique du schéma*. Paris, France : L'Harmattan (p.137)

²Quagliozi, A. (s.d.). Le dessin d'observation et le schéma [doc]. (p.2) Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yKbnRaR019sJ:www.iem-ermont-ebaubonne.ac-versailles.fr/IMG/doc/Le_dessin_d_observation_et_le_schema.doc-d%C3%A9finition+sch%C3%A9ma+scientifique&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEEsJ7lFmfduzTpwVWucmH6aKyDNYj8-f_rcJSKX_MrgPonqvcKLRDXUBOGxuoCunHANtCe_8DhBMHUEduD80Lsin5SXZF7tgxE7FKp64GOISXaFWGaW24SiYSZF1w9myptCv_visn&sig=AHIEtbQ4D7dadGKk3vrstAbn3oOPQLf30A

couleurs : le schéma, contrairement au dessin scientifique, ne se réalise pas forcément entièrement au crayon à papier. Ce deuxième type de codage peut également s'appuyer sur des effets de dégradés, obtenus sans utiliser la couleur, avec des hachures par exemple.

On peut remarquer qu'il existe différents niveaux de schématisation, du niveau le proche de la figuration au niveau le plus éloigné.

➤ Critères de réussite

Le schéma graphique iconique doit être centré sur la feuille et occuper judicieusement l'espace disponible : les différentes parties du schéma doivent être dans les mêmes proportions et visibles de manière égale. Il comporte un titre précis écrit au crayon à papier et souligné. Les traits sont réalisés à la règle. Les objets représentés de manière simplifiée doivent être reconnaissables et présenter une proportionnalité avec les dimensions du réel. Les codages graphiques et chromatiques doivent être pertinents : un espace est prévu sur les côtés du schéma pour les légenter. Les légendes des différents objets sont précises et placées à l'extrémité de traits tracés à la règle, horizontaux, et ne se croisant pas. Ces traits se terminent par une flèche qui désigne précisément l'objet. Enfin, les légendes des signes graphiques (flèches...) peuvent être indiquées sur le côté du schéma ou directement sur le schéma, au dessus du signe.

• **Le schéma graphique géométrique**

➤ Caractéristiques

Le schéma graphique géométrique peut avoir pour support une image visuelle ou une image mentale.

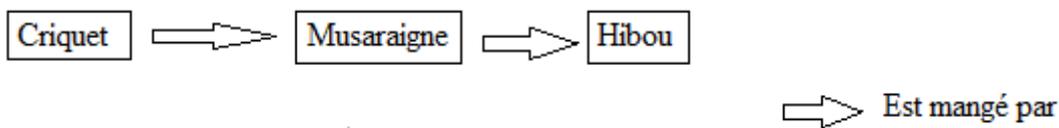
Dans le premier cas, le codage graphique, en plus des signes graphiques (flèches...), comprend des systèmes géométriques (cadres, cercles...) qui remplacent la représentation simplifiée des objets. A un système géométrique est associé un objet physique. Les contours des objets ne sont plus reconnaissables, et ne répondent plus à une proportionnalité avec les dimensions du réel.

Dans le second cas, le codage graphique, en plus de signes graphiques (flèches...), comprend des systèmes géométriques qui ne sont plus rattachés à des objets physiques. Ils servent à organiser une idée ou une connaissance abstraite. Les systèmes géométriques sont choisis de manière arbitraire, dans un souci de hiérarchiser, structurer cette pensée. A un système géométrique

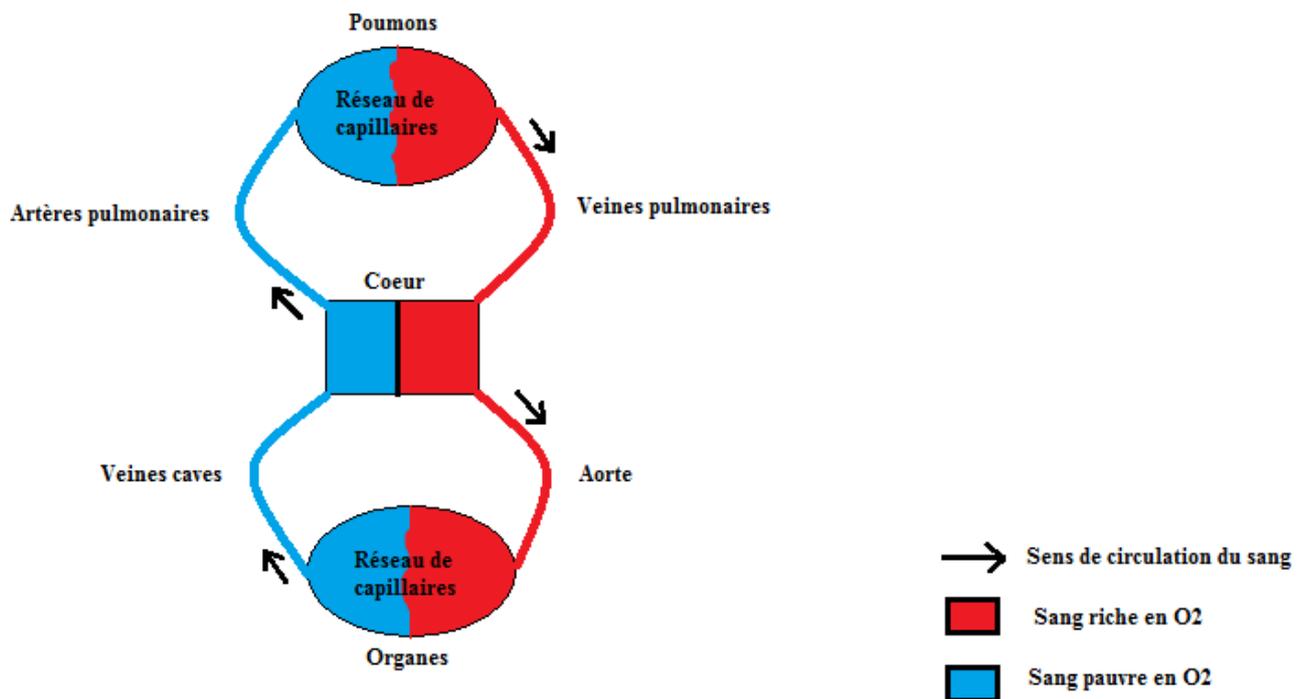
est associée une partie de cette pensée. C'est le cas des organigrammes par exemple. Le schéma peut également entièrement s'appuyer sur des signes graphiques (flèches, courbes, points...) : les graphiques, diagrammes...répondent à cette description.

Dans tous les cas, l'utilisation de couleur est possible, pour une mise en relief ou en tant que codage chromatique.

Exemple de schéma graphique géométrique ayant pour support une image mentale : schéma d'une chaîne alimentaire



Exemple de schéma graphique géométrique ayant pour support une image visuelle : schéma de la circulation sanguine



➤ Critères de réussite

Tout comme le schéma graphique iconique, le schéma graphique géométrique doit être

centré sur la feuille et occuper judicieusement l'espace disponible : les différentes parties doivent être visibles de manière égale. Il comporte un titre précis et des traits réalisés à la règle. Pour ce type de schéma, chaque objet (si le schéma s'appuie sur une image visuelle) ou chaque partie de la pensée (si le schéma s'appuie sur une image mentale) est représenté par un système géométrique : la légende consistera à inscrire le nom de l'objet physique ou abstrait à l'intérieur du système. Les légendes des signes graphiques (flèches...) peuvent être indiquées sur le côté du schéma ou directement sur le schéma, au dessus du signe.

Les schémas qui s'appuient entièrement sur des signes graphiques (graphiques, diagrammes...), doivent être entièrement réalisés au crayon à papier. Les axes des abscisses et des ordonnées doivent être légendés, et doivent présenter une échelle adaptée permettant précision et lisibilité. Dans tous les cas, le codage chromatique devra être légendé dans l'espace prévu à cet effet.

On peut remarquer que cette typologie permet de définir différents niveaux de simplification et d'abstraction. La tentative de simplification, d'abstraction s'applique d'abord à des objets physiques : elle débute par le schéma graphique iconique (avec ces différents degrés de proximité avec la réalité) pour aller vers le schéma graphique géométrique. Lorsque la capacité d'abstraction d'objets physiques sous forme de schémas graphiques géométriques est maîtrisée, le niveau supérieur d'abstraction est une application aux objets abstraits.

2) Le schéma d'un dispositif inerte et le schéma d'un dispositif dynamique

- **Le schéma d'un dispositif inerte**

En sciences, le schéma d'un dispositif inerte peut être celui d'un dispositif expérimental par exemple. Il s'agit de représenter le dispositif de manière la plus simple possible. Pour cela, le dispositif est représenté d'un point de vue fixe (généralement de face ou de haut) et les objets qui le composent doivent être disposés convenablement les uns par rapport aux autres selon l'Equipe SVT Lycée Guy de Maupassant de Fécamp (s.d.)¹. Les détails qui ne participent pas à la compréhension du montage sont supprimés. Une attention particulière est accordée aux points de contact entre les différents matériels. Ce type de schéma utilise en priorité la représentation simplifiée des objets et/ou les systèmes géométriques. Il peut également utiliser la couleur : il s'agira cependant

¹ Equipe SVT Lycée Guy de Maupassant de Fécamp. (s.d.). Fiche méthodologique N°8 Schématiser un dispositif expérimental [pdf]. Repéré à <http://ddata.over-blog.com/xxxyyy/1/53/83/36/methodo/8.Schematiseruneexp.pdf>

davantage d'une mise en relief que d'un codage chromatique.

- **Le schéma d'un dispositif dynamique**

Le schéma d'un dispositif dynamique est plus complexe : il s'agit de représenter un dispositif qui évolue dans le temps. Il fait appel à un degré de conceptualisation plus élevé que pour le schéma d'un dispositif inerte. C'est un schéma fonctionnel : il rend compte des relations entre les différentes parties du dispositif, qui agissent les unes sur les autres. En sciences, les schémas d'une expérience en cours, d'une fonction biologique, d'un dispositif mécanique... peuvent rentrer dans cette catégorie. Alors que le schéma d'un dispositif inerte s'appuyait essentiellement sur une représentation simplifiée des objets et/ou les systèmes géométriques, le schéma d'un dispositif dynamique privilégie également les signes graphiques (flèches...) et le codage chromatique. En effet, c'est à l'aide de signes graphiques et de couleurs que les relations de cause à effet entre les différentes parties du dispositif peuvent être le mieux représentées.

3) Le schéma normalisé

Le schéma scientifique est propre à celui qui le construit. Il existe, pour représenter un dispositif inerte ou dynamique, une multitude de possibilités. Le schéma est le résultat de plusieurs choix : choix des informations ; choix du niveau de schématisation, des simplifications quant à la représentation des différentes parties ; choix des codages graphiques et chromatiques. Un même dispositif peut donc être représenté par différents schémas, aussi corrects les uns que les autres. Cependant, il est possible que certaines simplifications et codages ne soit pas interprétés de la même manière selon le lecteur. Le schéma pourra donc être compris différemment en fonction des personnes. Comment y remédier ? Le schéma normalisé a pour vocation d'éviter ces variations d'interprétation. Iconique ou géométrique, il est le fruit d'un choix, pour un domaine, de codages particuliers qui vont être fixés. Tous les schémas dits normalisés doivent être construits selon ces codes. Pour le domaine de l'électricité par exemple, il existe un codage graphique normalisé : chaque objet (pile, lampe...) est représenté par un symbole, et le sens du courant est indiqué de la borne positive à la borne négative (sens conventionnel) à l'extérieur du générateur par une flèche rouge (Collège Gustave Flaubert de Pont l'Evêque, s.d.)¹.

¹ Collège Gustave Flaubert de Pont l'Evêque (s.d.) Le courant électrique [pdf]. (p.7) Repéré à <http://lcs.flaubert.clg14.ac-caen.fr/~lebons/5e/E1/E1.pdf>

II- Pourquoi travailler le schéma à l'école primaire ?

Le schéma peut devenir un outil seulement si on apprend à le construire : Gouanelle & Schneeberger (1996)¹ parlent de "dialectique apprentissage de l'outil / outil d'apprentissage". Le schéma va faire appel à la capacité d'abstraction, dans un but de conceptualisation. Il va permettre la modélisation, et optimiser la compréhension et la mémorisation.

A) La construction de schémas travaille la capacité d'abstraction, qui répond à un besoin de conceptualisation

La première difficulté auquel les élèves vont être confrontés est de comprendre que le schéma n'a pas pour vocation de figurer la réalité de manière la plus exacte possible. Le schéma développe la capacité d'abstraction, la capacité à se détacher du figuratif (Chantal, 2010)². Cette capacité permet d'accepter de faire des choix sur ce que l'on va représenter. En ce sens, dès le début de sa construction, le schéma pose la question suivante : que veut-on montrer ? Par cette question, la dimension explicative du schéma est sous-entendue : le schéma n'est pas objectif, il présente "une intention" (Langellier, 2004)³. Ainsi, si le travail préalable à la production du dessin scientifique ou du schéma est une observation minutieuse, il est accompagné d'une réflexion sur l'observation dans le deuxième cas.

Cette réflexion doit débiter, de manière prioritaire, par la détermination de l'intention qui motive l'élève à construire le schéma. En effet, il paraît impossible de développer une compétence en matière de simplification et de sélection des informations, si l'on ne travaille pas au préalable la capacité à déterminer quelles intentions motivent la construction du schéma. C'est à partir de l'intention qu'il est possible de sélectionner les informations qui vont la traduire. Ainsi, si on demande à un élève de schématiser un insecte, en lui présentant la schéma seulement comme une simplification de la réalité, le choix des informations à garder et à omettre est arbitraire, et généralement ce sont les petits éléments qui sont considérés comme des détails : on peut alors voir la suppression des pattes... Or, lorsque l'on demande le schéma d'un insecte, on demande en réalité sa définition générale : ce n'est qu'un fois que l'on comprend cette intention qu'il paraît impossible

¹Gouanelle, C., Schneeberger, P. (1996). Utilisation de schémas dans l'apprentissage de la biologie à l'école : la reproduction humaine. *Aster*, (22), 57-86. (p.58) Repéré à <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8541>

²Chantal, M. (2010). Représenter à l'école : dessin ou schéma ? [pdf]. (p.2) Repéré à <http://lewebpedagogique.com/sciencesalecole/files/Du-dessin-au-sch%C3%A9ma-%C3%A0-l%C3%A9cole-primaire1.pdf>

³Langellier, B. (2004). Quelle différence entre schéma et dessin? [forum]. Repéré à <http://www.fondation-lamap.org/fr/topic/13497>

de supprimer les pattes. Cette définition au sens large de l'insecte peut être assimilée à un concept. Ainsi, la sélection d'informations, l'abstraction, ne se fait pas au hasard : elle répond au besoin de construire un concept. Les informations sélectionnées ont un caractère signifiant. S'entraîner à déterminer l'intention qui motive le schéma, s'entraîner à construire des définitions larges, c'est donc s'entraîner à conceptualiser.

On peut remarquer qu'à l'école primaire, l'abstraction et la conceptualisation ne peuvent s'appliquer qu'à des objets physiques. Pour un même concept, le niveau d'abstraction augmente progressivement, en se détachant de plus en plus de la réalité. Ce travail d'abstraction débute donc avec la construction de schémas graphiques iconiques, qui, en s'éloignant petit à petit du figuratif, tend vers la construction de schémas graphiques géométriques.

B) De la conceptualisation vers la modélisation

Une fois qu'un concept est construit, il peut donc être figuré par un schéma, sur lequel il est possible de raisonner. Pour cela, il est nécessaire d'accepter que ce schéma remplace la réalité sans la fausser. Cette démarche s'appelle la modélisation. La modélisation permet d'admettre que l'ensemble du raisonnement que l'on peut faire à partir du schéma d'un élément physique est applicable à cet élément physique. Par exemple, si le schéma de la circulation sanguine permet de représenter le sens de circulation du sang, cette représentation n'est intéressante que si on admet que ce sens est le même dans le corps. Ainsi, la capacité de conceptualiser ne va pas forcément de pair avec celle de modéliser. Il est possible pour certains élèves d'être capables de conceptualiser et de figurer leur concept sous la forme d'un schéma, sans accepter que le raisonnement sur le schéma a la même valeur que le raisonnement sur l'élément réel. Le schéma est alors envisagé comme une simplification de la réalité qui permet de s'accorder sur une définition générale de l'élément physique, mais aucun lien n'est établi entre le raisonnement sur ce schéma et le raisonnement sur l'élément réel. Ils sont envisagés de manière séparée. C'est particulièrement vrai lorsque le schéma, le support permettant la modélisation est fourni à l'élève. En effet, pour celui qui construit le schéma, la possibilité de modélisation paraît évidente : tout au long de la construction, les choix de simplification ont été opérés en fonction du raisonnement ultérieur. Le schéma présente toutes les propriétés qui interviennent dans ce raisonnement et est exempt de celles qui n'y participent pas. La modélisation apparaît donc comme possible, et une même valeur est accordée au raisonnement sur le schéma et au raisonnement sur l'élément réel.

Ainsi, il est possible de passer efficacement de la conceptualisation à la modélisation à une

seule condition, celle de construire le schéma soi-même. Afin que le schéma soit un véritable apport, afin qu'il soit compris et qu'un travail de réflexion puisse être opéré dessus, l'élève devra aborder chaque étape de sa construction, avec des retours constants à la réalité. Ce n'est qu'après avoir déterminé lui-même l'intention qui motivait son schéma et opéré les différentes simplifications, qu'il pourra donner au concept qu'il figure la même valeur qu'à la réalité. La modélisation sera alors la juste continuité de ce travail.

C) Les apports de la construction de schémas

1) En terme de compréhension

On a vu précédemment qu'il était impossible de développer une compétence en matière de simplification et de sélection des informations, si l'on ne travaillait pas en amont la capacité à déterminer quelles intentions motivaient la construction du schéma. La sélection d'informations, l'abstraction, ne se fait pas au hasard : elle répond au besoin de construire un concept. Or, il semble impossible de construire un concept et de le figurer sous la forme d'un schéma sans le comprendre. Afin que la sélection d'informations soit en accord avec l'intention première (construire une définition générale), il est clair que la compréhension de cette définition générale est indispensable. Une abstraction réfléchie d'un élément physique est donc indissociable de la compréhension, de la perception de ce dernier. Elle impose un travail d'observation, d'explicitation de l'élément. Le schéma ne peut être construit sans réflexion de la part de l'élève : il est indispensable qu'il s'approprie l'élément réel, physique, qu'il le comprenne pour lui donner sa propre définition.

Une fois le schéma construit, apparaît la possibilité de raisonner dessus. Cette intention est présente et sous-entendue dans l'intention première de définition générale : au delà de caractériser un élément réel, les choix de simplification sont la plupart du temps opérés en fonction du raisonnement ultérieur. Le schéma présente toutes les propriétés qui interviennent dans ce raisonnement : si elles sont sélectionnées par l'élève, elles sont nécessairement comprises. Ainsi, le schéma est exempt des propriétés de l'élément qui n'ont pas d'apport pour le raisonnement de l'élève, qui pourraient "parasiter" la compréhension. Le schéma construit par l'élève est une représentation des informations sélectionnées et comprises par celui-ci et des liens cognitifs qu'il construit entre chacune d'elles.

2) En terme de mémorisation

Le schéma construit par l'élève est une production personnelle. Il est le résultat de plusieurs choix : choix de l'intention associée au schéma, choix des informations et enfin choix des codages graphiques et chromatiques. A chaque étape, l'élève traduit l'avancée de sa compréhension sur une représentation graphique. Chaque élément de son schéma est rattaché à une étape de réflexion. A travers le schéma qu'il a construit, l'élève peut revivre la construction de son savoir. Les codages graphiques et chromatiques sont porteurs d'une signification qu'il a choisi : ils n'apparaissent plus comme de simples éléments graphiques décoratifs, mais comme des éléments traduisant au mieux sa réflexion. L'ensemble du schéma est l'oeuvre de l'élève, est compris et choisi par lui-même : sa mémorisation est donc optimisée.

De plus, le schéma facilite la mémorisation car il met en oeuvre deux types de mémoires : la mémoire visuelle et la mémoire kinesthésique. La mémoire visuelle est la mémoire de ce que l'on voit. Elle est stimulée par l'image et favorisée par les formes simples et les couleurs (Académie de Grenoble, 2007)¹. La schéma est un des supports les plus efficaces à ce type de mémoire : par sa simplicité, il facilite le travail de visualisation (on observe le schéma et on reconstruit son image dans la tête). La mémoire kinesthésique est la mémoire du toucher et du mouvement. Elle est favorisée par les déplacements, le geste et le mime (Académie de Grenoble, 2007). Dans le cas du schéma, elle est mise en jeu lors de la construction : les gestes associés au dessin, à l'écriture, participent à la mémorisation. Il est donc important, pour une mémorisation optimale, de laisser à l'élève le soin de la construction du schéma. La mémorisation pourra ensuite être renforcée par répétition de la construction.

D) Le schéma : élément de communication scientifique

La communication de savoirs ou de résultats scientifiques associe la communication verbale et non verbale selon Vezin (1986)². La communication verbale est une communication qui s'effectue selon "un code linguistique" (Bergeron & Blouin, 1997)³. Elle n'est pas synonyme de parole : le texte ou le langage des signes sont des moyens de communication verbaux. Par opposition, la communication non verbale est une communication qui ne s'appuie pas sur un code linguistique.

¹Académie de Grenoble. (2007). Mémoriser [pdf]. (p.2 à 3) Repéré à http://www.ac-grenoble.fr/college/ppre/file/ressources/stages/eleve/Memoriser__St_Jean_Maurienne.pdf

²Vezin, J-F. (1986). Schématisation et acquisition des connaissances. *Revue française de pédagogie*, (77), 71

³Blouin M., Bergeron C. (1997). Communication verbale. Dans *Dictionnaire de la réadaptation* (volume 2, p.24). Québec : Les Publications du Québec

Les moyens de communication non verbaux sont très variés : manifestations corporelles, arts (musique, peinture, dessin), plans et notices avec absence de signes verbaux... En science, la communication verbale des savoirs est dans la majorité des cas renforcée par une communication non verbale qui s'appuie sur l'image : photographies, dessins, schémas... Ces supports visuels peuvent avoir plusieurs rôles : ils peuvent illustrer une donnée, l'explicitier, la synthétiser et même se substituer à la communication verbale. C'est le cas notamment de certains schémas normalisés : pour des disciplines comme l'électricité par exemple, le choix des codages graphiques et chromatiques est tellement précis et conventionnel, qu'une fois connu il ne nécessite plus de précisions verbales.

Il est intéressant de faire percevoir à l'élève toute la portée communicationnelle du schéma. En privilégiant les formes et les couleurs (même si la plupart du temps il ne peut être dissocié de précisions verbales comme les légendes), il permet à l'élève de communiquer sa réflexion sans être bloqué par un manque de vocabulaire. De plus, certaines notions compliquées gagnent parfois à être représentées par un schéma plutôt qu'explicitées par un long texte : cela impose la concision et la clarté.

III-Etude comparative des schémas retrouvés dans les manuels scolaires

Comme vu précédemment, la construction de schémas par l'élève mobilise ses capacités d'abstraction et de modélisation, et optimise sa compréhension et sa mémorisation. En étant acteur à chaque étape de leur construction, il perçoit les mécanismes de réflexion qui interviennent dans leur élaboration. Ainsi, en approchant la construction de l'outil schéma, l'élève acquiert également des capacités de lecture de cet outil, des réflexes de décryptage. Notamment, la compréhension des schémas qu'il peut rencontrer dans les manuels scolaires est facilitée. Il est donc intéressant de se pencher sur ces derniers dans le but d'étudier et de comparer ce qu'ils proposent.

Pour que l'examen de ces manuels soit significatif, il semble qu'une restriction du champ d'étude soit nécessaire, afin d'éviter la présence de variables autres que les choix de l'éditeur. Les manuels scolaires étudiés seront donc tous destinés à un public de cycle 3 (et plus particulièrement de CM2) et leurs dates d'édition seront proches (toutes comprises entre 2003 et 2010). Ils présenteront chacun un éditeur distinct. Comme les approches des programmes sont différentes d'un éditeur à l'autre, il est difficile de rencontrer des schémas types qui permettent les comparaisons d'un manuel scolaire à l'autre. Selon ce critère, l'étude comparée portera donc sur deux sujets

d'apprentissage : un sujet de biologie (la nourriture et la respiration du fœtus), et un sujet d'astronomie (la durée du jour et son changement au cours des saisons). Dans un premier temps, l'étude comparée envisagera les schémas comme entités indépendantes, tirées de leur contexte, et se basera sur la grille ci-dessous. Leurs insertions dans la page seront analysées dans un second temps.

Critères relevant de la pédagogie	
Mise en forme	-le schéma comporte un titre -les différents éléments du schéma sont légendés
Niveau de figuration	-les différents éléments du schéma sont reconnaissables -les différents éléments du schéma sont représentés de manière simplifiée
Codage chromatique	-la couleur favorise la compréhension du schéma
Clarté, lisibilité	-les différents éléments du schéma sont visibles et lisibles -le schéma est resitué dans la réalité -le schéma ne comporte aucune ambiguïté pouvant altérer son interprétation ou sa compréhension
Critères relevant de la didactique	
Niveau de figuration	-le choix des éléments détaillés est pertinent -les différents éléments du schéma sont disposés convenablement les uns par rapport aux autres
Clarté, lisibilité	-le choix des informations figurées est en accord avec l'intention explicative du schéma

A) Un sujet de biologie : la nourriture et la respiration du fœtus

En sciences expérimentales, "La reproduction de l'Homme et l'éducation à la sexualité" sont au programme des apprentissages du cycle 3 selon le bulletin officiel de juin 2008 dans l'item "Le fonctionnement du corps humain et la santé". Une partie de ce thème porte notamment sur la compréhension de la nutrition et de la respiration du fœtus dans le ventre de la mère, par le biais d'échanges mère-fœtus au niveau du placenta. Elle est systématiquement illustrée par un schéma dans les manuels qui l'abordent.

1) Présentation des schémas étudiés

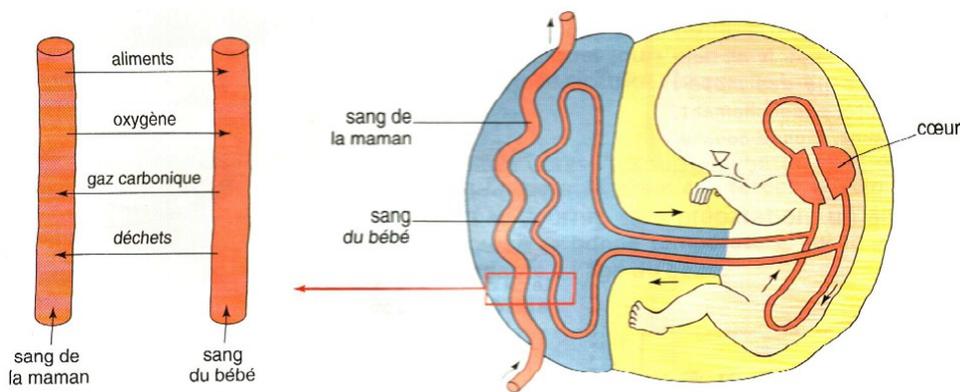


Schéma 1 : Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas, p.47

► Ce schéma permet de comprendre comment le fœtus se nourrit dans le ventre de sa maman.

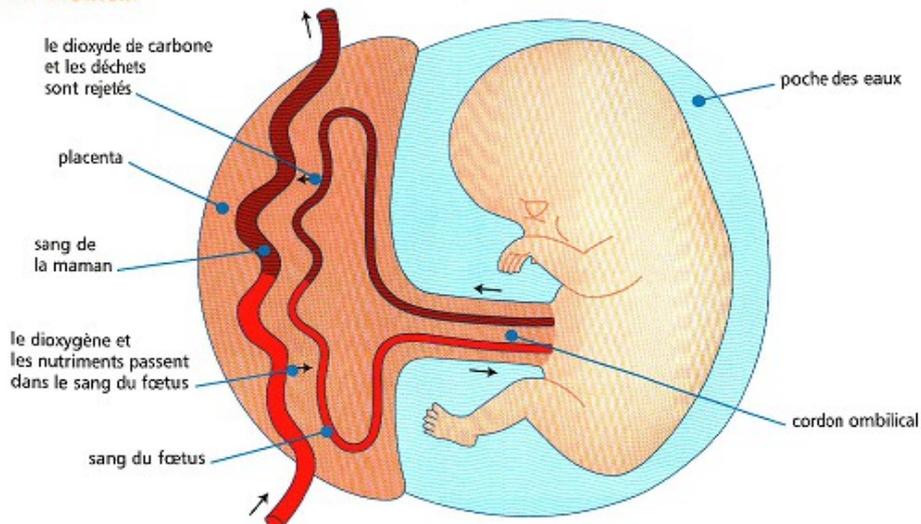


Schéma 2 : Guichard J. et al. (2010). *Sciences expérimentales et Technologie, Cycle 3*. Paris, France : Hachette Livre, p.131

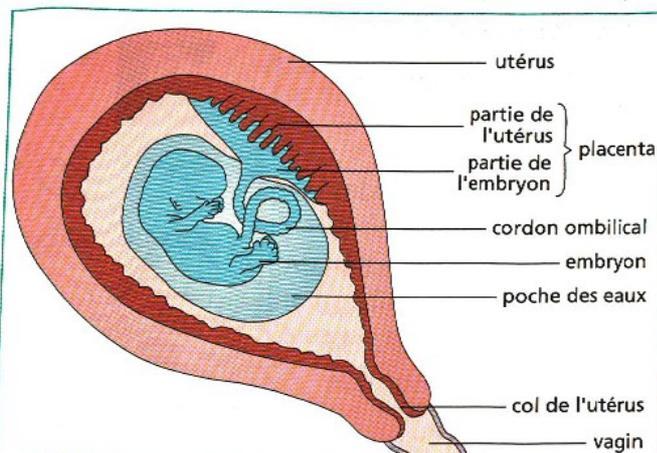


Schéma 3 : Rolando, J-M. et al. (2010). *Sciences, Cycle 3, 64 enquêtes pour comprendre le monde*. Paris, France : Magnard, p.53

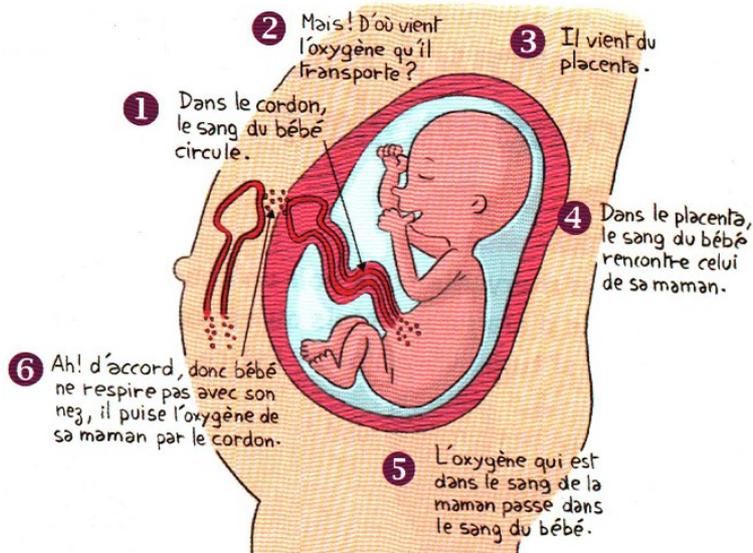


Schéma 4 : Giordan, A. et al. (2008). *Toutes les Sciences, Cycle 3*. Paris, France : Nathan, p.197

2) Etude comparée

On remarque dans un premier temps que sur les quatre schémas étudiés, seul le schéma 2 présente un titre propre : pour les trois autres schémas, l'élève est confronté d'emblée à un choix de mise en relation avec le titre du chapitre, de la page ou même d'un paragraphe. Le titre du schéma 2 est de plus incomplet, car il n'évoque pas la respiration du fœtus, alors qu'elle est figurée sur le schéma. Les légendes sont la plupart du temps incomplètes : sur les quatre schémas étudiés, seuls les schémas 2 et 3 présentent une légende pour chacun des éléments figurés. On peut souligner que sur les deux autres schémas, la légende du placenta, élément pourtant central du thème qu'ils abordent, n'est pas indiquée. Sur les trois schémas qui figurent la circulation sanguine de la mère et du fœtus, seuls les schémas 1 et 2 indiquent le sens de circulation, qui semble pourtant indispensable à la compréhension.

Sur ces quatre schémas, les différents éléments figurés sont reconnaissables par l'élève, et représentés de manière simplifiée. Ils sont également placés correctement les uns par rapport aux autres. On repère sur le schéma 4 un niveau de figuration plus élevée que pour les trois autres schémas (fœtus qui suce son pouce...) qui se rapproche davantage du dessin. On peut penser que ce choix de niveau de figuration plus élevé est en rapport avec le public visé : il permet un lien plus aisé avec la réalité. Il est notamment le seul à resituer clairement le schéma dans la réalité (on repère la forme du corps de la mère). Il sera cependant un mauvais exemple pour les élèves si l'on veut aborder la différence entre dessin et schéma.

On repère également différentes utilisations de la couleur. Dans certains cas, elle peut

favoriser la compréhension par son lien avec la réalité (le bébé est représenté avec une couleur proche de celle de la peau pour les schémas 1, 2 et 4). Dans d'autres, elle peut répondre à un codage chromatique réfléchi. On remarque notamment que pour le schéma 3, la couleur bleue est utilisée pour mettre en valeur les éléments qui découlent de l'embryon : elle permet notamment de repérer que le placenta est formé d'une partie de l'embryon et d'une partie de l'utérus. Cette distinction n'est pas visible par le biais de la couleur pour les autres schémas. Pour le schéma 2, on a également un codage chromatique utilisé pour différencier le sang chargé en oxygène et le sang chargé en dioxyde de carbone. Même si ce codage permet un apport visuel en terme de compréhension du sens de circulation, il n'est cependant pas légendé. De plus, la séparation nette des deux couleurs ne répond pas à une réalité (les échanges se font dans les deux sens tout le long de la surface d'échange) et peut créer une confusion : l'élève peut comprendre qu'il existe une séparation physique dans la réalité.

On peut souligner un effet de zoom très intéressant au niveau du schéma 1 : il permet une lisibilité plus grande des échanges qui ont lieu au niveau du placenta, et évite de surcharger le schéma. Il semble cependant important de préciser que le zoom est valable sur toute la surface d'échange. A niveau du schéma 4, on remarque une ambiguïté qui altère de manière importante la compréhension des échanges mère-foetus : les échanges semblent se dérouler en dehors du placenta. Le texte ajouté au schéma le surcharge, et n'est pas relié par des flèches aux éléments évoqués : l'apport en terme de compréhension est nul voir négatif si l'élève attribue une logique aux positions du texte. De plus certaines informations sont imprécises, et entraînent des confusions : "Mais! D'où vient l'oxygène qu'il transporte? Il vient du placenta."... Enfin, le détail de l'appareil circulatoire du foetus au niveau du schéma 1 semble inutile, surtout si l'appareil circulatoire humain n'a pas été abordé. Il complique le schéma.

Si l'on s'intéresse à l'insertion des schémas dans la page, on remarque que les schémas 1 et 4 sont associés à un texte explicatif (cf annexe 1 et 4). Cet accompagnement semble judicieux lorsque le schéma s'inscrit dans un processus d'apprentissage et lorsqu'il n'a pas été construit par l'élève : le texte explicatif précise et facilite sa lecture. Notamment, si l'on se réfère à l'annexe 1, on repère que le texte explicatif lève une confusion possible, en précisant "Le sang de la mère et celui de l'enfant restent séparés, les deux circulations étant indépendantes". On remarque également que le schéma 1 est mis en relation avec une photographie : ce choix est intéressant dans la compréhension des étapes et des avantages de la schématisation. L'élève perçoit que le schéma est en lien avec la réalité, et qu'il la présente de manière simplifiée. Il apparaît en quelque sorte comme un outil d'accompagnement à la lecture et à la compréhension de la photographie.

B) Un sujet d'astronomie : la durée du jour et son changement au cours des saisons

En sciences expérimentales, "La durée du jour et son changement au cours des saisons" sont au programme des apprentissages du cycle 3 selon le bulletin officiel de juin 2008 dans l'item "Le ciel et la Terre". Ce sujet est systématiquement illustré par des schémas dans les manuels qui l'abordent.

1) Présentation des schémas étudiés

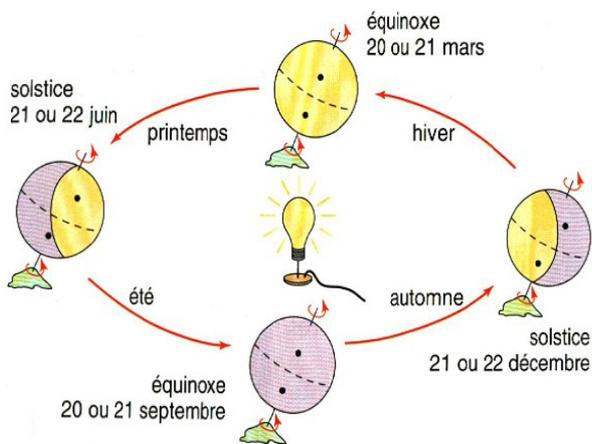


Schéma 1 : Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas, p. 67

Le 21 ou le 22 juin : le jour le plus long en France
C'est le premier jour de l'été (solstice d'été).

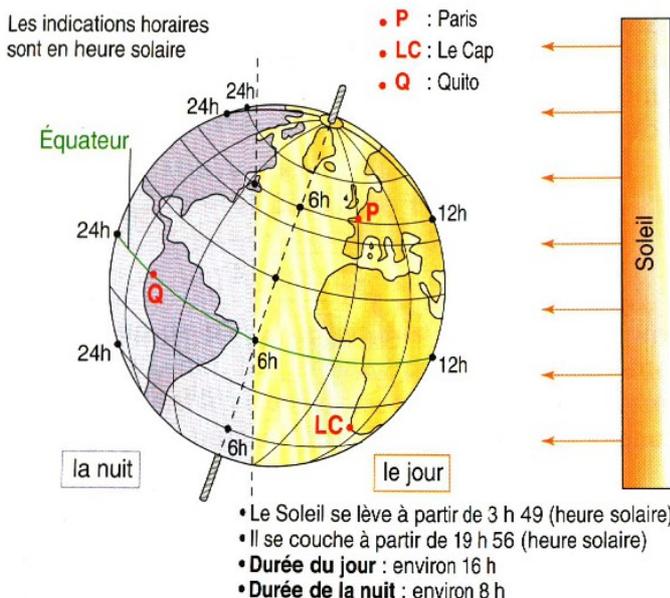


Schéma 2 : Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas, p. 67

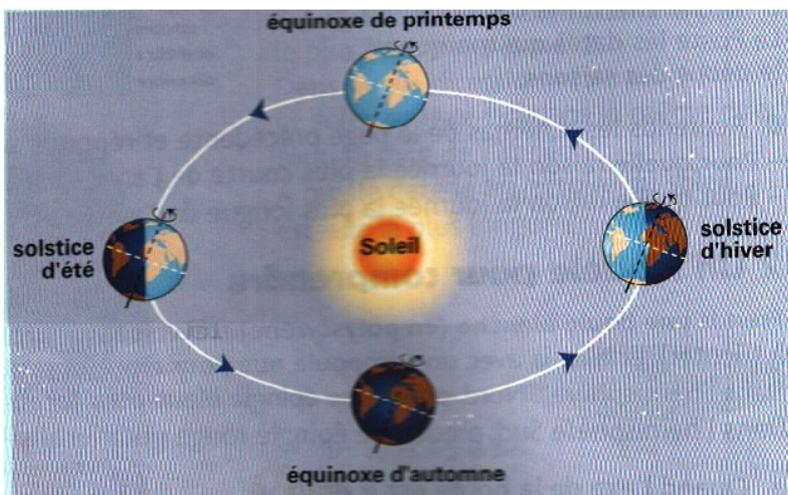


Schéma 3 : Giordan, A. et al. (2008). *Toutes les Sciences, Cycle 3*. Paris, France : Nathan, p.40



Schéma 4 : Giordan, A. et al. (2008). *Toutes les Sciences, Cycle 3*. Paris, France : Nathan, p.40

2) Etude comparée

Premièrement, comme pour les schémas du sujet précédent, on peut souligner que les schémas présentant un titre propre sont rares : seul le schéma 2 en comporte un. Concernant les légendes, on remarque que le Soleil et la Terre sont la plupart du temps non légendés. Si l'on peut supposer que l'absence de légende pourra être compensée par un niveau de figuration élevé pour les schémas 2, 3 et 4, ces légendes semblent indispensables pour le schéma 1. En effet, si les analogies lampe/Soleil et balle/Terre nous paraissent évidentes, elles peuvent ne pas être comprises par l'élève. Autres éléments importants, les sens de révolution et de rotation de la Terre sont généralement indiqués, excepté au niveau du schéma 2, où le sens de rotation paraît pourtant indispensable à la bonne lecture du schéma. En effet, ce dernier détaille le déroulement d'un jour particulier en terme de mouvement apparent du Soleil ("Le Soleil se lève [...] Il se couche."), notion ne pouvant être comprise qu'au travers de l'appréhension du mouvement de rotation de la Terre. On peut également souligner l'absence quasi systématique de légendes concernant l'équateur et l'axe de rotation, le dernier étant pourtant à la base de l'explication de la variation de la durée des jours au

cours de l'année.

Sur les quatre schémas, les différents éléments sont placés correctement les uns par rapport aux autres. On peut cependant se demander ce qui a motivé le choix de représenter le Soleil plus petit que la Terre sur le schéma 3 : même si le schéma est une simplification de la réalité, nous avons vu précédemment qu'un de ses critères était une proportionnalité avec les dimensions du réel, en particulier lorsqu'un non respect de celle-ci peut entraîner, comme c'est le cas ici, la mise en place d'une conception fautive. En terme de niveau de figuration, on remarque que les schémas 2, 3 et 4 misent sur un détail des contours des continents : loin d'être superflue, cette précision semble indispensable au repérage spatial de l'élève. Il lui permet notamment de cerner plus facilement la position des continents (ou de son pays) par rapport à l'équateur, leur appartenance à l'un ou l'autre des hémisphères. L'absence de figuration précise de l'axe de rotation sur le schéma 1 entraîne une perte d'information, voire une absence d'information : il est impossible de repérer la différence en terme d'éclairage entre les différentes positions de la Terre. Enfin, on repère des détails inutiles qui chargent le schéma 2 : la représentation des différentes parallèles, le repérage de plusieurs villes et les nombreuses indications d'heures pourraient être supprimés. Le schéma s'intéressant à la France, il aurait été plus efficace de repérer simplement la ville de Paris et les heures correspondantes, avec éventuellement l'indication des heures au niveau de l'hémisphère sud pour pouvoir établir une comparaison.

La couleur semble surtout être utilisée pour faciliter la compréhension, par son lien avec la réalité, en particulier pour les schémas 3 et 4 : la Terre présente des océans bleus, le Soleil et la lumière solaire sont associés à des couleurs allant du jaune à l'orangé. La partie éclairée de la Terre est repérée par un codage chromatique, un effet d'éclaircissement. Lorsque l'on regarde rapidement les schémas 1 et 2, il nous semble que ce même choix est opéré : couleur bleue pour la Terre, couleurs chaudes pour le Soleil. Or, alors que ce choix chromatique est généralement admis inconsciemment par l'élève, il entraîne une confusion pour ces deux schémas. En effet, on remarque que la Terre est "scindée" en deux : une partie bleue, une partie jaune. Ce choix est très perturbant pour l'élève : notamment, comment être sûr qu'il ne confondra pas la Terre représentée entièrement jaune à l'équinoxe du 20/21 mars, avec le Soleil ? Par ailleurs la séparation de la Terre en une partie bleue et une partie jaune fait davantage penser en terme de codage chromatique à une opposition chaud/froid ou été/hiver qu'à une opposition jour/nuit. Loin d'aider à la compréhension, l'utilisation de couleurs fautive l'interprétation pour ces deux schémas.

Le schéma 1 atteste d'un manque réel de clarté : absence d'éléments indispensables (axe de rotation, contours des continents), imprécisions dues à une volonté de perspective (séparation de la partie éclairée et de la partie non éclairée par une ligne courbe). On remarque cependant une autre

source d'erreurs, retrouvée également sur les autres schémas : l'imprécision des légendes. Au niveau du schéma 1, les saisons sont indiquées sans préciser à quel hémisphère elles correspondent. On observe cependant une prudence au niveau des noms des solstices et des équinoxes. Cette prudence n'est pas retrouvée au niveau du schéma 3, qui utilise les termes d'équinoxes de printemps/d'automne et de solstices d'été/d'hiver sans préciser que ces indications ne sont valables qu'en se plaçant dans l'hémisphère Nord.

Si l'on s'intéresse à l'insertion des schémas dans la page, on remarque que les schémas 1 et 2 sont à envisager ensemble (cf annexe 5). Ils répondent tous deux à la question : "Pourquoi, en France, les journées sont-elles plus courtes en hiver qu'en été ?". Le premier schéma apporte un élément d'explication, le second est un schéma plus précis d'illustration de la position de la Terre le jour du solstice du 21 ou 22 juin. Il me semble que le parallèle entre les deux schémas n'est cependant pas optimisé. La séparation entre la partie éclairée et la partie obscure de la Terre n'est pas représentée de la même manière sur les deux schémas : elle est courbe pour le premier (ceci répondant à une volonté de perspective, plus proche de la réalité) et en ligne droite pour le second (ce choix traduisant davantage une volonté de simplification). Le terme soleil apparaît dans le schéma 2, alors que l'on est en présence d'une lampe non légendée au niveau du schéma. Il n'est donc pas évident que l'élève fera la correspondance entre les deux. Chaque schéma est associé à un court texte explicatif, et on repère un texte bilan, sur le côté droit de la feuille, en colonne. On peut penser que ce texte mériterait une autre position et une meilleure lisibilité, les schémas s'inscrivant dans un processus d'apprentissage. Ce texte bilan est de plus incomplet : selon lui, le changement de la durée des jours au cours des saisons s'explique par la révolution de la Terre autour du Soleil. Il ommet un élément d'explication majeur : l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

L'annexe 6 correspond à la dernière page du chapitre s'intéressant au changement de la durée des jours au cours des saisons. La première observation que l'on peut faire est que les schémas 3 et 4 apportent davantage d'informations que le texte. Or, même si on peut envisager que ces schémas ont été explicités précédemment, on ne peut dans ce cas considérer qu'ils se suffisent à eux-même et que ce sont des schémas bilan. En effet, il semble impossible pour ce sujet, de créer un schéma bilan qui par le seul biais de codages graphiques, chromatiques (propres au schéma) et de légendes donnerait l'information capitale de ce chapitre : le changement de la durée des jours au cours des saisons est du à la révolution de la Terre autour du Soleil et à l'inclinaison de son axe de rotation. On voit que pour ce sujet, un apport textuel est indispensable, notamment dans un processus d'apprentissage et dans le cas où l'élève n'a pas construit son schéma.

IV) Méthodologie

A) Contextualisation de l'expérimentation

Dans le cadre de mon stage en responsabilité, j'exerce chaque lundi dans une classe de CM1-CM2, à l'école Jean de la Fontaine à Saumur. Ayant en charge l'enseignement des sciences, j'ai pu mettre en place une expérimentation suivie permettant de donner des éléments de réponse à la problématique de ce mémoire. Cette expérimentation s'inscrit dans une séquence intitulée "Circuits électriques alimentés par des piles", proposée à la classe au cours de la période 2 de l'année scolaire.

La classe est composée de 23 élèves, 10 filles et 13 garçons. Les élèves sont dynamiques et plutôt motivés par les sciences : ils sont très attirés par les manipulations et l'expérimentation. Enfin, leurs capacités à exposer leur avis et argumenter me permettaient de leur proposer facilement des travaux en groupe.

B) Objectifs de l'expérimentation

Comme vu précédemment, le passage du dessin scientifique au schéma scientifique au cycle 3 n'est possible que par une succession d'étapes de réflexion. J'ai donc mis en place une expérimentation s'organisant en quatre phases : comprendre la différence entre dessin scientifique et schéma scientifique, comprendre l'intérêt du schéma scientifique, construire les caractéristiques du schéma scientifique et enfin aborder le schéma normalisé. Pour ce faire, la notion qui me semblait la plus appropriée était celle des circuits électriques.

Les "circuits électriques alimentés par des piles" sont au programme des sciences expérimentales du cycle 3 (BO n°3 du 19 juin 2008). Ils s'inscrivent dans la compétence 3 du palier 2 du socle commun de connaissances et de compétences ("Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique"). Au delà d'apporter des éléments de réponse à ma problématique, la séquence proposée a pour objectif de concourir au développement de deux grandes compétences du socle commun de connaissances et de compétences :

- "pratiquer une démarche scientifique ou technologique" : savoir questionner, manipuler et expérimenter, exprimer un résultat de recherche à l'écrit, s'appuyer sur un ou plusieurs schémas, pratiquer la communication scientifique.

- "maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques" : connaître les composants d'un circuit électrique, réaliser un circuit en série, réaliser un circuits en dérivation.

C) Les différentes phases : présentation et résultats

Mon expérimentation s'inscrivant dans une séquence, qui par définition est progressive, il me semble plus judicieux de présenter conjointement, pour chaque phase, la description du travail proposé aux élèves et les résultats obtenus.

1) Phase 1 : comprendre la différence entre dessin scientifique et schéma scientifique

- **Travail proposé aux élèves**

Une fiche est fournie aux élèves (voir annexe 7). Elle comporte trois images : une photographie d'un montage fait en classe par les élèves accompagnée d'un dessin scientifique et d'un schéma scientifique de ce montage (que j'avais élaborés moi-même). Une série de questions réflexives, volontairement évasives accompagnent cette fiche :

Question 1 : Que peux-tu dire de l'image 2 par rapport à l'image 1 ?

Question 2 : Que peux-tu dire de l'image 3 par rapport à l'image 1 ?

Question 3 : Quelles sont les différences entre les images 2 et 3 ?

Question 4 : Penses-tu pouvoir faire le montage si on te fournissait seulement l'image 2 ?

Question 5 : Penses-tu pouvoir faire le montage si on te fournissait seulement l'image 2 ?

- **Objectif de cette phase**

La confrontation directe du schéma scientifique avec le dessin scientifique paraît essentielle en première approche. Elle permet une réflexion sur l'intention de ces deux types de représentations, et sur leur élaboration. Cette phase a pour but de faire émerger, chez les élèves, les grandes idées suivantes :

-un dessin scientifique représente tout ce qui est vu

Il représente le montage tel qu'on le voit sur la photographie, avec un maximum de détails.

-un schéma scientifique représente ce qui est essentiel à la compréhension

Il ne représente pas le montage tel qu'on le voit sur la photographie, il représente les éléments du montage de la manière la plus simple possible afin qu'on puisse le comprendre.

- **Données recueillies**

Après avoir recueilli les fiches des élèves, j'ai pu dégager, pour chaque question, les réponses les plus fréquentes ainsi que les réponses pouvant constituer des pistes de réflexion pour la phase de mise en commun présentée au point suivant. Voici la retranscription de ces réponses :

Question 1 : Que peux-tu dire de l'image 2 par rapport à l'image 1 ?

Réponse type la plus fréquente (15 élèves sur 23) :

"Elle est proche de la photo"

Réponse type pouvant constituer une piste de réflexion (4 élèves sur 23) :

"C'est très bien détaillé même un peu trop ça ne sert pas beaucoup les petit détail car après c'est trop compliqué à comprendre"

Question 2 : Que peux-tu dire de l'image 3 par rapport à l'image 1 ?

Réponse type la plus fréquente (17 élèves sur 23) :

"Ça ressemble pas trop à la photo, c'est pas les mêmes formes"

Réponses types pouvant constituer des pistes de réflexion :

"Elle est pas du tout détaillée mais on comprend quand même" (7 élèves sur 23)

"La clé, il faut juste écrire pour comprendre ce que c'est" (1 élève sur 23)

Question 3 : Quelles sont les différences entre les images 2 et 3 ?

Réponses types les plus fréquentes :

"La 2 est plus précise" (17 élèves sur 23)

"La 3 est plus simple" (23 élèves sur 23)

Réponse pouvant constituer une piste de réflexion (1 élève sur 23) :

"La 2 est plus jolie, la 3 est moins saufistiquer"

Question 4 : Penses-tu pouvoir faire le montage si on te fournissait seulement l'image 2 ?

Réponse type la plus fréquente (13 élèves sur 23) :

"S'est un peu compliqué de savoir pourquoi comment son mi les fils"

Réponses types pouvant constituer des pistes de réflexion :

"L'image est assé compliqué mais je pourrais" (7 élèves sur 23)

"Je pense pas que j'aurais pas réussi à le refaire car il y a trop de choses de dessiner" (4 élèves sur 23)

Question 5 : Penses-tu pouvoir faire le montage si on te fournissait seulement l'image 3 ?

Réponse type la plus fréquente (15 élèves sur 23) :

"oui car c'est plus simple de voir"

Réponse pouvant constituer une piste de réflexion (1 élève sur 23) :

"oui avec quelques mots pour expliquer"

- **Mise en commun des données recueillies et réflexion avec la classe**

Les données recueillies dans les réponses des élèves ont dans un deuxième temps été projetées au tableau. Le but était d'engager une réflexion commune permettant de reformuler et de généraliser les éléments pointés par les élèves. Cette réflexion était orientée par mes questions, que je posais à l'ensemble de la classe. Voici la retranscription de ce moment de mise en commun.

L'enseignante : "A quoi cela peut-il servir de représenter un montage ?"

Elève 1 : "Par exemple si on a pas d'appareil photo"

Elève 2 : "Pour s'en souvenir"

Elève 3 : "Pour le montrer à quelqu'un d'autre"

Elève 4 : "Pour le faire"

L'enseignante : "Que faut-il pour que l'on puisse faire un montage à partir d'une image ?"

Elève 3 : "Il faut reconnaître les objets"

Elève 5 : "Il faut voir qui est branché avec qui"

Elève 3 : "Il faut avoir plein de détails pour savoir quoi prendre"

Elève 6 : "Pas trop non plus, y a des trucs qui servent à rien"

Elève 7 : "Il faut avoir le même matériel"

L'enseignante : "Est ce que l'on reconnaît les objets sur l'image 2 ? et sur l'image 3 ?"

Elève 3 : "On reconnaît mieux sur l'image 2"

Elève 6 : "Bof y a des trucs mal dessinés"

Elève 3 : "Ben la 3 t'aurais su ce que c'est le clé ?"

Elève 6 : "Ben on aurait pu mettre un mot"

L'enseignante : "Est-ce qu'on voit comment sont branchés les objets sur l'image 2 ? Sur l'image 3 ?"

Elève 8 : "Sur la 2 ça fait un paquet de fils on comprend rien"

Elève 4 : "Sur la 3 on voit mieux c'est plus simple"

- **Bilan, trace écrite construite avec la classe**

En bilan de cette phase, une trace écrite a été construite avec l'ensemble de la classe. Cette construction était orientée par mes questions, qui avaient pour but d'engager les élèves dans un travail de réorganisation et de synthétisation des différents éléments évoqués lors de la réflexion collective. Voici cette trace écrite :

"Pour représenter un montage, on peut faire :

-un dessin

On dessine tout ce que l'on voit avec beaucoup de détails.

Cela permet de reconnaître les objets.

-un schéma

On ne dessine pas tout ce que l'on voit. On dessine les objets très simplement.

Cela permet de voir comment les objets sont branchés entre eux.

On peut ajouter un petit mot si un objet n'est pas facile à reconnaître : cela s'appelle une légende."

2) Phase 2 : comprendre l'intérêt du schéma scientifique

- **Travail proposé aux élèves**

La classe est divisée en quatre groupes :

-deux groupes travaillent sur la photographie d'un montage de difficulté moyenne (voir annexe 8)

Le groupe 1 fait une description écrite du montage (voir annexe 8).

Le groupe 2 fait un schéma scientifique du montage (voir annexe 8).

-deux groupes travaillent sur la photographie d'un montage de difficulté plus importante (voir annexe 9)

Le groupe 3 fait un dessin scientifique du montage (voir annexe 9).

Le groupe 4 fait un schéma scientifique du montage (voir annexe 9).

Chaque groupe fournit son travail à un groupe qui n'a pas connaissance de son montage. Le groupe doit tenter de reproduire le montage à partir de ce travail.

- **Objectif de cette phase**

Ici, le schéma scientifique est mis en compétition avec le texte explicatif et le dessin scientifique en terme de facilité d'élaboration et de lecture. Le deuxième point est testé par une situation de communication scientifique : le message est à destination d'un groupe qui n'a pas la photographie sous les yeux. L'objectif est de retenir les grandes idées suivantes :

- en terme de facilité d'élaboration

-le texte explicatif d'un montage est long à écrire

-le dessin scientifique d'un montage peut se révéler très difficile à élaborer lorsque le montage est compliqué

- en terme de facilité de lecture

-le texte explicatif d'un montage peut comporter des oublis ou des ambiguïtés

-le dessin scientifique d'un montage peut se révéler très difficile à comprendre lorsque le montage est compliqué (on ne discerne pas bien les éléments car ils se chevauchent, se superposent)

- **Mise en commun de la réflexion des élèves**

Voici la retranscription de ce moment de mise en commun, une nouvelle fois orienté par mes questions :

L'enseignante, s'adressant au groupe 1 : "Avez vous rencontré des difficultés pour écrire le texte explicatif ?"

Groupe 1 : "Nan, pas trop"

"On savait juste pas par où commencer"

L'enseignante : "Et le groupe qui a reçu le texte, qu'en pensez vous ?"

Le groupe : "On a compris, mais faut pas se perdre dans le texte"

"Faut bien écrire aussi, il y a des mots que l'on comprenait pas"

L'enseignante : "Et si on l'avait donné à un groupe qui n'était pas français ?"

Le groupe : "Il aurait rien compris"

Le groupe : "En plus on savait pas où brancher le fil rouge vous l'avez pas dit"

Groupe 1 : "Si on l'a mis"

Le groupe : "Nan que d'un côté, l'autre côté on savait pas où le brancher"

L'enseignante, s'adressant au groupe 2 : "Avez vous rencontré des difficultés pour faire le schéma ?"

Groupe 2 : "Non c'était facile"

L'enseignante : "Et le groupe qui a reçu le schéma, qu'en pensez vous ?"

Le groupe : "On a compris, ça va"

L'enseignante, s'adressant au groupe 3 : "Avez vous rencontré des difficultés pour faire le dessin ?"

Groupe 3 : "Oui c'est dur quand tu sais pas dessiner"

"On dessinait un fil et on avait pas vu il y en avait un autre en dessous, fallait tout gommer"

L'enseignante : "Et le groupe qui a reçu le dessin, qu'en pensez vous ?"

Le groupe : "C'était très bien dessiné"

"Il fallait suivre les fils avec le doigt"

L'enseignante, s'adressant au groupe 4 : "Avez vous rencontré des difficultés pour faire le schéma ?"

Groupe 4 : "Des fois on était perdus entre la photo et le schéma, on savait plus où on était rendus."

L'enseignante : "Et le groupe qui a reçu le schéma, qu'en pensez vous ?"

Le groupe : "C'était facile à comprendre"

"C'était pas dur de le refaire"

- **Bilan avec la classe**

Lorsque l'on veut expliquer un montage, le schéma est plus rapide qu'un texte explicatif. Le schéma d'un montage est souvent plus simple à réaliser et à comprendre que le dessin du montage.

3) Phase 3 : construire les caractéristiques du schéma scientifique

- **Travail proposé aux élèves**

Les élèves sont par groupe de trois ou quatre. Chaque groupe a à disposition une pile, deux ampoules, plusieurs fils, des ciseaux, une gomme et une trousse. Ils ont pour consigne de faire un montage à partir de ce matériel, mais n'ont pas pour obligation d'utiliser tout le matériel.

Une fois le montage mis en place, le groupe doit faire sur une feuille A3 un schéma de ce montage. Les caractéristiques déjà abordées du schéma sont rappelées : on ne dessine pas tout ce que l'on voit, on dessine les objets très simplement, on doit voir comment les objets sont branchés entre eux. Les groupes ont pour consigne de ne pas accompagner le schéma d'une ou plusieurs phrases explicatives. Ils peuvent en revanche penser aux légendes.

Les schémas sont ensuite échangés entre les groupes. Les groupes doivent alors construire le montage à partir de la lecture du schéma reçu.

La phase de mise en commun se déroule de la manière suivante. Chaque groupe vient présenter au tableau le schéma qu'il a reçu, ainsi que le montage construit à partir de sa lecture. Il explique ce qu'il a compris du schéma, et les difficultés rencontrées pour son déchiffrage. Un élève du groupe qui a fourni le schéma vient ensuite contrôler le montage, et éclairer les points flous ou les erreurs de compréhension.

Les difficultés rencontrées par chacun des groupes, notées au tableau, sont reprises une à une avec la classe, afin de proposer des solutions pour y pallier.

- **Objectif de cette phase**

Par le biais d'un problème de communication scientifique, les élèves vont, par une confrontation entre les émetteurs et les lecteurs, construire progressivement les caractéristiques d'un schéma réussi et efficace :

- le schéma est suffisamment grand pour être lu sans difficulté
- les objets sont dessinés simplement mais reconnaissables (légende si nécessaire)
- le schéma correspond bien au montage
- le choix des informations figurées est pertinent : cette phase dégage la nécessité de réfléchir à l'utilité de certains détails

- **Données recueillies**

Les mêmes difficultés de lecture se retrouvant d'un groupe à un autre et donc d'un schéma à un autre, j'ai choisi de vous présenter les remarques et solutions proposées concernant deux schémas qui couvrent l'ensemble de la réflexion des élèves.

- Retranscription des remarques concernant le schéma 1 (voir annexe 10), construit par le groupe 1 et lu par le groupe 2

***Point des difficultés rencontrées**

-Difficulté de lecture due au format du schéma

Elèves du groupe 2 :

"On voyait pas bien, c'était tout petit"

-Difficulté pour reconnaître les objets schématisés

Elèves du groupe 2 :

"On a reconnu la pile parce que c'était marqué "alca 4""

"On a pas reconnu les ciseaux"

Elève du groupe 1 : "Ben tu voulais que ça soit quoi, un truc avec des dents ? "

Elève du groupe 2 : "En même temps tes ciseaux ils ont pas de dents"

L'enseignante : "Ça serait peut-être plus simple si on les dessinait tous de la même manière ?"

Elève du groupe 2 : "Oui c'est vrai"

-Difficulté de lecture due à un manque de soin au niveau des tracés

Elèves du groupe 2 :

"Oui, là où ils ont dessiné les pinces des fils, ça fait des gribouillages"

"Ils auraient pas du croiser les fils, on est obligé de les suivre avec notre doigt"

***Bilan de la recherche de solutions par l'ensemble du groupe classe :**

"Il faut prendre toute la place de la feuille pour le schéma"

"Il faut mettre un petit mot pour les objets qu'on arrive pas à reconnaître" (interruption de l'enseignante : comment appelle-t-on ce petit mot ? : une légende)

"Si on croise les fils, on sait plus où on est rendu"

"Ça ne sert à rien de dessiner les pinces, on voit pas où c'est branché, ça fait des gribouillages"

- Remarques concernant le schéma 5 (voir annexe 11), construit par le groupe 5 et lu par le groupe 1

***Point des difficultés rencontrées**

-Difficulté de lecture due à des informations jugées inutiles

Elève du groupe 1 : "Ça sert à rien de mettre la couleur des fils, ça se peut qu'on n'ait pas les mêmes"

Elève du groupe 5 : "Nan t'as pas compris, c'était pas pour que vous preniez les mêmes"

Moi : "Est-ce que vous pouvez nous expliquer pourquoi vous avez mis la couleur des fils ?"

Elève du groupe 5 : "C'était pour savoir où ils s'arrêtent"

Moi : "C'était pour que l'on voit bien les différents fils ?"

Elève du groupe 5 : "Oui"

-Difficulté pour reconnaître les objets schématisés

Elève du groupe 1 : "Sinon c'était bien, on a tout reconnu"

Moi : "Ah bon, même la trousse ? Elle était dessinée très simplement."

Elève du groupe 1 : "Oui, mais y avait ce qu'il faut pour la reconnaître, on a reconnu la fermeture"

***Bilan de la recherche de solutions par l'ensemble du groupe classe :**

"La couleur des fils c'est pas très important, par contre ça peut servir à mieux voir sur le schéma"

"On peut reconnaître un objet si on met les bons détails"

- **Bilan, trace écrite construite avec la classe**

En bilan de cette phase, une grille reprenant l'ensemble des remarques des élèves est construite avec l'ensemble de la classe. Les élèves pourront s'y reporter pour vérifier que leur schéma répond bien aux critères construits au cours de cette phase. Voici la grille élaborée en bilan :

Mon schéma est suffisamment grand.	
J'ai dessiné les objets simplement, en choisissant les détails qui permettent de les reconnaître.	
J'ai mis une légende pour les objets difficiles à reconnaître.	
Je n'ai pas croisé les fils.	
J'ai dessiné précisément l'endroit où les fils sont branchés.	
J'ai mis des couleurs seulement si cela aide à comprendre mon schéma.	

4) Phase 4 : vers le schéma normalisé

- **Travail proposé aux élèves**

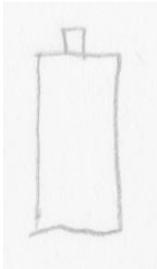
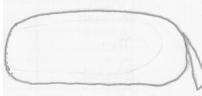
Cette phase débute par un retour sur le problème de la représentation des ciseaux évoqué lors de la phase précédente. Ce problème est le point de départ d'une réflexion qui doit amener les élèves à l'idée que le moyen le plus efficace de rendre les schémas compréhensibles au sein de la classe est de se mettre d'accord sur la manière de représenter les objets. Une nomenclature propre à la classe doit être construite, qui renseignerait sur la manière de représenter la pile, l'ampoule, et les objets utilisés couramment dans les montages de la classe (ciseaux, trousse, gomme).

Pour cela, la classe est répartie en quatre groupes. Chaque groupe a pour consigne de trouver une représentation pour chaque objet. L'objet doit être représenté le plus simplement possible, mais reconnaissable.

Au cours de la mise en commun, les objets sont repris un à un, et chaque groupe vient dessiner au tableau la représentation qu'il propose. Le groupe classe doit ensuite voter pour la représentation qui lui semble répondre au mieux aux critères évoqués ci-dessus : reconnaissable et facilement reproductible.

- **Données recueillies**

Voici, pour chaque objet, les représentations proposées et la représentation retenue par vote :

Objet	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Représentation retenue
Pile					Groupe 3
Ampoule					Groupe 1
Ciseaux					Groupe 1
Trousse					Groupe 1
Gomme					Groupe 3

Conclusion

Si l'on analyse les représentations retenues par vote par l'ensemble du groupe classe, on remarque qu'elles répondent bien aux critères de réalisation d'un schéma : elles sont simples et reconnaissables. Les éléments caractéristiques de chaque objet sont retrouvés, et peu de détails sont inutiles. On peut, à travers ce travail final, penser qu'une réflexion est engagée sur les critères de réalisation et la visée du schéma scientifique.

Cette réflexion a été permise en abordant le schéma scientifique en quatre phases :

- la compréhension de la différence entre dessin scientifique et schéma scientifique, qui permet d'éviter un mélange des deux types de représentations lorsque l'on demande à l'élève de figurer un objet scientifique ;
- la compréhension de l'intérêt du schéma scientifique, en terme de facilité d'élaboration et de facilité de lecture ;
- la construction des caractéristiques du schéma scientifique : détails pertinents, format adapté... ;
- la compréhension des enjeux du schéma normalisé en terme de communication scientifique

A travers cette séquence, le schéma a pu être présenté aux élèves comme une représentation pertinente des objets scientifiques. En comprenant le processus d'élaboration des schémas, les élèves disposent d'outils facilitant la lecture et la compréhension de ceux qu'ils rencontreront, notamment dans les manuels scolaires. L'étape suivante sera l'utilisation du schéma pour représenter et organiser sa pensée.

On peut cependant remarquer que le dessin scientifique est la représentation qui apparaît en premier lieu la plus naturelle aux élèves : le travail sur le schéma scientifique devra donc être poursuivi, afin qu'il continue à être utilisé.

Bibliographie

Estivals, R. (2003). *Théorie générale de la schématisation 2 : sémiotique du schéma*. Paris, France : L'Harmattan

Vezin, J-F. (1986). Schématisation et acquisition des connaissances. *Revue française de pédagogie*, (77), 71

Blouin M., Bergeron C. (1997). Communication verbale. Dans *Dictionnaire de la réadaptation* (volume 2, p.24). Québec : Les Publications du Québec

Manuels scolaires

Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas

Guichard J. et al. (2010). *Sciences expérimentales et Technologie, Cycle 3*. Paris, France : Hachette Livre

Rolando, J-M. et al. (2010). *Sciences, Cycle 3, 64 enquêtes pour comprendre le monde*. Paris, France : Magnard

Giordan, A. et al. (2008). *Toutes les Sciences, Cycle 3*. Paris, France : Nathan

Sitographie

Définition schéma (2011). *les DEFINITIONS*. Repéré à <http://lesdefinitions.fr/schema>

Rougier, E. (s.d.). Critères de notation lors de l'évaluation des TP [htm]. Repéré à <http://rougier.e.perso.neuf.fr/TS/capacites.htm>

Equipe SVT Lycée Guy de Maupassant de Fécamp. (s.d.). Fiche méthodologique N°8 Schématiser un dispositif expérimental [pdf]. Repéré à <http://ddata.over-blog.com/xxxxxyy/1/53/83/36/methodo/8.Schematiseruneexp.pdf>

Académie de Reims.(s.d.). Le schéma fonctionnel [pdf]. Repéré à http://www.ac-reims.fr/editice/images/stories/sciences_de_la_vie_et_de_la_terre/LN/Pdagogie/quatrieme/schemafonctionnel-progression.pdf

Collège Gustave Flaubert de Pont l'Evêque (s.d.) Le courant électrique [pdf]. Repéré à <http://lcs.flaubert.clg14.ac-caen.fr/~lebons/5e/E1/E1.pdf>

Académie de Lyon.(s.d.). Evaluation d'un dessin scientifique [pdf].Repéré à <http://www2.ac-lyon.fr/enseignement/biologie/spip.php?article302>

Quagliozi, A. (s.d.). Le dessin d'observation et le schéma [.doc]. Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yKbnRaR019sJ:www.i-en-ermont-eaubonne.ac-versailles.fr/IMG/doc/Le_dessin_d_observation_et_le_schema.doc+d%C3%A9finition+sch%C3%A9ma+scientifique&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEESj7lFmfduzTpwVWucmH6aKyDNYj8-f_rcJSKX_MrgPonqvcKLRDXUBOGxuoCunHANTCe_8DhBMHUEduD80Lsin5SXZF7tgxE7FKp64GOISXaFWGaW24SiYSZFlw9myptCv_vsn&sig=AHIEtbQ4D7dadGKk3vrstAbn3oOPQLf30A

Langellier, B. (2004). Quelle différence entre schéma et dessin? [forum].Repéré à <http://www.fondation-lamap.org/fr/topic/13497>

Chantal, M. (2010). Représenter à l'école : dessin ou schéma ? [pdf]. Repéré à <http://lewebpedagogique.com/sciencesalecole/files/Du-dessin-au-sch%C3%A9ma-%C3%A0-l%C3%A9cole-primaire1.pdf>

CRDP Versailles. (s.d.). Fiche méthode [.doc]. Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:JDQrDrl0jMYJ:blog.crdp-versailles.fr/collegehayetsvt/public/dessin-croquis-schema__les_Differences.doc+passage+du+dessin+d'observation+au+sch%C3%A9ma&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEESj6LQNqBrXpO7kkZ5c9LYLTFmgsS-oYRG_lhopPwh7mJ1-Ha2NIwvRYbNK118IwusODNkGsNTfTN8HUoerxovm3PI-Ln6cvRqvDossoFPmiGtEbq640ELdlDqJ_DjuEIsSrCfGX&sig=AHIEtbTPuQRkcgYD7wld9ywhrKzJ87ggbw

Académie de Bordeaux. (s.d.). Schéma ou dessin [.doc]. Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:k96jwB8UdE4J:webtab.ac-bordeaux.fr/asuncion/classes/SVT/FICHES/Schema%2520ou%2520dessin.doc+sch%C3%A9ma+et+dessin+toujours+pr%C3%A9voir+la+place&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEEShSQQZ0fn9anY_-0kqKhBvr_k7juEszN3UIXcKb58BQifnd0GBzBtXSizZYbKxMNLgJbiX8uHlayAvJV29ifJkLMerG0HOn_Jhk83PmvOTS80EiYvxtmCJNqTKdTVRD4efSSzd1&sig=AHIEtbRjbvgzIzs3ihiMVgVsDBvJIZswhw

Collège Jean Jaurès de Poitiers. (2012). Faire un dessin d'observation en sciences [Billet de blogue]. Repéré à <http://lewebpedagogique.com/svt22/tag/dessin-dobservation/>

Jonckheere, S. (s.d.). *L'approche du dessin chez l'enfant maltraité* [pdf]. Repéré à http://www.one.be/fileadmin/user_upload/one_brochures/DIREM/Diagnostic_de_la_maltraitance/direm_31.pdf

Dolbecq, J. & Billeaud, E. (2005). *Le dessin d'enfant* [pdf]. Repéré à https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:UDbip-xUka8J:www.info.univ-angers.fr/~richer/ens/l3sen/dossier/le_dessin_d_enfant.doc+le+dessin+symbolique+et+le+dessin+repr%C3%A9sentatif&hl=fr&gl=fr&pid=bl&srcid=ADGEESho7Fjab-lzmg65cfz7Piy9W2Lisom_fuKG-fxGIsojhFvNIa1Gu9myOfBHqvSmbpNnQD-dsSBNRRuPqepqoMiF8UIaiURtSeFo6Ub5CfSAfvJ92mXAxN9qjzyxbRFRfxaJ2jvv&sig=AHIEtbTIJrlQ9IxOEkUWWZPFCIM8UoTOYw

Gouanelle, C., Schneeberger, P. (1996). Utilisation de schémas dans l'apprentissage de la biologie à l'école : la reproduction humaine. *Aster*, (22), 57-86. Repéré à <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8541>

Futura-Sciences. (s.d.). Modélisation. Repéré à http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/matiere-1/d/modelisation_11321/

Abstraction (s.d.). *Larousse*. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/abstraction/298>

Définition conceptualisation (2013). Dans Wiktionnaire. Repéré le 9 février 2013 à <http://fr.wiktionary.org/wiki/conceptualisation>

Communication non verbale (2013). Dans Wikipédia. Repéré le 16 février 2013 à http://fr.wikipedia.org/wiki/Communication_non_verbale#Types_de_communication_non_verbale

Académie de Grenoble. (2007). Mémoriser [pdf]. Repéré à http://www.ac-grenoble.fr/college/ppre/file/ressources/stages/eleve/Memoriser__St_Jean_Maurienne.pdf

Programmes officiels

Programmes officiel de 2008, BO du 19 juin 2008

Annexe 1 : Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas, p.47

2

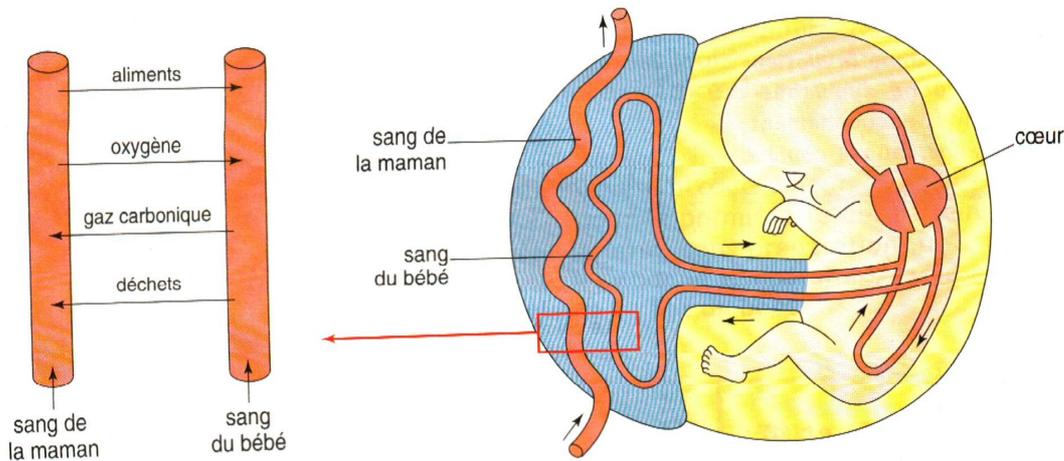
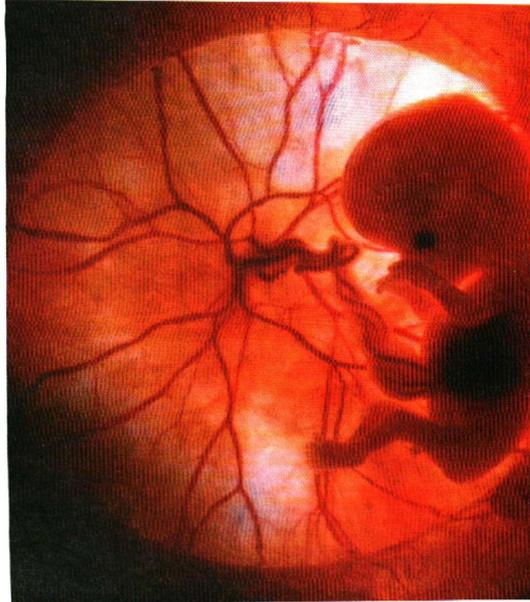
La maman et le bébé échangent beaucoup de choses.

Pour que le bébé puisse vivre et grossir, il doit échanger beaucoup de choses avec sa maman.

C'est au niveau du placenta que se font ces échanges. Le sang de la mère et celui de l'enfant restent séparés, les deux circulations étant indépendantes.

Le cordon ombilical assure la liaison entre la mère et l'enfant : c'est une sorte de pont avec une circulation dans les deux sens.

À la naissance, le cordon a 50 cm de longueur ! Il laisse ainsi au « bébé » une grande liberté de mouvement dans sa « chambre de flottabilité ».



FAISONS LE POINT

Au niveau du placenta, le sang de la maman et celui de son enfant ne se mélangent pas. Cependant les aliments solubles et l'oxygène contenus dans le sang de la mère passent dans le sang du « bébé ». En sens inverse, les déchets contenus dans le sang du « bébé » passent dans le sang maternel.

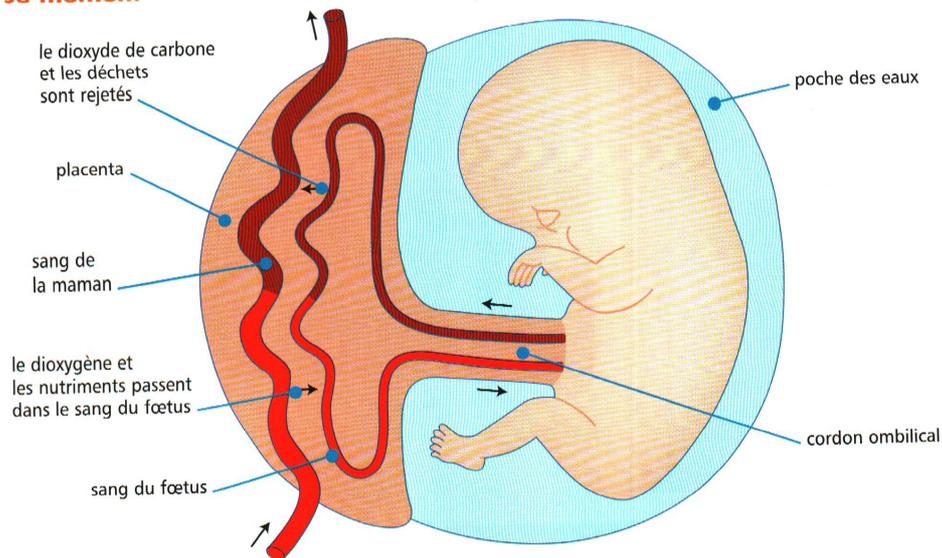


- Mots importants**
- Utérus
 - Échange
 - Placenta
 - Cordon ombilical



Je comprends

► Ce schéma permet de comprendre comment le fœtus se nourrit dans le ventre de sa maman.



? Explique de quelle manière se font les échanges nutritifs et respiratoires entre le fœtus et sa maman.

► Étonnant !

Un bébé-éprouvette est issu d'une fécondation « in vitro ». La fécondation de l'ovule par le spermatozoïde se fait dans une éprouvette, en dehors du corps de la femme. L'embryon est ensuite placé dans l'utérus de la mère. La grossesse* se poursuit ensuite normalement.



Sur ton carnet de chercheur

- Remets dans l'ordre chronologique (de la fécondation à l'embryon) les schémas proposés, puis écris les légendes.

Chaque être humain provient de la rencontre de deux cellules : un ovule de sa mère et un spermatozoïde de son père. **C'est lors d'un rapport sexuel entre un homme et une femme que se fait la fécondation.**

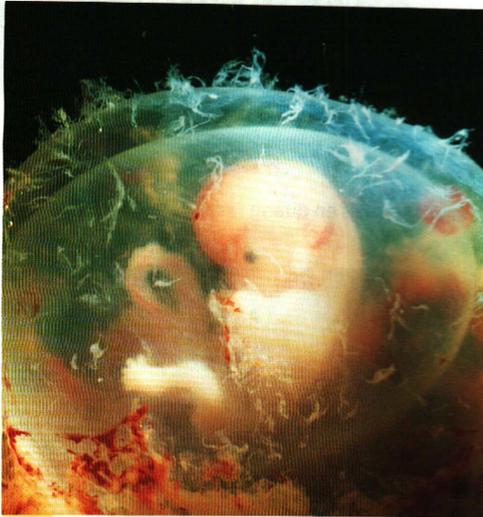
L'œuf se divise en plusieurs cellules qui forment l'embryon.

L'embryon grandit dans l'utérus de la maman.

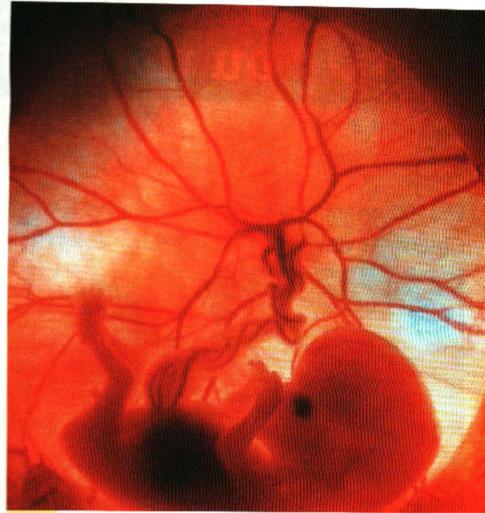
Il est relié à sa mère par le placenta qui lui apporte nourriture et oxygène. L'embryon devient fœtus à partir du troisième mois, quand tous ses organes sont formés.

* Vocabulaire

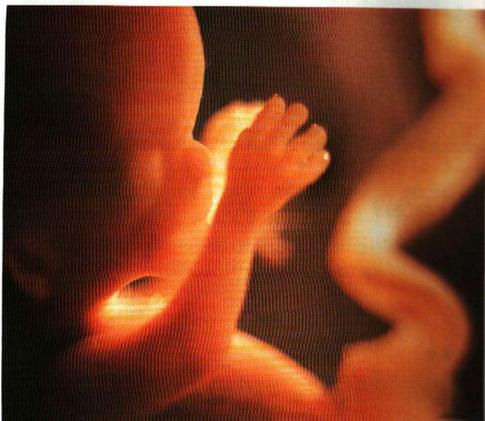
- **Grossesse** : période de neuf mois pendant laquelle une femme est enceinte, c'est-à-dire qu'elle attend un bébé.



Doc. 5 L'embryon, 7 semaines après la fécondation (taille : 2 cm).



Doc. 6 L'embryon à 11 semaines (taille : 7 cm).



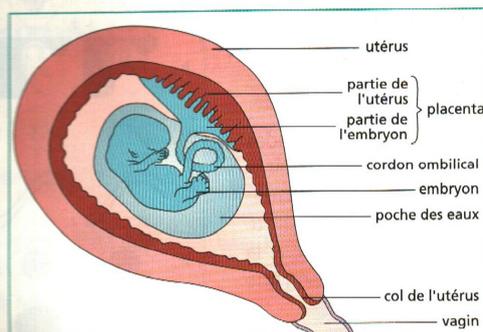
Doc. 7 Le fœtus à 3 mois (taille : 9 cm).



Doc. 8 Le nouveau-né avec son cordon ombilical (taille : 50 cm).

2 Comment l'embryon se nourrit-il ?

- Parmi les docs. 4 à 8, quelle photographie t'apporte le plus d'informations pour répondre à la question ?
- Après discussion avec tes camarades, décalque et légende la photographie choisie.
- Observe le doc. 9. Y a-t-il mélange entre le sang de l'enfant et celui de sa mère ? Consulte l'encyclopédie à **Placenta** et va voir l'enquête 39.
- Pourquoi le tabac, l'alcool, les drogues et certains médicaments sont-ils dangereux pendant la grossesse ?

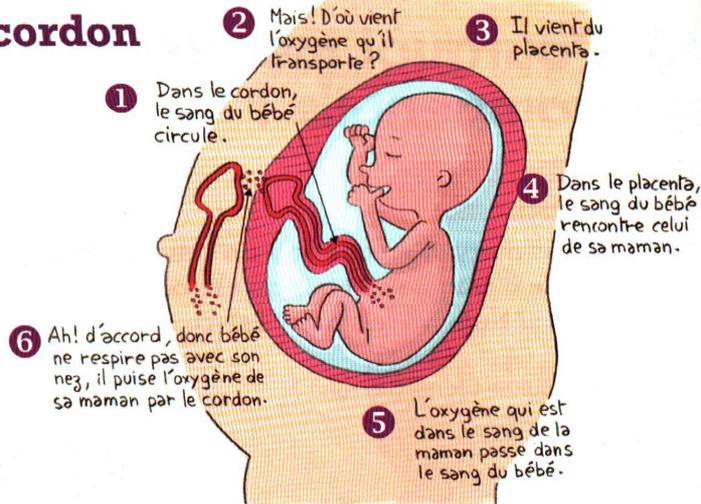


Doc. 9

Le bébé et son cordon

Le bébé ne respire pas par la bouche, il ne le pourrait pas. Il vit dans une poche entourée d'un liquide. L'air lui arrive par un tuyau : le cordon ombilical.

Il se nourrit également par ce cordon : les aliments sont transportés par le sang de la maman puis passent dans le sang que contient ce cordon.



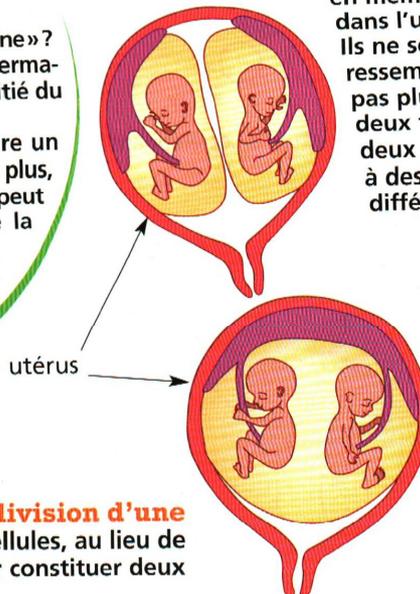
Une chenille n'est pas un papillon

On se demande souvent si le bébé dans le ventre de sa maman est « vivant » ou encore s'il est déjà « humain ». Comment définir le moment précis où commence la « vie humaine » ? On sait que chaque ovule fécondable et chaque spermatozoïde sont vivants. Ils contiennent chacun la moitié du programme d'un futur bébé. L'embryon est donc vivant mais n'est pas encore un humain. Un programme ne fait pas un homme ! De plus, l'embryon n'a pas une « vie indépendante ». Il ne peut se développer que dans et par le corps de la maman.

L'embryon n'est pas ce qu'il pourrait devenir. De même qu'une chenille n'est pas un papillon !

Quelle est la différence entre les vrais et les faux jumeaux ?

▼ Les **faux jumeaux** sont issus de **deux cellules-œufs** fécondées séparément et implantées en même temps dans l'utérus. Ils ne se ressemblent pas plus que deux frères ou deux sœurs nés à des moments différents.



► Les **vrais jumeaux** sont issus de la **division d'une seule cellule-œuf**. Les premières cellules, au lieu de rester ensemble, se sont séparées pour constituer deux bébés. Ils se ressemblent beaucoup.

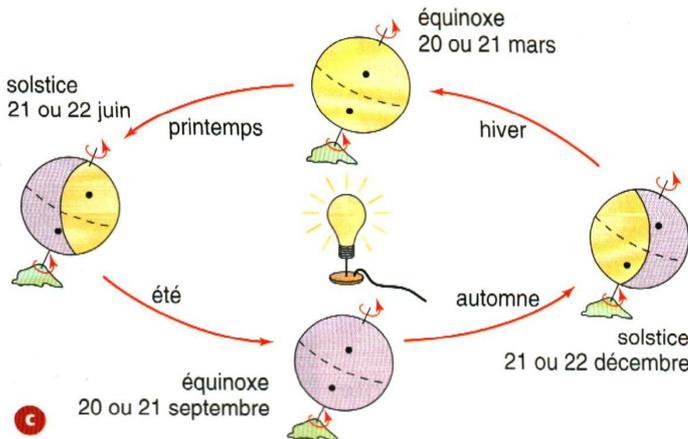
Annexe 5 : Calmettes, B. et al. (2003). *Sciences expérimentales et Technologie, CM2*. Paris, France : Bordas, p. 67

Document 2

Pourquoi, en France, les journées sont-elles plus courtes en hiver qu'en été ?

La Terre tourne autour du Soleil

La Terre fait un tour autour du Soleil en une année. Une année dure 365 jours et 6 heures.



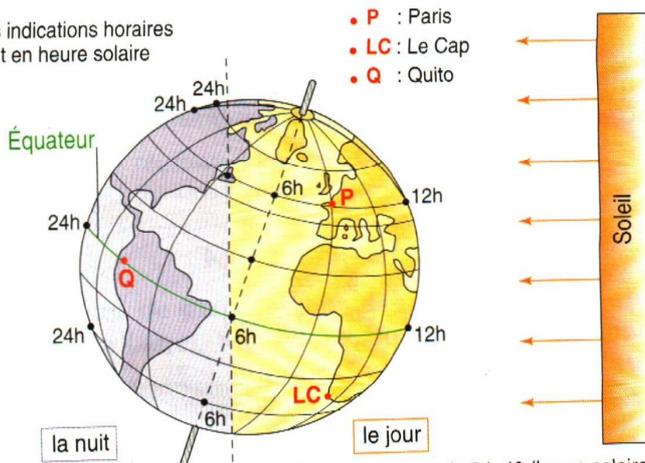
c

Le jour du solstice d'été

La nuit la plus courte en France est le 21 ou 22 juin : c'est le solstice d'été. À Paris, il fait alors jour pendant environ 16 heures et la nuit dure environ 8 heures.

Le 21 ou le 22 juin : le jour le plus long en France
C'est le premier jour de l'été (solstice d'été).

Les indications horaires sont en heure solaire



d

- Le Soleil se lève à partir de 3 h 49 (heure solaire)
- Il se couche à partir de 19 h 56 (heure solaire)
- **Durée du jour** : environ 16 h
- **Durée de la nuit** : environ 8 h

Activités

Document 2 :

- Reproduis le mouvement de la figure c à l'aide d'une maquette. Essaie sans incliner l'axe de la Terre par rapport au plan de sa trajectoire. Compare alors, les durées des jours et des nuits en France.
- Compare les durées des nuits à Paris et au sud de l'Afrique (Le Cap) le jour du solstice d'été.
- Découpe le dessin d et modifie-le pour représenter la position de la Terre par rapport aux rayons du Soleil le jour du solstice d'hiver.

La durée de la journée évolue au fil de l'année : les journées sont courtes en hiver et longues en été.

Quand il reste longtemps levé et culmine haut dans le ciel, le Soleil chauffe davantage le sol : c'est alors la saison chaude. À l'inverse, quand il est peu longtemps levé et qu'il culmine bas, le Soleil chauffe moins le sol : c'est la saison froide.

Tous ces changements s'expliquent par la révolution de la Terre autour du Soleil, en une année. L'axe des pôles est incliné par rapport au plan de la trajectoire de la Terre autour du Soleil.

FAISONS LE POINT

Mots importants

- Révolution
- Année
- Saisons
- Solstice
- Équinoxe



Annexe 6 : Giordan, A. et al. (2008). *Toutes les Sciences, Cycle 3*. Paris, France : Nathan, p.40

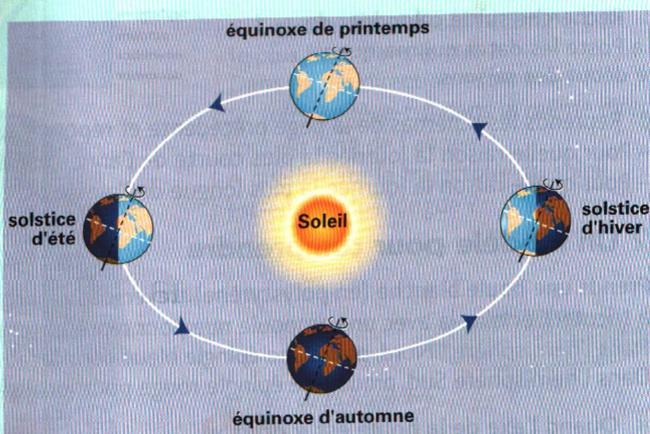
• Je comprends

1 La durée du jour change au cours de l'année

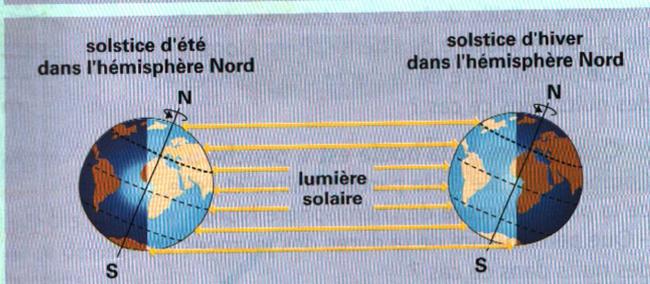
- La journée la plus longue de l'année est au **solstice d'été***, le 20 ou le 21 juin ;
 - La journée la plus courte de l'année est au **solstice d'hiver***, le 21 ou le 22 décembre.
 - Deux fois dans l'année, la nuit dure 12 heures comme la journée : ce sont les **équinoxes***, le 20 ou le 21 mars et le 22 ou le 23 septembre.
- Ces quatre dates marquent le début des quatre saisons : le printemps, l'été, l'automne et l'hiver.

2 La Terre tourne autour du Soleil

En un an, la Terre décrit quasiment un cercle dont le Soleil est le centre. Au cours de ce mouvement, la Terre reste toujours inclinée dans la même direction.



En juin, l'hémisphère Nord, dans lequel la France métropolitaine se situe, reste plus longtemps au soleil qu'en décembre. Ainsi, les jours sont plus longs.



3 Les saisons sont inversées entre hémisphère Nord et hémisphère Sud

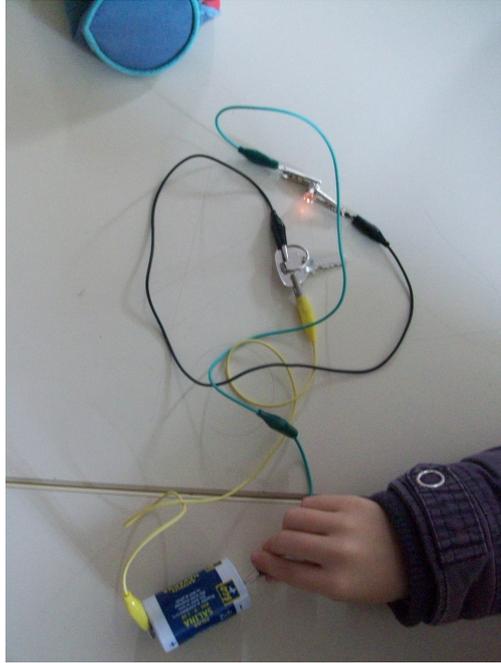
En décembre, l'hémisphère Sud, dans lequel la Nouvelle-Calédonie se situe, reste plus longtemps au soleil qu'en juin. Ainsi, les jours sont plus longs. En Nouvelle-Calédonie, Noël se trouve donc au début de l'été !

mon petit dico

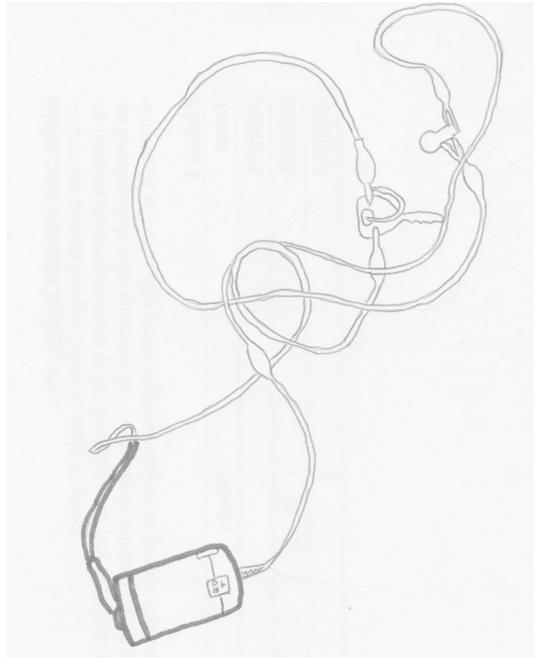
Un **hémisphère** est une des deux moitiés d'une sphère. La France métropolitaine se situe dans l'hémisphère Nord de la sphère terrestre. En France métropolitaine, le **solstice d'été** correspond à la journée la plus longue et la nuit la plus courte de l'année.

Le **solstice d'hiver** correspond à la journée la plus courte et la nuit la plus longue de l'année. Aux **équinoxes**, la durée de la journée (12 heures) est égale à la durée de la nuit (12 heures). Une **ellipse** est un cercle un peu aplati.

Annexe 7



Photographie du montage



Dessin scientifique du montage fait par l'enseignante

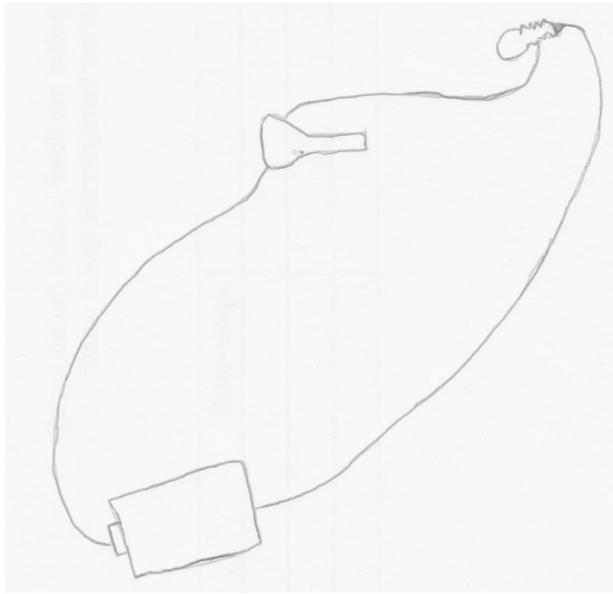
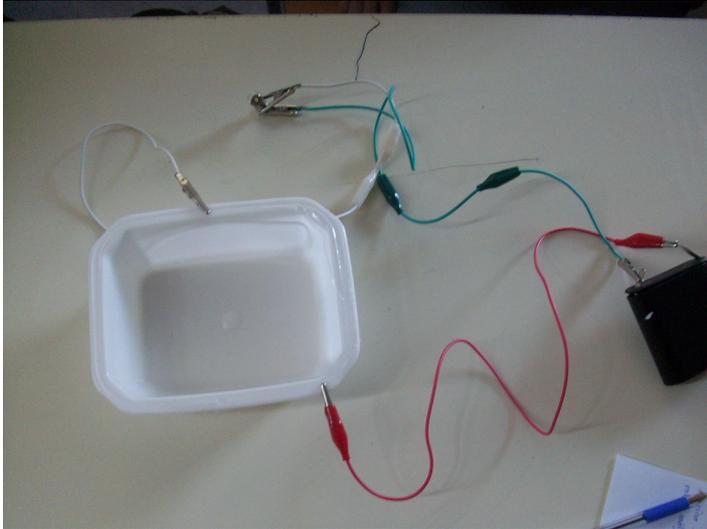


Schéma scientifique du montage fait par l'enseignante

Annexe 8



Photographie du montage de difficulté moyenne

Retranscription du texte explicatif élaboré par le groupe 1 :

"Vous devé prendre une barquette et vous branché un fil blanc et un fil rouge. Après le fil blanc faut le branché sur l'ampoule. Après le fil vert faut aussi le branché sur l'ampoule. Après tu le branche sur la pile"

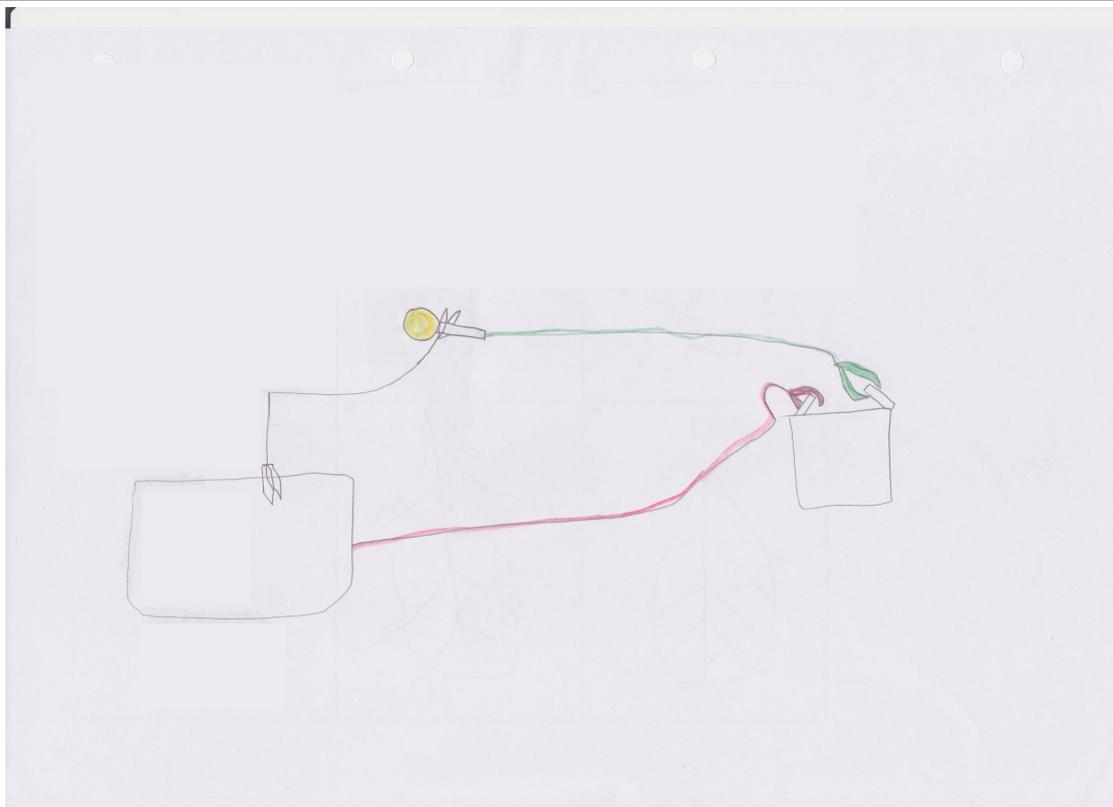
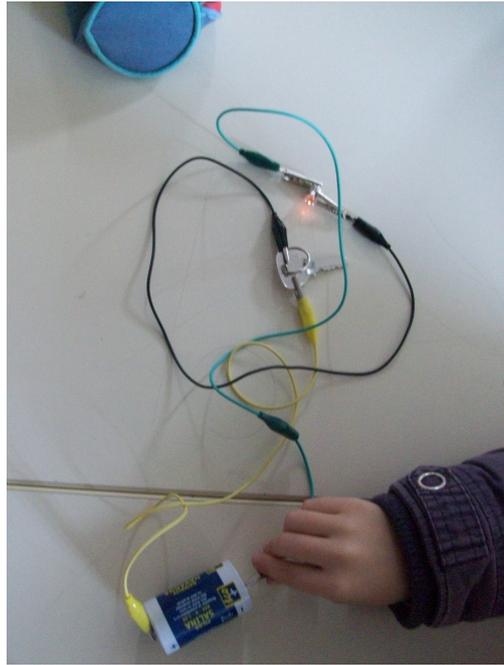
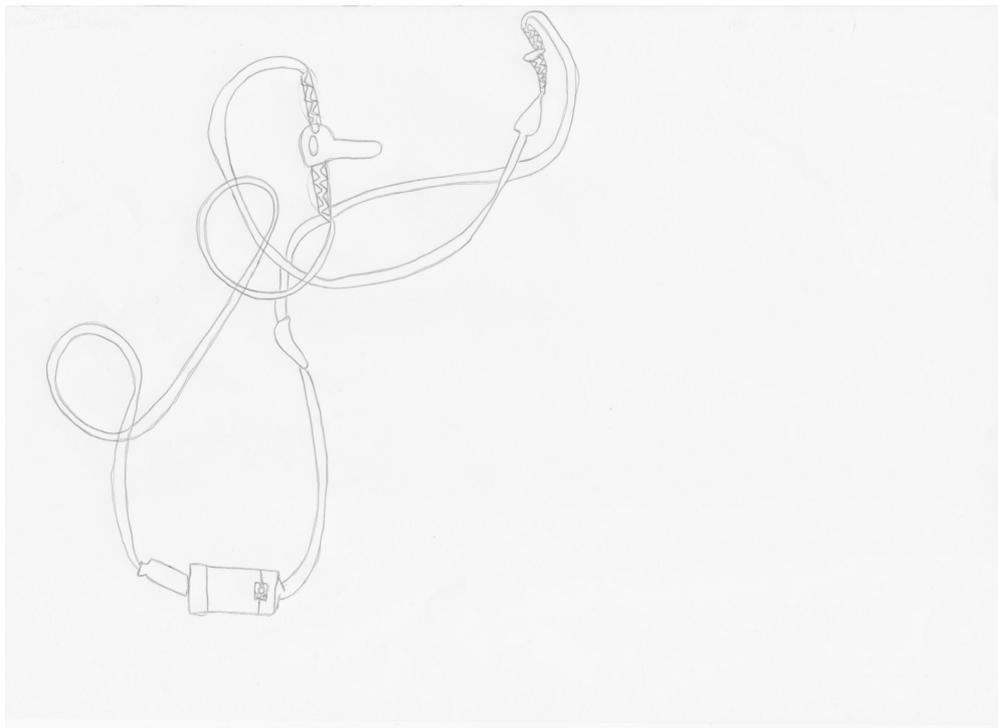


Schéma scientifique élaboré par le groupe 2.

Annexe 9



Photographie du montage de difficulté plus importante

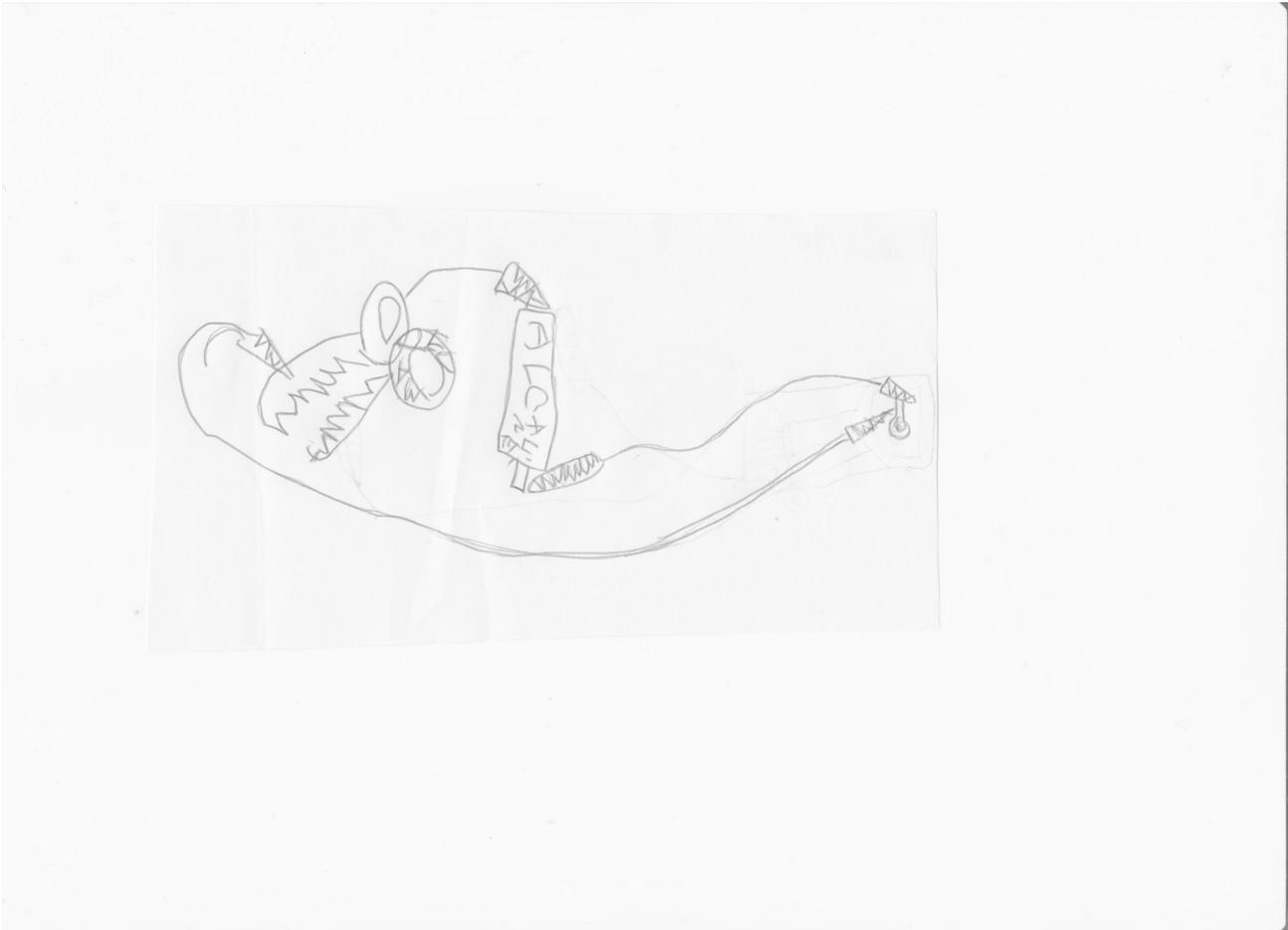


Dessin scientifique élaboré par le groupe 3

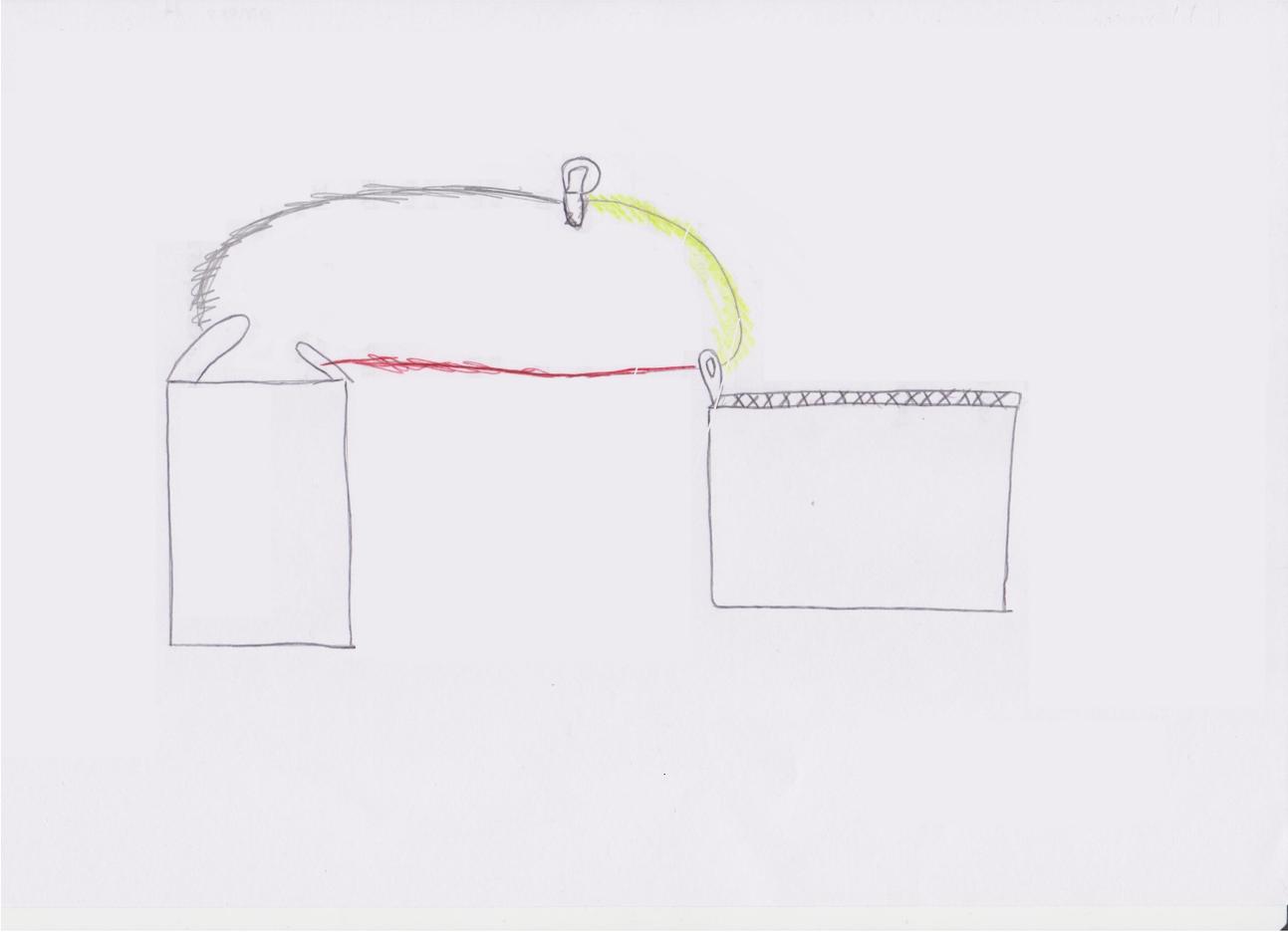


Schéma scientifique élaboré par le groupe 4.

Annexe 10 : schéma 1 construit par le groupe 1 et lu par le groupe 2



Annexe 11 : schéma 5 construit par le groupe 5 et lu par le groupe 1



Résumé

Comment passer du dessin au schéma dans le domaine des sciences au cycle 3 ?

Ce mémoire s'intéresse à la différence entre ces deux types de représentations, ainsi qu'aux différents types de schémas pouvant être rencontrés dans la culture scientifique. Il souligne l'intérêt d'un travail sur les schémas (lecture et construction) pour l'élève : développement des capacités d'abstraction et de modélisation, apports en terme de compréhension et de mémorisation. Il est complété par une étude comparative des différents schémas retrouvés dans des manuels scolaires de sciences de cycle 3. En seconde partie, une séquence ayant pour objectif de passer du dessin au schéma dans le domaine des sciences au cycle 3 est proposée et illustrée par les données recueillies dans une classe de CM1-CM2 suite à sa mise en place.

How to go from a drawing to a scheme in the science field in 4th and 5th grades ?

This master's dissertation is interested in the difference between these two types of representations and in the different types of schemes present in the scientific culture.

It underlines the interest to work on schemes (reading and drawing them) for pupils : development of abstraction's and modeling's abilities and contributions in terms of understanding and memorization.

This dissertation is complemented by a comparative study of different schemes which are in 4th and 5th grades science books.

In second part, a sequence whose goal is to go from a drawing to a scheme in the science field in 4th and 5th grades is proposed and illustrated by data which have been collected in a 4th and 5th grades class after its establishment.

Mots clés : dessin scientifique, schéma scientifique, abstraction, conceptualisation, modélisation