



Porto

Le 13 et 14 février 2012

Problématisation et développement de la raison: le cas de l'enseignement des sciences

Christian ORANGE,

Professeur de sciences de l'éducation, didactique des sciences, CREN

Problématisation et développement de la raison: le cas de l'enseignement des sciences

- 1. A quoi sert l'Ecole?
- 2. Les savoirs peuvent-ils encore former la raison?
- 3. Construction de savoirs et problématisation
- 4. Les conditions d'accès à des savoirs théoriques
- 5. La construction d'un texte de savoirs problématisé

1. A quoi sert l'Ecole?

- À développer l'esprit?
- À préparer à la vie quotidienne?

Depuis l'instauration de l'école obligatoire, il y a hésitation entre les deux visées

Alain, Propos n°27

Leçon de choses, cela veut dire qu'on sait qu'il y a grande marée à l'éclipse; l'effort pour comprendre, et le long détour qui y est nécessaire, on laisse cela, on ajourne cela. Alors que sait-on de plus que ce que sait le pêcheur ? Encore saura-t-on moins bien que lui les retards de la marée, les effets de houle et de tourbillons. Que sont tous ces métiers mal sus ? Fermez l'école, envoyez l'enfant à la chasse ou à la pêche, sous le pouvoir d'un vieux praticien

Harlen, W. (dir.) (2010). *10 notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3è*. Paris: Le Pommier.

2. Le but principal d'une éducation à la science doit être de rendre chaque individu capable de contribuer de façon informée aux décisions qui affectent son propre bien-être comme le bien-être de la société ou l'environnement, et d'agir de façon appropriée.

Harlen, W. (dir.) (2010). *10 notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3è*. Paris: Le Pommier.

5. La progression vers les notions-clés doit résulter de l'étude de sujets qui intéressent les élèves et qui ont un lien avec leur vie.

Bachelard, La formation de l'esprit scientifique, 1938

- La science, dans son besoin d'achèvement comme dans son principe, s'oppose absolument à l'opinion. [...] L'opinion *pense* mal ; elle ne *pense* pas : elle *traduit* des besoins en connaissances. **En désignant les objets par leur utilité, elle s'interdit de les connaître.** On ne peut rien fonder sur l'opinion : il faut d'abord la détruire.

Aujourd'hui, dans de nombreuses disciplines scolaires: il y a une remise en cause des savoirs scolaires traditionnels.

- Enseignement par compétences
- Les éducations à ... à la santé... au développement durable...
- Education à la citoyenneté
- Mais aussi: formation de l'esprit critique

Cela veut-il dire que les savoirs n'ont plus leur place à l'école? Qu'ils ne forment plus la raison?

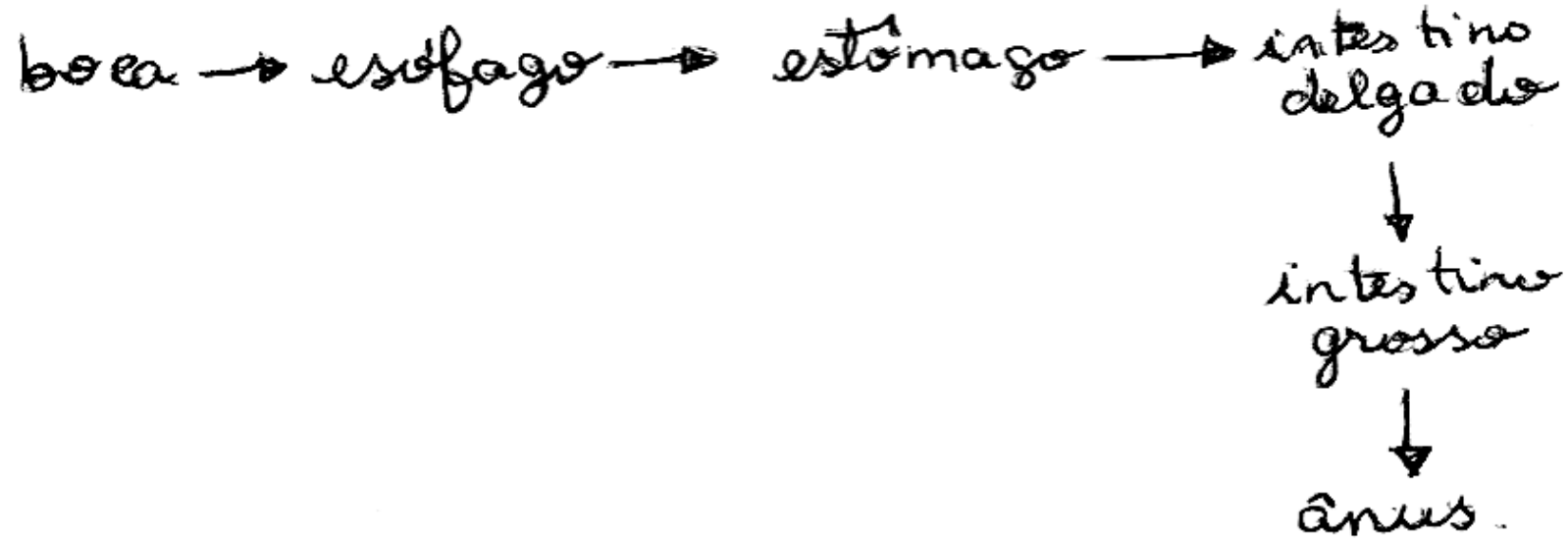
2. Les savoirs peuvent-ils former l'esprit?

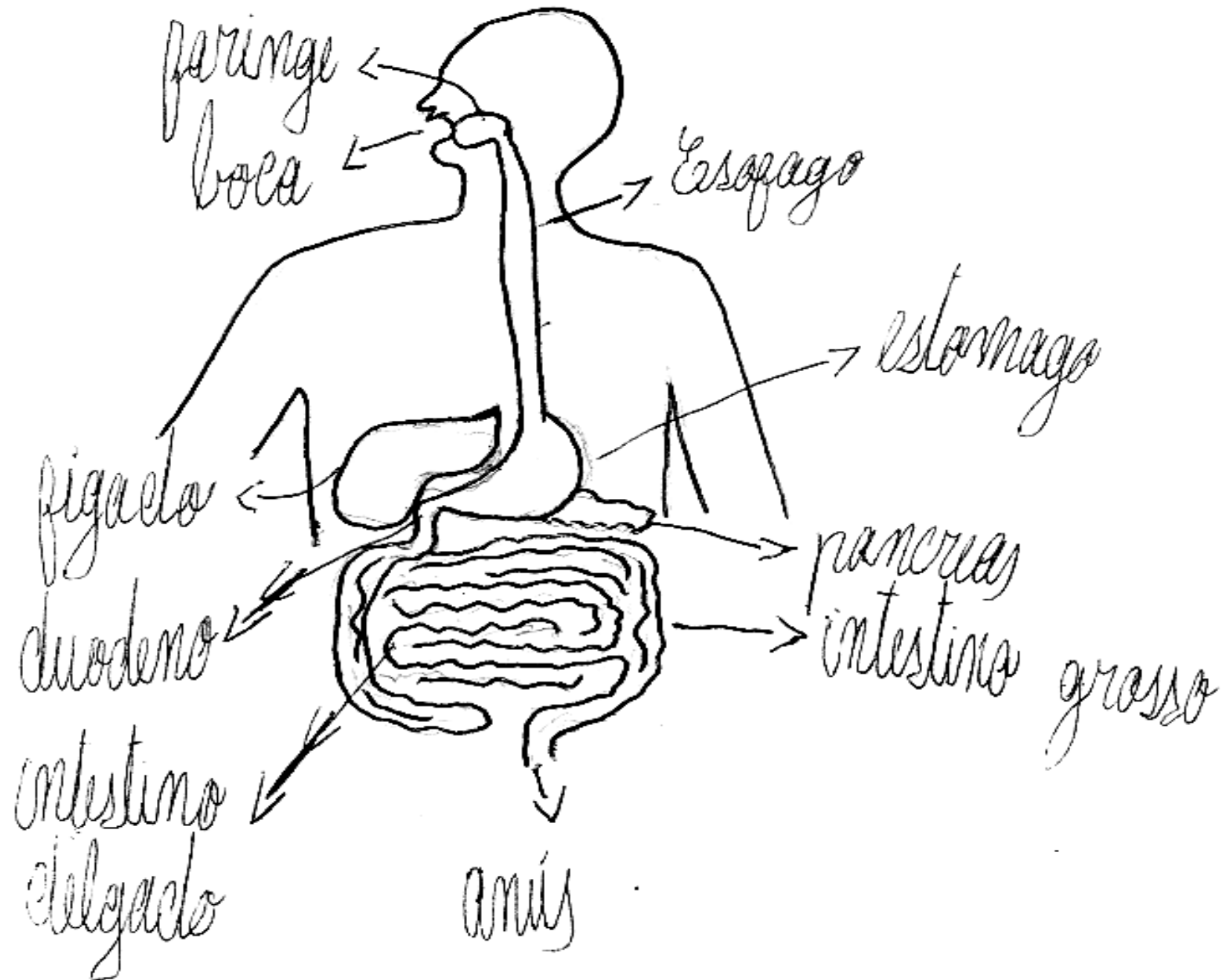
Quels savoirs à l'école?

- Un savoir vrai?
- Un savoir raisonné et critique?

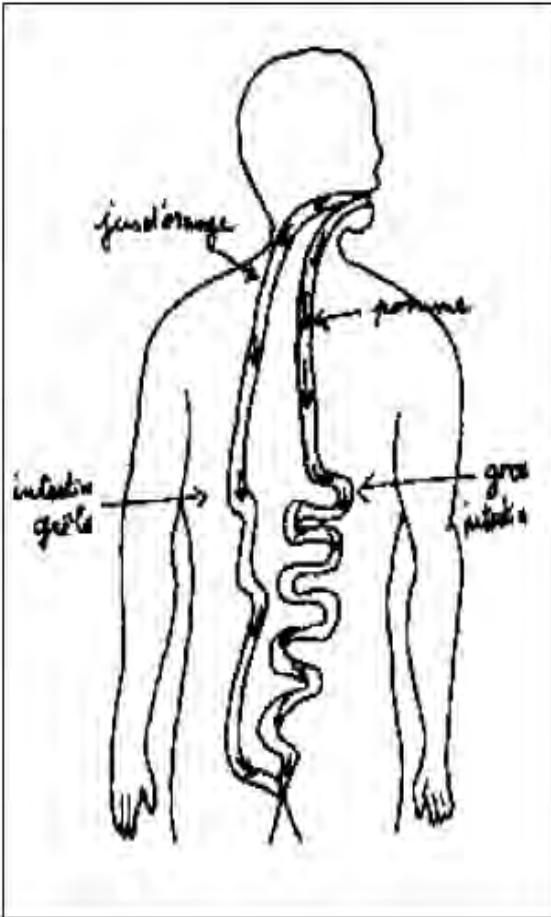
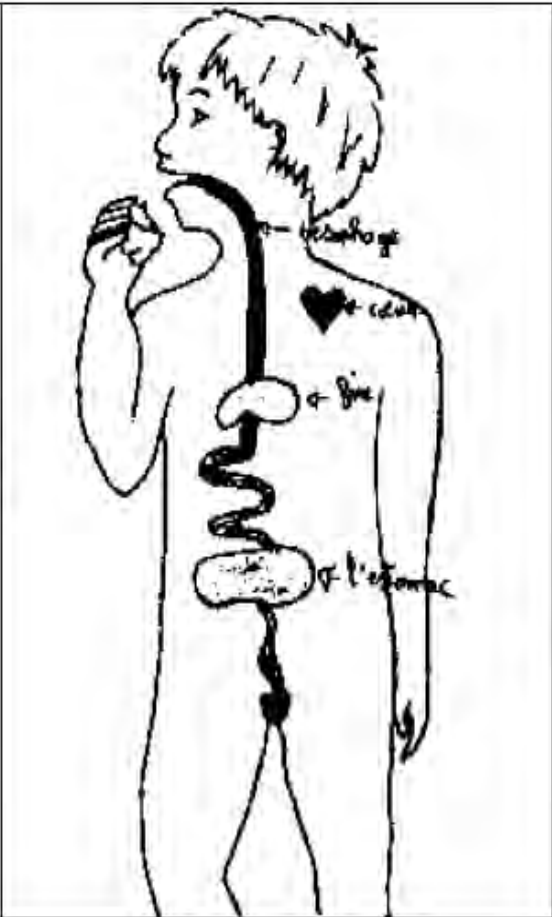
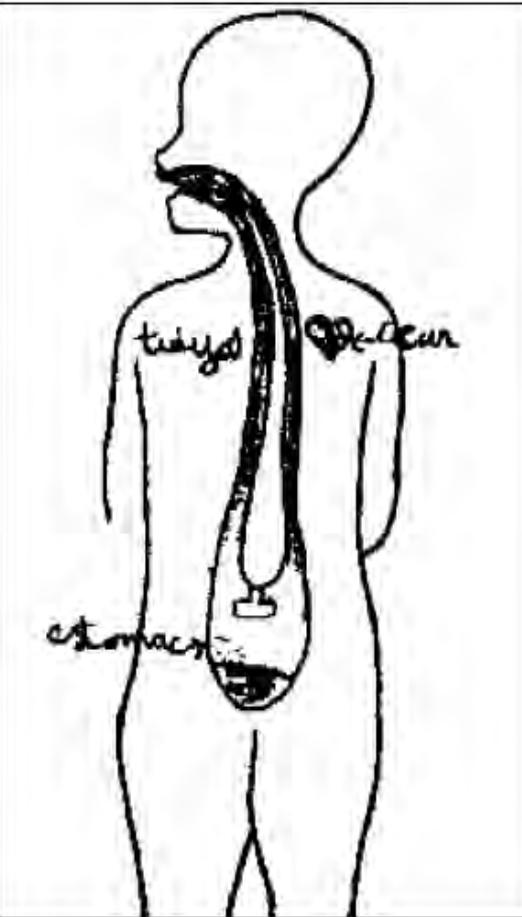
Nous allons prendre un exemple (la nutrition)

Tu comes pão e tu bebes leite. Podes fazer um esquema indicando todos os lugares por onde passou o pão e o leite?



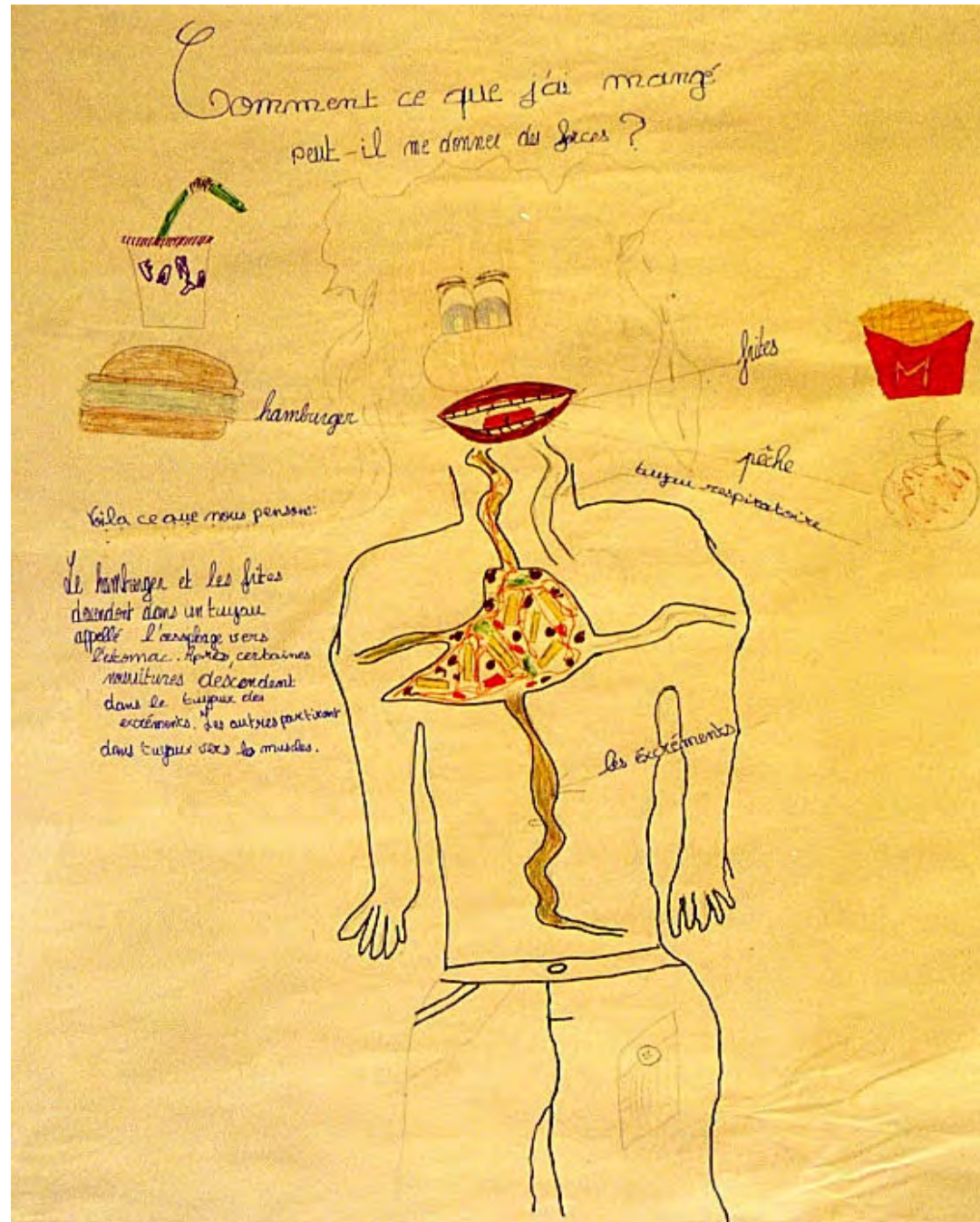


Séance 1. Où vont l'eau et le pain ?

		
<p>deux entrées, deux tuyaux et deux sorties</p>	<p>une entrée, un tuyau et une sortie</p>	<p>une ou deux entrées, pas de sortie</p>

Cycle 3

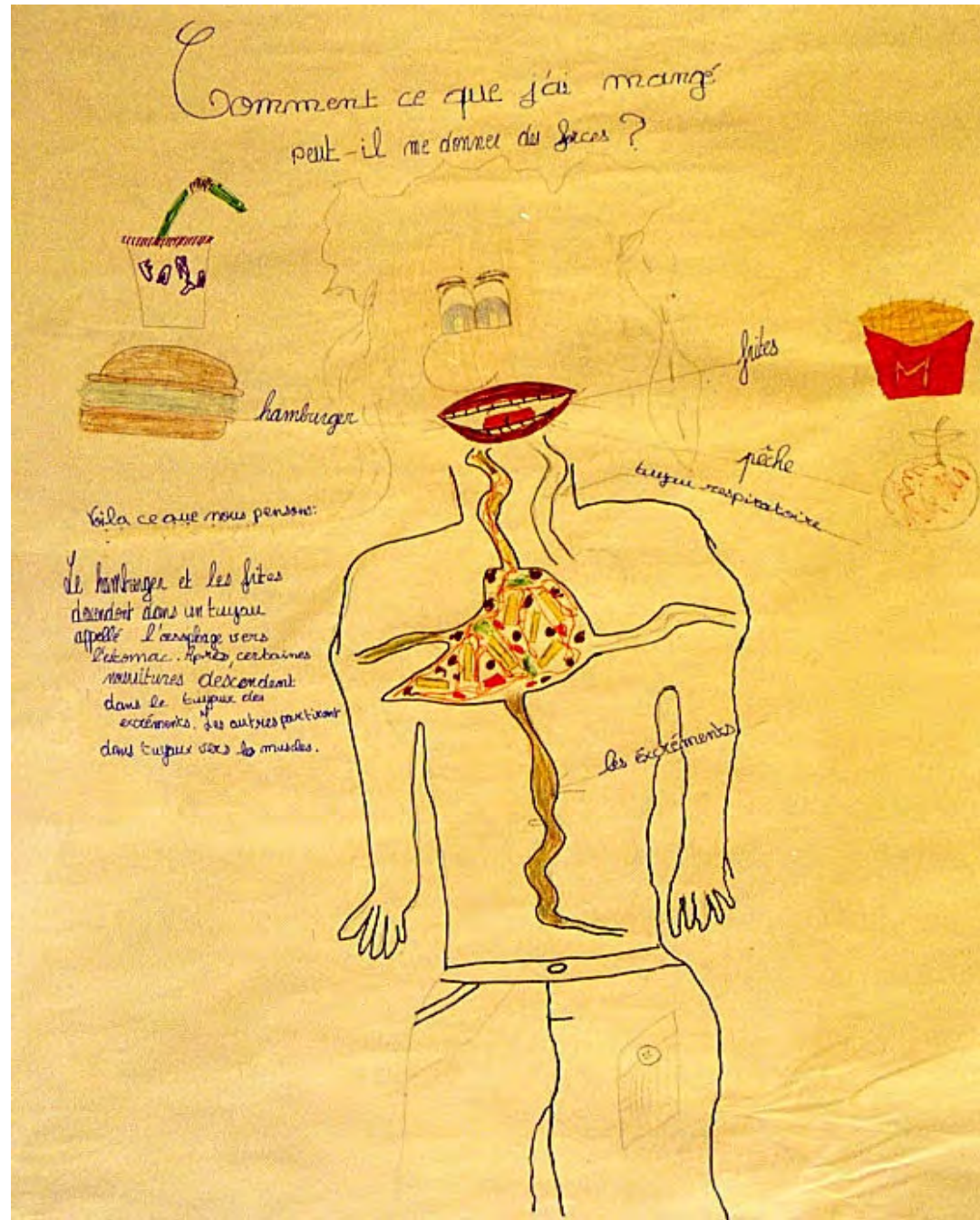
Le hamburger et le frites descendent dans un tuyau appelé l'œsophage vers l'estomac. Après certaines nourritures descendent dans le tuyau des excréments. Les autres partiront dans les tuyaux vers les muscles.



- Quels élèves font des sciences?
- Lesquels construisent des savoirs scientifique?

Cycle 3

Le hamburger et le frites descendent dans un tuyau appelé l'œsophage vers l'estomac. Après certaines nourritures descendent dans le tuyau des excréments. Les autres partiront dans les tuyaux vers les muscles.



187	Juliette : (elle lit l'affiche) Voilà ce que nous pensons. Le hamburger et les frites descendent dans un tuyau appelé l'oesophage vers l'estomac. Après, certaines nourritures descendent dans le tuyau des excréments. Les autres ... les autres partiront dans des tuyaux vers les muscles.
196	Auberi : Dans votre dessin, il y a quelque chose de bizarre parce que tu vois il y a un tuyau de l'œsophage... Et puis il y a un truc qui va par là et l'autre par là. Mais on ne sait pas qu'est-ce qui va xxx exactement. On dirait que tout va d'un côté et xxx va de l'autre. C'est comme ça, ça fait bizarre.
199	Auberi : (elle explique en montrant l'affiche) Vous avez tout dessiné mais c'est un peu bizarre parce qu'on croirait qu'ici ça va dans les muscles (montre le tuyau vers le bas) et là ... dans le muscle aussi (montre les tuyaux sur le côté).

238	Auberi : On pourrait penser que c'est un peu n'importe comment xxx
240	Jennifer : Il y a quelque chose qui est bon et quelque chose qui est pas bon dedans
242	Jennifer : J'étais en train de dire qu'il y a de la nourriture qui va là, de la nourriture qui va là et de la nourriture qui va là (montre les 3 tuyaux)

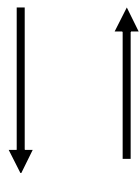
314	Steven2 : (montre le schéma) Ils disent que ce n'est pas les vitamines qui vont dans le muscle, ils disent que c'est tout l'aliment.
315	Juliette : Peut-être que dans les aliments il y a des vitamines
318	Steven1 : Oui mais il faut déjà que ça se trie
320	M : Qu'est-ce que vous pensez de cette idée de tri dont parle Steven? Marion?
324	Clément : Je trouve que c'est vrai ce que dit Steven, y a pas de tri ni rien. C'est comme si tout partait n'importe comment. Y avait des vitamines qui partaient avec des excréments
332	M : Qu'est-ce que vous pensez de ce que dit Steven? Au sujet du tri. Qu'est-ce que vous en pensez?
333	Quentin : Elles ont oublié de dire que ça trie parce que sinon il y a de la mauvaise nourriture qui va dans les muscles

Lors du débat, travail de trois nécessités:

- Nécessité d'une distribution
- Nécessité de tri
- Nécessité de transformation

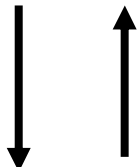
A partir de quoi sont construites ces nécessités?

**Monde du vécu, des
observations et des
expériences**



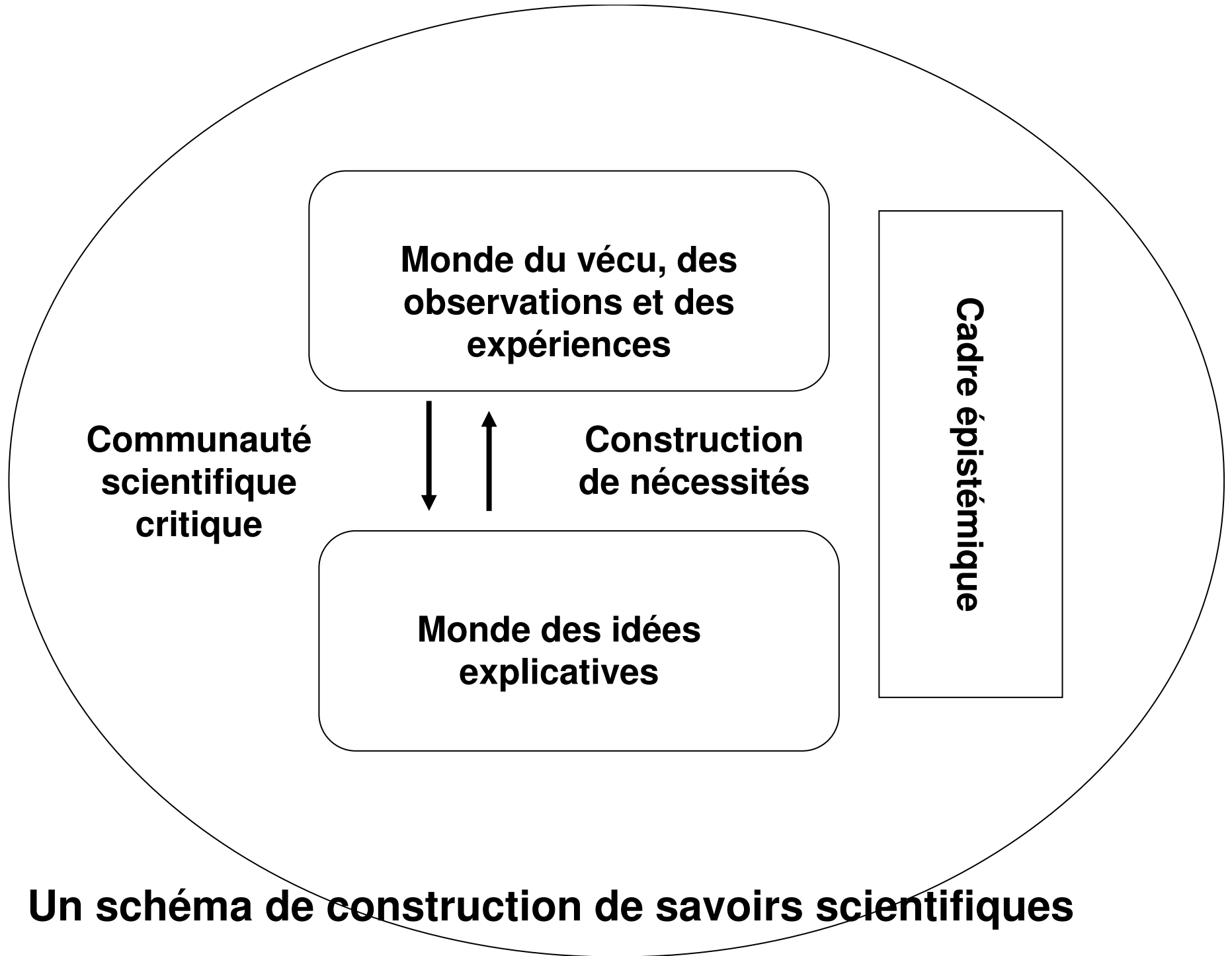
**Monde des idées
explicatives**

Monde du vécu, des observations et des expériences

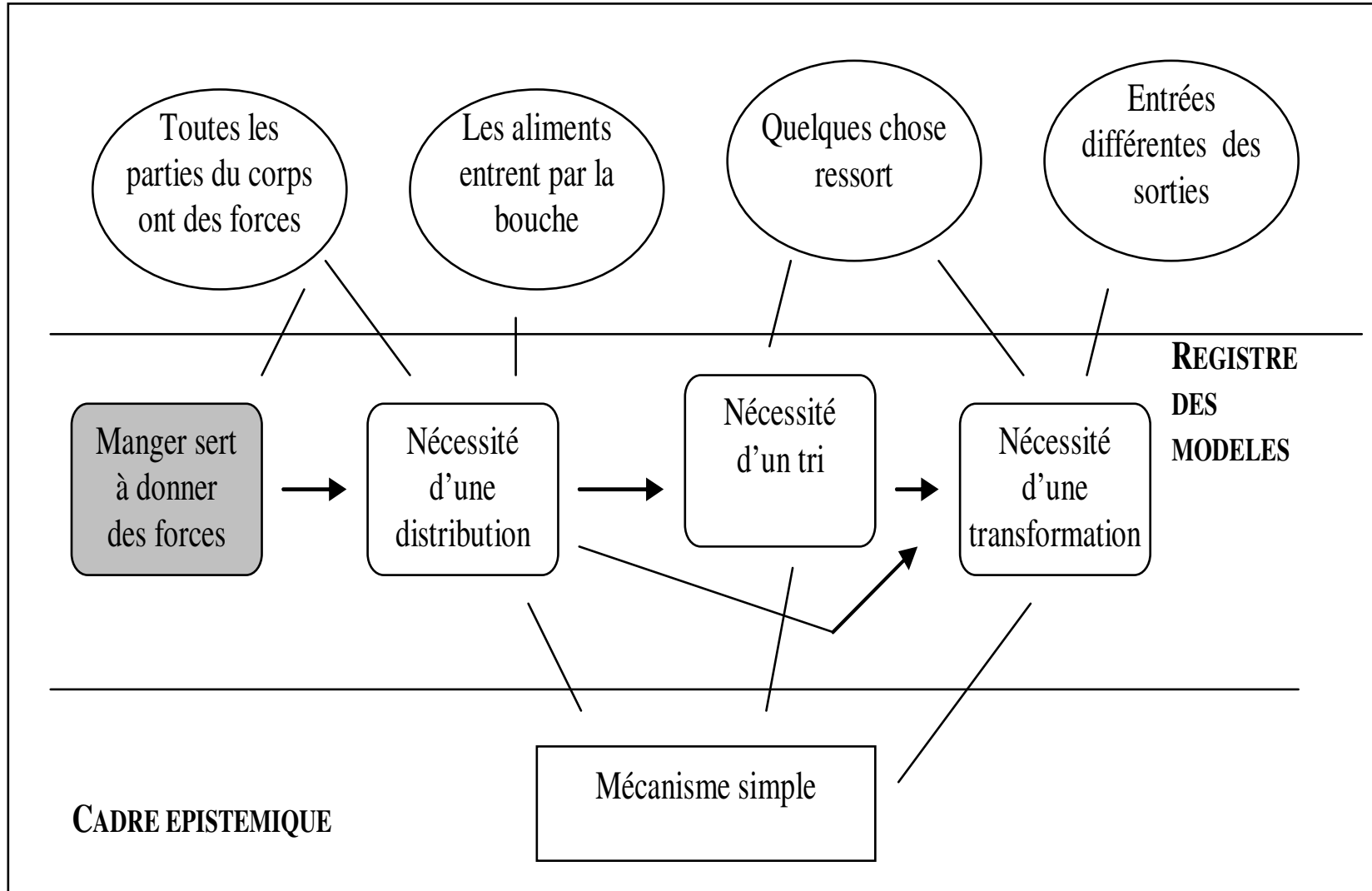


Monde des idées explicatives

Cadre épistémologique



Espaces des contraintes en jeu lors d'un débat sur la nutrition en CM1-CM2

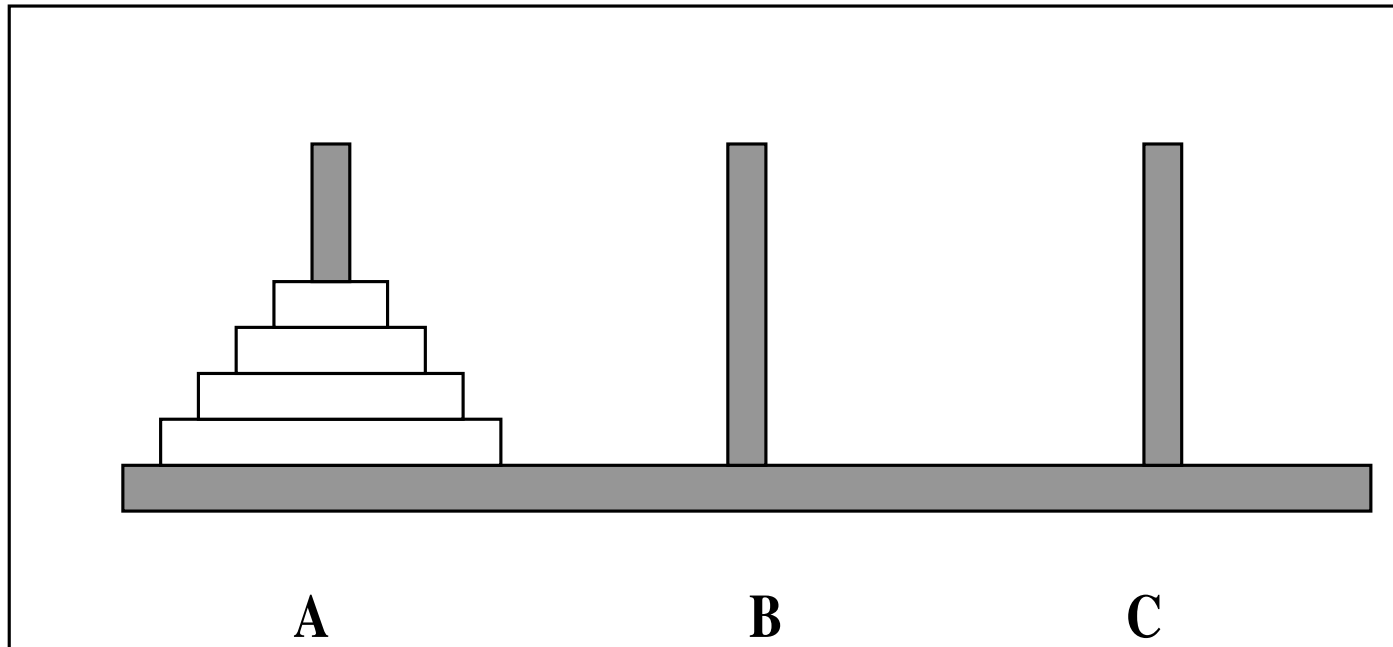


- Il ne s'agit pas simplement de travailler sur les conceptions des élèves dans le but qu'ils en changent
- Il s'agit de construire les raisons qui structurent les savoirs scientifiques
- C'est une condition pour que les savoirs développent la pensée

3. Construction de savoirs et problématisation

- Les savoirs se forment lors de la construction du problème et pas seulement dans leur résolution
- Comment se construisent les problèmes?
- De la pensée commune aux savoirs scientifiques

Les savoirs se forment lors de la construction du problème et pas seulement dans leur résolution



De A à B (1 à la fois; jamais grand sur petit)

2 joueurs qui réussissent, 2 constructions de problème différentes

- Le premier joueur (J1): après plusieurs essais s'aperçoit qu'il faut commencer par un déplacement du petit disque sur C ; « après tout s'enchaîne assez logiquement, si on évite de revenir en arrière. »
- Le second joueur (J2) : « pour faire passer les 4 disques de A à B selon les règles, il faut d'abord faire passer 3 disques sur C, passer le grand sur B et repasser les autres de C à B. Mais, pour faire passer 3 disques de A à C, il faut d'abord en faire passer 2 de A à B, puis le troisième de A à C et encore trois disques de B à C... j'en déduis qu'avec un nombre pair de disque, le premier déplacement doit se faire sur C, et pour un nombre impair sur B. On peut alors assez facilement montrer que le déplacement optimal de n disques d'un axe à l'autre demande $2n-1$ coups. »

Comment se construisent les problèmes?

Nous devons donc élaborer ces solutions les plus évidentes ; et nous devons les critiquer afin de découvrir **pourquoi** elles ne marchent pas. De cette manière, nous ferons connaissance avec le problème et nous pourrons passer des solutions mauvaises à de meilleures - pourvu toujours que nous ayons la capacité créatrice d'élaborer des hypothèses neuves, et des hypothèses de plus en plus neuves.

Popper, 1991 (La raison objective)

C'est, je pense, ce qu'on entend par « travailler sur un problème ». Et si nous avons travaillé sur un problème assez longtemps et assez intensivement, nous commencerons à le connaître, à le comprendre, en ce sens que nous saurons quel genre de supposition, de conjecture, ou d'hypothèse ne fera pas du tout l'affaire, tout simplement parce que le noeud du problème lui échappe ; et que nous saurons à quel genre d'exigences toute tentative de solution sérieuse devrait satisfaire.

De la pensée commune aux savoirs scientifiques

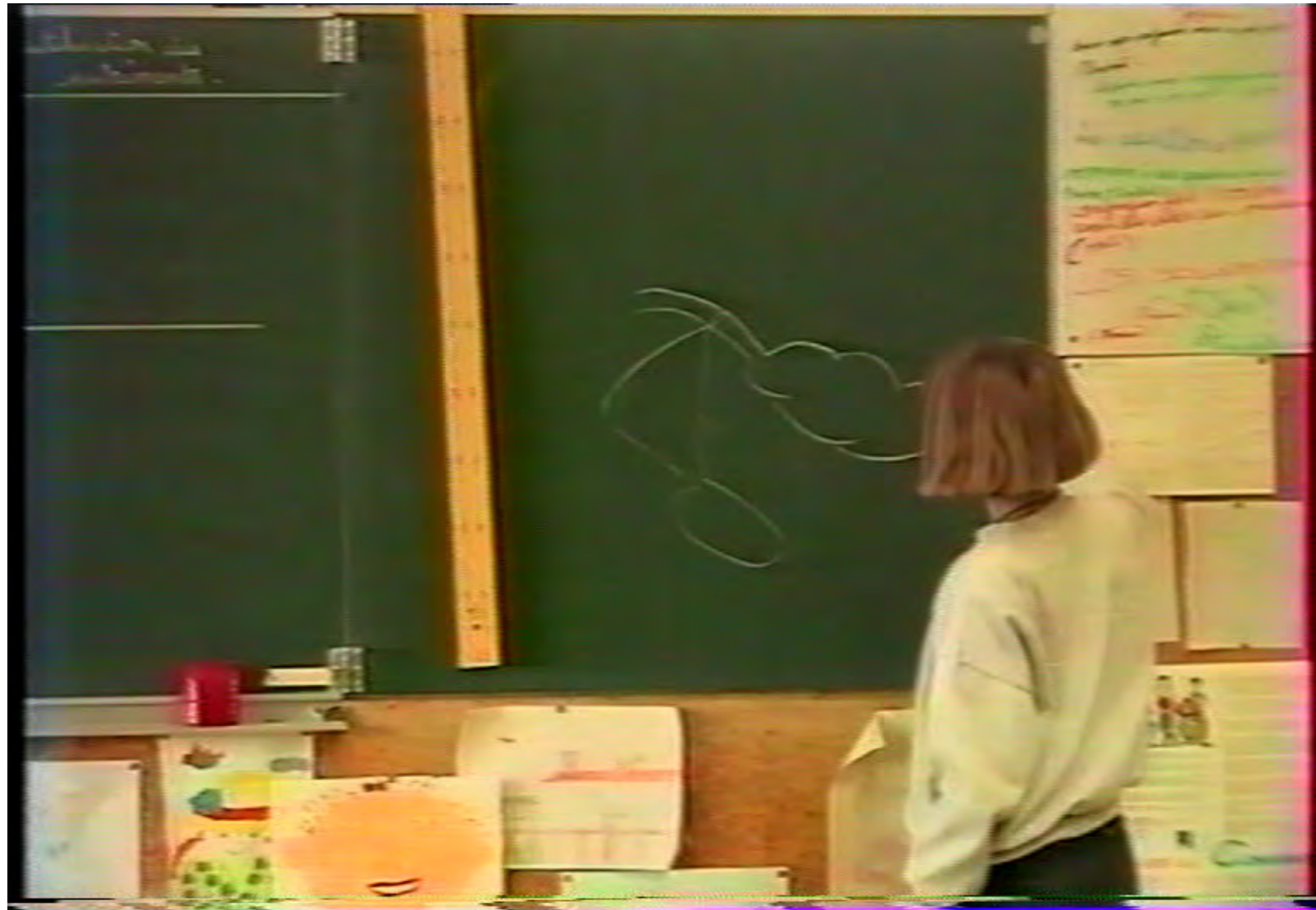
Dépasser le sens commun

Bons et mauvais aliments

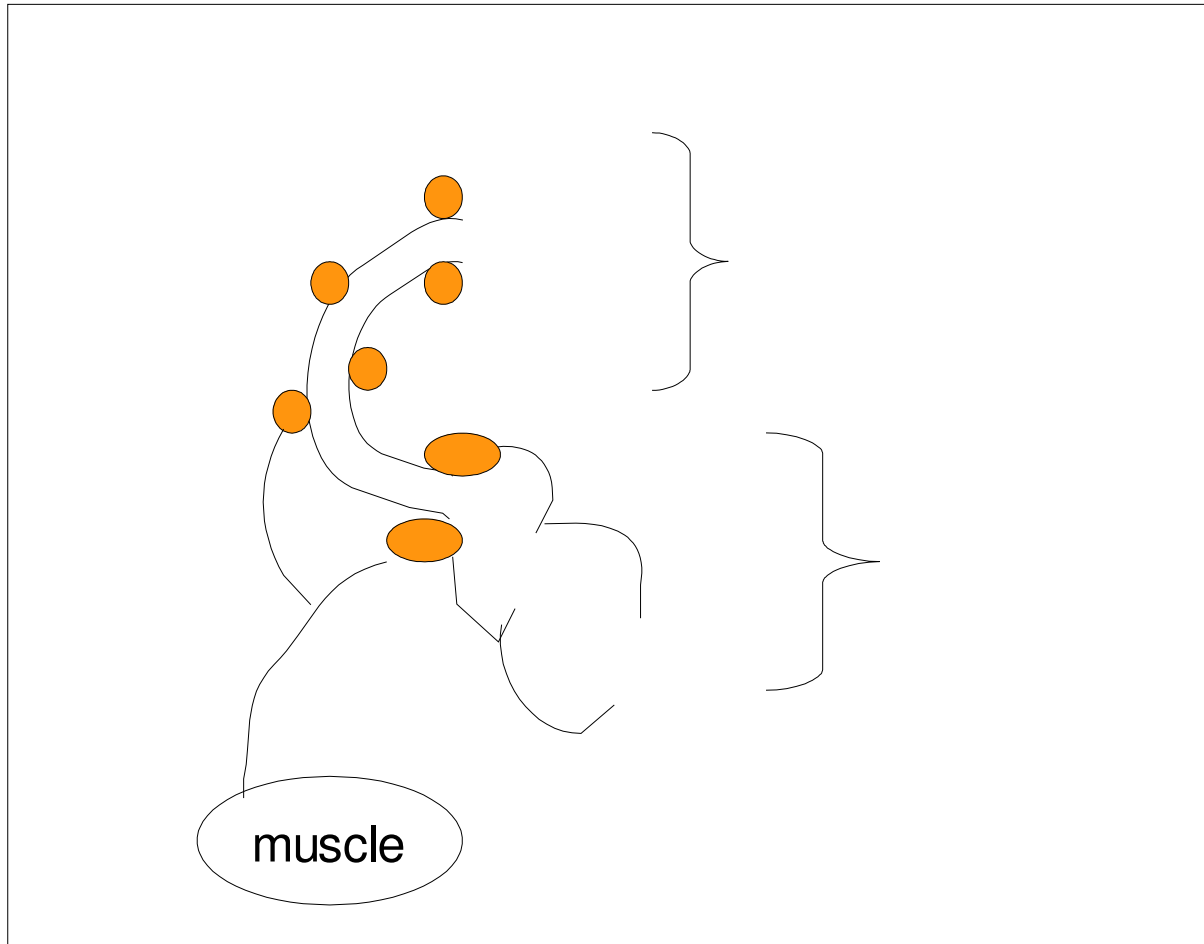
- Joséphine (10 ans) : Ben moi le crois que la nourriture, la mauvaise nourriture, à part le sucre quand on mange des bonbons, eh ben le sucre il va dans les muscles, et puis les autres sans le sucre, il vont dans le gros intestin. Si on mange de la bonne nourriture, les légumes et tout ça, je crois que ça passe dans le sang.

- Joséphine (10 ans) : Ben moi le crois que la nourriture, la mauvaise nourriture, à part le sucre quand on mange des bonbons, eh ben le sucre il va dans les muscles, et puis les autres sans le sucre, il vont dans le gros intestin. Si on mange de la bonne nourriture, les légumes et tout ça, je crois que ça passe dans le sang.

Daphné, 10 ans



Daphné, 10 ans



Daphné, CM2

- Mais il n'y aurait pas que des nutriments. Moi, je crois pas non plus qu'il n'y a que des nutriments qui sortent. Y a peut être aussi quelques déchets quand même.
- Bah, je sais pas des fois quand tu manges des choses qui sont pas bonnes pour le corps et bein...des fois t'as des... t'as mal à des parties du corps ou des machins comme ça. Et normalement les nutriments ils sont là pour...enfin pour venir nourrir le corps quoi, alors que les déchets bon bah ils servent un peu à rien. C'est des trucs qui sont pas bon du tout pour le corps quoi. Enfin, ils peuvent être un peu bon mais... enfin être bon mais...

Maeva, 14 ans

- Les aliments, ils sont broyés dans la bouche, mâchés, broyés, ensuite ils passent dans l'estomac, là il y a un tri, ce qui est gros et ce qui est mauvais, ça descend dans l'intestin grêle et c'est rejeté, et ce qui est petit et ce qui est meilleur, ça passe par le cœur, ça se mélange aux vaisseaux sanguins et après ça passe dans le muscle, ça fait un cycle.

Maeva 14 ans

- Je pense ce qui est gros, ça peut pas être dans le sang
- Mais en fait, ce qui est bon et mauvais, c'est pas facile à distinguer, alors que ce qui est petit et gros, c'est facile à distinguer.
- Je pense que c'est plus ce qui est petit et ce qui est gros parce que ce qui est bon et mauvais, c'est pas évident à trier, alors que petit et gros, c'est facile à trier.

Problématisation, raisons et savoirs

- *"Il y a culture dans la proportion où s'élimine la contingence des savoirs"*
(Bachelard G., 1949, p14)
- Savoir ce n'est pas simplement savoir que, mais savoir que cela ne peut pas être autrement (O. Reboul)

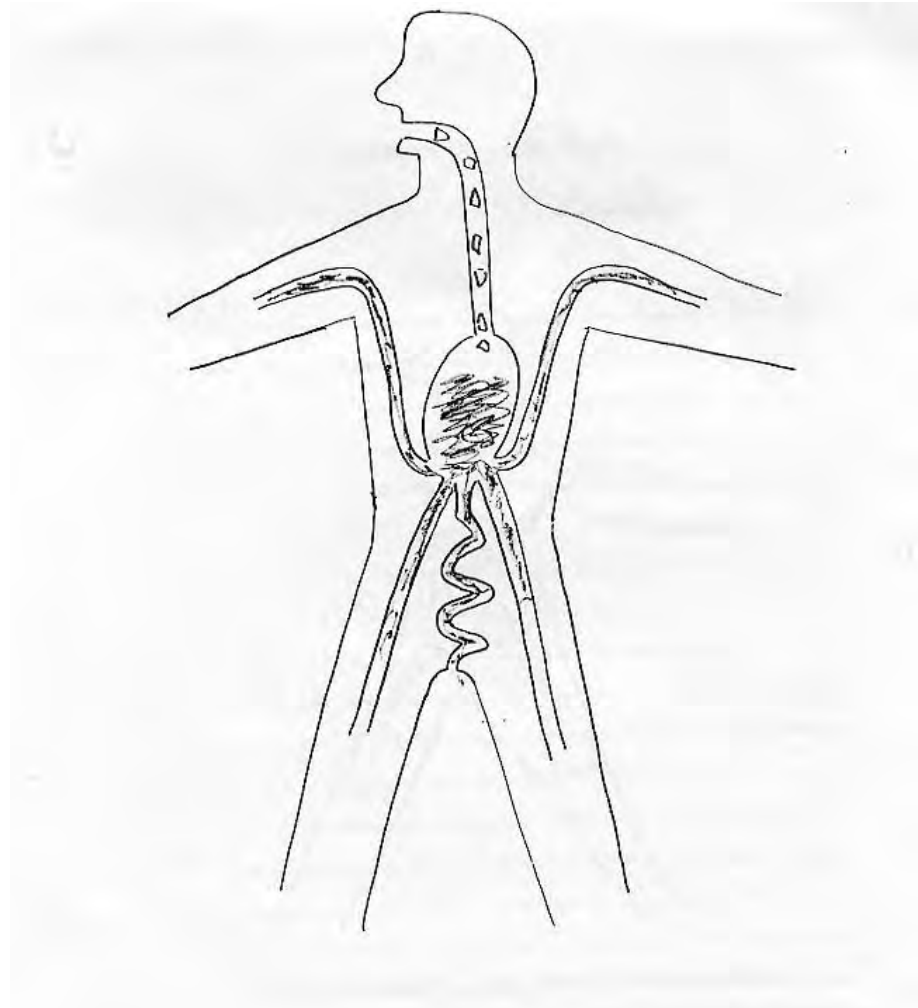
K. POPPER (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier (1972), pp181-183

Je prétends, un peu comme un réaliste naïf, qu'il existe des mondes physiques et un monde des états de conscience, et que les deux interagissent. Et je crois qu'il existe un troisième monde, en un sens que je vais expliciter davantage. [...]

Parmi les habitants de mon « troisième monde », il y a, plus particulièrement, les *systemes théoriques* ; mais il y a des habitants qui sont tout aussi importants, ce sont les *problèmes* et les *situations de problème*. Et je montrerai que les habitants les plus importants de ce monde, ce sont les arguments critiques, et ce qu'on peut appeler — par analogie avec un état physique ou un état de conscience — *l'état d'une discussion* ou *l'état d'un échange d'arguments critiques* [...].

Savoir problématisé ou savoir raisonné:

- Les raisons, les argumentations, sont une partie essentielle du savoir
- Le savoir scientifique n'est pas un savoir vrai, mais un savoir critique



Les aliments que nous mangeons vont dans l'estomac où ils sont réduits en bouillie.

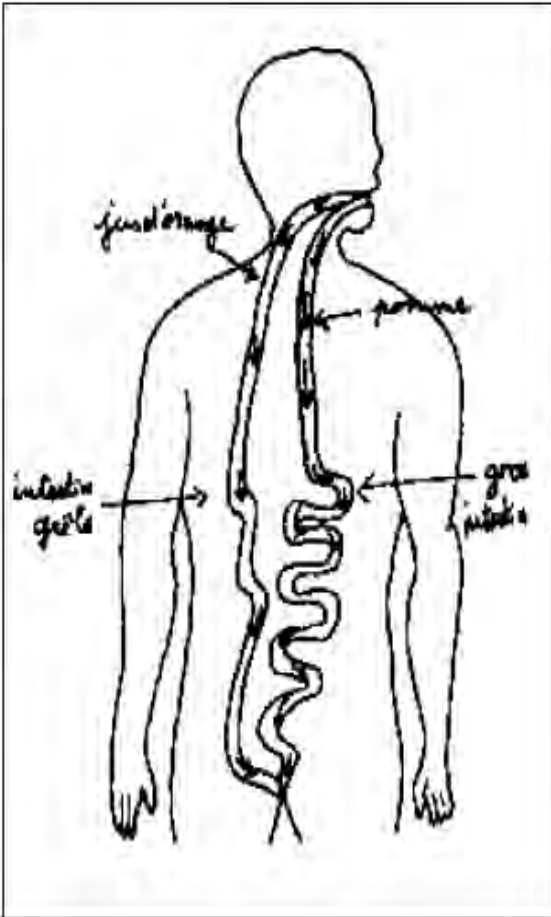
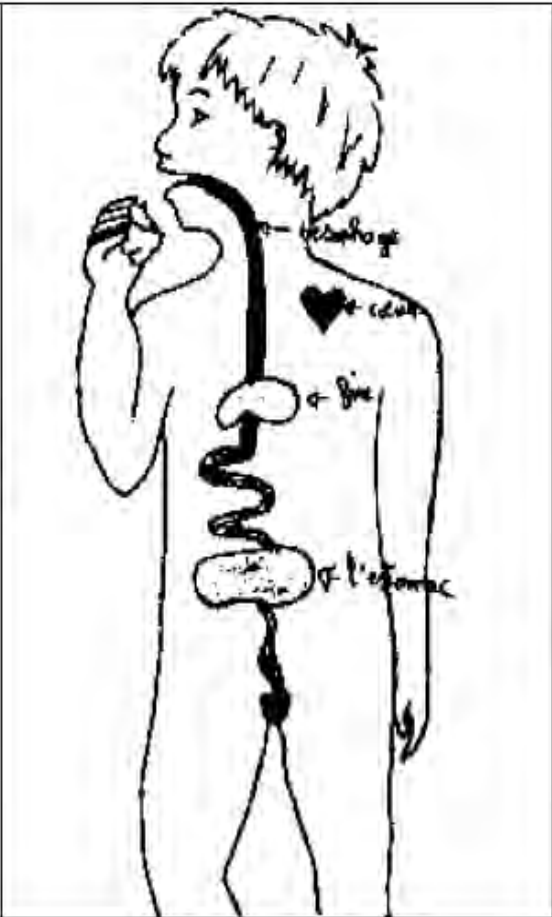
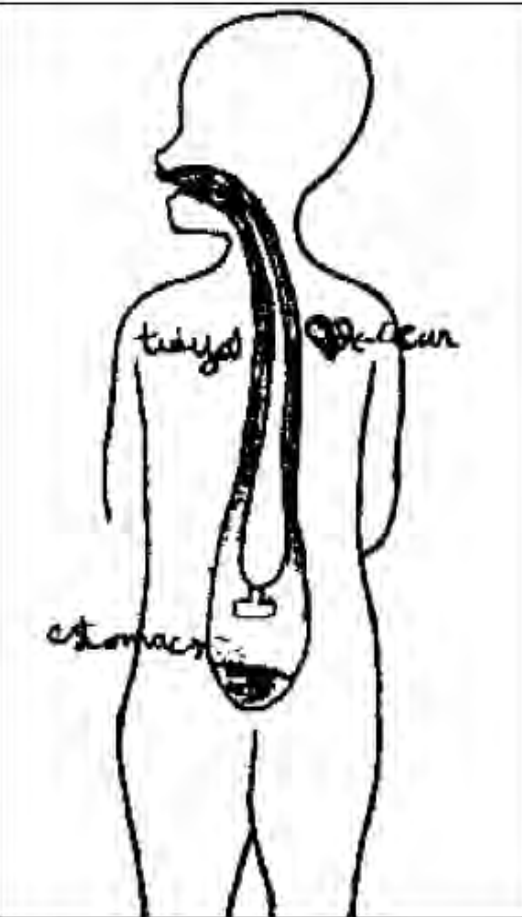
Une partie de cette bouillie va dans les bras et les jambes. Le reste sort : c'est le caca.

- **4. Les conditions d'accès à des savoirs théoriques**

- La question de départ
- Les conditions d'un débat qui aide la problématisation
- Les textes de savoirs

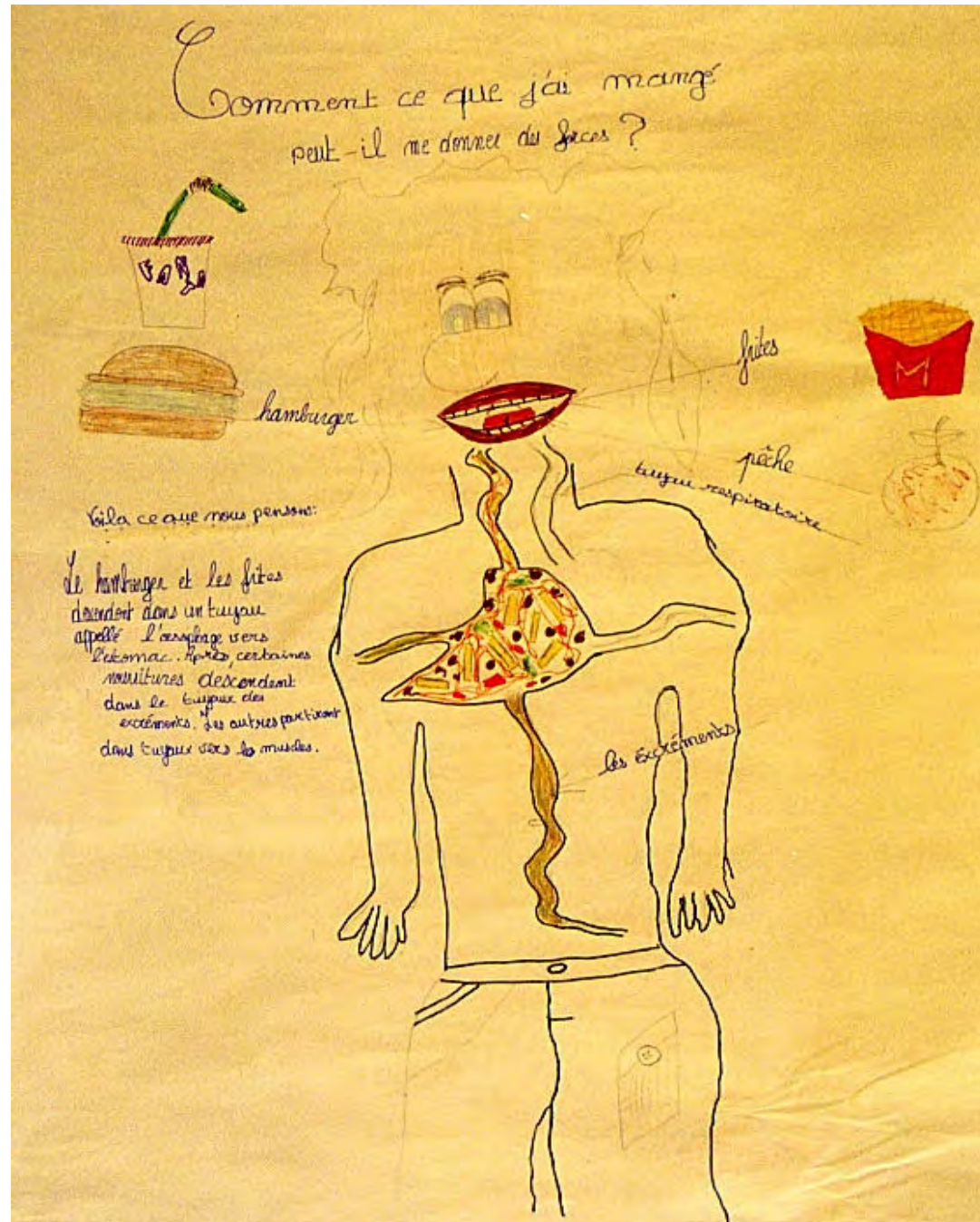
- La question de départ

Séance 1. Où vont l'eau et le pain ?

 <p>Diagram of the human digestive system from the back. Labels include: <i>gros intestin</i> (large intestine), <i>intestin grêle</i> (small intestine), <i>estomac</i> (stomach), and <i>œsophage</i> (esophagus).</p>	 <p>Diagram of a child eating. Labels include: <i>œsophage</i> (esophagus), <i>coeur</i> (heart), <i>foie</i> (liver), and <i>estomac</i> (stomach).</p>	 <p>Diagram of the human digestive system from the front. Labels include: <i>œsophage</i> (esophagus), <i>coeur</i> (heart), <i>foie</i> (liver), and <i>estomac</i> (stomach).</p>
<p>deux entrées, deux tuyaux et deux sorties</p>	<p>une entrée, un tuyau et une sortie</p>	<p>une ou deux entrées, pas de sortie</p>

Cycle 3

Le hamburger et le frites descendent dans un tuyau appelé l'œsophage vers l'estomac. Après certaines nourritures descendent dans le tuyau des excréments. Les autres partiront dans les tuyaux vers les muscles.



- **Les conditions d'un débat qui aide la problématisation**
 - Le but n'est pas de se mettre d'accord
 - Les élèves doivent produire, par écrit (texte et schéma) des explications en réponse à une question scientifiquement pertinente
 - Les élèves doivent avoir de nombreuses références en commun
 - Les élèves doivent produire des explications de forme proche mais différentes

- **Les textes de savoirs problématisés**

- **Pourquoi un texte de savoirs?**
 - Le texte n'est jamais tout le savoir, mais sa construction est un moyen de construire et de fixer ce savoir, d'avoir une référence, d'en permettre la critique
 - En classe, il faut institutionnaliser le savoir

- Pourquoi un texte de savoir problématisé?
 - La mise en texte des raisons doit permettre de les expliciter et d'en faire des références
 - Si le savoir scientifique est un savoir problématisé, le texte doit garder trace des raisons

Tavernier, Bordas, CM, 1995

- Dans le tube digestif, les aliments que nous mangeons sont transformés en substance nutritives solubles appelées nutriments. Ceux-ci traversent la paroi de l'intestin grêle et passent dans le sang: c'est l'absorption. Le sang les distribue à tous les organes du corps

Autre essai de formulation du savoir en jeu

- Dans le tube digestif, les aliments que nous mangeons sont transformés en nutriments, faits de particules beaucoup plus petites. Cette transformation est nécessaire pour qu'ils puissent traverser la paroi de l'intestin grêle et passer dans le sang. Le sang les distribue à tous les organes du corps

Et encore:

- Dans le tube digestif, les aliments que nous mangeons sont transformés en nutriments, faits de molécules plus petites et dont la variété est limitée. Cette transformation est nécessaire pour que ces nutriments puissent traverser la paroi de l'intestin grêle, passer dans le sang et être assimilés par l'organisme.

- **5. la construction d'un texte de savoirs problématisé**

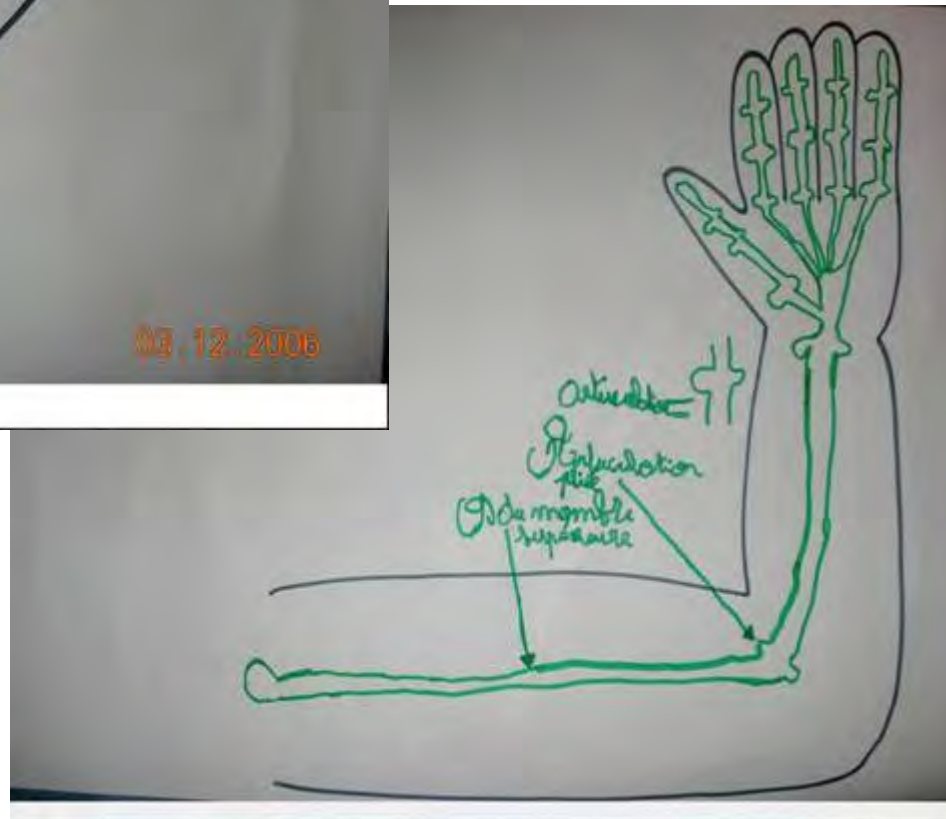
Deux grandes difficultés pour aller vers un texte de savoirs problématisés:

- Difficile de fixer les argumentations dans la dynamique du débat
- Difficile de passer d'argumentations lors d'un débat à des raisons

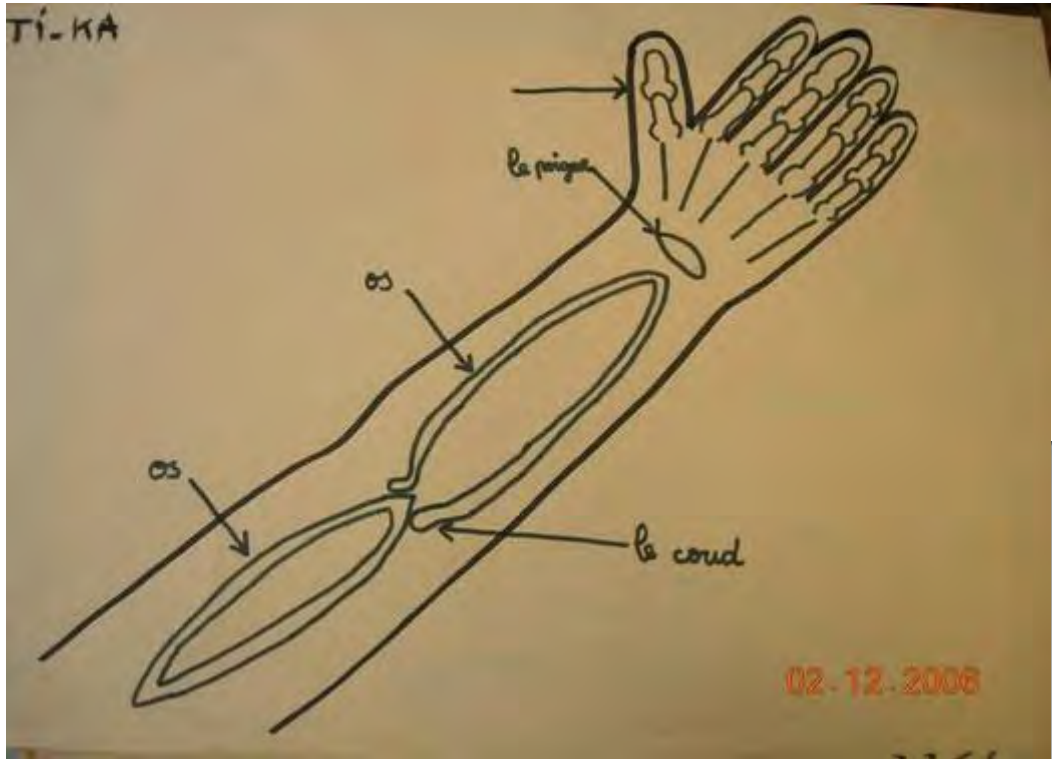
CM1-CM2 (9-10 ans)

Comment c'est fait dans ton bras pour
qu'il puisse bouger?

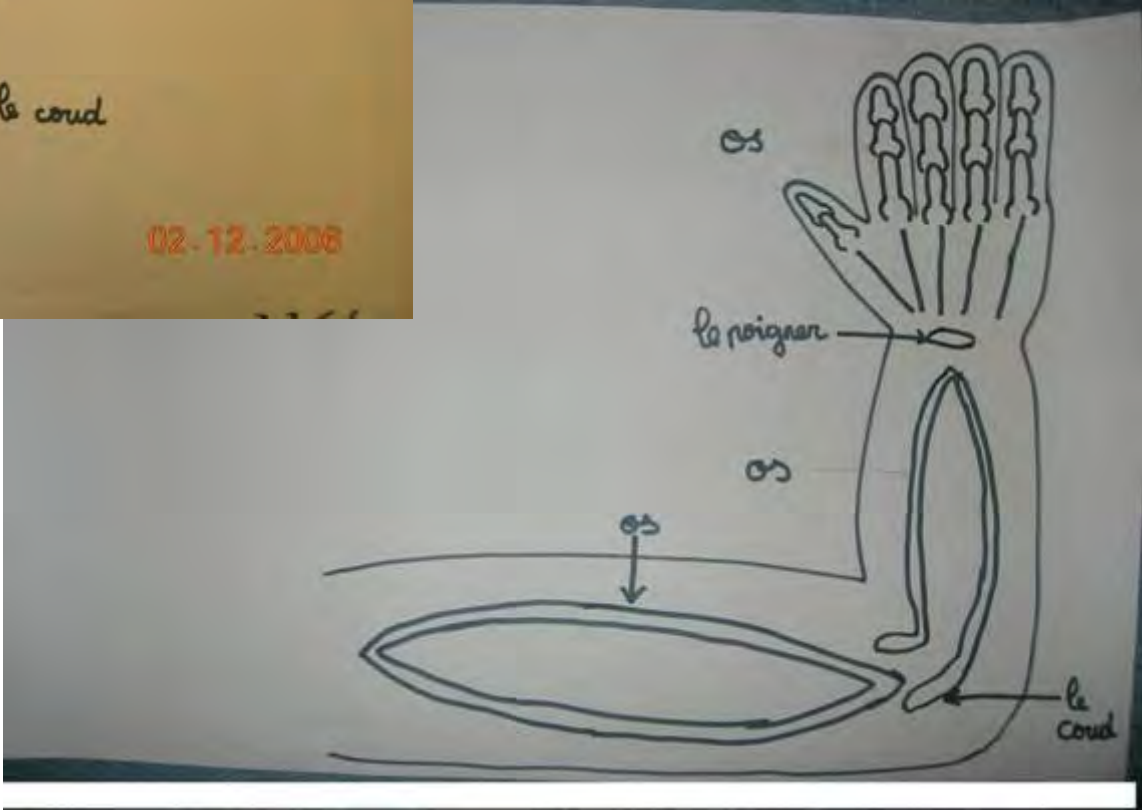
CM1-CM2 B



Classe E. Maleyrot



CM1-CM2



Classe E. Maleyrot

Au sujet affiche Ha Ys Ba

- Kadir : Bah comment on va... comment on va voir les deux fractions puisque vous avez montré qu'un seul os ? Si on casse le bras on peut pas avoir deux fractions puisque y a qu'un seul os ?

Au sujet de l'affiche TI Ka

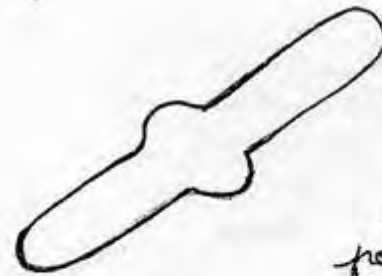
- Ysad : Pourquoi dans l'os y a un creux...
ça veut dire est-ce que je pourrais enfoncer
mon... enfoncer mon... un doigt... un doigt
dans mon bras ?
- [...]
- Tiphany : Mais là on a laissé un espace
parce que il faut bien qu'il bouge [...]

Séance 4: travail sur les « caricatures »



Séance 4: travail sur les « caricatures »

CM1-CM2



position 1



position 2

Elle ne fonctionne pas parce que
les deux bras sont fusionnés par
un gros truc qui les empêche de se plier

Séance 5: « tri des raisons »

A - Ça ne fonctionne pas parce que ce serait bloqué.	B - Ça ne fonctionne pas parce qu'il n'y a rien entre les deux os et parce que le bras serait tout mou.	C - Ça ne fonctionne pas parce que les deux parties sont fusionnées par un gros truc qui les empêche de se plier.
D - Ça ne fonctionne pas parce le bras peut bouger partout.	E - Ça ne fonctionne pas parce que les os sont séparés et que les os vont tomber.	F - Ça ne fonctionne pas parce que le bras peut plier dans tous les sens.
G - Ça ne fonctionne pas parce que les os ne sont pas reliés, ne sont pas attachés à quoi que ce soit.	H - Ça ne fonctionne pas parce que si la peau s'arrache, les os vont tomber.	I - Ça ne fonctionne pas parce qu'il n'y a pas de blocage.

Séance 5: « tri des raisons »



Séance 5: « tri des raisons »

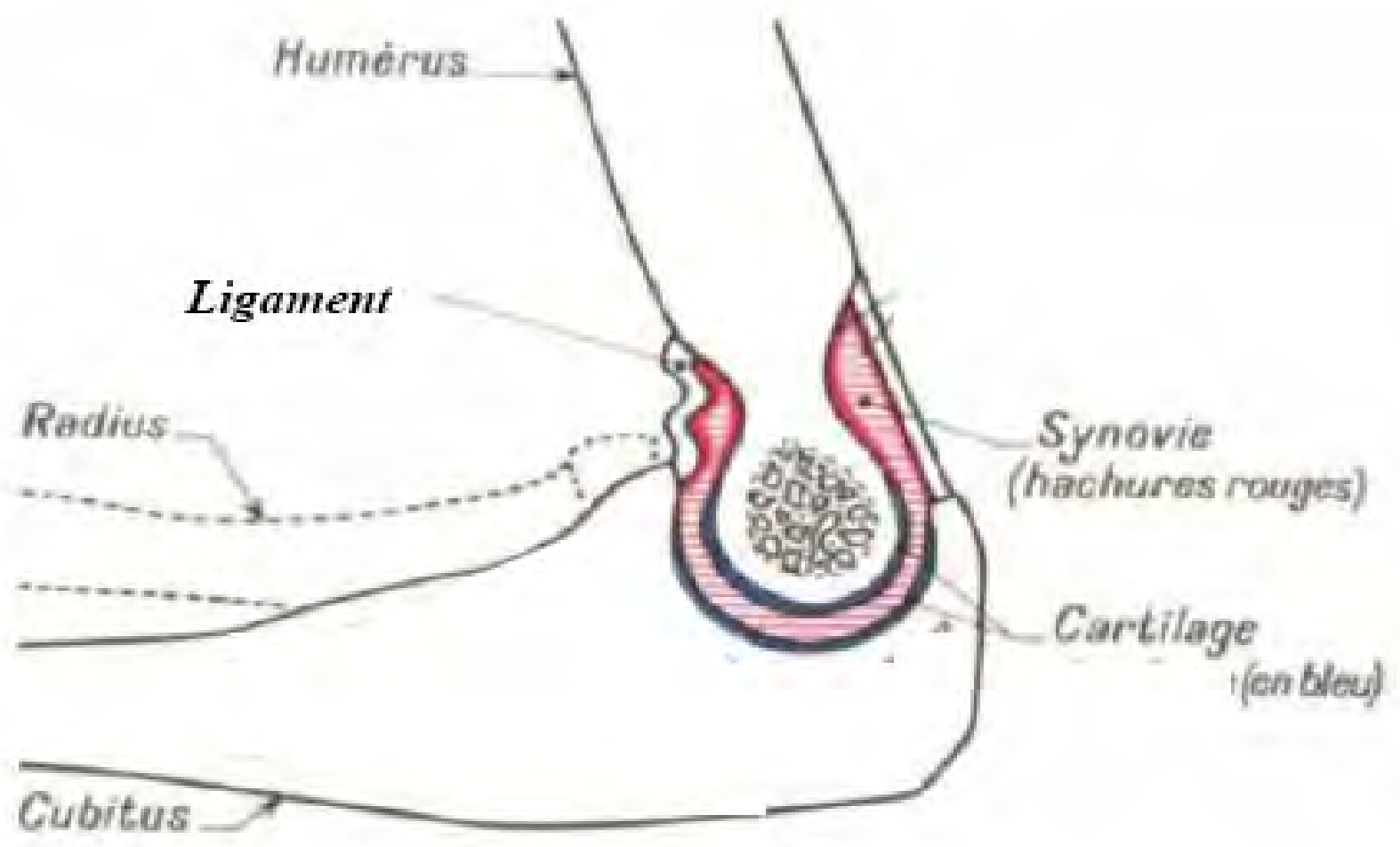


Séances 6 et 7: travail sur les solutions









Humérus

Ligament

Radius

Cubitus

*Synovie
(hachures rouges)*

*Cartilage
(en bleu)*

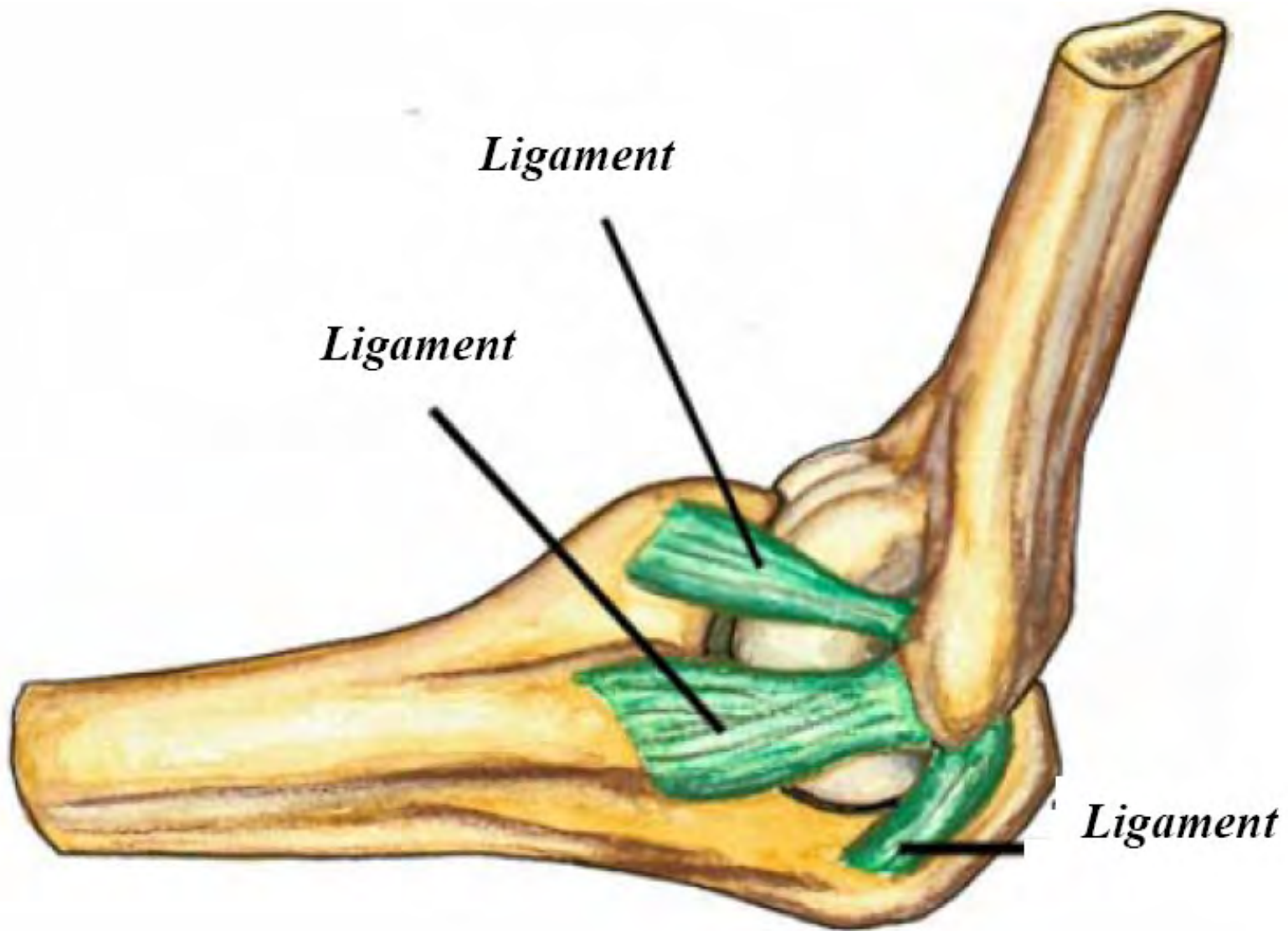


Tableau milieu séance 7

billiard million mille unités

d u c d u c d u c d u

alinéa de § à faire
présentation du dialogue à corriger

rempl issait
Rad. Term.

nous travaillions
vous travaillez
ils/elles travaillent

Comment c'est dans		le bras pour que	
ça ne tombe pas ?	ça ne blo-	que pas ?	ça ne bouge pas dans tous les sens ?
<ul style="list-style-type: none"> • Il y a un os qui le retient • grâce aux ligaments • car les 3 os sont attachés 	<ul style="list-style-type: none"> • parce qu'il n'y a pas d'os qui l'empêche • grâce aux ligaments • car il n'y a pas d'os qui bloque les autres os • la pointe du cubitus bloque 	<ul style="list-style-type: none"> • pas d'os de bouger ligaments pas d'os qui autres os cubitus bloque 	<ul style="list-style-type: none"> • parce qu'il y a un os qui l'empêche de bouger • grâce aux ligaments • il y a un os dans l'os du bras qui ne bloque pas les os • l'humérus a une creuse adaptée à la pointe du cubitus

kilo mètre Km	hecto mètre hm	deca mètre dam	mètre m	deci mètre dm	centi mètre cm	milli mètre mm
kilo gramme kg	hecto gramme hg	deca gramme dag	gramme g	deci gramme	centi gramme	milli

Tableau fin séance 7

milliard million mille unités
c d u c d u c d u c d u

alinéa de 3 à faire
 Rad. Term. vous ils/elles travaillent

présentation du dialogue à corriger

Comment c'est dans

ça ne tombe pas ?

ça ne blo-

Il y a un os qui le retient

grâce aux ligaments

car les 3 os sont attachés grâce aux ligaments

le bras pour que

que pas ?

ça ne bouge pas dans tous les sens?

l'humérus a un autre creux adapté à une autre pointe du cubitus

l'humérus a un creux adapté à une pointe du cubitus

le cubitus aide à faire glisser l'humérus et le radius

kilo	hecto	deca		deci	centi	milli
mètre	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre	mètre
Km	hm	dam	m	dm	cm	mm
kilo	hecto	deca		deci	centi	milli
gramme	gramme	gramme	gramme	gramme	gramme	gramme
kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
	Hecto	deca		deci	centi	milli
	litre	litre	litre	litre	litre	litre
	h	da				

Séance 8: travail sur des textes « extérieurs »

Le cubitus a une tête qui enveloppe la tête de l'humérus comme une sorte de crochet. Lorsque l'une ou l'autre des extrémités du crochet vient buter sur la tête de l'humérus, cela bloque le mouvement.

Les os se déplacent les uns par rapport aux autres au niveau des articulations. Le glissement des os est facilité par le cartilage articulaire, très lisse, et par la synovie, liquide réduisant les frottements. Les os sont maintenus entre eux par des ligaments.

Les ligaments relient les têtes des 3 os participant à l'articulation du coude. Le cartilage, tissu résistant et lisse recouvre les têtes des 3 os. Le cartilage est au contact de la synovie qui est un liquide lubrifiant *.

* produit qui facilite le glissement et évite les frottements

Séance 8: travail sur des textes « extérieurs »

milliard million mille unité
c d u c d u c d u c d

[e] → et

Comment c'est dans le bras pour que

ça ne tombe pas ça ne bloque pas ça ne bouge pas dans tous les

Les os sont maintenus entre eux par des ligaments.

Les ligaments relient les os participant à l'articulation du coude.

Le glissement des os est facilité par le cartilage articulaire, très lisse, et par la synovie, liquide réduisant les frottements.

Les os se déplacent les uns par rapport aux autres au niveau des articulations.

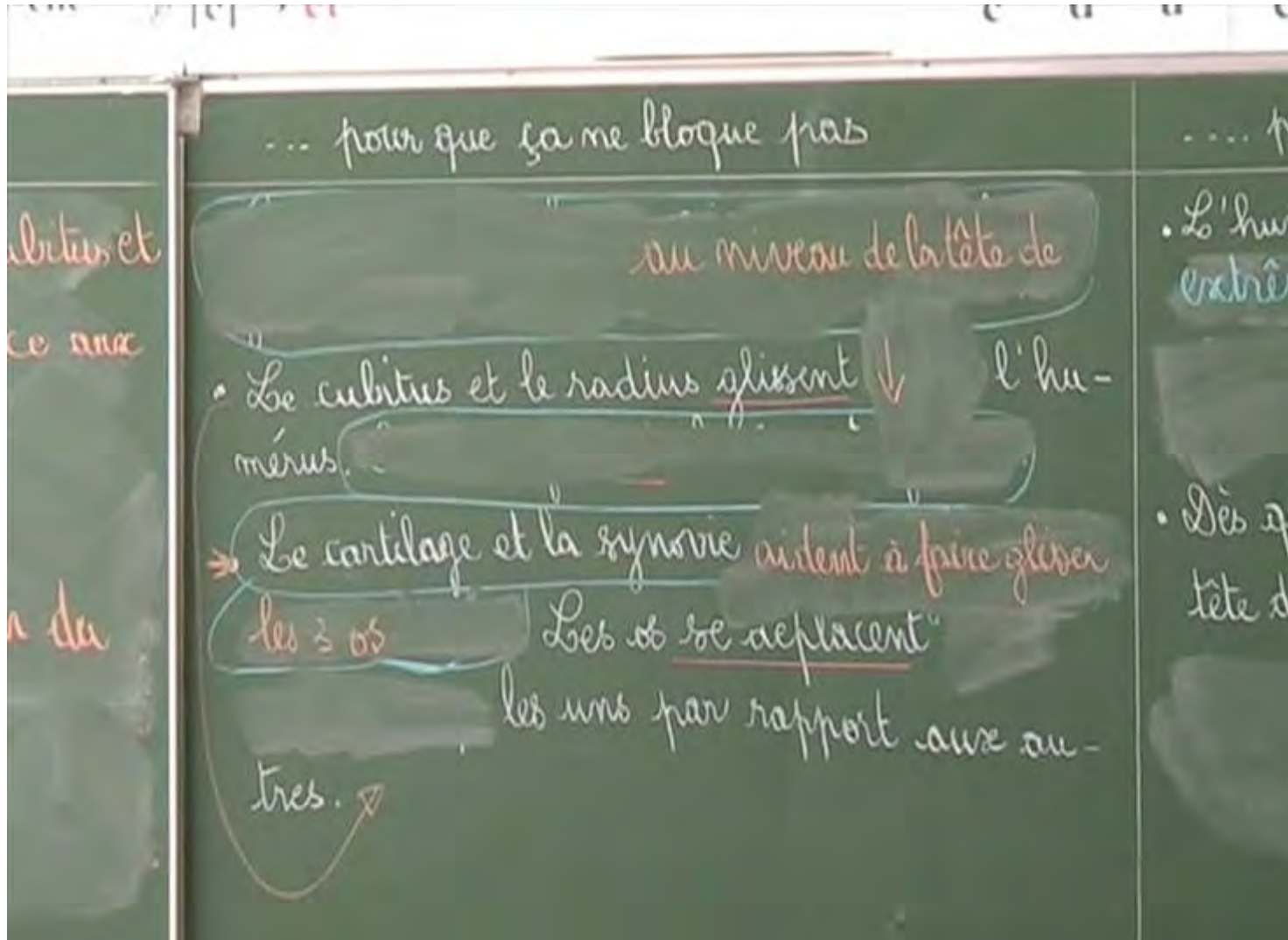
Le cartilage, tissu résistant et lisse recouvre les têtes des 3 os. Le cartilage est au contact de la synovie qui est un liquide lubrifiant.

Le cubitus a une tête qui enveloppe la tête de l'humérus comme une sorte de crochet.

Lorsque l'une ou l'autre des extrémités du crochet vient buter sur la tête de l'humérus, cela bloque le mouvement.

100 Recto 1000
mètre mètre mètre


Séance 9: réécriture du texte



Séance 9: réécriture du texte

... pour que ça ne bouge pas dans tous les sens

- L'humérus a une tête adaptée aux 2 extrémités du crochet du cubitus
- Dès que le crochet du cubitus bute contre la tête de l'humérus, cela bloque le mouvement.



The diagram shows a cross-section of the humerus and ulna joint. The humerus is on the left, and the ulna is on the right. The head of the humerus is shown fitting into the olecranon of the ulna, forming a ball-and-socket joint. Labels in French identify the 'tête de l'humérus' (head of the humerus) and the 'crochet du cubitus' (olecranon of the ulna).

FIN

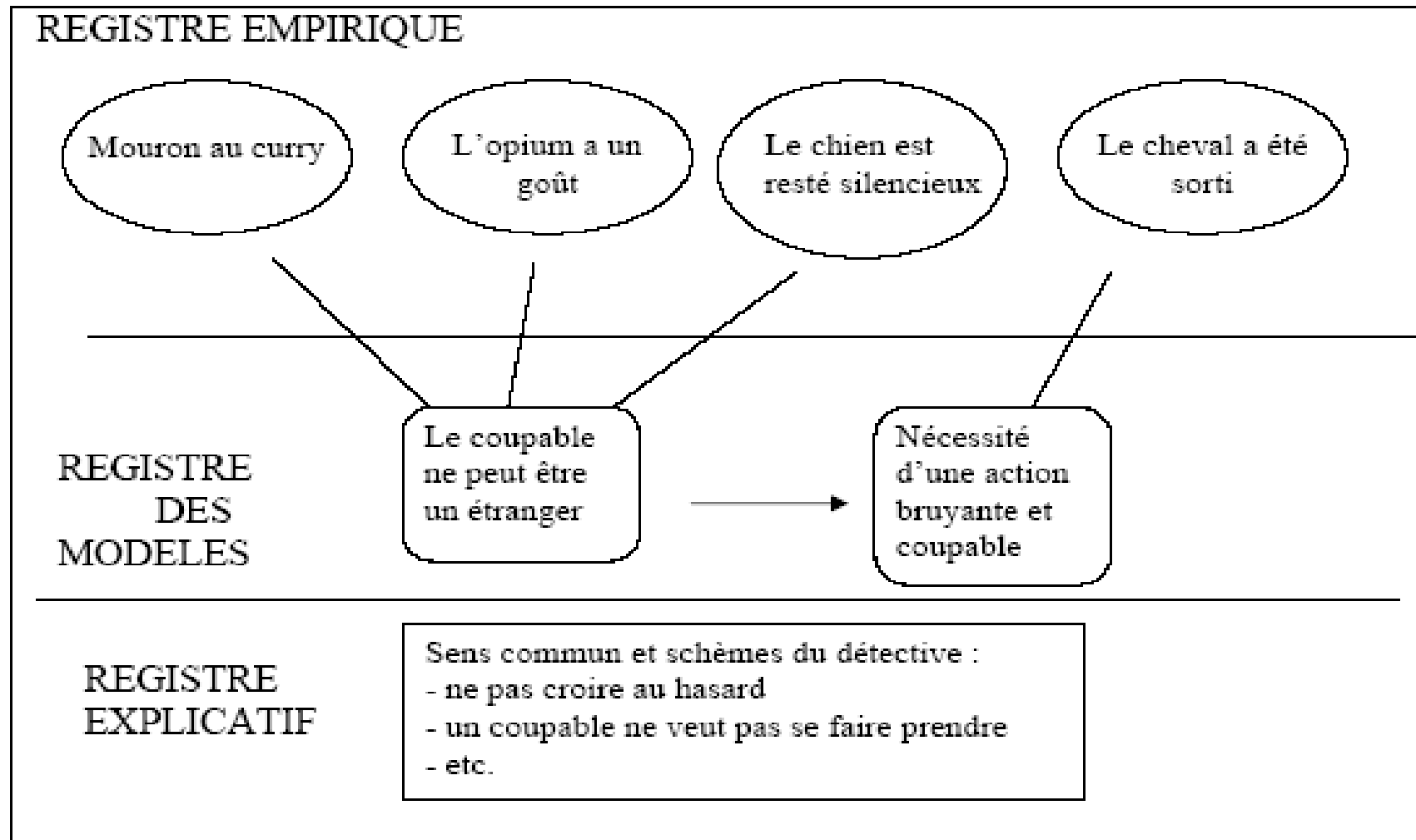
Point de vue du "Travail sur les représentations"	Point de vue de la "Construction de problème"
<p><i>Faire passer les élèves d'une représentation C1 à une représentation C2</i></p> <p>C1 et C2 sont de même nature C2 est plus proche des savoirs actuels que C1</p>	<p><i>Faire passer les élèves d'une opinion O à un savoir scientifique S</i></p> <p>O et S ne sont pas de même nature S est un savoir raisonné</p>

Point de vue du "Travail sur les représentations"	Point de vue de la "Construction de problème"
<p><i>Faire prendre conscience à l'élève de ses représentations et de leurs limites (qui a raison?)</i></p> <p>Moyens : Conflits cognitifs et/ou socio-cognitifs</p>	<p><i>Faire construire le problème et, en particulier, les raisons. (quelles raisons se cachent derrière nos idées ?)</i></p> <p>Moyens : Justifications, confrontation, explicitation des contraintes repérées</p>

Problématisation technique	Problématisation théorique
<ul style="list-style-type: none"> - exploration des possibles - construction des contraintes empiriques - construction de conditions de possibilité des solutions 	
<p>La détermination des contraintes et des nécessités ne sont qu'un moyen pour aller vers une solution</p> <p>Ces contraintes et ces solutions n'ont qu'une valeur très contextualisée et éphémères</p>	<p>Les contraintes et les nécessités établies constituent l'essentiel du travail théorique</p> <p>Elles ont une valeur plus abstraite et plus générale que telle ou telle solution</p>

Espace de contraintes	Bernard REY (2005)
Registre empirique	Registre des faits
Registre des modèles	Registre des interprétations
Registre explicatif	Registre des principes régulateurs

S. Holmes dans « flamme d'argent » (les mémoires de S. Holmes)



- Travail philosophique, épistémologique et psychopédagogique sur la problématisation (Michel FABRE)

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : P.U.F.

Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris : Vrin.

- Travail épistémologique et didactique sur la problématisation

Lhoste, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3^e sur le thème de la nutrition. *ASTER* n°40, 153-176(dispo en ligne, voir plus haut)

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, 38, 3, 69-93.

Orange-Ravachol, D. (2005). Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les élèves. *ASTER* n°40, 177-204 (dispo en ligne, voir plus haut)