

UN RESEAU D'ANALYSE POUR DES ENONCES D'EXERCICES DE PHYSIQUE

Une tâche importante des maîtres dans l'enseignement de la physique est la production d'exercices, dans le but de contrôler les acquisitions de leurs élèves. Ces exercices, ils peuvent, soit les choisir (dans des manuels, dans des archives...), soit les fabriquer. Dans les deux cas, il est nécessaire d'analyser ces exercices de façon précise. L'analyse complète porte sur trois aspects :

- a) L'énoncé lui-même ;
- b) La (ou les) réponse(s) ;
- c) La (ou les) procédure(s) à utiliser pour arriver à cette (ces) réponse(s).

Pour les points b) et c), deux types d'analyse sont possibles. La première méthode étudie et caractérise les réponses données et les procédures effectivement utilisées par les élèves. (Il en existe évidemment un grand nombre, ce sont des types de réponses ou de procédures que l'on caractérise). Cette analyse est évidemment faite à partir des copies des élèves, donc après que l'exercice ait été déjà résolu en classe. On peut appeler ce type d'analyse « en référence à la réalité ». La deuxième méthode pourrait s'appeler « en référence à l'expert ». Ce que l'on caractérise alors, ce sont la réponse standard attendue et la (les) procédure(s) jugée(s) la (les) meilleure(s) par un expert, le maître en l'occurrence. Pour cette analyse, il n'est aucun besoin d'avoir des copies d'élèves.

Pour caractériser l'énoncé [point(a)], un seul type d'analyse est possible : « l'analyse en référence à l'expert » puisqu'un énoncé ne correspond pas à une production des élèves.

L'instrument que nous présentons ici permet de caractériser objectivement un énoncé. Cet instrument a été mis au point à partir de, et pour des exercices de début du premier cycle. Il convient donc bien pour analyser des exercices de physique qualitative.

1. COMMENT LIRE LE RESEAU.

Ce réseau est une analyse mettant en évidence les différentes caractéristiques d'un énoncé à étudier et à l'intérieur de chacune des caractéristiques des alternatives.

Le symbole utilisé est celui mis au point par des linguistes.

$$\left\{ \begin{array}{l} - A \\ - B \\ - C \\ - D \end{array} \right. \text{ signifie que chacune des caractéristiques A, B, C, D doit être étudiée successivement.}$$

$$- \left\{ \begin{array}{l} - a \\ - b \end{array} \right. \text{ signifie que l'on doit choisir entre la possibilité } a \text{ et la possibilité } b.$$

Par exemple :

$$\left\{ \begin{array}{l} A - \left\{ \begin{array}{l} a \\ b \end{array} \right. \\ B - \left\{ \begin{array}{l} c \\ d \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Un énoncé sera caractérisé par A suivi du choix entre a et b ,
et B suivi du choix entre c et d .

Evidemment, les choix peuvent être faits entre plus de deux possibilités dans certains cas.

II. COMMENT NOUS AVONS CONSTRUIT CE RESEAU.

Ce réseau a été construit à partir de discussions avec un groupe de professeurs expérimentés (*) enseignant en sixième et/ou cinquième. Le support de ces discussions était l'analyse de textes d'exercices existant dans divers manuels de sixième et de cinquième. Les caractéristiques d'un énoncé retenues dans ce réseau ont été choisies à partir de l'expérience de ces professeurs. Ce sont les différences significatives pour eux qui apparaissent dans ce réseau. En résumé, ce travail n'a pas été fait à partir d'une théorie de l'intelligence, ou d'une théorie sur la résolution de problème, mais à partir de la connaissance empirique des enseignants.

Nous avons donc, à partir de l'analyse de quelques exercices, retenu un certain nombre de caractéristiques et construit une première version du réseau. Les exercices utilisés pour cela portaient sur toutes les parties des programmes de sixième et cinquième. Nous avons *a priori* écarté les textes ambigus dans lesquels la question posée n'était pas claire. Aussi, la caractéristique ambiguïté n'apparaît pas ici.

Avec cette première version du réseau, nous avons analysé d'autres exercices. Ceci nous a conduit à le modifier, réorganiser certains secteurs et en affiner d'autres. Dans la limite des caractéristiques retenues (il y en a bien sûr d'autres possibles), la

(*) Tous enseignants au lycée Rabelais à Meudon.

convergence a été assez rapide et, après l'analyse d'une vingtaine d'exercices, le réseau modifié permettait de catégoriser avec le consensus de tout le groupe de nouveaux exercices.

A première vue, deux choses sont à caractériser dans un énoncé : la forme et le contenu.

III. CARACTERISTIQUES RETENUES POUR LA FORME.

Pour la forme, deux éléments sont à étudier :

1) La **situation support** : par-là, nous entendons la situation physique (expérience, montage, phénomène...) qui sert de support et sur laquelle portera (ront) la (les) question(s). Dans cette situation support, il faut voir :

a) *son origine* : Est-ce une expérience de la vie courante ou pas... ;

b) *le comportement de la variable du problème* : La variable qui joue dans le problème garde-t-elle la même valeur ou change-t-elle ?

2) Le **mode de présentation des informations** à l'intérieur duquel il faut étudier :

a) la structure du texte ;

b) la complexité du texte aussi bien syntaxique (au niveau des phrases, de la construction du texte), que sémantique (au niveau du sens des mots et des relations de causalité) ;

c) le support utilisé pour fournir ces informations, texte seul, dessins, schémas... ;

d) la ou les question(s) posée(s).

Le réseau complet est donné à la fin du texte : dans certains cas, après une caractéristique, il y a $\frac{p}{a}$; ceci est une

abréviation pour $\frac{\text{présent}}{\text{absent}}$ et le choix doit se faire alors entre :

cette caractéristique est présente ou cette caractéristique est absente.

IV. CARACTERISTIQUES RETENUES POUR LE CONTENU.

Le contenu d'un exercice peut se définir selon deux dimensions. L'une est le contenu physique : quels sont les phénomènes et/ou concepts mis en jeu, en d'autres termes, quel domaine de la physique (chimie) est concerné. L'autre dimension concerne

le niveau conceptuel des informations fournies. En effet, ces informations peuvent être une simple description d'un état ou au contraire peuvent mettre en jeu des théories complexes. Cette deuxième dimension peut donc appeler type des informations fournies.

1. Domaine.

Nous n'avons pas développé cette partie du réseau, car elle dépend du programme de la classe pour laquelle l'exercice est fait. Il faut, en fait, construire un sous-réseau analysant le programme de la classe en notions ou concepts. Il faut établir une hiérarchie entre les différents concepts. Ceci nécessitait une analyse fine de la physique au programme.

2. Type des informations.

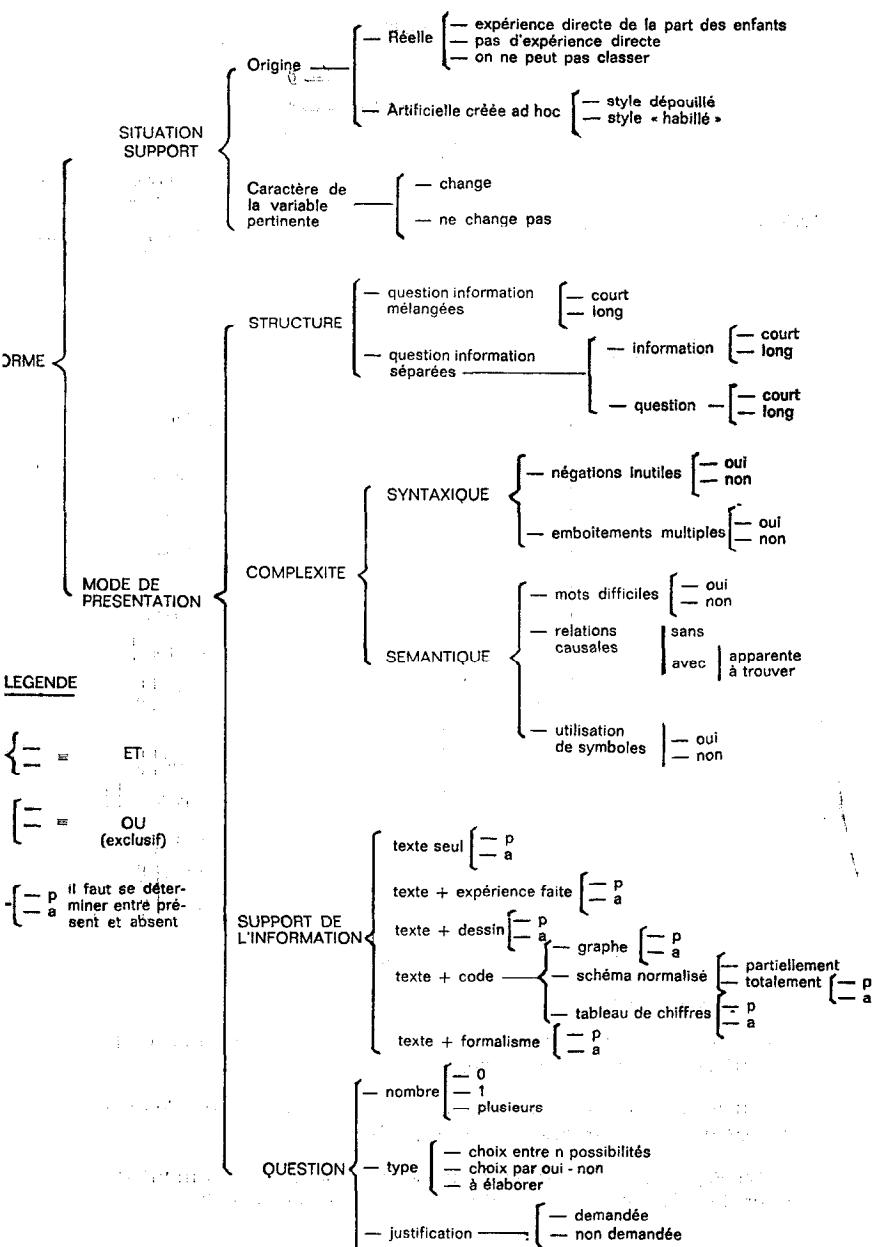
On peut étudier ces informations sous plusieurs angles :

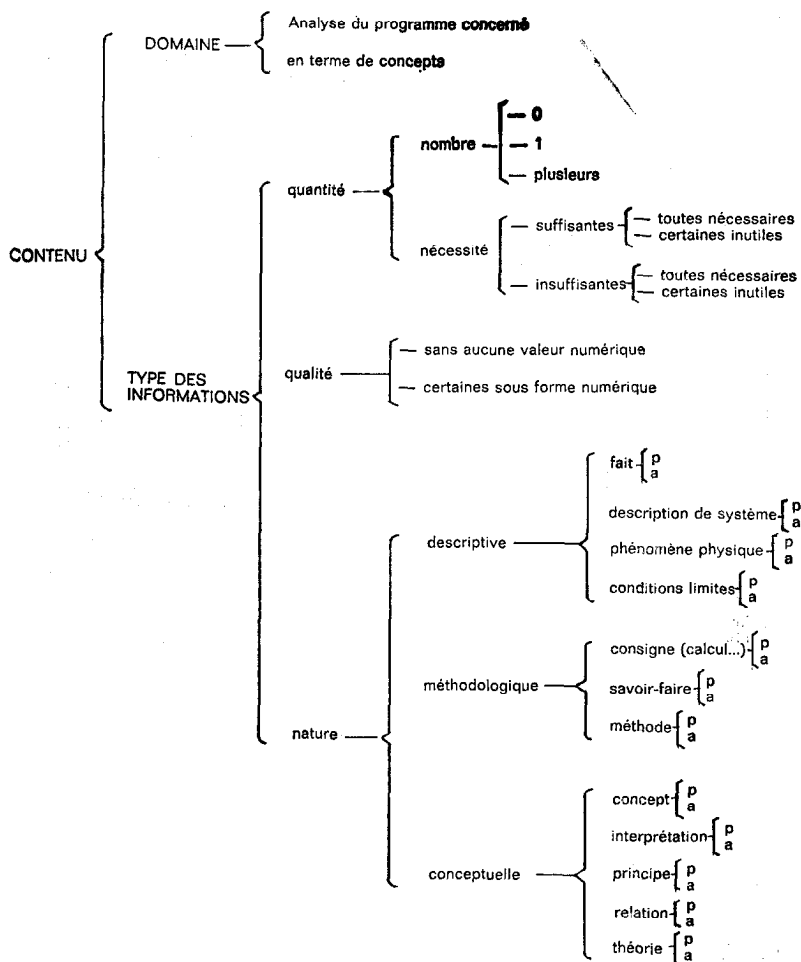
a) leur quantité en nombre et en nécessité pour la résolution du problème. Pour juger de la nécessité des informations se pose un problème de fond. Pour décider si les informations données par l'énoncé sont nécessaires et suffisantes à la résolution, il faut au préalable avoir défini précisément l'objectif de l'exercice. En effet, pour résoudre un exercice, les élèves doivent faire un certain travail. Ce travail peut être, au niveau le plus facile, se rappeler une information et la donner ; à un niveau plus difficile, cela peut être se rappeler des informations, les combiner à celles données par l'énoncé pour en déduire une conclusion. Il est évident que cette(ces) information(s) qui doivent être retrouvées par l'élève (c'est le travail à faire ou, exprimé autrement, c'est l'objectif de l'exercice) ne doivent pas être considérées comme manquantes dans l'énoncé. En conclusion, décider si les informations données sont suffisantes et si elles sont toutes nécessaires, ne peut se faire qu'après avoir bien défini l'objectif de l'exercice, le travail à faire par l'élève, pour atteindre la solution ;

b) leur qualité : sont-elles numériques ou non ?

c) enfin, leur nature. On peut distinguer des informations de type descriptif ou bien méthodologique ou bien conceptuel.

V. LE RESEAU.





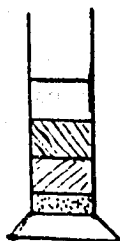
VI. EXEMPLES D'ANALYSE AVEC LE RESEAU.

Exercice 1.

Tu veux verser dans un bocal des liquides les uns au-dessus des autres, comme sur le dessin.

Tu as de la glycérine, de l'alcool, de l'huile et de l'eau. Dans quel ordre vont se placer ces liquides ?

La glycérine, l'alcool et l'eau sont miscibles. Comment dois-tu verser les liquides pour qu'ils soient bien séparés ?



Si tu veux un bocal décoratif, tu peux mettre un colorant dans chacun des liquides.

La situation support utilisée ici est artificielle créée *ad hoc* pour tester une notion donnée, bien que la dernière phrase entre parenthèses tente de camoufler le côté artificiel de cette situation en lui donnant une apparence de quotidienneté. Le style est donc « habillé ».

La variable du problème ici est la densité du liquide (plus exactement l'ordre du liquide considéré dans le classement des liquides par densité croissante). Dans la situation décrite, la variable ne change donc pas.

Ce qui nous donne donc :

SITUATION SUPPORT : artificielle,

style « habillé »,

la variable du problème ne change pas.

Pour la méthode de présentation : on voit une première information suivie par une première question, puis une deuxième information suivie d'une autre question. Pour répondre à la deuxième question, les deux informations sont nécessaires. En examinant le texte au point de vue de sa complexité, on constate qu'il n'y a pas de négations inutiles, que les phrases sont courtes, simples, sans subordonnées multiples et emboîtées, qu'il y a un mot difficile (*miscible*), qu'il n'est employé aucun symbole. Dans les informations données, il n'y a aucune relation de causalité. Bien sûr, une telle relation est à utiliser pour atteindre la solution du problème, mais c'est l'objectif de l'exercice : les élèves peuvent-ils relier l'ordre d'empilement à la densité des différents liquides. Comme c'est dans les informations fournies que nous cherchons s'il y a une relation de causalité, nous concluons ici : non. L'information est présentée ici par essentiellement un texte et, en plus, un dessin. Il y a deux questions. Toutes deux à élaborer et sans que la justification soit demandée. Ceci donne donc :

MÉTHODE DE PRÉSENTATION : Quelques informations mélangées, ensemble, long.

: Sans négation,
sans emboîtements multiples
un mot difficile : miscible
sans relations causales
sans aucun symbole
texte + dessin.

: Deux questions,
les deux à élaborer
les deux sans justification
demandée.

Le domaine physique concerné par cet exercice est celui des propriétés de la matière, plus précisément des masses volumiques et des corps flottants. Analysons maintenant les informations données. En nombre, il y en a deux (en effet, la dernière phrase n'est pas une information, mais un « habillage »). En nécessité, il faut au préalable définir l'objectif de l'exercice. Il nous semble que l'objectif est le suivant : être capable d'appliquer à ce cas particulier le principe : « les liquides se superposent du plus dense en bas jusqu'au moins dense en haut ». Les informations données par l'énoncé sont insuffisantes, car, pour appliquer ce principe, il faut connaître les densités des différents liquides cités. Si ces informations sont insuffisantes, elles sont par contre nécessaires pour répondre aux deux questions. Toutes les informations sont descriptives, la première étant un fait « vous avez... », la deuxième décrivant un phénomène physique « l'eau... sont miscibles ».

Nous terminons l'analyse ainsi :

CONTENU DOMAINE : masses volumiques...

TYPE DES INFORMATIONS : 2 informations,
nécessaires, insuffisantes.

: Sans aucune valeur numérique.

: Fait, phénomène physique.

Exercice 2.

Tu observes que le ballon avec lequel tu joues à la piscine flotte sur l'eau. Tu observes également qu'il te faut fournir un effort si tu veux le maintenir sous l'eau.

Essaie d'expliquer ces observations et de répondre aux questions suivantes : Quand le ballon flotte librement, la poussée

d'Archimède est-elle plus petite, égale ou plus grande que le poids ? Quand tu enfonces le ballon dans l'eau, la poussée d'Archimède devient-elle plus petite ? plus grande ? reste-t-elle égale ?

FORME **SITUATION SUPPORT** : Vie courante avec expérience directe des enfants.

: Variable du problème ne change pas (la poussée d'Archimède).

MODE DE PRÉSENTATION :

: Mélangé, court.

: Sans négations inutiles
sans emboîtement multiple
sans mots difficiles
sans relation causale (elle est à trouver)
sans lettres symboles.

: Texte.

: Deux questions :

1. Justification à élaborer.
2. Choix entre 3 possibilités, pas de justification demandée.

CONTENU **DOMAINE** : Corps flottants...

TYPE DES INFORMATIONS : Plusieurs, suffisantes, toutes nécessaires.

: Sans aucune valeur numérique.

: Phénomènes physiques.

CONCLUSION.

Pour établir ce réseau, nous n'avons retenu que certaines caractéristiques d'un énoncé. Il en existe bien d'autres évidemment, par exemple, la typographie employée, la mise en page... Les caractéristiques qui apparaissent ici sont celles qui, d'après l'expérience des professeurs, ont une influence sur les résultats des élèves.

Par exemple, le même exercice (même objectif), selon qu'il sera donné avec les informations nécessaires et suffisantes à sa résolution, ou avec des informations inutiles, ne conduira pas aux mêmes résultats pour les mêmes élèves.

Dans la limite des caractéristiques retenues, ce réseau établit une liste de toutes les possibilités envisageables pour un énoncé. Ces possibilités sont hiérarchisées depuis un aspect global à gauche jusqu'à une étude plus fine à droite.

L'utilisation de ce réseau, au moment du choix ou de la fabrication d'exercices, permet donc de varier au maximum les énoncés utilisés et de ne pas utiliser qu'une petite partie de toutes les possibilités existantes. En effet, utiliser toujours le même type d'exercice (texte uniquement, ou réponses à élaborer uniquement...) privilégie certaines élèves et toujours les mêmes.

De plus, une analyse avec le réseau des énoncés employés permet d'avoir, *a priori*, une idée plus précise de la difficulté des exercices proposés aux élèves. Dans ce réseau, aucun jugement de valeur n'est porté sur les différentes possibilités. Mais tout le monde sait, par exemple, qu'un texte comportant des négations inutiles est plus difficile à comprendre qu'un texte sans. Attribuer une valeur facile ou difficile aux possibilités énoncées dans le réseau peut donc se faire à partir de l'expérience d'enseignant. Ceci fait, l'analyse à partir du réseau permet de juger si l'exercice est plus ou moins difficile, et, s'il est difficile, par lequel de ses différents aspects.

Une troisième utilisation possible du réseau est la suivante : si on veut constituer une banque d'exercices, le problème du classement de ces exercices se pose rapidement. Grâce au réseau, on peut caractériser les énoncés suivant différentes dimensions. Des classements deviennent alors possibles : selon le type des informations données ou bien selon le mode de présentation utilisé, ou encore selon la suffisance et la nécessité des informations fournies...

Andrée DUMAS-CARRÉ,
(L.I.R.E.S.P.T. Université Paris VII).
