

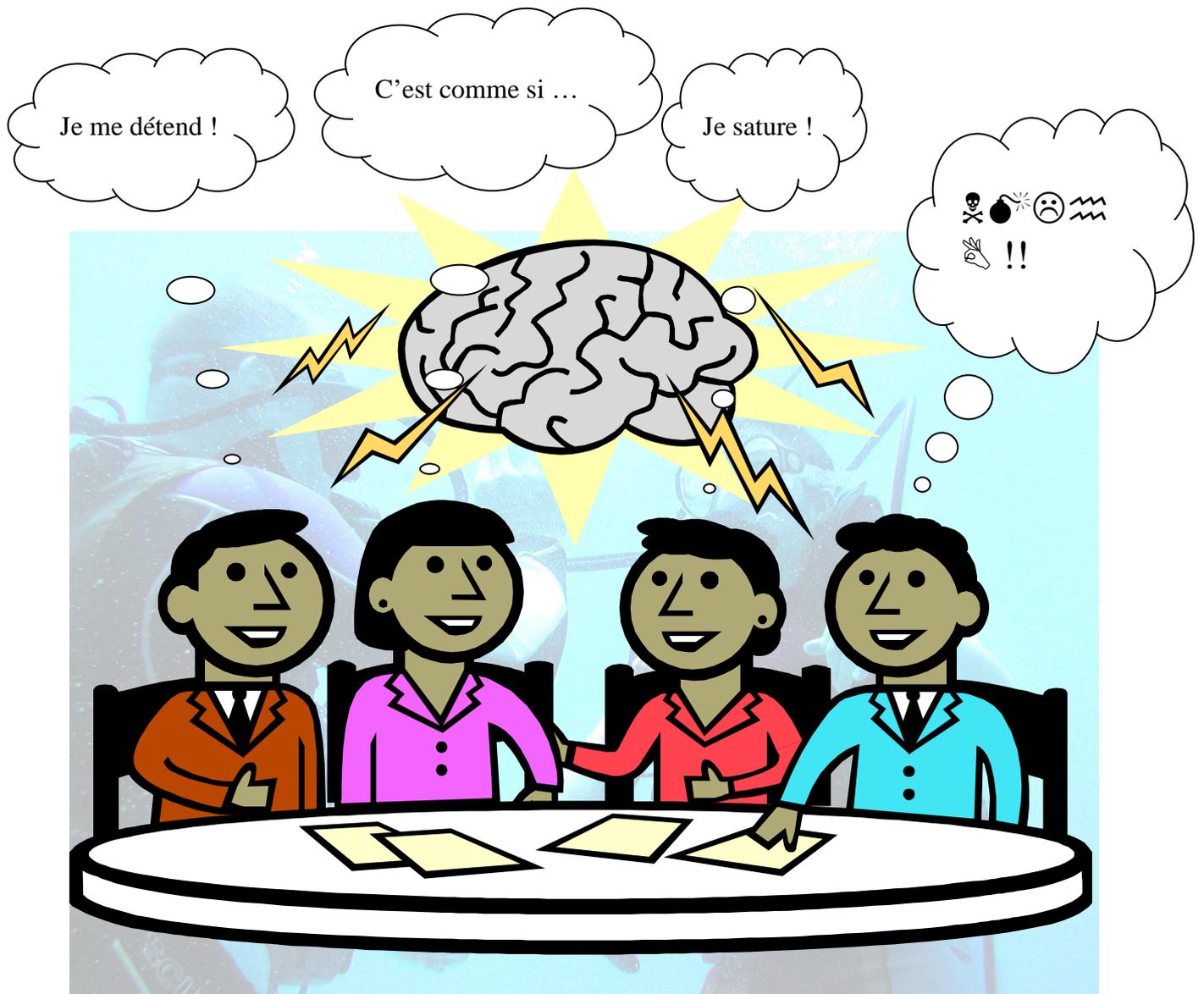


# Les analogies en pédagogie de la plongée

*« Les analogies sont précieuses et surtout les comparaisons fondées sur la structure, qui permettent une sorte de raisonnement »*

*Paul VALÉRY*

Mémoire du cursus d'Instructeur Fédéral Régional  
Anne-Solange DESSERTINE



## REMERCIEMENTS

Ce sujet m'a passionnée mais sans vous tous, il ne serait ce qu'il est.

Tout d'abord, merci à Jean-Luc BESQUEUT et à Gérard LAMBERT qui m'ont accordé leur confiance.

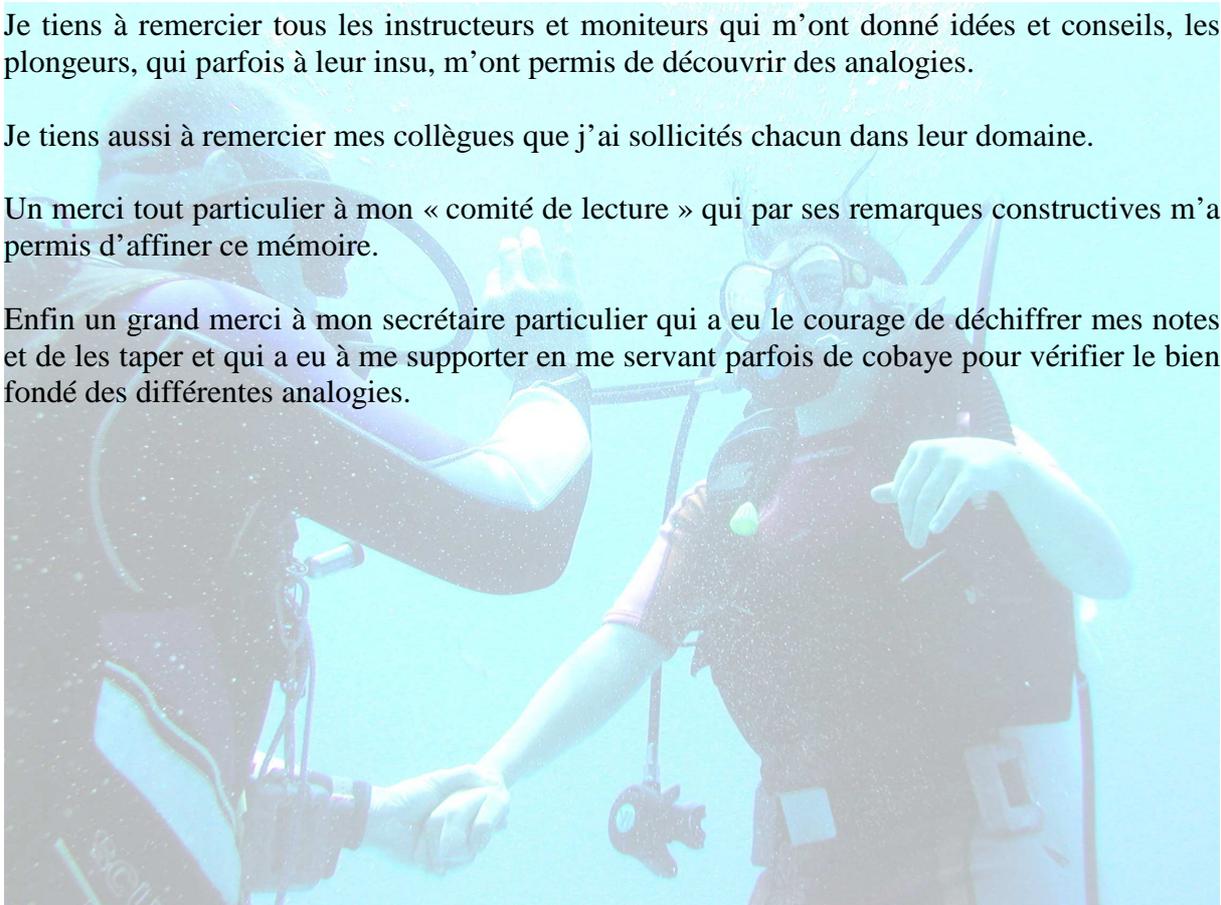
Merci à Claude DUBOC (champion de « l'heuristique » !), qui a épluché, disséqué, analysé chaque mot, chaque phrase, chaque concept, et qui, par ses conseils avisés, m'a permis d'optimiser mon travail.

Je tiens à remercier tous les instructeurs et moniteurs qui m'ont donné idées et conseils, les plongeurs, qui parfois à leur insu, m'ont permis de découvrir des analogies.

Je tiens aussi à remercier mes collègues que j'ai sollicités chacun dans leur domaine.

Un merci tout particulier à mon « comité de lecture » qui par ses remarques constructives m'a permis d'affiner ce mémoire.

Enfin un grand merci à mon secrétaire particulier qui a eu le courage de déchiffrer mes notes et de les taper et qui a eu à me supporter en me servant parfois de cobaye pour vérifier le bien fondé des différentes analogies.



# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
A.    POURQUOI UN TEL SUJET ?.....	5
B.    DEFINITION.....	6
<b>I.    CLASSIFICATION DES ANALOGIES .....</b>	<b>7</b>
A.    L'ANALOGIE PROPRIOCEPTIVE.....	7
B.    L'ANALOGIE « DU GESTE QUOTIDIEN ».....	8
C.    L'ANALOGIE « DESUETE » .....	9
D.    L'ANALOGIE CULTURELLE.....	9
E.    L'ANALOGIE RHETORIQUE.....	10
F.    L'ANALOGIE UNIVERSELLE.....	11
G.    L'ANALOGIE SEQUENTIELLE .....	12
H.    L'ANALOGIE SYMBOLIQUE D'IMAGE MENTALE.....	13
<b>II.    LES LIMITES D'UTILISATION DES ANALOGIES .....</b>	<b>14</b>
A.    L'ANALOGIE DESUETE .....	14
B.    L'ANALOGIE PLUS COMPLEXE QUE LE CONCEPT .....	16
C.    L'ANALOGIE MAL ENONCEE.....	17
D.    MAUVAISE INTERPRETATION .....	18
E.    L'ANALOGIE QUI N' APPARTIENT PAS AU VECU CULTUREL DE L'ELEVE.....	19
<b>III.    COMMENT AIDER L'ENCADRANT DANS LA CONSTRUCTION DE L'ANALOGIE FORMATIVE.....</b>	<b>20</b>
A.    CRITERES ET CONDITIONS OBLIGATOIRES .....	20
B.    LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE .....	28
C.    EXEMPLE PRATIQUE D'ANALOGIE SEQUENTIELLE PUSSEE A L'EXTREME.....	32
D.    LES CRITERES COMMUNS A TOUTES LES ACTIVITES PHYSIQUES .....	34
E.    RECAPITULATIF .....	35
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>38</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE 1.....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXE 2.....</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXE 3.....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 4.....</b>	<b>47</b>

## INTRODUCTION

### A. Pourquoi un tel sujet ?

Lors d'un stage final MF1, j'étais avec Serge Guérin en salle pour la pédagogie théorique. Un stagiaire avait comme sujet : « les pressions au N2 ».

Il se lance dans une explication analogique extraordinaire. Il nous explique qu'une pression, c'est une force sur une surface. Jusque là tout allait bien. Mais il poursuit en nous disant « qu'un talon aiguille s'enfonce mieux dans une motte de beurre ». Je vous laisse imaginer la scène.

Je crois que Serge, qui a vu passer des générations de moniteurs n'avait jamais entendu celle-là. Je n'osais le regarder sentant que la crise de fou rire nous guettait, mais il m'interpelle et là, nous ne pouvions nous maîtriser.

Ce qui est intéressant dans cette anecdote, c'est le semblant d'analogie, mal choisi, mal approprié, retranscrite sans maîtrise.

Les exemples sont nombreux de l'utilisation des analogies, le concept n'en est pas toujours maîtrisé. Mais lorsqu'il l'est et que l'on voit « une lumière au fond des yeux de l'élève », comme certains collègues moniteurs me l'ont dit, alors on y trouve une certaine satisfaction et l'objectif est atteint.

En interrogeant des collègues moniteurs, je me suis aperçue que l'analogie n'avait pas la même définition pour tous. Pour certains, elle devait être universelle, pour d'autres applicable au vécu propre de l'élève, pour d'autres une gymnastique de l'esprit, pour d'autres encore, plus compliquée que le concept lui-même.

Nous utilisons tous plus ou moins les analogies consciemment ou inconsciemment. Lorsque l'analogie est bien utilisée, elle permet une richesse pédagogique et intellectuelle. Elle est souvent induite comme dans les expressions « on est serré comme des sardines dans une boîte », les morales « un tiens vaut, ce dit-on, mieux que deux tu l'auras : l'un est sûr, l'autre ne l'est pas »<sup>1</sup>, les contes.

L'objectif de ce mémoire est de classer différents types d'analogie, de démontrer certaines limites d'utilisation et de proposer une base de construction, en vue de la simplification d'un concept ou d'une remédiation pédagogique.

---

<sup>1</sup> Les Fables de la Fontaine : « Le petit poisson et le pêcheur »

## B. Définition

L'analogie est un dispositif dont chacun de nous fait un usage constant, dont le langage ordinaire parle souvent, sans que nous nous soucions outre mesure de savoir ce qui se cache sous ce terme.

Le dictionnaire de rhétorique et de poétique définit l'analogie ainsi :

« relation de ressemblance établie entre des réalités ou des notions qui, en tant que telles, sont de nature différente ».

Cette relation d'analogie peut être simplement constatée mais elle est le plus souvent établie par un travail de l'esprit, ou simplement, elle résulte d'un adage populaire.

On appelle raisonnement par analogie le fait de tirer des conclusions identiques de deux réalités rapprochées par analogie.

Le dictionnaire culturel de la langue française la définit comme suit :

« l'analogie est en son sens premier, l'identité de rapport entre quatre éléments ou plus pris deux à deux ». Exemple 1 :  $8/4 = 10/5$  or  $8 \# 10$  et  $4 \# 5$  – Exemple 2 : « Un repas (A) sans fromage (B) est comme une belle (A') à qui il manque un œil (B') » Brillat-Savarin.

Elle renvoie donc au raisonnement par lequel l'esprit humain déduit d'une similitude observée entre plusieurs objets une similitude inobservée.

L'analogie est reprise avec la valeur assez vague de ressemblance. Le mot s'est appliqué à des ressemblances de fonctions et de structures. L'analogie rassemble dans son sens le plus large, plusieurs termes comme la métaphore<sup>1</sup>, la métonymie<sup>2</sup>, la ressemblance<sup>3</sup>, la catachrèse<sup>4</sup> ...

A partir de ces définitions, nous tenterons de classifier les analogies, d'en aborder les limites et surtout de proposer une trame de construction de l'analogie.

---

<sup>1</sup> Métaphore : Figure de rhétorique qui consiste à un transfert de sens par substitution analogique. C'est une comparaison sous-entendue. Ex : la lumière de l'esprit.

<sup>2</sup> Métonymie : Figure de rhétorique par laquelle on exprime un concept au moyen d'un terme désignant un autre concept. Ex : il vit de son travail pour il vit du fruit de son travail – Il a bu le bouillon, il a bu la tasse pour il a inhalé de l'eau.

<sup>3</sup> Ressemblance : Rapport entre des objets ayant certains éléments communs.

<sup>4</sup> Catachrèse : Métaphore qui consiste à employer un mot au-delà de son sens strict. Ex : les pieds d'une table, à cheval sur un mur.

## I. Classification des analogies

*La plupart des hommes ont, comme les plantes, des propriétés cachées que le hasard fait découvrir ».*

*La Rochefoucauld*

Pour ce qui concerne la plongée, on utilise parfois certains types d'analogie. L'enseignant illustre et explique par un chemin détourné de l'axe principal : « au lieu de prendre l'autoroute pour aller au point B, il prendra la nationale, peut-être même des départementales ».

Ainsi on peut extraire les grands thèmes récurrents, et parfois superposés, des analogies les plus utilisées en plongée et en pédagogie de la plongée.

### A. L'analogie proprioceptive

Elle est construite par des sensations issues des muscles, de l'oreille interne, qui renseignent sur l'équilibre, le placement du corps, les mouvements. C'est l'analogie de l'ascenseur au rugby ou du shoot au basket, avec la poussée de la DTH. C'est-à-dire que la poussée des jambes est ensuite transférée sur la poussée des bras.

Pour effectuer valsalva, « c'est comme se moucher en bouchant le nez et en fermant la bouche ».

Il en est de même pour la descente dans le bleu et l'ATR (Attitude Tendue Renversée ou équilibre sur les mains). L'oreille interne a inscrit ces données de position du corps dans notre cerveau. Ce qui ne veut pas dire que l'on sait effectuer une descente dans le bleu, lorsqu'on sait effectuer l'ATR. Lorsqu'on maîtrise l'ATR, on a des repères proprioceptifs et on a intégré la position du corps, la verticalité tête en bas.

Lorsque l'on dit que « la peau de la murène est douce comme du velours », on fait référence à un sens qui est le toucher, que l'on explore quotidiennement.

En réponse à un élève qui demandait à un instructeur s'il valait mieux nager le PMT avec des gants, celui-ci lui a répondu : « si tu caresses ta femme avec des gants, je ne sais pas si tu auras les mêmes sensations ». On le sait, la recherche d'appuis passe par la sensation kinesthésique. Si vous bandez les yeux à un basketteur sur un lancer franc, il aura un pourcentage de réussite beaucoup plus important que si vous lui mettez des gants, ce qui prouve que la vue est, dans cette situation, moins importante que les sensations kinesthésiques (toucher). Ce sont des sensations extéroceptives qui nous sont données par nos cinq sens, comme, en plongée, le champ de vision restreint ou les distances faussées et où les couleurs disparaissent en fonction de la profondeur.

Si l'on plonge dans de l'eau froide, on a un petit sursaut, or on plonge souvent en eau froide. Pourtant il m'est arrivé d'avoir lors d'une première mise à l'eau en eau chaude, ce petit sursaut. Il s'agit d'une erreur de la perception conditionnée à l'eau. C'est une analogie physique, inconsciente du corps.

## B. L'analogie « du geste quotidien »

Elle est construite sur un concept de vie courante, donc déjà vécu. C'est l'exemple de la bicyclette en déplacement descendant et l'utilisation du SSG en déplacement montant.

BICYCLETTE	SSG
Démarrage : impulsion sur les pédales (équilibre et inertie)	Démarrage : gonflage crée l'inertie
Arrêt du pédalage : la vitesse augmente due à la pente	Arrêt du gonflage : la vitesse augmente due à Mariotte
Contrôle de la vitesse avec les freins	Contrôle de la vitesse avec la purge lente
Vitesse excessive : freins + pose des pieds au sol	Vitesse excessive : purge rapide + poumon ballast

Cette analogie s'inscrit également dans un concept séquentiel. L'exercice a une correspondance par étape, mais fait appel à une expérience vécue dès l'enfance où chaque séquence a une correspondance, à laquelle le moniteur fait référence pour démontrer chaque étape de l'exercice en plongée, par le biais du vélo.

Une autre analogie qui fait référence au quotidien, mais aussi au sens des mots : « détendre », ici a un double sens.

Lorsqu'on effectue un travail physique, on se réchauffe, lorsqu'on comprime de l'air, il se réchauffe.

Quand on se repose, on se détend, on se refroidit, lorsqu'on détend de l'air, il est froid.

Cette analogie, sans expliquer les mécanismes, donne un résultat de constatation et peut être utilisée pour les enfants, pour information, par rapport à une interrogation de certains plongeurs sans connaître les mécanismes fins. Dans ce cas, détendre est utilisé pour deux significations. C'est aussi une analogie rhétorique (basée sur le langage), dans la mesure où elle joue sur les mots et sur leur signification.

Exemple : décapelage / recapelage —————> Sac à dos

Pour effectuer un décapelage / recapelage sous l'eau, on fait comme si l'on enlevait un sac à dos ou comme si l'on mettait un sac à dos. C'est quand même plus simple que de faire passer le bloc par-dessus la tête.

L'analogie du ressort s'inscrit dans le geste courant. Plus on appuie sur un ressort (on exerce une pression), plus il se comprime et son volume diminue. Si on diminue la pression, son volume augmente jusqu'à reprendre sa forme initiale. Et si on le lâche d'un coup, il saute.

Cette analogie permet de démontrer et de proposer un concept d'utilisation facile pour expliquer la loi de Mariotte et sa proportionnalité. Le côté visuel de la démonstration permet une représentation : si on augmente la pression, le volume diminue et inversement.

### C. L'analogie « désuète »

Pourquoi ce terme ? Nous détaillerons ces analogies dans la deuxième partie. Elles font appel à des concepts qui ne font plus partie du vécu culturel. Le concept de base est alors dépassé et ne peut représenter un point d'appui. Il faut alors le faire évoluer ou le supprimer. Ce qui est démodé, n'est plus d'usage.

### D. L'analogie culturelle

Chaque domaine de connaissances qui comporte une analogie avec un autre domaine peut servir de modèle pour ce second domaine. Il permet d'utiliser une structure connue pour traiter une structure moins bien connue.

Le modèle de base doit donc faire partie d'une culture commune (occidentale, orientale, spirituelle, intellectuelle, scientifique ...)

Expliquer que le corail est comme une HLM, c'est-à-dire une structure calcaire pour l'habitation, et des polypes pour les habitants. On comprend aisément que pour certaines cultures, l'HLM ne représente rien et sûrement pas l'entassement dans une structure verticale.

Certaines analogies culturelles font appel à une culture technique compréhensible dans différents pays si tant est que l'analogie source fasse partie d'un référent intellectuel et scientifique.

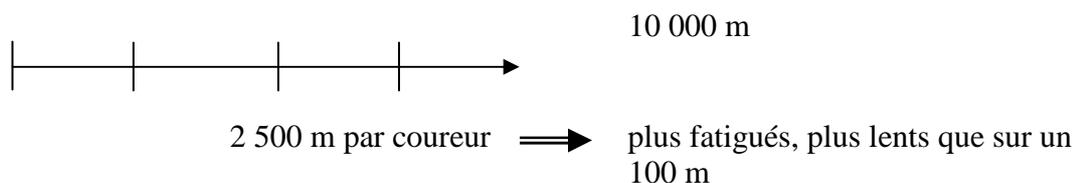
L'analogie de la dérivante et du tapis roulant fait référence à un concept mécanique de société technologique.

Ainsi lorsque l'on se trouve sur un tapis roulant, il suffit de se laisser aller surtout si l'on est chargé. Marcher à l'inverse du tapis roulant est fatigant. Donc lors d'une dérivante, il suffira de se laisser porter sans essayer de palmer à contre courant.

On a aussi l'analogie des coureurs de relais (qui transmettent un bâton de relais) avec le son qui se transmet plus vite dans l'eau que dans l'air.

Tous les coureurs de niveau équivalent se relaient

Dans le premier cas, ils sont quatre pour parcourir les 10 000 m.



Dans le deuxième cas, ils sont cent pour parcourir les 10 000 m.



Les cent coureurs transmettent plus rapidement le relais que lorsqu'ils sont quatre.

C'est pour cela que, dans le brouillard, on s'entend mieux, le son se propage mieux, l'air est chargé de gouttelettes d'eau plus conductrices  $\implies$  donc à plus forte raison dans l'eau. Le son se propage plus rapidement dans l'eau que dans l'air.

Cette analogie permet de comprendre la manifestation du même phénomène sous une autre forme.

### E. L'analogie rhétorique

Elle joue sur les mots et leur double sens. On l'utilise souvent dans les jeux de mots ou pour définir un état.

Quand on travaille trop, on sature, on se repose le week-end (paliers). Lorsqu'on travaille beaucoup trop on sursature, on est obligé de prendre des vacances (augmentation des paliers). Et si l'on ne se repose pas, c'est la sursaturation critique (« pétage de câble » / Accident de décompression).

Autre exemple où le verbe détendre est utilisé à double sens p8.

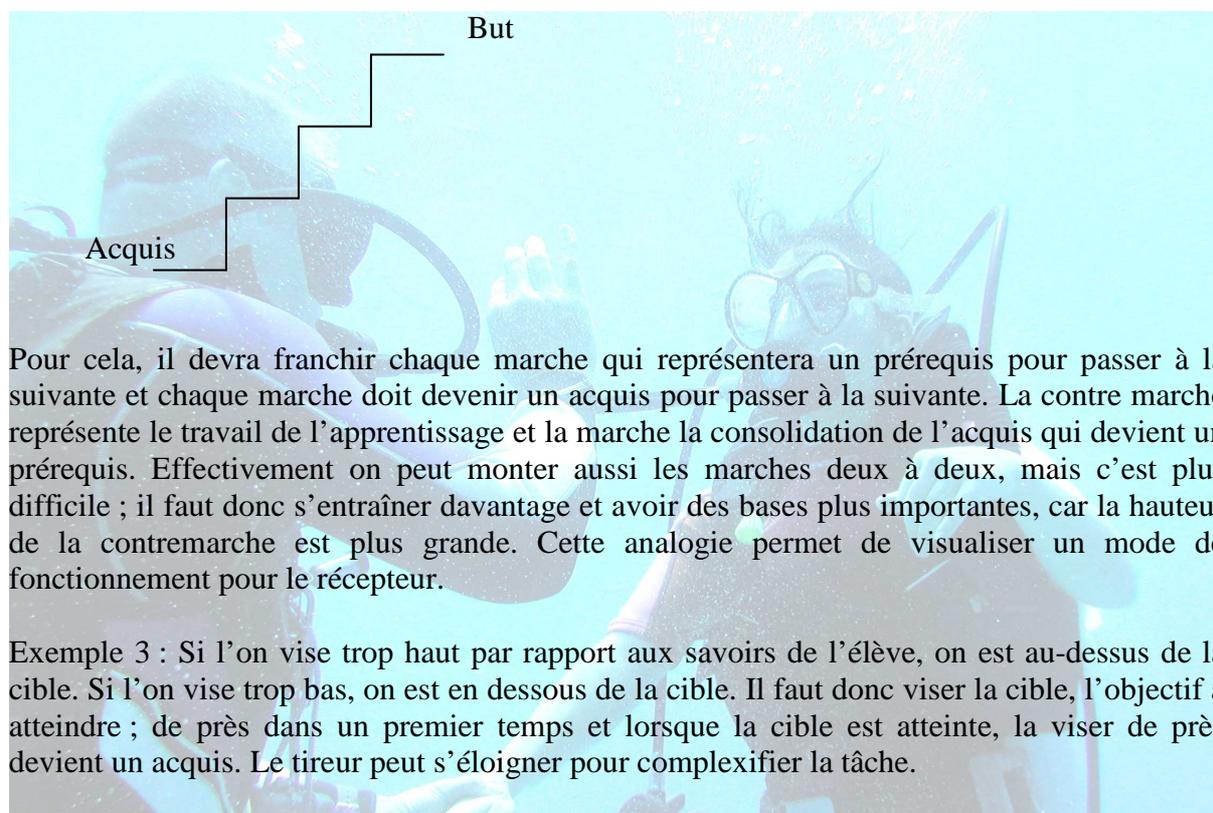
Narçose : ivresse des profondeurs, comportement anormal qui fait référence à l'ivresse alcoolique. On a donc cette phrase d'analogie rhétorique de Sciarli et Fructus : « l'excès de bars crée l'ivresse ». C'est justement le jeu de mot qui permet d'intégrer l'idée et de se souvenir du lien en plongée. Le jeu de mot marque l'esprit et sert de moyen mnémotechnique.

## F. L'analogie universelle

C'est celle qui doit être comprise de tous quelque soit le référent culturel, intellectuel qui peut s'appliquer aussi avec des enfants. Le fait d'énoncer des évidences doit aboutir à des notions en plongée qui vont pourtant de soi et qui n'apparaissent pas évidentes au premier abord.

Exemple 1 : analogie enfant, ado, adulte. Avant d'être un adulte, on passe d'abord pas le stade d'embryon, de nourrisson, d'enfant, d'adolescent et enfin on devient un adulte.

Exemple 2 : pour construire ses apprentissages et sa pédagogie, un stagiaire moniteur doit aller d'un point A à un point B, A que l'on nommera acquis et B but.



Pour cela, il devra franchir chaque marche qui représentera un prérequis pour passer à la suivante et chaque marche doit devenir un acquis pour passer à la suivante. La contre marche représente le travail de l'apprentissage et la marche la consolidation de l'acquis qui devient un prérequis. Effectivement on peut monter aussi les marches deux à deux, mais c'est plus difficile ; il faut donc s'entraîner davantage et avoir des bases plus importantes, car la hauteur de la contremarche est plus grande. Cette analogie permet de visualiser un mode de fonctionnement pour le récepteur.

Exemple 3 : Si l'on vise trop haut par rapport aux savoirs de l'élève, on est au-dessus de la cible. Si l'on vise trop bas, on est en dessous de la cible. Il faut donc viser la cible, l'objectif à atteindre ; de près dans un premier temps et lorsque la cible est atteinte, la viser de près devient un acquis. Le tireur peut s'éloigner pour complexifier la tâche.

Exemple 4 : Si l'on compare les palmes à des pinceaux, on peut expliquer le palmage de sustentation en demandant à l'élève de palmer comme s'il voulait peindre la plus grande surface du fond de la piscine, c'est-à-dire en utilisant un mouvement ample de va et vient. La palme représente alors les poils du pinceau.

L'analogie universelle, qui s'étend à tout ou à tous, peut avoir pour champ la nature. C'est l'analogie du ver à soie (attention, nous ne sommes plus dans la rhétorique du verre à soi !!). Le ver à soie, avant de passer à l'état de papillon, passe par différents stades qui sont des passages obligés, des prérequis nécessaires et indispensables. Avant d'être papillon, il aura dû passer par l'état de chenille, chrysalide. Il en est de même lors des apprentissages quelque soit le niveau.

Ainsi passer du niveau 2 au niveau 4 sans jamais avoir fait d'autonomie à 20m ou passer du niveau 4 au MF1 sans jamais avoir été guide de palanquée, c'est comme venir d'obtenir son permis moto et vouloir participer au Paris Dakar. Ainsi vouloir passer d'une étape à l'autre sans avoir l'expérience nécessaire, c'est griller des étapes au risque de mettre en danger les autres et soi-même. La nature pour sa survie passe par ces étapes obligées (chenille, chrysalide et papillon). Le principe de l'analogie, dans ce cas, est de démontrer une évidence en plongée par d'autres évidences déjà établies, et de faire passer des idées fortes.

Comme la nature est universelle, le champ du concept analogique l'est aussi, bien qu'on puisse s'interroger sur les enfants citadins et leurs connaissances de la nature.

Par exemple : « L'oursin, c'est une châtaigne de mer ».

### G. L'analogie séquentielle

Elle est constituée de plusieurs séquences analogiques formant une analogie globale. Elle semble être la plus riche car un nombre important de relation préexiste mais elle est aussi plus complexe dans sa structure et demande une réflexion et une recherche plus importante. Cf. Annexe 2 - ADN bibliothèque.

C'est l'analogie du flot de voitures et de l'embolie gazeuse. Sur l'autoroute, un flot de voitures roule puis arrive à un péage. Les premières voitures vont passer (élimination pulmonaire). Tant que le flux n'est pas trop important, le passage s'effectue. Si le flux augmente de façon importante, il va y avoir création d'un bouchon (agrégat plaquettaire). Si l'on met une déviation en place, c'est le FOP ou le shunt. On peut pousser l'analogie jusqu'à des bulles plus grosses si des poids lourds arrivent, c'est le cas de la remontée trop rapide.

Chaque séquence est une analogie morcelée du système. Bien évidemment, c'est une façon de simplifier un concept et non de l'expliquer en détail et en totalité. Mais ce qui compte, c'est avant tout pour l'enseignant d'expliquer le concept avant d'en aborder les mécanismes fins. Cette analogie peut être une remédiation pour l'élève réfractaire à la physiologie.

Le deuxième exemple d'analogie séquentielle est la construction d'un exercice de plongée comme la DTH et un escalier. Il permet d'aborder la pédagogie différemment et de ne pas confondre prérequis et construction de travail.

La construction d'un exercice s'organise comme un escalier avec des paliers obligatoires.

Exemple de la DTH : chronologiquement, il faut avoir une bonne saisie, prendre une bonne impulsion, garder une bonne verticalité, avoir un palmage efficace, une bonne vitesse de remontée et un bon tractage. Si vous avez six étages à monter, vous pouvez, si vous n'avez pas le niveau physique suffisant le premier jour, monter le premier étage à pied et le reste en ascenseur (travail de la saisie). Mais vous pouvez aussi monter jusqu'au cinquième étage en ascenseur et faire le dernier étage à pied (travail du tractage). Ceci permet de montrer à l'élève qu'il peut réussir la fin de l'exercice, ainsi le moniteur joue sur le thème affectif et psychique ; il peut mettre ainsi l'élève en situation de réussite.

On peut aussi, le deuxième jour, faire le premier et le dernier étage à pied, ou les deux premiers étages à pied et le reste en ascenseur. C'est-à-dire travailler le premier jour la saisie et le tractage, et le deuxième jour on travaillera la saisie et l'impulsion.

Cette analogie peut permettre au stagiaire MF1 de comprendre que l'apprentissage d'un exercice complexe peut se travailler de différentes façons et pas forcément et uniquement chronologiquement, et surtout pas globalement. Mais aussi, elle permet de faire comprendre que c'est en s'entraînant régulièrement que l'on pourra monter les six étages à pied et qu'il faut s'entraîner également pour réussir une DTH.

#### H. L'analogie symbolique d'image mentale

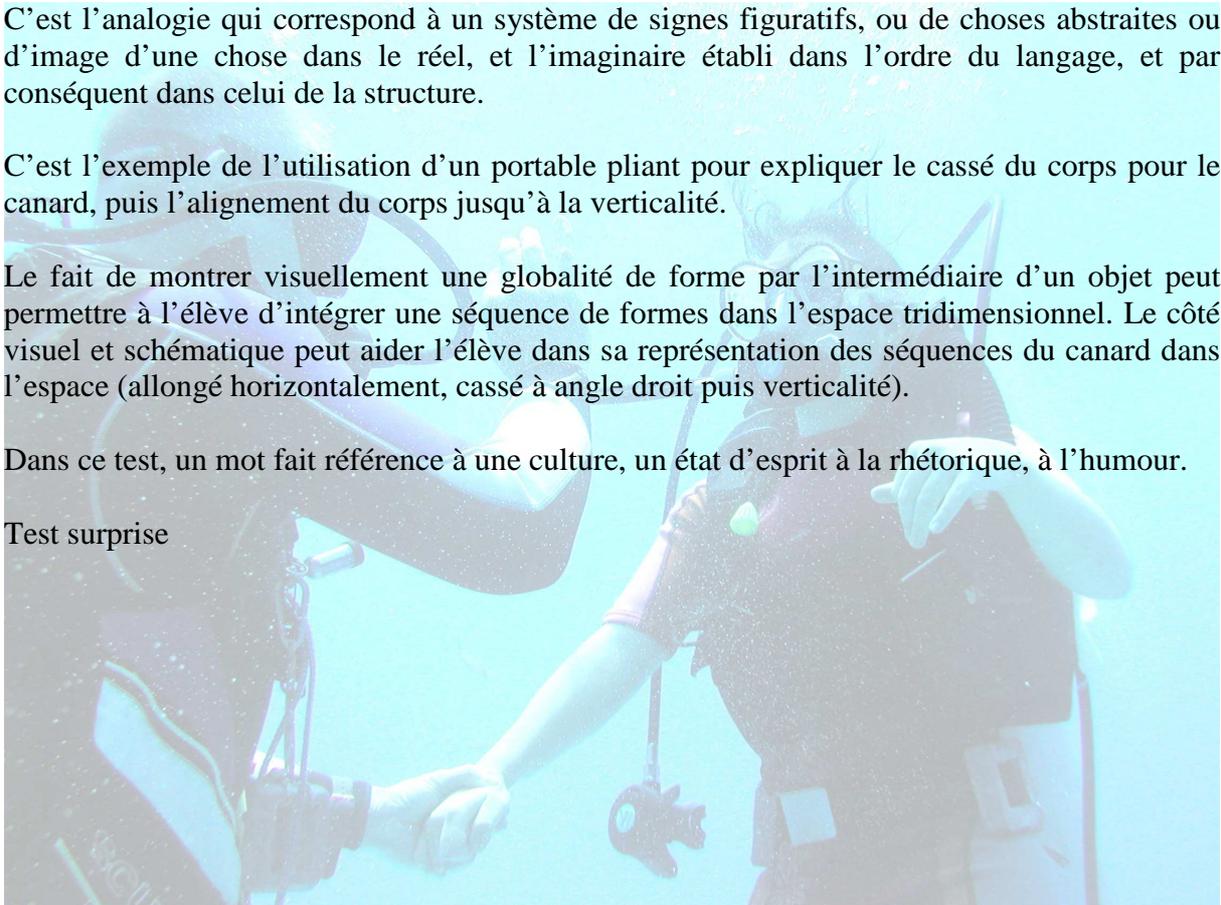
C'est l'analogie qui correspond à un système de signes figuratifs, ou de choses abstraites ou d'image d'une chose dans le réel, et l'imaginaire établi dans l'ordre du langage, et par conséquent dans celui de la structure.

C'est l'exemple de l'utilisation d'un portable pliant pour expliquer le cassé du corps pour le canard, puis l'alignement du corps jusqu'à la verticalité.

Le fait de montrer visuellement une globalité de forme par l'intermédiaire d'un objet peut permettre à l'élève d'intégrer une séquence de formes dans l'espace tridimensionnel. Le côté visuel et schématique peut aider l'élève dans sa représentation des séquences du canard dans l'espace (allongé horizontalement, cassé à angle droit puis verticalité).

Dans ce test, un mot fait référence à une culture, un état d'esprit à la rhétorique, à l'humour.

Test surprise



## II. Les limites d'utilisation des analogies

*« Incertitude, ô mes délices  
Vous et moi nous nous en allons  
Comme s'en vont les écrevisses,  
A reculons, à reculons »*

*Guillaume APOLLINAIRE*

L'analogie met donc en valeur certains aspects de notre expérience et rend cohérents des domaines dont parfois on ne soupçonnait pas les similitudes.

En effet, repérer des analogies entre le fonctionnement de deux entités, c'est se donner les moyens de les faire régir par une loi commune, et éventuellement de les ranger dans une catégorie commune, afin de les utiliser pour simplifier un concept, pour remédier à une incompréhension, pour marquer les esprits.

Pour que l'analogie fonctionne, il faut qu'un certain nombre de conditions soient réunies, les unes liées au degré de maîtrise du domaine de base, les autres aux caractéristiques structurales du domaine de base (phénomène connu) et du domaine cible (phénomène à expliciter).

Le domaine de base doit se présenter comme une structure stockée avec précision dans la mémoire. Disposer d'informations isolées, non reliées sur un objet ne suffit pas. Il est nécessaire d'en saisir les interrelations et d'en avoir une représentation claire, stable et cohérente. La relation d'analogie ne peut exister qu'en rassemblant des caractéristiques fondamentales : la clarté, la richesse, l'abstraction et l'organisation en système.

### A. L'analogie désuète

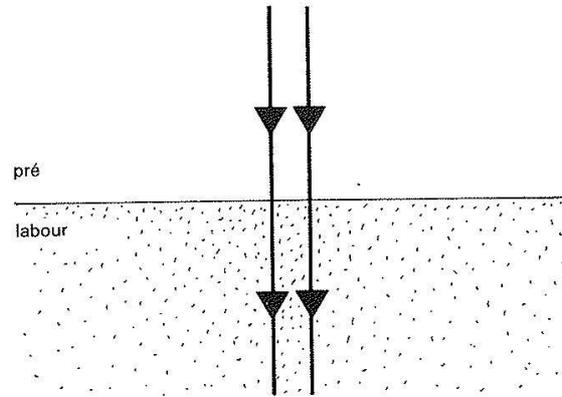
Elle est le type même d'analogie qui a pu fonctionner mais qui est ou sera inadaptée car elle ne fait plus référence à la culture actuelle.

Exemple : La bonde de l'évier ou du lavoir pour expliquer la compensation  
La charrue pour les rayons du soleil (Cf. Molle)

Deux bœufs sont attelés par un joug rigide qui les solidarise. Ils marchent sur un pré à une vitesse nettement plus grande que sur un labour.

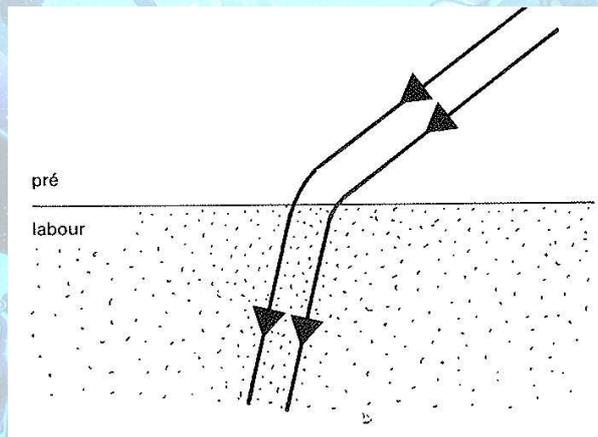
1<sup>er</sup> cas : ils passent du pré au labour

a) en franchissant la limite perpendiculairement :



Ils vont tout droit

b) en franchissant la limite en oblique :

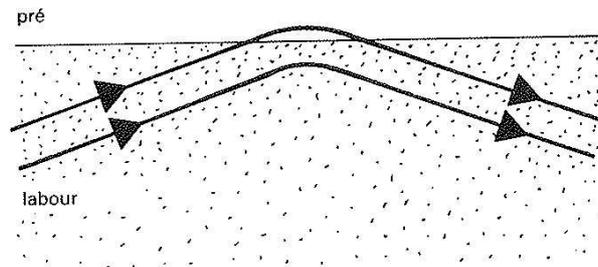


Arrivé le premier sur le labour, le bœuf attelé à gauche ralentit. Celui de droite reste plus longtemps sur le pré. Il avance plus vite et fait tourner l'attelage.

Ils changent de direction, en se rapprochant de la perpendiculaire à la limite (la « normale » en optique).

2<sup>ème</sup> cas : ils passent du labour au pré

- a) perpendiculairement à la limite : ils vont tout droit (schéma inverse du premier)
- b) en franchissant la limite en oblique : ils changent de direction en s'écartant de la perpendiculaire à la limite (schéma inverse du deuxième)
- c) avec un grand angle par rapport à la perpendiculaire à la limite



Le bœuf attelé à gauche arrive le premier sur le pré et accélère. Il fait tourner l'attelage, avant que le bœuf de droite n'ait franchi la limite. Ils retournent dans le labour, avec un angle égal à celui avec lequel ils voulaient en sortir.

La lumière se propage plus vite dans l'air que dans l'eau. En franchissant la limite air-eau, un rayon lumineux se comporte exactement comme l'attelage de bœufs. Cette analogie est désuète dans la mesure où l'attelage de bœufs ne fait plus partie de notre vécu. On pourra remplacer l'attelage par une voiture mais rouler sur un pré n'est pas l'usage courant d'une voiture.

### B. L'analogie plus complexe que le concept

En général, on admet que tout apprenant ou toute personne résolvant un problème dispose dans sa mémoire de structures de connaissances relativement stables et durables. Celles-ci sont représentées sous forme de réseaux dont la structure est caractéristique de chaque type de connaissances et propre à chaque domaine. C'est pourquoi, l'encadrant doit se mettre à la portée de son élève et de son vécu. La profession, les loisirs de l'élève peuvent être un point d'appui, une ouverture plus grande à l'utilisation de l'analogie.

C'est l'exemple de l'épreuve de la remontée de 40 m avec l'aide du système gonflable de stabilisation au MF2.

C'est l'analogie avec les avions sur un porte-avions. Le pilote met le maximum de gaz puis lâche les freins et ensuite se fait catapulte plein gaz. Concernant les avions à décollage vertical anglais « Sea Harrier », la poussée verticale est obtenue en changeant l'orientation des tuyères qui sont dirigées vers le bas puis se mettent lentement en position d'éjecter les gaz vers l'arrière. Il y a quatre tuyères mobiles, deux à l'avant du fuselage et deux à l'arrière, et une cinquième fixe dans l'axe de l'avion.

Cette analogie est très complexe, car peu nombreux sont ceux qui connaissent le système de fonctionnement du catapultage sur porte-avions, et à plus forte raison, du système anglais qui ne s'adapte pas à cette analogie et qui, au lieu de simplifier le concept, le complexifie.

Attention, le passionné dans un domaine ne doit pas oublier que l'élève ne possède pas les mêmes bases du domaine connu et qu'au lieu de simplifier un concept, il risque de le rendre nébuleux et totalement inefficace dans le cadre d'une remédiation.

### C. L'analogie mal énoncée

Souvent, c'est la reprise d'une analogie déjà présentée par un autre encadrant, un ouvrage... Mais le fait de modifier des termes, d'occulter une relation, un concept, transforme l'analogie en un non sens voire même un contre sens. C'est l'exemple caricatural du talon aiguille dans la motte de beurre.

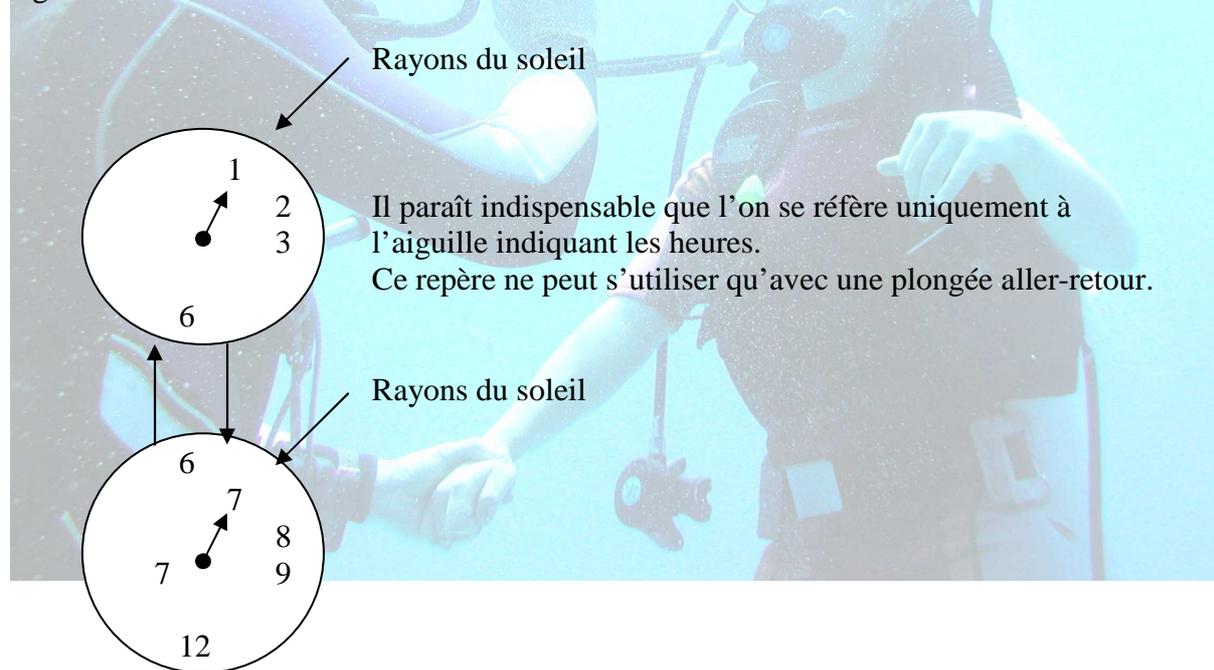
Cf. Tasse à café pour la dissolution

« C'est aussi l'exemple pour prendre un repère sous l'eau, on se sert des rayons du soleil. Si l'on part à 13 heures, alors le retour est à 19 heures ».

Lorsque l'on connaît l'analogie, on peut à peu près la comprendre, en revanche pour le néophyte, c'est incompréhensible. Cela vient de la structure même de la phrase qui ne met pas en corrélation le domaine de base avec le domaine cible, c'est-à-dire le lien entre les rayons du soleil et l'aiguille de la montre sachant qu' l'on a effectué un demi tour.

Que manque-t-il ?

Un schéma peut venir compléter la phrase ainsi qu'une explication sur l'utilisation de la petite aiguille



Il y a analogie entre les rayons du soleil et l'aiguille de la montre, qui peut être comparée à l'aiguille de la boussole.

#### D. Mauvaise interprétation

Lorsqu'une connaissance nouvelle doit être traitée, il est des cas où celui qui transmet cette information utilise un domaine connu, le domaine de base ou domaine source. Et comme dans toutes communications, il faut un locuteur et un interlocuteur.

Cette utilisation exige de projeter la structure des relations unissant les objets du domaine connu sur les objets ou entités du nouveau domaine, le domaine cible.

L'encadrant devra s'assurer que le domaine source (du phénomène connu) est bien dans une relation cohérente avec le domaine cible (du phénomène à expliciter). Que le mot, l'idée ou le symbole n'ont pas un double sens, ne véhiculent pas une idée contradictoire ou fausse scientifiquement. La clarté et la précision du vocabulaire est indispensable. C'est l'analogie du sucre dans le café, si on chauffe le café, on dissout plus de glucose ; or dans le sang, c'est l'inverse pour l'azote.

Dans le premier exemple, nous verrons que l'interprétation provient d'une connotation culturelle et linguistique.

Lorsqu'on demande à des enfants ou à des adultes d'expliquer le lien entre la mémoire et une passoire, la majorité déclare que c'est lorsque l'on ne retient rien. Une minorité déclare que la passoire retient l'essentiel.

Or chacun sait que la passoire retient les plus gros morceaux, ceux qui ne passent pas à travers les trous de la passoire. Mais elle peut servir à récupérer ce qui reste dans la passoire ou ce qui n'est pas resté dans la passoire, dans un autre récipient.

Ex : en cuisine, spaghettis et gelée de coings. Lorsqu'on fait des spaghettis, on garde ce qui est dans la passoire, alors que pour la gelée de coings, on récupère le jus.

Cette analogie est basée sur un domaine de perception culturel et linguistique : « ma mémoire est une passoire ». La notion d'analogie avec l'utilisation pratique de la passoire est totalement occultée. L'adage populaire véhicule une idée fausse. C'est comme pour la loi de Henry (« à température constante et à saturation ... ») ; or on sait que ces deux critères en plongée n'existent pas.

Dans le deuxième exemple, le domaine cible présente une contradiction scientifique et donc un mauvais usage.

Considérons une analogie de base semblable.

Si mon ami a vendu hier son SSG de telle marque, de telle année en bon état et n'ayant que peu de plongées pour 200 €, et si j'ai le même type de SSG de la même marque et de la même année, d'un état similaire, je peux dire, par analogie, que je pourrais le vendre pour le même prix. Je n'ai besoin d'aucune revue spécialisée, ni de l'avis d'un professionnel pour en calculer la valeur. La réponse obtenue par analogie est même plus convaincante puisqu'elle tient compte de la situation actuelle du marché.

Les requins vivent dans l'eau, ont la forme de poissons et respirent avec des branchies. Les dauphins vivent dans l'eau et ont une forme similaire, donc ils respirent avec des branchies. Nous savons bien que c'est faux, bien que nous ayons appliqué le même schéma que dans l'exemple précédent. Nous comparons deux choses, constatons quelques similitudes et en déduisons l'existence de corrélations additionnelles. Ce qui prouve qu'en apprentissage, l'analogie doit être pensée et travaillée sur le domaine source et sur le domaine cible, et que la corrélation n'est pas une interprétation empirique prise au hasard. Cette analogie de similitude de forme résulte du problème biologique de convergence du fait que la classification biologique n'est pas basée sur cette similitude.

#### E. L'analogie qui n'appartient pas au vécu culturel de l'élève

On peut dire que le domaine de base n'est pas acquis, ni maîtrisé par l'élève. En l'absence de représentation, aucune projection ne peut aboutir et servir à la saisie de nouvelles connaissances ou à la résolution de problèmes. Dans ce cas, l'apprenant ou celui qui résout un problème nouveau, ne dispose pas de système d'interprétation des informations nouvelles. Il n'a pas de clés, de grilles, de codes.

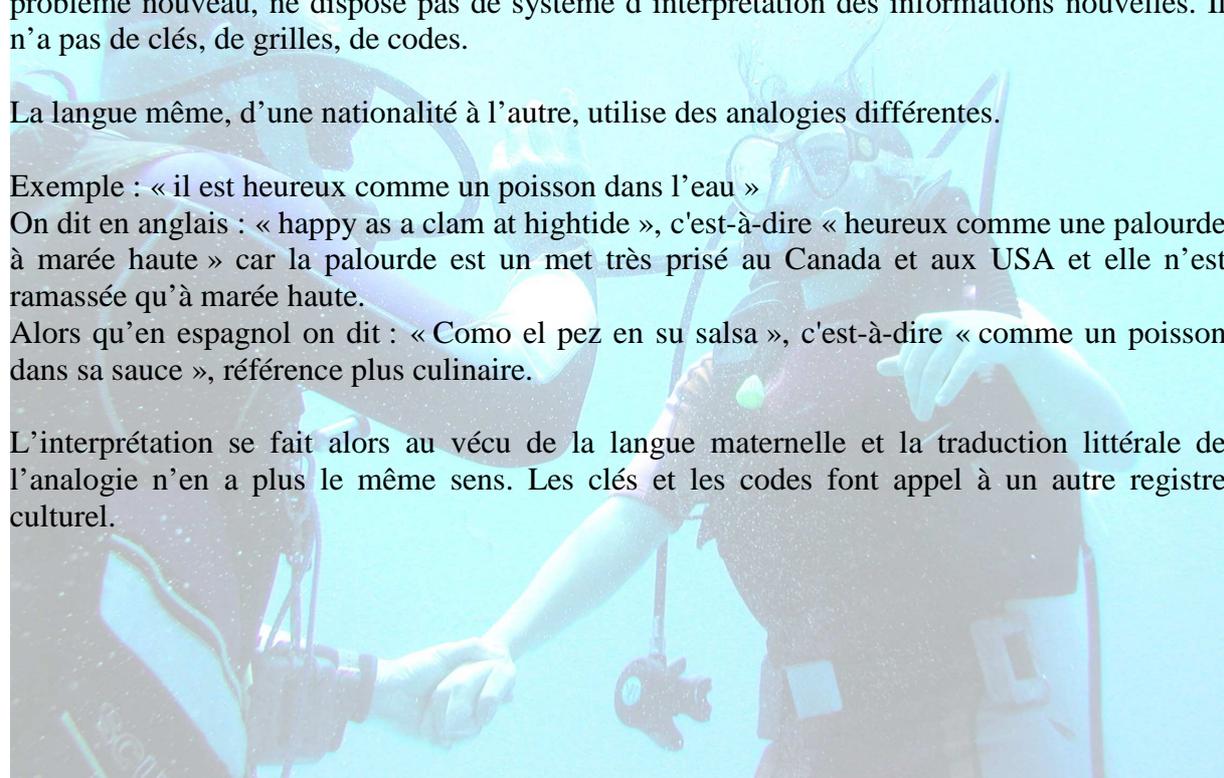
La langue même, d'une nationalité à l'autre, utilise des analogies différentes.

Exemple : « il est heureux comme un poisson dans l'eau »

On dit en anglais : « happy as a clam at high tide », c'est-à-dire « heureux comme une palourde à marée haute » car la palourde est un met très prisé au Canada et aux USA et elle n'est ramassée qu'à marée haute.

Alors qu'en espagnol on dit : « Como el pez en su salsa », c'est-à-dire « comme un poisson dans sa sauce », référence plus culinaire.

L'interprétation se fait alors au vécu de la langue maternelle et la traduction littérale de l'analogie n'en a plus le même sens. Les clés et les codes font appel à un autre registre culturel.



### III. Comment aider l'encadrant dans la construction de l'analogie formative

« J'ai cherché les analogies comme on cherche un trésor, en interrogeant, en fouillant, en creusant »

ASD

#### A. Critères et conditions obligatoires

Les idées ne tombent pas du ciel. L'idée même de pouvoir et de vouloir construire à un moment donné une analogie pour expliquer un concept, un exercice ou une simple séquence d'exercices provient d'une recherche, d'une réflexion pédagogique, d'expériences.

Claude DUBOC, IN, dans son mémoire « l'envie d'enseigner une passion », nous donne une clé pédagogique que l'enseignant doit garder à l'esprit : « encore une fois, il faut bien se garder du systématique mais préférer l'adaptabilité aux circonstances ».

Ce qui veut dire que tous les élèves ne sont pas au même niveau physique ou de compréhension et que l'enseignant doit s'adapter en se gardant de croire que ce qui fonctionne avec le plongeur A fonctionne avec le plongeur B.

C'est pourquoi, dans cette partie, nous essaierons de donner des briques à l'édifice en vue d'une construction personnelle. Et pour rester dans l'analogie, certains construirons une maison, un immeuble, d'autres un palais. Peu importe car « il vaut mieux un petit chez soi qu'un grand chez les autres ».

Une théorie adéquate du système de l'analogie doit être capable de dire comment les concepts sont :

- fondés
- structurés
- reliés les uns aux autres
- définis
- démonstratifs

Nous avons jusqu'à présent fourni une description provisoire du fondement de la structuration et des relations entre les concepts (catégorisation, implications, relations ...) à partir d'exemples.

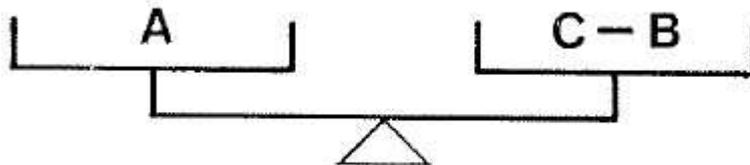
La plupart des données proviennent du langage, de la signification des mots ainsi que de la manière dont les hommes donnent un sens à leurs expériences. Ces formes d'expériences sont le produit de :

- nos corps (appareil perceptuel et moteur, capacités mentales, structures affectives ...). Exemple de l'analogie avec la notion de période pour traverser une salle : 3'' pour traverser la moitié de la salle, puis 3'' pour traverser la moitié du reste, puis encore 3'' pour traverser la moitié du reste.  $3'' = 1$  période → la vitesse diminue à chaque période. Cette analogie peut être une remédiation dans le sens d'une visualisation de l'espace et de la vitesse.

- nos interactions avec notre environnement physique (se mouvoir, manipuler des objets, manger ...). Exemple pour expliquer les différents états de saturation : on met une éponge sèche sous un petit filet d'eau. L'éponge s'imbibe petit à petit, c'est la sous-saturation. Elle est ensuite gorgée d'eau, c'est la saturation. Puis elle dégouline, c'est la sursaturation et enfin le filet d'eau transperce l'éponge, c'est la sursaturation critique.
- nos interactions avec d'autres hommes (en termes d'institutions sociales, culturelles, politiques, économiques, religieuses, sportives...). C'est par exemple la comparaison entre une équation et une balance. Pour que l'équilibre soit maintenu : tout ce que l'on ajoute ou retire d'un côté doit aussi l'être de l'autre ; tout ce qui multiplie ou divise d'un côté doit aussi le faire de l'autre.



On cherche A, donc on veut l'isoler. Si à gauche, on retire B, l'équilibre est rompu, sauf si on retire aussi B à droite :



Cette analogie peut servir à expliciter et démontrer à quelqu'un qui n'a pas de notions mathématiques, comment fonctionne l'équation.

En d'autres termes, ces espèces « naturelles » d'expériences sont les produits de la nature humaine. Certaines peuvent être universelles (manger, dormir), alors que d'autres peuvent varier d'une culture à l'autre (nous mangeons avec des fourchettes, d'autres avec des baguettes, mais tous plus ou moins avec les doigts).

Il faut prendre l'analogie comme une richesse à exploiter. Et, pour faire une analogie avec l'environnement très à la mode en ce moment, ....

Il faut maîtriser cette richesse, l'organiser, l'utiliser à bon escient sans en abuser et en anticiper les conséquences.

Pour construire une analogie, plusieurs conditions doivent être réunies :

- Maîtrise du domaine de base connu (structure stockée avec précision et complètement dans la mémoire)
- Maîtrise du domaine cible ou du concept à expliciter
- Clarté (du langage, précision des idées, de la structure)
- Richesse (nombre de points communs d'appuis)
- L'abstraction
- La « systématité », c'est-à-dire l'organisation en systèmes
- Il doit exister une relation entre la forme et le contenu.

Ainsi lorsqu'on a un bloc de 12 L (récipient petit), on s'attend à ce que le contenu soit plus restreint que dans un 18 L (récipient plus grand). En appliquant cette observation à l'analogie, on obtient que plus il y a de forme, plus il y a de contenu. C'est un principe général, universel, existant dans chaque langue.

Si l'on dit « il palma, il palma et palma encore », on indique une course plus longue que « il palma ». Dans la langue française, l'utilisation d'un jeu d'écriture (adverbes, adjectifs, répétition, séparation des lettres : il P A L M A, ...) donne un effet de sens par le procédé morphologique.

Ainsi, plus il y a de formes, plus il y a de contenu.

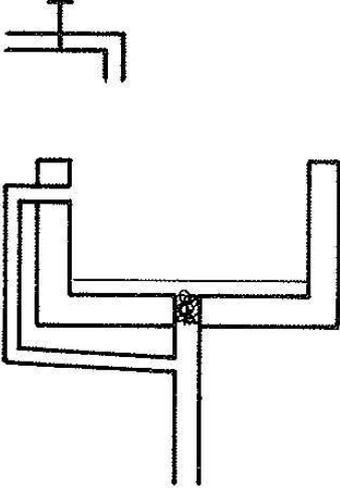
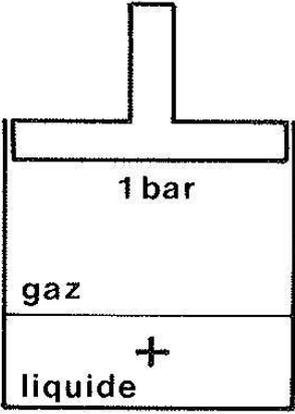
Si la signification d'une forme A exerce une influence sur la signification d'une forme B, alors plus la forme A est en relation avec la B, plus grand sera l'effet de la signification de A sur la signification de B.

Mais attention, chacun sait qu'un bloc 18 L peut contenir moins d'air qu'un bloc 12 L, tout dépend de sa pression.

Prenons un exemple construit en plusieurs stades avec analogie à chaque stade, un schéma peut même renforcer l'argumentation de l'analogie<sup>1</sup>.

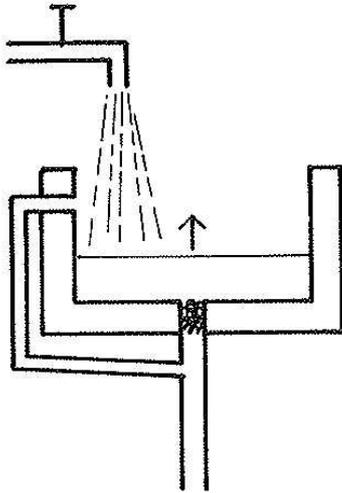
---

<sup>1</sup> Cf. Molle – Loi de Henry – Fiche pédagogique niveau 4

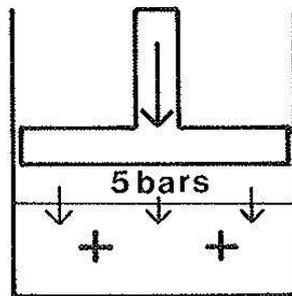
Analogie	Expérience	Plongeur
<p data-bbox="261 286 504 349"><b>1. État d'origine : saturation</b></p>  <p data-bbox="252 965 580 1189">Lavabo bouché. Le robinet est fermé. Il reste un peu d'eau au fond du lavabo. Il y a équilibre puisqu'aucune eau n'arrive et aucune ne s'écoule.</p>	 <p data-bbox="643 969 970 1350">Cuve contenant depuis longtemps un liquide et un gaz, fermée par un piston. Pression : 1 bar Gaz dissous dans le liquide, schématisé par 1 +. Il y a équilibre. Le liquide est saturé en gaz. On dit qu'il est en état de <b>saturation</b></p>	<p data-bbox="1193 640 1369 674">P<sub>Atm</sub> 1bar</p>  <p data-bbox="1031 976 1358 1290">Le plongeur est encore à la surface, où la pression atmosphérique est de 1 bar. Il respire de l'air, consomme l'O<sub>2</sub> mais pas l'N<sub>2</sub>. Son corps est saturé en azote, schématisé par 1 +. On dit qu'il est en état de <b>saturation</b>.</p>



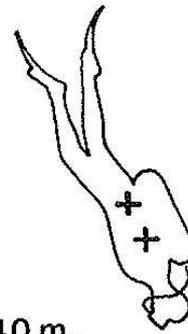
## 2. Sous saturation



On ouvre en grand le robinet. L'eau monte dans le lavabo. Tant que l'eau ne s'écoule pas dans le trop-plein, on peut dire que le lavabo est sous-saturé. Il est en état de **sous-saturation**.



Le piston exerce une pression de 5 bars sur le gaz. Du gaz pénètre dans le liquide. Au bout d'un certain temps, il y aura 5 fois plus de gaz dissous dans le liquide. En attendant, on dit que le liquide est sous-saturé en gaz. Il est en état de **sous-saturation**.

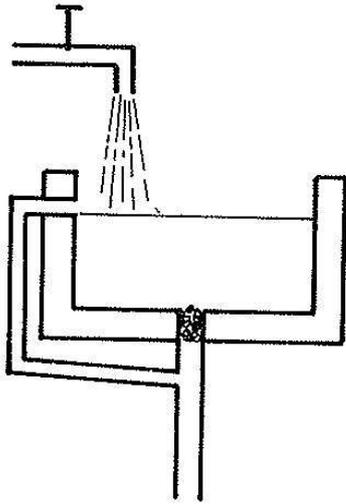


40 m.

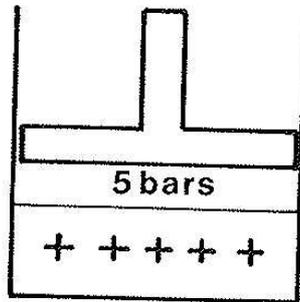
5 bars

Le plongeur est descendu à 40 m où il est soumis à une pression de 5 bars. Au bout d'un certain temps, il aura 5 fois plus d' $N_2$  dissous dans le corps. En attendant, il est en état de **sous-saturation**

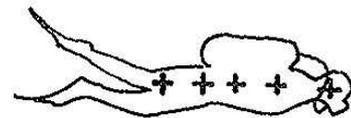
### 3. Nouvelle saturation



L'eau a atteint le niveau du trop-plein. Le lavabo est en état de **saturation**. Pour que cet état demeure, il faut soit fermer complètement le robinet, soit le laisser un peu ouvert, mais de telle sorte que son débit ne soit pas supérieur à celui du trop-plein.



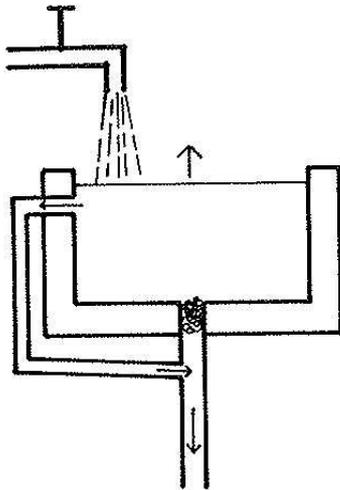
Le temps a passé et le liquide a dissout 5 fois plus de gaz qu'à l'origine. Il y a un nouvel équilibre. Le liquide est dans un nouvel état de **saturation**.



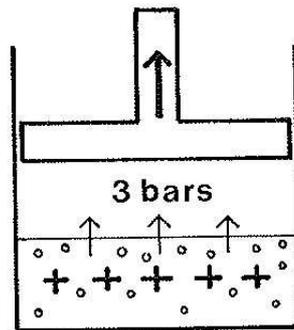
40 m. 5 bars

Le temps a passé. Le corps du plongeur s'est saturé en  $N_2$  à cette pression de 5 bars. Il est à nouveau en état de **saturation**.

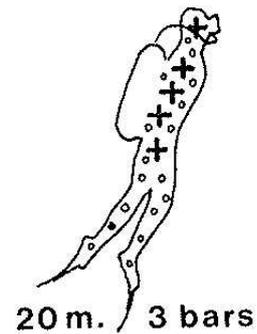
#### 4. Sursaturation



On laisse le robinet grand ouvert. L'eau continue de monter au-dessus du niveau du trop-plein, mais elle ne déborde pas encore. On peut dire que le lavabo est en état de **sursaturation**.

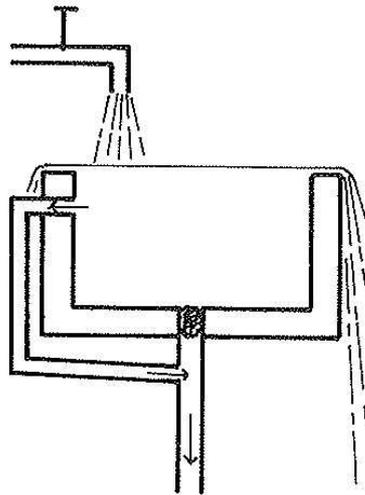


On remonte le piston pour qu'il n'exerce plus qu'une pression de 3 bars. Du gaz se forme en toutes petites bulles dans le liquide et s'en échappe, tant que la quantité de gaz dissous est supérieure à 3 fois la quantité d'origine. On dit que le liquide est en état de **sursaturation**.



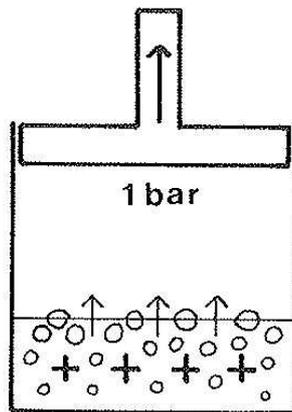
Le plongeur est remonté à 20 mètres, où il est soumis à une pression de 3 bars. De toutes petites bulles se forment dans son corps, mais ne bouchent pas les vaisseaux sanguins et s'éliminent à chaque expiration. Il est en état de **sursaturation**.

## 5. Sursaturation critique et son dépassement

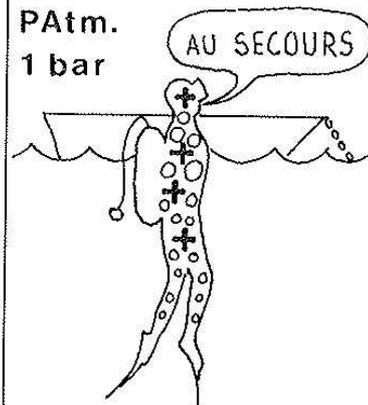


On a laissé le robinet grand ouvert et maintenant l'eau déborde par dessus le lavabo, provoquant une inondation. On peut dire que le lavabo a dépassé l'état de **sursaturation critique**.

Pour qu'il ne le dépasse pas, il eut fallu arrêter l'eau juste au bord du lavabo, soit en fermant le robinet complètement, soit en lui laissant un débit au maximum égal à celui du trop-plein.



On remonte le piston pour qu'il n'exerce plus qu'une pression de 1 bar. De grosses bulles de gaz se forment dans le liquide et crévent la surface en bouillonnant. On dit que le liquide a dépassé l'état de **sursaturation critique**. Pour qu'il ne le dépasse pas, il eut fallu conserver une pression suffisante pour que les bulles restent petites.



Le plongeur a continué sa remontée jusqu'à la surface. De grosses bulles d' $N_2$  se forment dans tout le corps, bloquant la circulation sanguine. Il a dépassé l'état de **sursaturation critique** et c'est **L'ACCIDENT DE DÉCOMPRESION**.

Pour l'éviter, il eut fallu que la pression diminue plus lentement, afin que les bulles restent très petites et ne puissent obstruer la circulation sanguine.

**Il devait remonter lentement et faire des paliers.**

Cette forme d'analogie n'est pas à utiliser systématiquement. Elle peut apporter une remédiation dans la compréhension du phénomène à la fois par étape et par la visualisation de schémas.

## B. Le raisonnement analogique

La résolution d'un problème est conçue comme un processus de recherche dans un espace-problème. La description qui en est généralement donnée est construite sur une métaphore dans l'espace. La résolution de problème, qu'elle soit réalisée par un système artificiel ou bien par l'homme, est décomposée en buts à atteindre, chemins à parcourir pour y parvenir, retours en arrière, découvertes et raccourcis.

Une solution n'est pas seulement le résultat attendu ou le but assigné, mais elle est la suite d'opérations structurées qui assure la transformation de l'état initial en état final.

Prenons le cas n°1 de la « Tour de Hanoi ». On dispose de trois tiges contiguës A, B et C. Sur la tige A, trois disques de taille différente sont empilés, le plus large à la base et le plus petit au sommet. Le but est de former le même empilement sur la tige C. On peut utiliser la tige B pour des actions intermédiaires, mais il y a trois contraintes :

- Ne déplacer qu'un disque à la fois
- Ne pas poser les disques ailleurs que sur une des tiges
- Ne pas poser de disques sur un disque plus petit



Solution

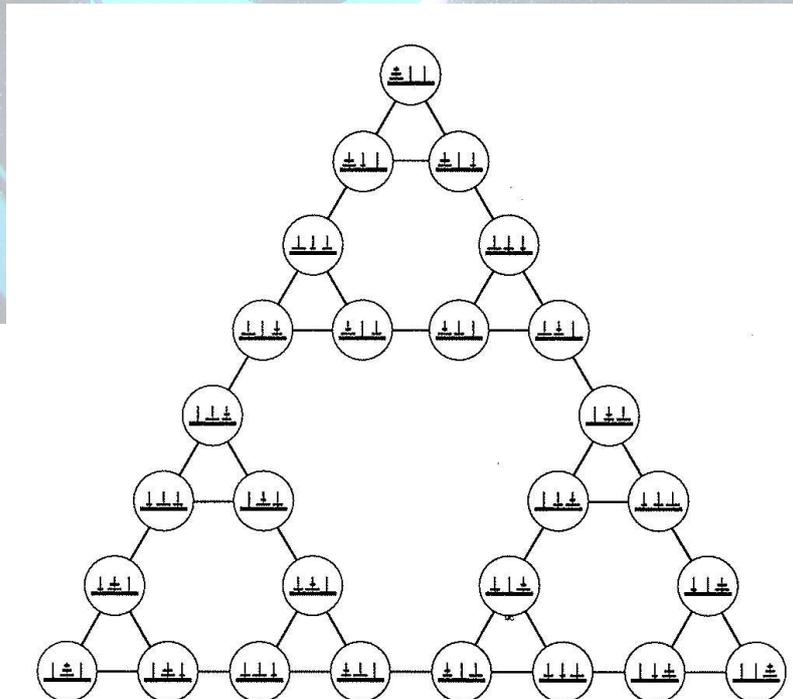


Fig. 12. — L'arbre de résolution de la Tour de Hanoi

Le cas n°2 : Cf. « Pas de panique, c'est logique » de Fabrice Mazzoï.

Accompagné d'une chèvre, d'un loup et d'un chou, vous devez traverser une rivière pour rentrer chez vous. Malheureusement, vous ne possédez qu'une minuscule barque ne permettant de transporter qu'un seul objet ou animal à la fois. Ainsi à chaque trajet, vous devez en laisser deux sans surveillance sur la rive, le temps de faire la traversée. Comment faites-vous pour les faire tous passer, sans qu'aucun ne se fasse manger (le loup mange la chèvre et la chèvre mange le chou).

Cf. Solution annexe 3.

On remarque que dans des problèmes bien définis, comme « la tour de Hanoi » et « le chou, la chèvre et le loup », des stratégies analogiques sont mises en place. Il s'agit de puiser dans la mémoire, des procédures de résolution qui ont été appliquées, dans un passé proche ou lointain, à des situations qui s'apparentent à la situation présente. C'est pourquoi, l'on s'entraîne par exemple à la remontée PA car les automatismes permettront une procédure de résolution du problème dans un cas réel.

L'analyse des problèmes et de leurs résolutions est guidée par la ressemblance des énoncés.

Ce sont des problèmes semblables, c'est-à-dire dont les espaces sont semblables dans leurs structures de buts et leurs états. C'est-à-dire que pour arriver à une solution, le chemin peut être comme dans un labyrinthe avec des retours en arrière.

En général, on fait apprendre au sujet la solution d'un premier problème de base, il est suivi d'un autre problème et on observe comment la solution est élaborée.

Cas n°3 : « Le tour de la plongée en 80 problèmes » Aubert/Joinville – Problème n°73.

On dispose du matériel suivant :

Récipient	Gaz contenu	Volumes (litres)	Pression (bars)
Bloc à charger	Air	12	20
Tampon n°1	Oxygène	3	100
Tampon n°2	Azote	10	100
Tampon n°3	Hélium	100	200

On veut que la composition finale du mélange dans le bloc soit : 10 % d'O<sub>2</sub>, 20 % de N<sub>2</sub> et 70 % d'He. Sachant que la pression finale dans le bloc est 180 bars, dans quel ordre les gaz doivent-ils être introduits ? Y a-t-il plusieurs possibilités ?

On choisit d'introduire l'azote en deuxième et on veut remplir le bloc à la plus forte pression possible, avec ce même mélange. Quelle est cette pression ?

Donnez la pression finale dans chaque tampon.

## Démonstration facultative d'application

Quantité de chaque gaz transférée dans le bloc :

$$\text{O}_2 \rightsquigarrow \left(180 \times 12 \times \frac{10}{100}\right) - \left(20 \times 12 \times \frac{20}{100}\right) = 168 \text{ litres.bars}$$

$$\text{N}_2 \rightsquigarrow \left(180 \times 12 \times \frac{20}{100}\right) - \left(20 \times 12 \times \frac{80}{100}\right) = 240 \text{ litres.bars}$$

$$\text{He} \rightsquigarrow 180 \times 12 \times \frac{70}{100} = 1512 \text{ litres.bars}$$

Pression finale dans chaque tampon :

$$P_{\text{tampon O}_2} \rightsquigarrow \frac{(100 \times 3) - 168}{3} = 44 \text{ bars}$$

$$P_{\text{tampon N}_2} \rightsquigarrow \frac{(100 \times 10) - 240}{10} = 76 \text{ bars}$$

$$P_{\text{tampon He}} \rightsquigarrow \frac{(200 \times 100) - 1512}{100} = 184,88 \text{ bars}$$

A la fin du transfert de chaque gaz, la pression dans le tampon correspondant doit être supérieure à la pression dans le bloc.

*Cas de figure n°1* : O<sub>2</sub> est introduit en premier

$$P_{\text{bloc}} = 20 + \frac{168}{12} = 34 \text{ bars} \rightsquigarrow \text{possible car } 34 < 44$$

Si N<sub>2</sub> est introduit en deuxième :

$$P_{\text{bloc}} = 34 + \frac{240}{12} = 54 \text{ bars} \rightsquigarrow \text{possible car } 54 < 76$$

He peut être introduit en troisième car 184,88 > 180

Si He est introduit en deuxième :

$$P_{\text{bloc}} = 34 + \frac{1512}{12} = 160 \text{ bars}$$

mais N<sub>2</sub> ne peut plus être introduit car 160 > 76

Ordre possible : O<sub>2</sub>, puis N<sub>2</sub>, puis He.

Cas de figure n°2 : N<sub>2</sub> est introduit en premier

$$P_{\text{bloc}} = 20 + \frac{240}{12} = 40 \text{ bars} \implies \text{possible car } 40 < 76$$

Si O<sub>2</sub> est introduit en deuxième :

$$P_{\text{bloc}} = 40 + \frac{168}{12} = 54 \text{ bars} \implies \text{pas possible car } 54 > 44$$

*A fortiori*, O<sub>2</sub> ne peut être introduit en troisième.

Cas de figure n°3 : He est introduit en premier

$$P_{\text{bloc}} = 20 + \frac{1512}{12} = 146 \text{ bars}$$

O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub> ne peuvent plus être introduits car 146 > 44 et 76

**Une seule possibilité : O<sub>2</sub> puis N<sub>2</sub> puis He**

Soit **P** la pression finale dans le bloc.

Gaz  $\implies$  Quant. finale – Quant. initiale = Quant. transférée

$$\text{O}_2 \implies \left( P \times 12 \times \frac{10}{100} \right) - \left( 20 \times 12 \times \frac{20}{100} \right) = 1,2.P - 48$$

$$\text{N}_2 \implies \left( P \times 12 \times \frac{20}{100} \right) - \left( 20 \times 12 \times \frac{80}{100} \right) = 2,4.P - 192$$

$$\text{He} \implies \left( P \times 12 \times \frac{70}{100} \right) - 0 = 8,4.P$$

La pression finale dans le tampon He est égale à P, donc :

$$\frac{(200 \times 100) - 8,4.P}{100} = P \# \mathbf{184,5 \text{ bars}}$$

Pression finale dans le tampon O<sub>2</sub> :

$$\frac{(100 \times 3) - (1,2.P - 48)}{3} = \mathbf{42,2 \text{ bars}}$$

Pression finale dans le tampon N<sub>2</sub> :

$$\frac{(100 \times 10) - (2,4.P - 192)}{10} \# \mathbf{74,9 \text{ bars}}$$

Cas n°4 : Sur le même type de raisonnement analogique, on a cette question de matelotage : « vous êtes sur le pont d'un chalut, vous avez un bout de longueur suffisante et vous voulez mettre le bloc de secours à 3 mètres en dessous du niveau de l'eau. Vous êtes capable de mesurer 3 mètres de bout à l'aide de votre envergure qui fait 1,50 m. En revanche, vous ne connaissez pas la hauteur entre le pont et la ligne de flottaison. Comment faites-vous ? »

L'énoncé paraît plus loin des cas précédents, pourtant il fait appel au même raisonnement analogique. Il en est différent dans son énoncé, mais fait appel à la même construction de résolution de problème. Il faut que l'analogie soit identifiée pour que la projection entre les deux domaines puisse prendre place. Il s'agit de mettre en relation les éléments des deux représentations mentales, chacune reflétant un domaine particulier.

C'est-à-dire qu'il suffit d'attacher le bloc, de le faire descendre jusqu'à la surface, puis de mesurer les 3 mètres et de fixer le bout. La solution paraît simple et évidente lorsqu'on la connaît et pourtant, faites l'expérience avec des élèves.

Les novices utilisent essentiellement des traits relativement superficiels pour opérer leur classement de résolution de problème. Les experts, quant à eux, classent les problèmes selon des principes physiques de logique qui régissent la solution des problèmes en ne tenant aucun compte du superficiel.

On se rend compte de l'existence des différentes catégories de problèmes et que le raisonnement analogique est difficile à manier et à utiliser.

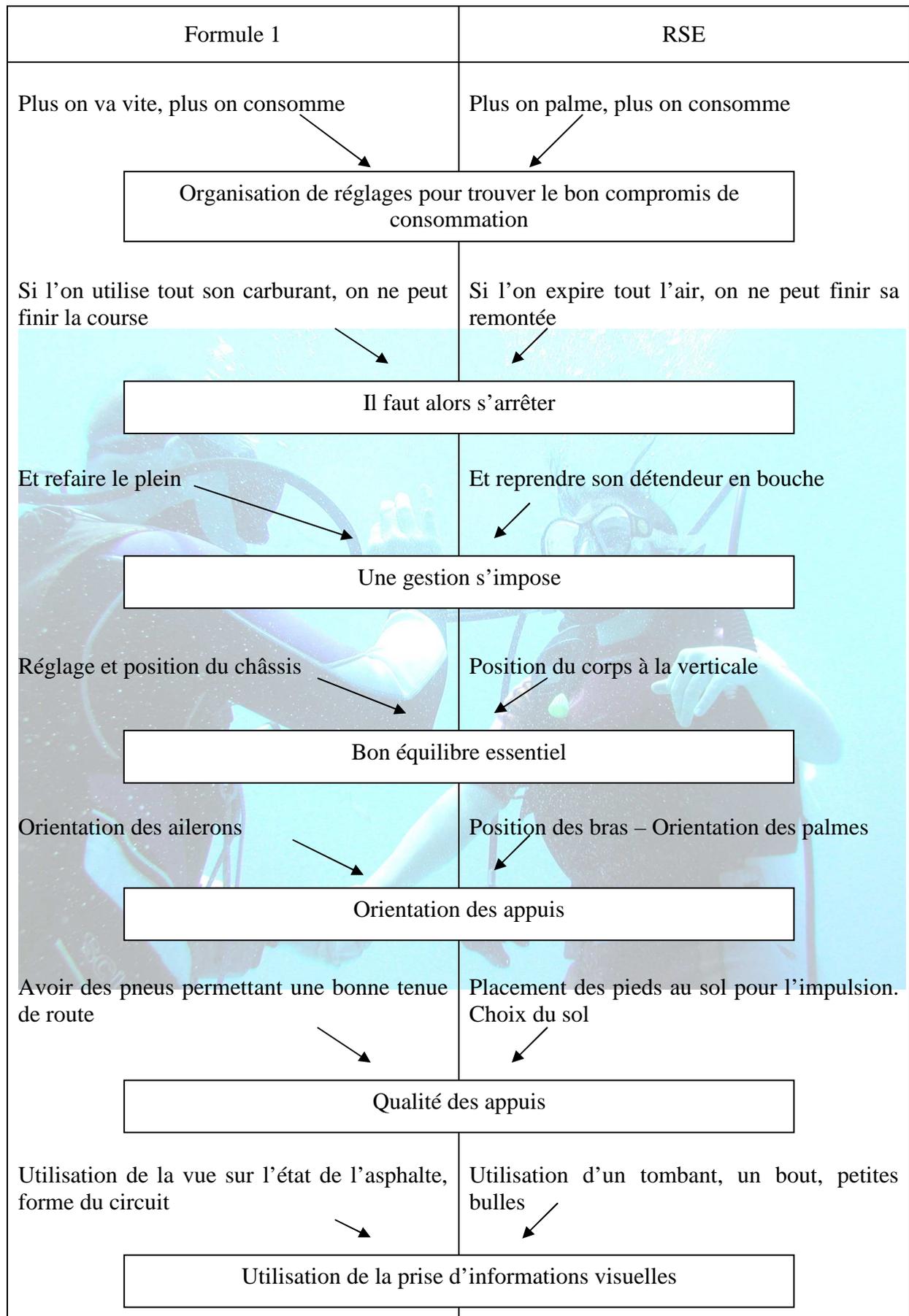
La résolution d'un problème par analogie s'inscrit dans un vaste système de représentations et de traitements. C'est pourquoi, le stockage de l'information et le niveau d'abstraction déterminent, pour une large part, l'accès à l'analogie pertinente et l'élaboration des inférences analogiques.

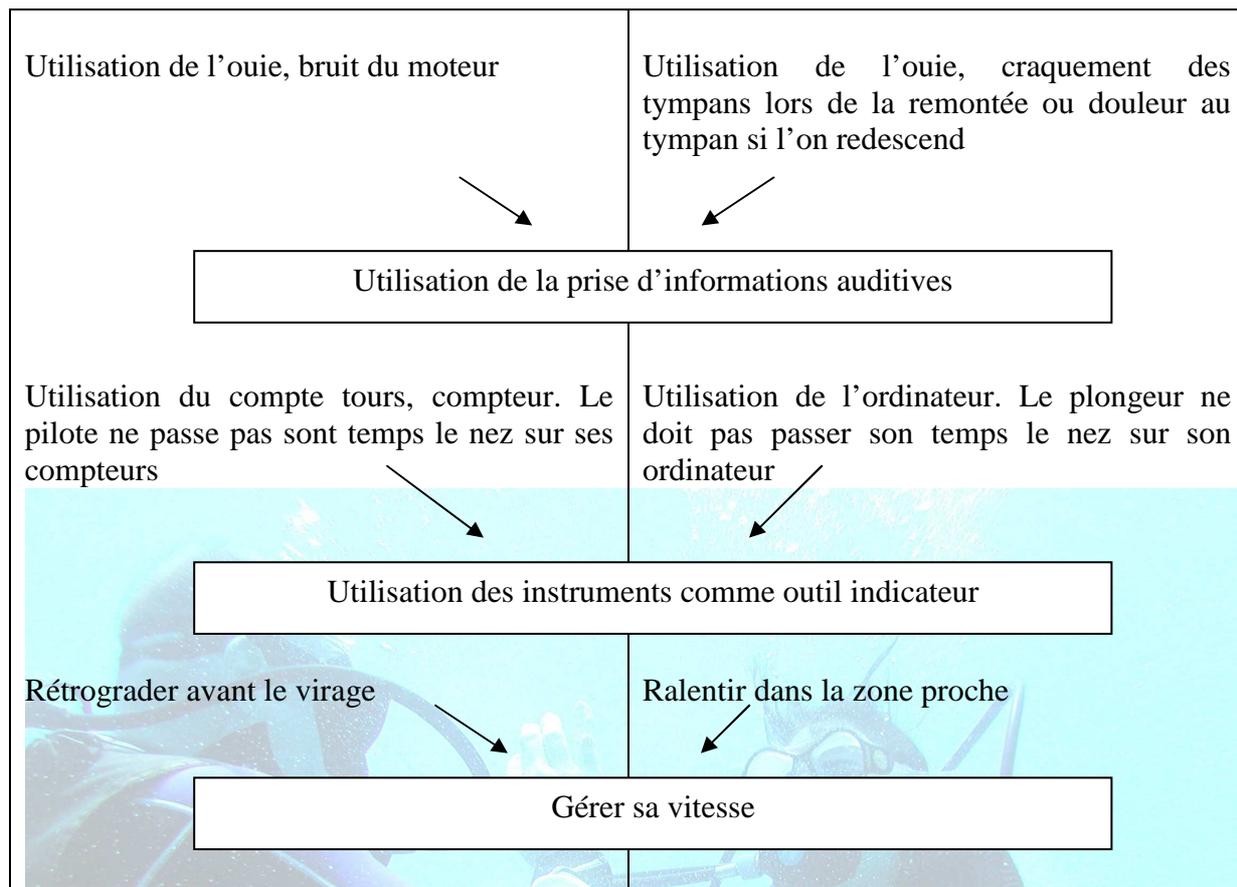
Le raisonnement analogique par résolution de problème est très complexe à mettre en place par l'encadrant et pourtant, il régit tout notre système cognitif.

### C. Exemple pratique d'analogie séquentielle poussée à l'extrême

Prenons un exemple pratique :

Si l'on choisit de faire une analogie entre la formule 1 et la RSE, on pourrait dire qu'il existe, en apparence, peu de similitudes et de liens. Mais essayons de poser sous forme de tableau, les éléments qui peuvent être mis en corrélation et trouvons les liens entre le domaine de base et le domaine cible.





Bien évidemment les relations et similitudes ne s'arrêtent pas là, la liste n'est pas exhaustive : la condition physique, l'anticipation, la propulsion, les règles de sécurité ... peuvent avoir des points communs d'ancrage. On a aussi la possibilité d'en extraire simplement quelques séquences pour étayer une démonstration à un temps « T » donné.

Avons-nous dans cet exemple répondu aux différents critères de l'analogie ?

Les différents concepts sont structurés, reliés les uns aux autres par un thème commun défini, et fondés tant sur les séquences que sur la globalité. La forme du tableau fléché permet de mieux identifier les relations et leurs analogues.

#### D. Les critères communs à toutes les activités physiques

Nombreux sont les plongeurs qui pratiquent ou ont pratiqué un ou des autres sports, c'est pourquoi le vécu de l'élève peut être un atout dans l'apprentissage d'autres techniques. Son utilisation, lorsqu'on maîtrise le domaine de base peut être une mine d'or pour le domaine cible que représente la plongée.

Ainsi toutes les activités physiques font appel à des transferts de compétences que l'on peut utiliser sous forme d'analogies :

- l'équilibre, qu'il soit horizontal ou vertical : le judo, le ski, ... ; en plongée (stabilisation par exemple)
- les appuis
- la propulsion (rapide, lente, explosive ...) : athlétisme, natation, ski ... ; en plongée (palmage ...)
- la respiration (avec expiration forcée, avec blocage) : natation, athlétisme, cyclisme ... ; en plongée avec scaphandre, tuba, apnée ...
- la coordination (synchronisation des mouvements : tête, bras, jambes, tronc). Ex : poussée des jambes et transfert d'énergie au bras : volley-ball, basket-ball ; haltérophilie ... ; en plongée : poussée lors de la prise d'impulsion de la DTH
- la prise d'informations (visuelle, auditive, sensitive ...) : sports collectifs, athlétisme, sports de combat, escalade ... ; en plongée : tombant, petites bulles, bruit interne (tympa, souffle ...), externe (moteurs ...)
- le psychique (capacité à se surpasser, à s'organiser, à gérer le stress, à anticiper ...) ; en plongée : réagir efficacement à un signe
- règles de sécurité : respecter la profondeur, la durée ; comme en escalade : vérifier le matériel

Il est alors plus facile pour le moniteur de repérer les critères utiles et déjà utilisés dans un autre contexte pour les transposer au domaine de la plongée.

Ensuite l'objectif reste de les utiliser à bon escient, sachant que le milieu (aquatique ou terrestre) peut devenir source d'un contresens :

- équilibre du terrien et du plongeur différent
- respiration du terrien et du plongeur différente
- propulsion du terrien et du plongeur différente
- prise d'informations du terrien et du plongeur différente du fait de la position du corps

C'est en prenant en compte toutes ces données que l'analogie peut donner du sens à nos nouvelles expériences pédagogiques.

#### E. Récapitulatif

Comment construire une analogie :

- C'est un chemin détourné pour atteindre l'objectif
- Il faut maîtriser le domaine de base et le domaine cible
- Il faut trouver des relations cohérentes et claires
- Il faut s'adapter au vécu, à la culture de l'élève
- Il faut que l'utilisation de l'analogie possède une véritable fonctionnalité

- L'utilisation des mots doit être précise, le vocabulaire approprié, choisi
- Elle doit répondre à : C'EST COMME SI, C'EST PAREIL QUE, C'EST SEMBLABLE A ...
- Il faut l'organiser pour mettre en évidence les points d'appui des différentes séquences
- Le tableau semble être un outil important, car il permet de relier le domaine de base avec le domaine cible pour les différentes séquences.

#### ATTENTION :

- Ne pas abuser de l'analogie au risque d'oublier les enjeux sécuritaires de notre discipline
- A ne pas complexifier le concept
- De rester explicite et clair
- De ne pas amener un contresens

Construire une analogie peut se faire de deux façons :

- Avec une réflexion de construction en posant et en pesant chaque terme et chaque relation, comme l'exemple de la formule 1 sous forme de tableau
- A brûle-pourpoint sur une séquence ou un thème précis  
Exemple : « une plongée sans règles de sécurité, c'est comme une voiture sans freins ».

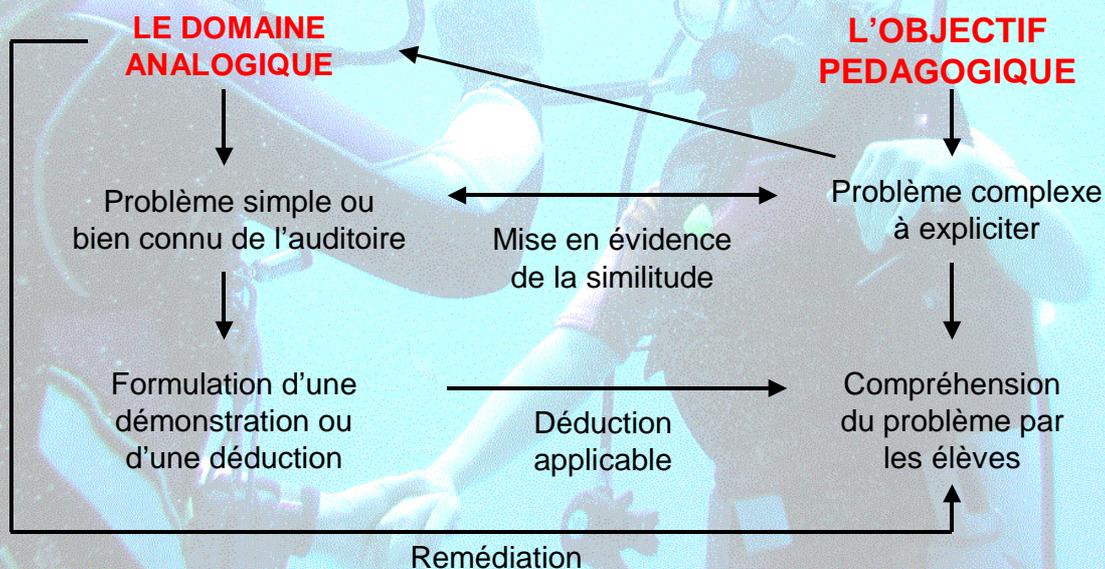
Dans les deux cas, c'est un travail d'expérience et de réflexion.

L'analogie est dite réussie, lorsqu'elle est utile et qu'elle présente un intérêt pédagogique (simplification, remédiation ...). Et gardons à l'esprit cette lapalissade de Pierre Dac : « Rien ne sert de penser, il faut réfléchir avant ».

Un raisonnement est valide lorsqu'il est fondé sur une déduction entre celle-ci et la conclusion, c'est-à-dire que le lien entre le domaine connu et le but est suffisant pour que la vérité du domaine connu détermine celui de la conclusion. C'est par un processus d'identification que le récepteur opère le transfert à son cas personnel. La reconstruction mobilise davantage l'esprit du récepteur car elle mobilise un plus grand nombre de notions et d'aires cérébrales. Mais c'est peut-être en ce sens qu'elle est plus efficace.

## Schéma possible définissant une analogie en pédagogie

(avec l'aide précieuse de Claude Duboc)



## CONCLUSION

Ce mémoire n'a pas la prétention d'être un outil pédagogique, il est le fruit d'un travail et d'une réflexion. L'utilisation de l'analogie peut présenter des limites mais peut être à la base de la simplification d'un concept ou une remédiation pédagogique.

Il permet de se poser la question de l'utilisation de l'analogie et de son fondement ainsi que de sa construction. C'est un moyen pédagogique qui n'est pas utilisable à tout prix, c'est une aide et non une finalité dans l'enseignement de la plongée. La recherche d'analogie est comme le cerveau humain, elle n'a pas de limites, « elle est no limit ».

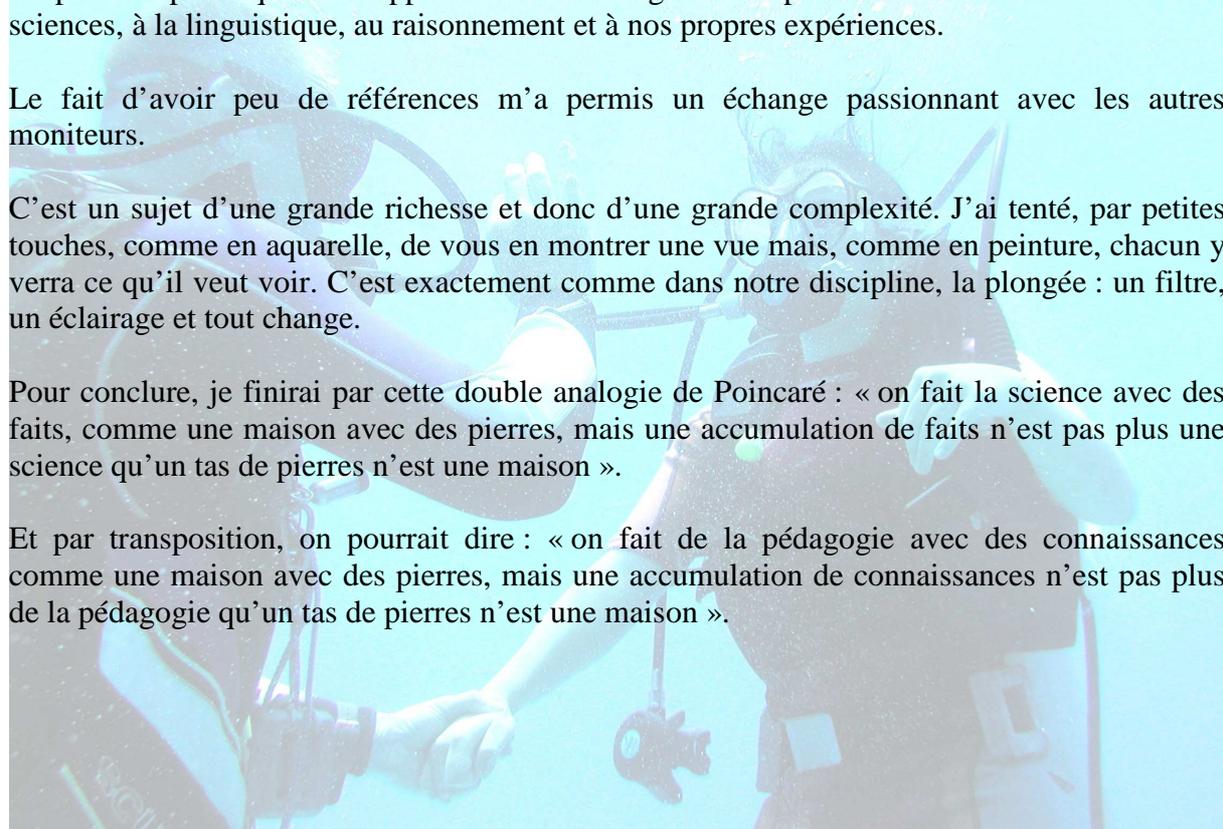
La difficulté de ce mémoire est venue au départ du manque de bibliographie, de références scientifiques. Comment ce thème passionnant ne recueille-t-il pas plus de recherches ? Tout simplement parce qu'il fait appel au domaine cognitif complexe de l'humain mais aussi aux sciences, à la linguistique, au raisonnement et à nos propres expériences.

Le fait d'avoir peu de références m'a permis un échange passionnant avec les autres moniteurs.

C'est un sujet d'une grande richesse et donc d'une grande complexité. J'ai tenté, par petites touches, comme en aquarelle, de vous en montrer une vue mais, comme en peinture, chacun y verra ce qu'il veut voir. C'est exactement comme dans notre discipline, la plongée : un filtre, un éclairage et tout change.

Pour conclure, je finirai par cette double analogie de Poincaré : « on fait la science avec des faits, comme une maison avec des pierres, mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison ».

Et par transposition, on pourrait dire : « on fait de la pédagogie avec des connaissances comme une maison avec des pierres, mais une accumulation de connaissances n'est pas plus de la pédagogie qu'un tas de pierres n'est une maison ».



## GLOSSAIRE

- ALLEGORIE : Expression d'une idée par une image, un tableau, un être vivant. Au sens grec et latin, c'est un discours métaphorique.
- CATACHRESE : Métaphore qui consiste à employer un mot au-delà de son sens strict. (Ex : les pieds d'une table, à cheval sur un mur).
- COGNITION : En philosophie, acte de connaître. Connaissance en général.  
En physiologie, processus par lequel un organisme acquiert la conscience des événements et des objets de son environnement.
- DOMAINE BASE : On l'appelle aussi domaine source. C'est le domaine que l'on utilise comme point d'appui, car c'est celui qui est maîtrisé.
- DOMAINE CIBLE : C'est le domaine que l'on veut mettre en évidence par l'analogie. C'est celui que l'on vise.
- DTH : Démonstration Technique avec Handicap.
- EXTEROCEPTIF : Sensations données par nos cinq sens.
- HEURISTIQUE : Qui a pour objet la découverte des faits.
- HOMOMORPHE : Qui a le sens de l'homogénéité des formes.
- INFERENTIEL : Raisonnement consistant à tirer une conséquence d'une proposition.
- INPUTS : Mettre dedans, entrer des données.
- INTEROCEPTIF : Qualifie la sensibilité, qui recueille ses informations dans les viscères et qui est le point de départ des réflexes végétatifs.
- ISOMORPHE : Qui affecte la même forme, la même structure.

METAPHORE : Figure de rhétorique qui consiste à un transfert de sens par substitution analogique. C'est une comparaison sous-entendue.  
Ex : La lumière de l'esprit.

METONYMIE : Figure de rhétorique par laquelle on exprime un concept au moyen d'un terme désignant un autre concept.  
Ex : il vit de son travail pour il vit du fruit de son travail.  
Ex : il a bu le bouillon, il a bu la tasse, pour il a inhalé de l'eau.

MORPHOLOGIE : Etude de la forme et de la structure.

PHORE : Deuxième élément formant de composé savant (du grec : transporter, qui porte).

PROPRIOCEPTIF : Sensations issues des muscles et canaux semi-circulaires, qui renseignent sur l'attitude, les mouvements, l'équilibre.

RHETORIQUE : Ensemble de procédés et de techniques permettant de s'exprimer correctement et avec éloquence. Tournure de style qui rend plus vive l'expression de la pensée.

RSE : Remontée sur expiration.

SYNECDOTE : Procédé de style qui consiste à prendre la partie pour le tout (payer tant par tête), le tout pour la partie (acheter un vison), le genre pour l'espèce, l'espèce pour le genre.

THEME : Sujet, idée qu'on développe, idée, pensée qui constitue le sujet.

TROPES : Figures par lesquelles on fait prendre à un mot une signification qui n'est pas précisément la signification de ce mot. Ce sont souvent des métaphores et des métonymies qui, par leur signification, constituent un enrichissement du sens.

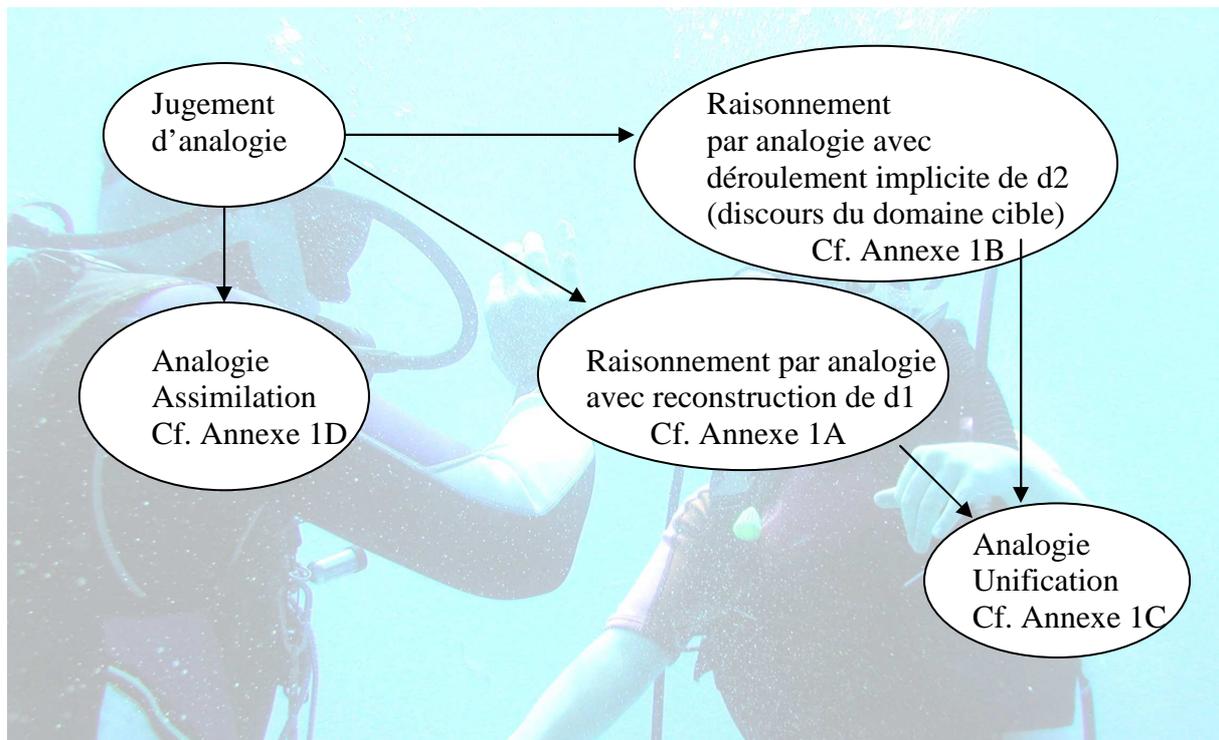
## BIBLIOGRAPHIE

1. Dictionnaire historique de la langue française – Robert
2. Analogie et cognition – Marie-Dominique Gineste – Editions PUF
3. L’analogie – Philibert Secretan – Editions PUF
4. Analogie et logique naturelle – Jean Charconnet
5. Les métaphores dans la vie quotidienne – Georges Lakoff – Editions de minuit – 1985
6. La construction des analogies – Martin Buchi – Université de Lausanne
7. Les Fables de la Fontaine
8. Le tour de la plongée en 80 problèmes – Roger Aubert et Pierre Jonville – 1998
9. Enseigner et organiser la plongée – Ph. Molle - Editions Amphora – 1998
10. Enigmes mathématiques diaboliques – Sylvain Lhuillier – Editions Marabout – 2006
11. Pas de panique, c’est logique – Fabrice Mazza – Editions Marabout – 2006
12. Plongée, santé, sécurité – X. Fructus et R. Sciarli – Editions Ouest France – 1995.

## ANNEXE 1

### CLASSIFICATION DE J. CHARCONNET <sup>1</sup>

Le jugement d'analogie peut en effet se développer en différents types de séquences ; et l'on voit bien que certaines séquences ne s'excluent pas mutuellement, le raisonnement par analogie avec reconstruction de d1 (discours majeur du domaine de base) est plutôt orienté vers l'explication, la vulgarisation, l'analogie assimilation vers la polémique, l'exploitation d'analogies partielles par l'argumentation. L'analogie unification, enfin, est orientée vers l'heuristique et peut produire une restructuration de notre vision du monde.



Séquence	Jugement d'analogie	Raisonnement par analogie avec reconstruction de d1	Raisonnement par analogie avec déroulement implicite de d2	Analogie assimilation	Analogie unification
Fonction	Illustrative Explicative	Illustrative Explicative (expansion de l'analogie éclairage)	Hypothétique Heuristique Dénominate	Polémique	Heuristique Restructurante

Dans notre domaine de moniteur, on utilise plus particulièrement le jugement d'analogie et le raisonnement par analogie avec reconstruction de d1. La question de la cohérence introduite par les analogies est primordiale car l'on opère des rapprochements entre différents aspects de notre expérience, introduisant une plus grande cohérence dans nos savoirs.

<sup>1</sup> Analogie et logique naturelle – J. Charconnet

Le fait de pouvoir penser différentes notions dans les mêmes termes, et en conservant des structures inférentielles déjà établies pour une notion introduit en effet une plus grande cohérence entre les notions et réduit donc le nombre d'opérations mentales.

Ce sont donc les premières conceptualisations inscrites dans les aires corporelles les plus proches des inputs<sup>1</sup> comme la vue ou l'ouïe, qui vont structurer des conceptualisations plus abstraites, inscrites dans des aires corticales plus éloignées des sources de la perception.

Ainsi cette analogie entre la radio et la communication de l'encadrant :

Certains élèves sont plus auditifs, d'autres plus visuels ... Lors d'un apprentissage, on peut utiliser plusieurs voies.

Lorsqu'un élève ne comprend pas, c'est que l'enseignant et l'élève ne sont pas « sur la même longueur d'onde ».

C'est comme en radio, si vous n'êtes pas sur les bonnes ondes, vous ne pouvez suivre l'émission. Certains sont donc sur FM, ondes courtes ou ondes longues, c'est à l'enseignant d'adapter sa fréquence à celle de l'élève pour faire passer son message.

Il y a donc analogie entre des concepts proches de l'expérience et l'inscription physique dans d'autres zones corticales de concepts plus inaccessibles à l'expérience directe des sens. C'est un mécanisme cognitif qui a rapport aux concepts et non pas seulement aux mots et qui a trait principalement au raisonnement.

Annexe 1A : Raisonnement par analogie avec reconstruction de d1 (discours majeur du domaine de base).

Ce type de séquence est assez fréquent dans le discours de vulgarisation scientifique.

Exemple : « dans le noyau de chacune de nos cellules, les macromolécules porteuses de notre hérédité, l'acide désoxyribonucléique (ADN), sont formées de l'enchaînement de plus de trois milliards d'éléments ! Cet enchaînement constitue le « texte » de notre génome. Un texte écrit avec quatre lettres, les bases nucléotiques. Imaginez une encyclopédie microscopique, de plusieurs centaines de milliers de pages composées d'un texte étrange, truffé de bégaiements, de longues portions apparemment sans intérêt au sein desquelles se cachent « des phrases » ou « des mots » qui sont les gènes. »

---

<sup>1</sup> Inputs : Mettre dedans, entrer des données.

Annexe 1B : Raisonnement par analogie avec déroulement de d2 implicite (discours du domaine cible).

« Les composants de l'ADN, les nucléotides sont « transcrits » par une enzyme en une molécule d'acide ribonucléique messenger (ARN<sub>M</sub>). Celui-ci est ensuite traduit en une protéine formée de l'enchaînement d'acides aminés ; la séquence de l'ADN, l'ordre des nucléotides, correspond exactement à l'enchaînement des acides aminés, de la même manière qu'à l'ordre de lecture des mots d'une phrase correspond un sens précis. »

Ce raisonnement tend simplement à montrer que les récents emprunts de la génétique à la notion de texte ne sont pas encore complètement figés ou lexicalisés.

Annexe 1C : L'analogie unification.

C'est le rapprochement avec les processus de découverte scientifique guidés par l'analogie, qui opèrent une unification de deux domaines auparavant disjoints.

Le raisonnement analogique qui guide Thomas Young est saisissant. « L'idée que la lumière est une propagation d'une impulsion communiquée à l'éther est fortement confirmée par l'analogie entre les couleurs d'une plaque mince et les sons d'une série de tuyaux d'orgue. »

« Si deux minces plaques de verre sont disposées en angle aigu, de sorte qu'il y ait une couche d'air graduellement croissante entre elles, et si une lumière d'une couleur donnée tombe sur ce montage, l'œil placé au-dessus des plaques observe des bandes de couleur également espacées qui lui sont renvoyées par la couche d'air. La hauteur de la couche d'air entre les deux plaques de verre, au point à partir duquel la lumière est envoyée est de 1 à 2 à 3 à 4 ... »

« La même couleur se reproduit chaque fois que l'épaisseur répond aux conditions d'une progression arithmétique, or ceci est exactement similaire à la production du même son, par le biais d'un souffle uniforme, provenant de tuyaux d'orgue, qui constituent différents multiples de la même longueur. »

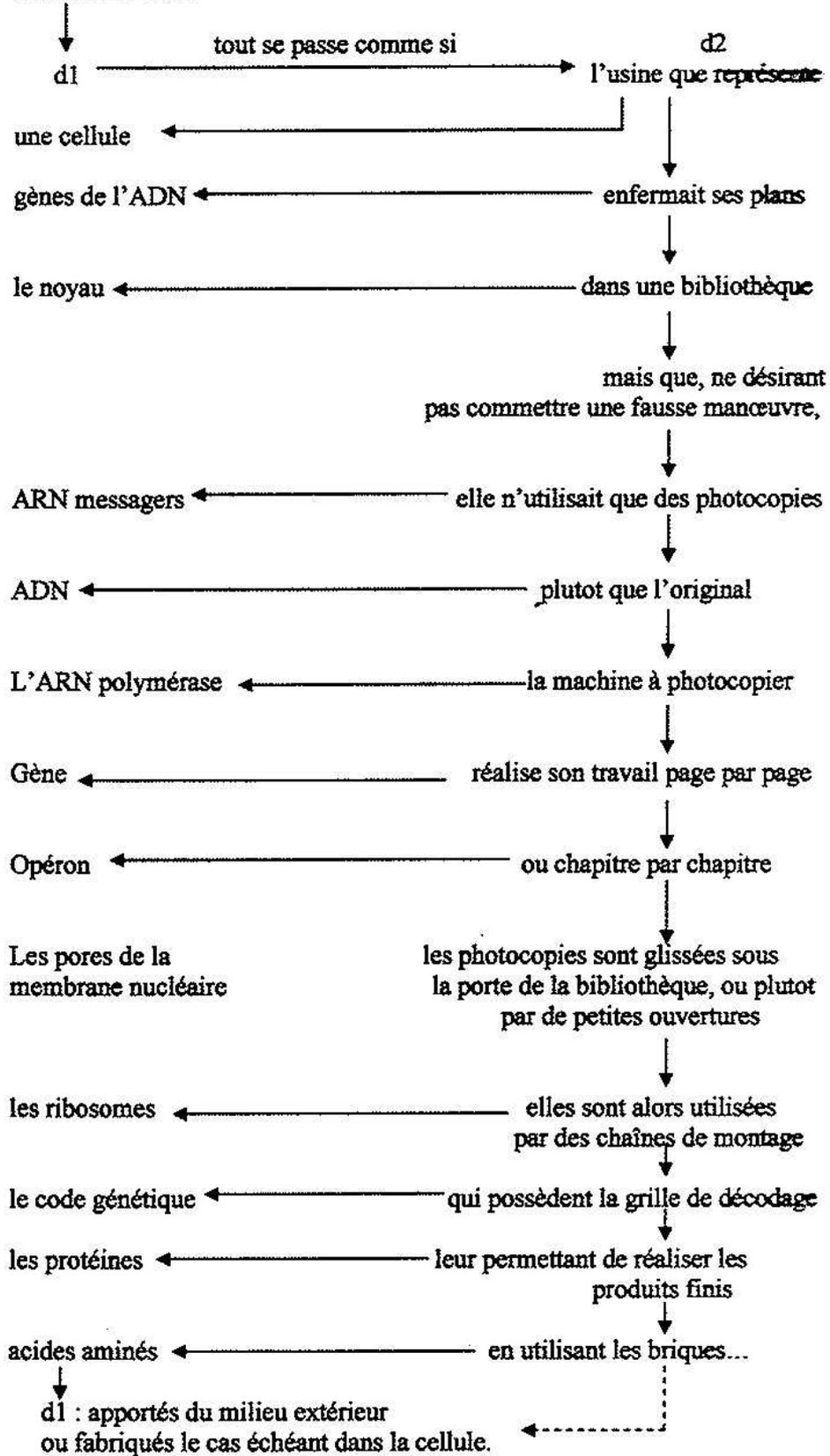
Vous remarquez que l'on traite souvent dans un même chapitre la vision et l'acoustique.

Annexe 1D : L'analogie assimilation.

On trouve ce type d'analogie plus particulièrement en philosophie car ce type d'analogie est nettement orienté vers la polémique.

## ANNEXE 2

### Ordre discursif.



## ANNEXE 3

### La chèvre, le loup et le chou

Il vous faudra d'abord traverser avec la chèvre et revenir en la laissant seule.

Puis vous ferez traverser le loup et vous reviendrez avec la chèvre.

Vous laisserez la chèvre et vous traverserez avec le chou.

Enfin vous reviendrez seul sur la rive de départ et vous ferez traverser la chèvre.



## ANNEXE 4

### TEST SURPRISE

#### ➤ HIPPOCAMPE

- 1) Circonvolution cérébrale
- 2) Mimétisme
- 3) Animal marin
- 4) Mythologie grecque
- 5) Cheval

#### ➤ BALEINE

- 1) Parapluie
- 2) Rire
- 3) Grosse fille
- 4) Pinocchio
- 5) Mammifère marin

#### ➤ ANCRE

- 1) Appareiller (lever l'ancre)
- 2) Horlogerie
- 3) Charpente
- 4) Mouiller (jeter l'ancre)
- 5) Encre

#### ➤ COMBINAISON

- 1) Coffre
- 2) Association
- 3) Dentelle
- 4) Néoprène
- 5) Chimie

#### ➤ MARTEAU

- 1) Bricolage
- 2) Athlétisme
- 3) Osselets
- 4) Requin
- 5) Fou

#### ➤ BOUTEILLE

- 1) Vin
- 2) Bloc
- 3) Expérience (avoir de la bouteille)
- 4) SOS (bouteille à la mer)

