Penser à la fois les activités familières et les activités créatives : le concept de schème

Colloque en hommage à J-C Lebahar, A tribute to Jean-Charles Lebahar : La créativité peut-elle s'enseigner ?
Marseille, France

2011(26-27 janvier)

Penser à la fois les activités familières et les activités créatives
le concept de schème.

Gérard Vergnaud
Laboratoire Paragraphe Equipe C3U
Université Paris 8, 2 rue de la liberté, 93526 Saint Denis cedex 2
téléphone 01 49 40 64 82
vergnaud@univ-paris8.fr

Résumé

C'est une qualité du concept de schème que de permettre d'analyser à la fois les manières de faire devenues habitudes, et les éclairs de conscience qui interviennent lorsqu'il faut puiser dans son répertoire les éléments disparates qui, réunis en une nouvelle organisation de l'activité, seront constitutifs de la nouveauté.

La créativité ressort d'abord à l'activité personnelle, même si cette activité se nourrit de l'expérimentation avec des objets, des dessins, des logiciels, et avec autrui.

Le malentendu principal auquel se heurte la compréhension du concept de schème est que beaucoup de collègues considèrent le caractère invariant de l'organisation de l'activité comme un obstacle à l'adaptation et à l'invention. Or ce qui est invariant c'est l'organisation, non pas l'activité elle-même : un schème est tout autre chose qu'un stéréotype. Il s'adresse à une classe de situations qui ont chacune leur caractère propre ; la classe de situations n'est pas close ; et les inférences vont bon train, y compris les inférences métaphoriques.

Summary

The concept of scheme offers the possibility to analyse the progressive organization of habits on one side, and on the other side the sudden discovery of new forms of activity, when the subject is faced with situations never met before. The new scheme is made of new discoveries, together with disparate elements borrowed from the existing repertoire.

Creativity is a personal activity ; even if this activity also consists in experimenting with objects, designs, drawings, software… and other persons.

The main misunderstanding concerning the concept of scheme is due to the fact that the invariant character of schemes is seen as an obstacle to adaptation and invention. But what is invariant is the organization, not the activity itself : a scheme is not a stereotype : it addresses a class of situations, each of them having its own characters. The class of situations is not closed ; and many inferences can take place, including metaphoric inferences.

La psychologie de l'éducation et la psychologie du travail mettent l'activité au centre de leurs théorisations et de leurs méthodes. C'est un acquis important, notamment pour l'étude des compétences complexes, et de l'innovation scientifique et artistique. L'architecture s'alimente à la fois à la science et à l'art. Ce n'est pas un hasard si Jean Charles Lebahar s'est engagé dans cette direction. J'étais en train de lire son ouvrage lorsqu'il nous a quittés ; un bel ouvrage ! Une personnalité très attachante aussi ! Je remercie les collègues d'avoir organisé cette rencontre en hommage à sa personne et à son travail.

La double fonction du concept de schème : capitalisation et créativité

Le concept de schème est, de l'aveu relativement général des chercheurs intéressés par la théorie des champs conceptuels , le plus difficile à utiliser. Et pourtant il est au centre de cette théorie : il concerne l'activité et les situations, c'est-à-dire la vie même.

Sa définition ordinaire, comme « forme d'organisation de l'activité s'adressant à une classe de situations » permet de comprendre assez aisément sa fonction de capitalisation ; et d'ailleurs Piaget apercevait surtout cette fonction, puisque c'est dans la répétition qu'il voyait l'émergence et la stabilisation des schèmes.
Pourtant, si le développement cognitif est adaptation, il faut bien considérer que les schèmes sont non seulement le résultat de l'adaptation, mais aussi le moyen : assimilation et accommodation sont d'abord des propriétés des schèmes.
On rencontre alors la question de la créativité. Comment la créativité est-elle possible ?

Devant une situation nouvelle, plus ou moins contingente, le sujet ne dispose pas de schème immédiatement disponible, qu'il s'agisse d'une situation de conception scientifique, technique ou artistique (c'est la dimension noble de la créativité), ou qu'il s'agisse d'une situation plus ordinaire : comment comprendre un événement surprenant ? ou une question inattendue ? ou encore faire face à une situation sociale imprévue ? Cette fonction de créativité du concept de schème est plus difficile à apercevoir que la fonction de capitalisation ; et pourtant elle est essentielle, puisque le caractère « à propos » de l'adaptation est un critère important de la qualité des personnes, au travail et à l'école notamment.

Si l'adaptation au nouveau est possible c'est que la situation nouvelle rencontrée évoque des schèmes susceptibles d'accommodation, c'est-à-dire de combinaison et de transformation, y compris par métaphore et glissement de sens. Le concept de schème appelle donc, comme un complément théorique indispensable, celui de répertoire de schèmes, puisque c'est dans ce répertoire que le sujet confronté à une situation nouvelle peut puiser ses ressources ; évidemment pour le meilleur et pour le pire, comme nous allons le voir avec certains exemples plus loin.

Le constructivisme concerne à la fois l'adaptation à des situations relativement ordinaires et à des situations exceptionnellement originales. De ce fait, l'expérience ne résulte pas seulement de la familiarité des situations rencontrées, mais aussi, et principalement peut-être, de la variété des questions nouvelles qu'elles ont posées. Ce serait une erreur théorique de placer la créativité en dehors du processus de formation des compétences ordinaires. Certes tous les sujets humains ne sont pas également créatifs : tout le monde n'est pas Archimède, Mozart ou Picasso, et il faut bien que certaines conditions de vie, de naissance et de développement favorisent l'épanouissement de la créativité. Mais cette considération ne doit pas faire écran à cette autre considération, que chacun se développe grâce à la rencontre avec des situations auxquelles il lui faut apporter une réponse : il n'y a pas d'individu qui ne soit créatif. Il faut donc des exemples.
Je les prendrai dans l'apprentissage des mathématiques.

La division comme la multiplication

Mon premier exemple concerne un élève de CE2, Daniel, qui a inventé devant moi une disposition spatiale originale. La classe est confrontée, pour la première fois, à un problème de division d'un nombre à deux chiffres :
Clovis achète 4 boucliers pour 64 écus. Quel est le prix d'un bouclier ?

La maîtresse avait présenté la division et la multiplication comme des opérations réciproques l'une de l'autre, pour des cas numériques simples qui se prêtent à cette présentation, et elle avait notamment utilisé un schéma fléché, avec une flèche de gauche à droite pour la multiplication (par exemple de 6 vers 18 en multipliant par 3), et une flèche en sens inverse pour la division (de 18 vers 6 en divisant par 3).

C'est cette parenté qui a probablement inspiré Daniel. Celui-ci s'engage en effet dans une disposition de la division, comme s'il s'agissait d'une multiplication :

64
/4

Je n'interviens pas, soucieux de voir comment il allait continuer. Il continue en effet, et d'une manière surprenante.

4 divisé par 4 ça fait 1
il reste 60 à diviser par 4 ; c'est comme 30 divisé par 2 … ça fait 15 !
Il ajoute 15 sur la ligne du dessous ; *ça fait 16.*

De telle sorte que l'algorithme de la division a pris la même forme spatiale qu'une multiplication.

64
/4

1
15

16

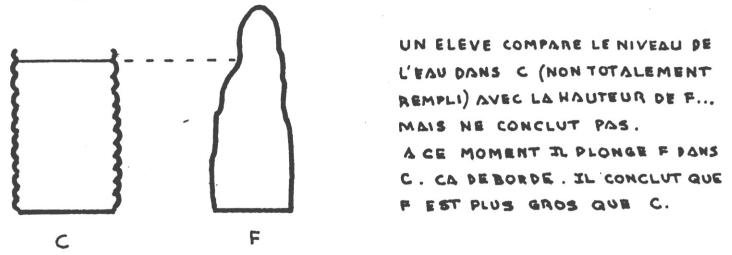
Cette disposition n'est pas viable pour des nombres quelconques, mais elle fonctionne pour certains exemples, et un invariant opératoire pertinent est mis en œuvre : la distributivité de la division sur l'addition. La créativité est réelle.

Quel héritage d'Archimède pour des élèves de cinquième ?

Lorsque je suis allé à Syracuse, pour essayer de comprendre comment Archimède avait trouvé son fameux principe (plaisantons un peu : j'étais sensiblement plus jeune que lui, et je voulais en savoir plus sur son « eurêka ! » historique), il m'a invité à le rejoindre dans sa baignoire. Je n'étais pas grec et j'ai refusé. Il m'a alors invité à me baigner avec lui dans un endroit de la mer suffisamment calme pour que nous puissions faire la planche et expérimenter de concert aspiration et expiration.
« *Aspires ! me dit-il, ne vois-tu pas que ton corps flotte mieux et plus complètement ?*
Expires maintenant ! Ne vois-tu pas que ton corps s'enfonce dans l'eau ? Pourquoi ? »
Je répondis que c'était probablement parce que mon corps diminuait de volume, et je réfléchissais en même temps qu'Archimède avait peut-être fait ces gestes des centaines de fois avant de découvrir son principe. Ce pouvait être un jeu, mais cela aussi pouvait indiquer que l'expérience répétée de l'aspiration et de l'expiration, avait précédé son eurêka final. Je lui fis toutefois la remarque que ma réponse exprimait une simple relation d'ordre : « *plus de volume d'eau déplacé, plus de flottaison* », mais pas le principe sophistiqué qu'il avait découvert, et qui relie quantitativement la force de flottaison exercée de bas en haut et le volume d'eau déplacé.
Il me répondit alors : « *pour cela il faut comparer et mesurer !* »
Et c'est ainsi que je décidai d'expérimenter auprès des élèves de cinquième, puisque le volume figurait alors dans leur programme de mathématiques.

Voici les exemples que j'ai retenus pour le présent exposé.

1er exemple : il s'agit de comparer le récipient C et l'objet plein F (plasticine) :

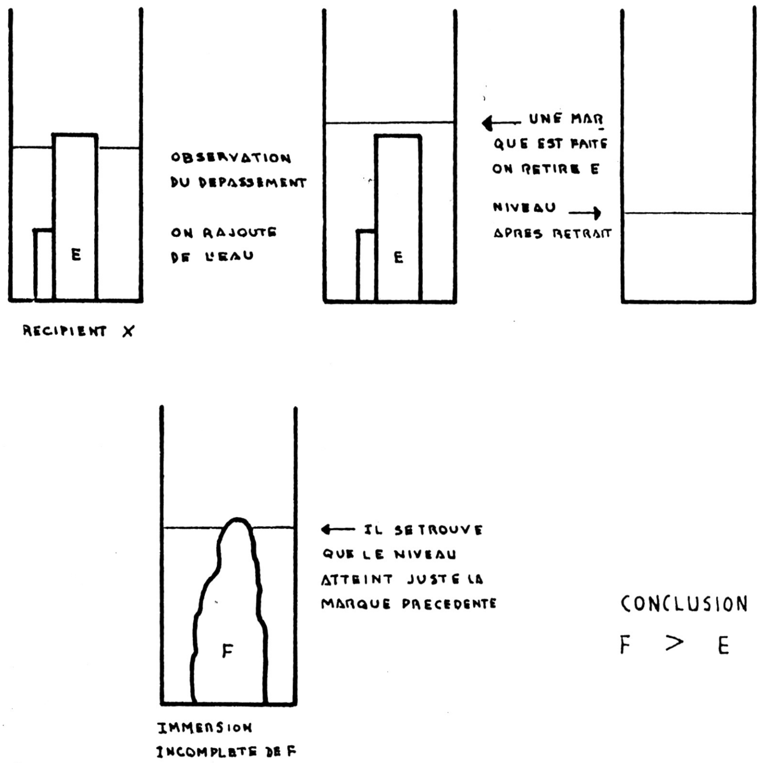


Cet élève fait deux opérations apparemment aberrantes :

- l'extension à un cas où elle ne saurait s'appliquer d'une opération qui n'est légitime que dans une situation très particulière, celle où il faut comparer la quantité de liquide (d'orangeade par exemple) dans deux récipients identiques (et donc de même section à toutes les hauteurs) ;
- l'extension abusive de l'opération de reversement du contenu d'un récipient dans un autre, d'autant plus mal venue ici que le récipient récepteur est déjà presque plein.

Ces opérations témoignent de la difficulté de la comparaison d'un volume plein et d'un récipient. Dans les deux cas, des schèmes disponibles ont servi de ressources, en vain !
L'exemple suivant est moins malheureux.

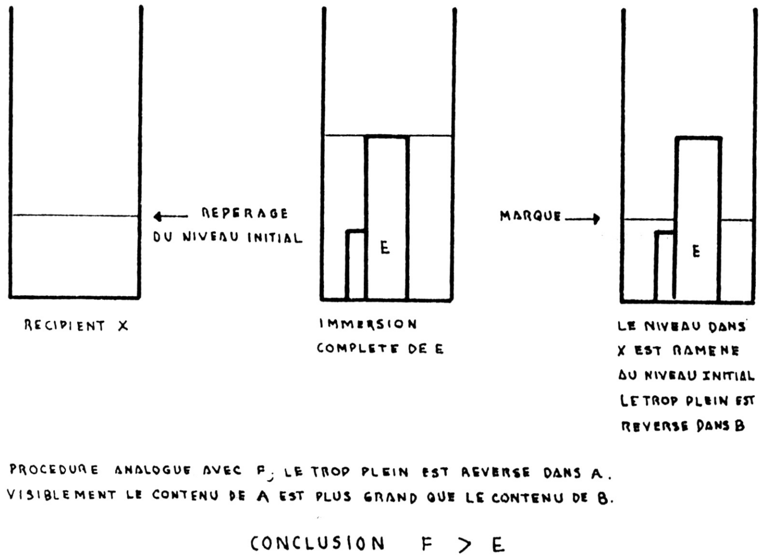
2ème exemple : il s'agit de comparer deux objets pleins E (assemblage) et F (plasticine), par immersion dans le récipient X.



immersion incomplète de F.

Cette conclusion est légitime parce que le niveau atteint après l'immersion de F est au moins égal au niveau atteint après l'immersion de E, et qu'il reste une partie de F non immergée. Mais il s'en faut de peu.

3ème exemple : il s'agit encore des deux objets pleins E (assemblage) et F (plasticine) et du grand récipient X.



Cette fois deux erreurs sont commises :

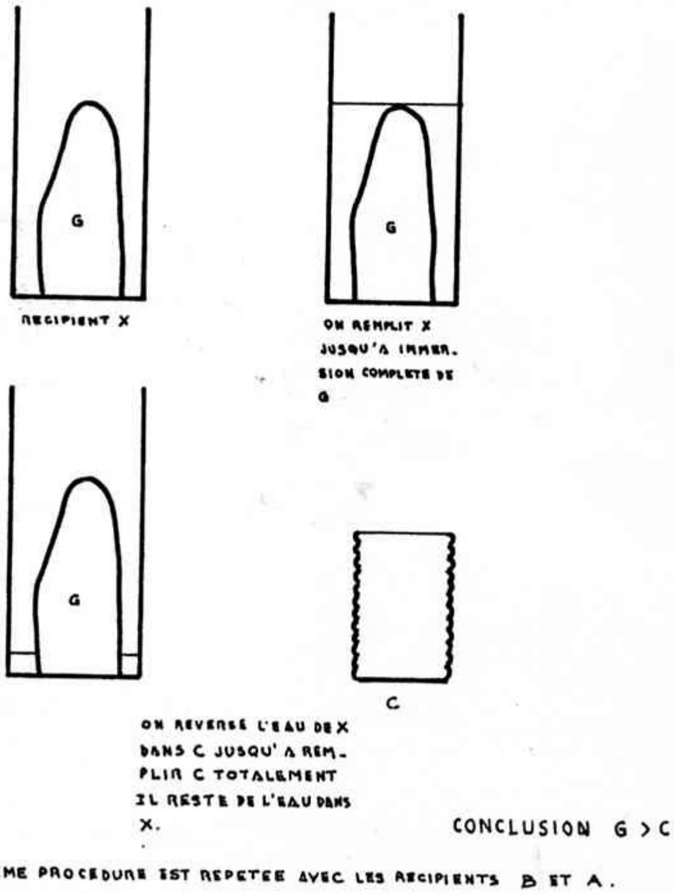
- la première consiste à raisonner avec le complément d'une partie seulement des solides pleins E et F : le trop plein reversé dans B est seulement le complément de la partie de E qui se trouve au-dessus du niveau repéré initialement. De même, dans le cas de F, pour le trop plein reversé dans A.
- la seconde erreur consiste à déduire, de la relation entre compléments, une relation de même sens

De Compl(F) > Compl(E), je conclus F>E

alors que la relation doit être inversée : F<E

4ème exemple : il s'agit de comparer l'objet plein G (plasticine) et le récipient C, à l'aide du grand récipient X.

La première suggestion du groupe est de mettre dans X à la fois le bloc G et le contenu de C. Elle n'est pas exécutée. La seconde suggestion, qui est exécutée, est la suivante :



Le contenu du récipient C est perçu comme un complément possible à G, et non comme substituable à G. Comparer le volume d'un récipient et celui d'un objet plein suppose qu'on traite le contenu du récipient comme un objet plein. C'est là trop demander à beaucoup d'élèves.

A l'évidence Archimède n'avait pas cette difficulté: l'eau déplacée était assimilée à un volume plein.

Pour conclure

Les schèmes sont les ressources dans lesquelles nous puisons pour faire face aux situations qui se présentent à nous (ou que de malins enseignants proposent aux élèves pour les amener à développer de nouvelles connaissances). Notre répertoire de schèmes concerne tous les registres de l'activité, dans l'interaction avec les objets matériels et symboliques, et dans l'interaction avec autrui : le registre perceptivo-gestuel, le registre technique, celui de la conversation et de l'argumentation, celui du raisonnement.

La définition analytique du schème distingue quatre composantes, évidemment liées entre elles. :

- buts et sous buts,
- règles d'action, de prise d'information et de contrôle,
- concepts en acte et théorèmes en acte
- possibilités d'inférences

L'intentionnalité de l'activité n'est pas à elle seule un critère suffisant de l'existence d'un schème. Le caractère génératif est évidemment essentiel, puisque c'est le décours temporel de l'activité, dans sa synchronie et sa diachronie, qui témoigne de l'organisation de l'activité ; il est engendré par des « règles ». Mais rien de cela ne serait possible si des formes de conceptualisation, implicites ou explicites, ne faisaient pas partie intégrante du concept de schème : les invariants opératoires, c'est-à-dire les concepts en acte et les théorèmes en acte, sous-tendent la prise d'information, l'anticipation et l'inférence. Les inférences sont les derniers constituants indispensables du concept de schème ; il n'existe pas d'activité purement automatique.

Entre les invariants opératoires et les savoirs formalisés de la science et de la culture, il existe des formes conscientes mais peu explicites, des formes explicites mais non formalisées, et même des formes inconscientes ou peu conscientes d'identification des objets et de leurs propriétés. Il faut donner un sens large à l'idée de conceptualisation si l'on veut comprendre les rapports et les filiations entre ces différentes formes.

Référence

Vergnaud G., Rouchier A., Desmoulières S., Landré C., Marthe P., Ricco G., Samurçay R., Rogalski J., Viala A., (1983) *Recherches en didactique des mathématiques*, 1983, vol 4.1., pp 71-120.