

Gerhard Steiner

en collaboration avec Heidi Steiner et 29 spécialistes de la formation professionnelle

Les processus de l'apprentissage

Pour un enseignement fructueux et durable fondé sur des connaissances et compétences solides en psychologie de l'apprentissage – commentaire raisonné de 30 situations d'apprentissage

Résumé

Les processus de l'apprentissage

Introduction

Apprendre signifie acquérir *différentes sortes de connaissances et de compétences*. Le savoir conceptuel – savoir ce qu'une chose veut dire – revêt une importance centrale, car tout savoir-faire implique au départ l'apprentissage de connaissances conceptuelles sur *comment* fabriquer, manipuler ou réaliser quelque chose, savoir qui va progressivement se transformer en un savoir procédural. Celui-ci pilotera l'exécution d'une activité donnée qui, avec le temps, deviendra routinière (intérieurisation, automatisation du savoir). Un comportement s'apprend aussi, d'abord, au niveau conceptuel. Comme l'apprentissage de compétences motrices, celui d'un comportement se fait en observant un modèle et en l'imitant. À force de répétitions, le comportement appris sera progressivement piloté par le savoir procédural correspondant.

Dans la formation professionnelle, il en va d'autres formes de savoir encore, comme le savoir relatif au *déroulement d'une suite d'actions* (la confection d'une robe, la préparation d'un plat, etc.). L'apprenant élabore et assimile un scénario qui assure un déroulement correct dans le temps. Mentionnons finalement le *savoir opératif* requis pour résoudre des problèmes techniques, mathématiques, physiques ou commerciaux, qui présuppose l'apprentissage conceptuel et procédural d'*opérations*.

L'acquisition des différents savoirs esquissés ci-dessus est au centre de toute formation, qu'elle soit artisanale-industrielle, commerciale, médicale, sociale, agricole ou académique.

« Les processus de l'apprentissage » s'adresse aux enseignants des écoles professionnelles et supérieures, aux formateurs dans les entreprises et les institutions de formation, aux personnes chargées de planifier et d'évaluer la formation dans les associations professionnelles, aux responsables de la qualité de la formation dans les institutions, ainsi qu'aux politiciens désireux de s'appuyer sur des critères probants de psychologie de l'apprentissage pour développer et évaluer des mesures politiques dans le domaine de la formation.

Le coup d'envoi de l'apprentissage est un moment particulièrement critique, la balle étant d'abord dans le camp de l'enseignant ou du formateur. C'est à lui qu'il incombe de préparer la matière, d'initier les processus et de guider les apprenants sur le chemin de l'acquisition de savoir (faire), d'évaluer les résultats et de reprendre des séquences d'apprentissage jusqu'à l'atteinte des objectifs visés. Comme nous le verrons, les processus d'apprentissage se déroulent de manière *cyclique*.

Fondements théoriques

Les réflexions qui suivent partent de l'hypothèse 1) que l'apprentissage est un processus *constructif de l'apprenant* (c'est à l'apprenant de faire le travail et donc de répondre du déroulement et des résultats de son travail) et 2) que l'enseignement soutient ce processus constructif en créant des conditions favorables, si ce n'est optimales.

Cette hypothèse exclut d'emblée l'idée assez largement répandue qu'il suffit d'un environnement dynamique et de supports de cours bien conçus pour que la matière à apprendre se reproduise pour ainsi dire d'elle-même dans la tête de l'apprenant. Une idée qui trouve son expression dans d'innombrables programmes de formation

assistés par ordinateur et de présentations power point techniquement parfaits, coûteux, mais étonnamment inefficaces, car réduisant l'apprenant à un récipient passif. Apprendre ne se résume pas à une simple « copie » de contenus dans le cerveau, mais implique de la part de l'apprenant un *effort de construction* de représentations de savoir et de modèles mentaux du monde extérieur. La question qui se pose dès lors est de savoir comment mettre en route, accompagner et mener à terme les processus correspondants chez l'apprenant, toutes filières de formation confondues. C'est ce que nous allons voir.

L'acquisition de savoir passe invariablement par deux processus :

- 1) le processus de *construction* d'un savoir (général ou spécialisé) et
- 2) le processus de *consolidation* du savoir construit.

Cette distinction est fondamentale et loin d'être triviale. La *construction* de savoir vise la *compréhension de significations* telles qu'elles ressortent de notions ou d'opérations apprises, alors que la *consolidation* vise la rétention durable de l'appris et l'accès rapide au savoir construit. Les deux processus comportent des étapes partielles différentes mais également importantes, qui seront présentées en détail par la suite. La consolidation, qui assure l'accessibilité du savoir, pose l'indispensable fondement pour *l'utilisation ultérieure et le transfert de l'appris*, accélérant et facilitant l'apprentissage de nouvelles matières.

Du bon équilibre entre orientation matière et orientation processus

Les enseignants sont censés faire « ingurgiter » à leurs élèves une grande quantité de contenus, ce qui, au plan purement matériel et organisationnel, relève du défi pour les uns comme pour les autres. Des manuels de cours et autres livres et programmes scolaires ou techniques doivent être lus, traités et digérés, ce qui demande un formidable investissement en temps et en efforts. Pas étonnant dans ces conditions que les enseignants aient tendance à se focaliser sur la matière, une orientation qui va dominer la préparation de l'enseignement et l'enseignement lui-même. Avec tout le respect dû aux enseignants désireux de mener leurs élèves au travers du programme de A à Z, dans un souci de sérieux et d'intégralité, la question se pose des *effets secondaires* d'une telle concentration sur la matière.

Des observations dans les salles de classe l'ont montré : lorsque la matière joue les premiers rôles, l'*accroissement* de connaissances est certes respectable, mais la perte de ce savoir à moyen et à long termes est alarmante. Preuve, déjà, que les processus d'apprentissage ne sont pas exploités de manière optimale et ne débouchent pas sur des acquis durables qui puissent être transposés à d'autres contenus et situations et mis à profit pour l'acquisition de nouveaux savoirs et compétences. « Les processus de l'apprentissage » veut faire contrepoids à l'orientation vers la matière et convaincre les enseignants d'aujourd'hui et de demain des avantages et des bienfaits d'une orientation vers les processus. Lorsque que les enseignants seront familiarisés avec le caractère processuel de l'apprentissage et qu'ils auront instauré un équilibre entre orientation vers la matière et orientation vers les processus – équilibre garant d'efficacité au plan didactique – ils pourront aider leurs élèves à apprendre de manière efficace et durable, si ce n'est optimale. Évidemment, il n'y a pas d'apprentissage sans matière, et l'enseignement doit par la force des choses partir de là. Cela posé, les *processus* de l'apprentissage, via lesquels la matière est traitée, individuellement et en profondeur, jouent un rôle indispensable dans la préparation et la mise en œuvre d'un enseignement et d'un entraînement efficaces.

Apprendre est avant tout un processus

« Les processus de l'apprentissage » présente 30 situations d'apprentissage exemplaires, qui permettent de bien comprendre les processus partiels de l'apprentissage. Ces exemples sont tirés de différentes filières professionnelles et traitent de matières, thèmes et tâches que le lecteur sera bien loin de connaître tous. Les enseignants dans le domaine de la santé sont généralement peu au fait de thématiques commerciales, alors qu'à l'inverse les « commerciaux » ou les enseignants d'écoles professionnelles industrielles-artisanales ne sont guère familiarisés avec la matière médicale dispensée aux futurs professionnels de la santé. C'est dire que tous trouveront dans les exemples présentés ample matière à réflexion sur les processus d'apprentissage en tant que tels. Ils pourront faire eux-mêmes l'expérience de ces processus en tentant d'acquérir un savoir nouveau pour eux de manière aussi complète que possible. Chemin faisant, ils comprendront ce qu'un *apprentissage conceptuel* veut dire, à quel point il peut être difficile d'*apprendre à partir d'un texte* si l'on n'a pratiquement aucune connaissance préalable sur le sujet traité, comme on peut se *leurrer* sur les bénéfices présumés de *visualisations* (p. ex. un DVD) ou encore comment un simple calcul de pourcentage met à rude épreuve qui ne manie pas avec aisance certaines opérations élémentaires. Nous recommandons dans tous les cas aux lecteurs de (re)prendre conscience de leurs propres processus d'apprentissage et de ce qu'ils exigent des apprenants. Que veut dire *comprendre* ? Que ressent-on lorsque l'on *ne comprend pas* ? Que signifie être capable de *restituer* l'appris librement, sans notes ni autres béquilles ? Comment *assimiler* une matière avec tous ses détails de manière à pouvoir la réactiver pour un usage ultérieur ? Combien de répétitions sont-elles nécessaires pour consolider l'appris ? Ou encore : que faire en cas d'insuffisance manifeste, p. ex. un rappel lacunaire, des résultats erronés ou l'incapacité de s'attaquer correctement à un problème donné.

Osons le dire : après de nombreuses années d'activité didactique dont nous ne mettons en doute ni le sérieux ni l'intensité, les enseignants ont tendance à négliger leur propre apprentissage. L'occasion qui leur est donnée ici d'explorer leurs processus d'apprentissage personnels en travaillant sur une sélection d'exemples s'avérera – nous l'espérons – une expérience aussi intéressante que durable, et suscitera une réflexion sur ce qu'ils demandent aux élèves.

Apprendre, c'est construire et consolider

Traiter une matière quelle qu'elle soit implique toujours le recours à plusieurs types d'apprentissage ayant chacun des processus partiels spécifiques. Nous avons déjà évoqué les processus de *construction* et de *consolidation*, que nous expliciterons par la suite en nous fondant sur des situations concrètes. *Les aspects psychodidactiques* forment le fil rouge de nos réflexions, et partant, de la présentation des deux processus mentionnés. Nous traiterons les différents types d'apprentissage dans l'ordre suivant : apprentissage conceptuel, apprentissage à partir d'un texte, apprentissage à l'aide de visualisations, apprentissage de séquences d'actions et apprentissage d'opérations (résolution de problèmes).

L'apprentissage conceptuel

Les concepts (aussi termes ou notions) sont le matériau de construction de la pensée et revêtent à ce titre un rôle central. Toute formation, qu'elle débouche sur

l'exercice d'une activité professionnelle ou qu'elle prépare à des études supérieures, exige l'acquisition de connaissances conceptuelles spécifiques. C'est pourquoi nous commençons par ce type d'apprentissage. Le fait de manier avec aisance les notions et termes techniques d'une profession donnée va permettre à l'apprenant de parler le même langage que les personnes déjà formées et d'échanger avec elles, de se sentir à la hauteur et de servir les clients avec compétence. L'apprenant qui en est arrivé à ce stade remplit déjà trois conditions professionnelles fondamentales : il est compétent, il agit de manière autonome et il fait partie de la « corporation » (appartenance sociale).

Construire des significations – mettre en relation, densifier, structurer

Construire un savoir conceptuel, c'est donner un sens aux mots-clés d'une terminologie spécialisée, autrement dit, en cerner la signification. Le lecteur comprend tout de suite que les mots eux-mêmes ne « font » pas la signification de quelque chose, mais qu'ils sont des étiquettes linguistiques apposées sur ce quelque chose. Avec quoi, dès lors, construire la signification d'une notion ? La réponse est simple : avec des *notions partielles* déjà connues qui, une fois correctement organisées entre elles, font la signification de la notion-cible. Pour l'enseignant, il en découle la mission d'activer le *savoir préalable* des apprenants sur le sujet traité et de les amener à mettre ce savoir en relation de manière logique avec les notions nouvelles. Si, décrit ainsi, le processus paraît compliqué, il est pourtant bien connu de tous les enseignants et apprenants. L'*explication* d'une notion formulée dans le langage courant va rappeler à l'auditeur ou au lecteur des notions déjà apprises et déclencher chez lui une activité de mise en relation et d'organisation. Chaque phrase de l'explication véhicule une nouvelle donnée signifiante. Le problème, c'est que la capacité de mémoire de l'apprenant qui écoute ou qui lit l'explication est limitée. On admet que la mémoire de travail peut traiter et assimiler tout au plus trois phrases à la fois. Elle ne fait d'ailleurs pas que stocker l'information, elle la traite aussi : elle la réduit à un format qui facilite la rétention, la transforme en partie en *images*, l'*élabore*, c.-à-d. la met en relation avec le savoir préalable activé, souvent sous forme de représentations mentales. Dans ce contexte, l'importance d'activer le *savoir préalable* est particulièrement manifeste. Si un savoir thématique a été correctement construit en classe et qu'il est réactivé au moment d'apprendre du nouveau, l'apprenant pourra aisément le mettre en relation avec les nouvelles informations. En s'appuyant sur ce qu'il sait déjà, il va reconnaître les données familières et diriger son activité perceptive en conséquence. Cette démarche l'aide à comprendre les nouvelles significations tout en préparant la mémorisation. Pour utiliser une métaphore, le savoir préalable est comme une terre labourée sur laquelle on peut semer de nouvelles informations. Ou encore : apprendre des concepts, c'est tisser de nouvelles informations dans la trame du savoir préalable. Tout ce qui précède montre clairement que le processus d'apprendre est non seulement constructif mais aussi *cumulatif*. Chaque nouvelle étape de l'apprentissage s'appuie sur les précédentes et plus le savoir appris aura été solidement construit, plus le savoir encore à acquérir le sera également. Qui est capable d'activer un maximum de notions partielles déjà assimilées sur un sujet donné aura beau jeu d'y intégrer de nouvelles.

Le processus de mise en relation de notions partielles connues avec de nouvelles significations et finalement avec la notion-cible sollicite fortement la *capacité de mémoire* de l'apprenant, soit la capacité d'enregistrer et de traiter des informations (voir plus haut), dû principalement à un espace de stockage limité. En condensant le

matériel conceptuel, on peut résoudre ce problème de place. On y arrive en densifiant ou en réduisant des groupes de notions partielles au stade de la construction conceptuelle déjà. Comment ? En choisissant une étiquette, à savoir un mot-clé (la notion-cible ou un notion préalable) pour une partie des significations construites à l'aide de l'explication, étiquette qui sera par la suite utilisée en remplacement de cette explication. En classe, l'enseignant procède régulièrement à de telles densifications en disant par exemple : « pour résumer ce que nous venons de voir, nous pourrions utiliser le terme X : dorénavant nous parlerons de X, maintenant que tout le monde sait de quoi il s'agit. »

Ces résumés ou *densifications* constituent de nouveaux « objets », moins lourds pour la mémoire. À partir de là, le processus d'apprentissage se poursuit, avec la mise en relation de ces objets avec de nouvelles informations à un niveau supérieur. En psychologie de la mémoire, lesdits objets sont des « paquets de savoir », qui devront eux aussi être pourvus d'une étiquette. Pour un apprentissage fécond, il est essentiel que l'apprenant demeure conscient du contenu de ces paquets, puisse le réactiver et le « redéballer » en tout temps. La restitution de la significations des contenus est importante parce que, lors des mises en relation suivantes, il ne s'agira pas simplement d'associer des mots-clés (des étiquettes) mais d'intégrer leurs significations – et celles-ci sont renfermées dans les « paquets ». C'est dire la nécessité de toujours « prendre avec soi », implicitement, ces significations dans la suite du processus de construction. Pour soutenir cette démarche et prévenir l'oubli des connaissances nouvellement construites, des mesures de *consolidation* intermédiaires s'imposent, qui assurent l'*assimilation du contenu des paquets de savoir*. Les mots-clés (les étiquettes des densifications) sont souvent écrits au tableau noir, mais pratiquement jamais leurs éléments constitutifs. À ce stade, l'enseignant sera bien inspiré d'intercaler une *pause* pour consolider ce qui a été appris jusque-là, afin d'éviter que la construction se poursuive sur des bases bancales. Nous ne soulignerons jamais assez l'importance d'étapes de consolidation à intervalles réguliers et relativement rapprochés. Il s'agit en l'occurrence de réactiver les éléments de savoir qui ont été condensés, un processus crucial au plan de la psychologie de l'apprentissage, qui n'est malheureusement pas assez pris en compte dans la didactique, voire est carrément négligé. Le corollaire : l'accumulation de petits défauts de construction (lacunes cognitives) qui font perdre le fil rouge, détournent l'attention et démotivent (« je ne m'en sortirai de toute façon jamais ! »). Les enseignants reconnaissent cette situation au fait qu'ils doivent constamment répéter ce qui a été dit – source de frustration pour eux-mêmes et pour les élèves plus rapides.

Mettre en relation, condenser et redéployer les contenus condensés sont, nous l'avons vu, les principales étapes de la construction conceptuelle. Les deux premiers processus se déroulent pendant le cours (explications de l'enseignant ou lecture d'un texte par l'élève), alors que le troisième est régulièrement intercalé entre les deux. Venons-en au quatrième processus, celui de l'*organisation* ou de la *structuration* des significations. Ce sont les enseignants qui le préparent et l'introduisent par des explications cohérentes, en suivant une certaine logique. Lorsqu'une matière est *traitée en classe avec les élèves*, il leur incombe d'une part de synthétiser les contributions des élèves (généralement de simples mises en relation) au bon endroit et au bon moment, et d'autre part de *structurer* les contenus de la matière. La qualité du processus de synthèse et d'organisation est déterminante pour un *apprentissage élaboratif*. Déléguer ce processus aux élèves, p. ex. dans le cadre d'un travail de

groupe, peut s'avérer totalement inefficace du fait que personne dans le groupe n'est généralement en mesure d'assumer avec compétence le rôle de celui qui synthétise et organise.

Comprendre et avoir compris

Nous avons vu que la construction conceptuelle passait par les processus de mise en relation, de densification et de structuration pour arriver à l'intégration de nouveaux « objets » dans le savoir préalable activé et qu'il en résultait de nouvelles unités de savoir. Les deux, l'intégration cohérente et la formation de nouvelles unités signifiantes, sont indispensables à la *compréhension*. Les processus de construction mènent à la compréhension alors que les processus de consolidation assurent la rétention. « Comprendre » est l'objectif suprême, si ce n'est la finalité de l'apprentissage. Comme l'apprentissage est un processus cumulatif, il est essentiel de s'assurer que les élèves aient bien compris les notions traitées (leur emballage ou étiquette et leur contenu) avant de poursuivre. Vérifier cette compréhension est relativement facile. La question « Avez-vous bien compris ? » juste avant que la cloche sonne est à bannir ! Seules des mesures qui stimulent les cellules grises des élèves promettent d'être efficaces, par exemple :

- demander aux élèves d'expliquer la nouvelle notion, à soi-même ou à un camarade ;
- si la notion recouvre une matière complexe ou volumineuse, la subdiviser en plusieurs notions partielles ;
- donner ou demander aux élèves de donner des exemples concrets, tirés de la vie courante, pour illustrer la notion ;
- visualiser la notion (par un schéma, un dessin, un diagramme, etc.) ;
- faire décrire et interpréter des visualisations (dessins, diagrammes, etc.) ;
- présenter la notion sous un nouvel éclairage ;
- mettre la notion en relation avec d'autres ou la placer dans un autre contexte ;
- anticiper les questions qui permettront de poursuivre ;
- déduire des conséquences : « si c'est comme ça, il faudra que.... »
- expliquer des transformations et leurs effets : « en changeant ceci ou cela, j'obtiendrai ... ».

Ce type d'exercices permettra tant aux enseignants qu'aux élèves de vérifier si et dans quelle mesure la matière a été assimilée.

Retenir et se rappeler – un apprentissage adaptif, autorégulé, aussi dans le cadre du travail à domicile

Parallèlement au contrôle de la compréhension, il importe de vérifier *la rétention et le rappel*. *Redéballer* les contenus d'un paquet de savoir équivaut à se rappeler leurs significations. Le rappel doit être précédé d'une mémorisation ou codification solide. C'est redire l'importance des « pauses » de consolidation évoquées plus haut, qui ne sont d'ailleurs pas à proprement parler des pauses mais des phases d'intense activité de codification et qui doivent être programmées dans la préparation des cours pour éviter des pertes massives de savoir.

Des contrôles réguliers et ciblés de la compréhension et du rappel des connaissances à chaque jalon de l'apprentissage permettront aux élèves de mettre au point leur propre technique de contrôle. On pourra leur déléguer d'autres *mesures de consolidation*, en leur donnant à faire un travail constructif à la maison, comme s'exercer à expliquer ou à représenter graphiquement telle ou telle notion, librement, c.-à-d. sans notes. Les apprenants peuvent ainsi procéder de manière adaptative et se

concentrer sur les notions qui leur résistent, en entraînant le *rappel libre* qui est la forme la plus aboutie du rappel.

Cet *entraînement sur mesure* est un moyen de revaloriser le travail à domicile en tant qu'approfondissement *individuel* avec de fréquents feedbacks sur les efforts fournis. Un travail qui sera également à la portée des élèves plus faibles qui pourront atteindre les mêmes objectifs que les autres, quitte à investir plus de temps.

Un acquis qui n'est pas utilisé risque fort de prendre la poussière. L'enseignant conscient de l'aspect cumulatif de l'apprentissage veillera à répéter systématiquement les notions importantes, à en expliquer une nouvelle fois le contenu et à en contrôler le rappel. L'entraînement du rappel permettra d'éviter de devoir encore et toujours remettre l'ouvrage sur le métier.

Des chercheurs ont trouvé il y a plus de vingt ans déjà qu'un *entraînement à des intervalles de plus en plus longs* avait un effet remarquable sur la *réétention durable* de l'appris, confirmant son utilité tout spécialement dans le contexte scolaire.

L'enseignant reprendra régulièrement les matières déjà traitées, en les intégrant de temps à autre dans des leçons et examens de contrôle ultérieurs.

Traiter un thème, examiner les apprenants sur ce thème, puis le laisser sombrer dans l'oubli – quel gaspillage ! L'enseignement *modulaire* est particulièrement dangereux à cet égard : une fois un module « terminé », la réactivation systématique de ses contenus est extrêmement rare. Il serait grand temps de tirer les conclusions de cette aberration didactique, notamment au plan de la politique de formation.

Des occasions manquées d'apprendre

Abordons une autre thématique intéressante au plan de la psychologie de l'apprentissage et de la mémoire : l'utilisation de *fiches de travail* toutes faites, une méthode très répandue dans l'enseignement actuel. Soit des fiches contenant une quantité réduite d'informations et qui se présentent p. ex. sous la forme d'un tableau à remplir ou d'un schéma à compléter avec des légendes. Les apprenants suivent les explications de l'enseignant et remplissent la fiche au fur et à mesure.

Quels sont les processus d'apprentissage mis en route de la sorte ? Plus précisément : quels sont les effets sur les processus de mise en relation, de densification et d'organisation des nouvelles unités de savoir ?

Nous avons vu que les mots-clés étaient des *étiquettes* recouvrant des condensés d'information. En copiant les mots-clés donnés au tableau dans un texte à lacunes, l'apprentissage se borne à une brève codification visuelle, une activité intellectuelle plutôt modeste. Pas de codification approfondie, pas d'effort de mémoire, car il suffit de consulter le tableau noir ou l'écran pour vérifier les mots-clés et leur graphie. Et c'est tout, ou presque ; n'oublions pas les explications de l'enseignant, qui ont permis de construire la signification de ces mots.

Pour en revenir à la question posée plus haut – « Quels processus d'apprentissage cette approche déclenche-t-elle ? » – nous pouvons répondre : pratiquement aucun ! Pas étonnant dès lors que le travail avec des fiches toutes faites n'apporte pas grand-chose en termes d'acquisition de savoir. Il peut même entraver la suite de l'apprentissage, l'information apprise de la sorte s'évanouissant dès qu'elle n'est plus sous les yeux, sur la feuille ou le tableau noir. Nous analysons ce problème en détail dans les exemples de cas 2 et 3.

L'importance des sous-routines ...

L'apprenant avancé ou l'expert se distingue par l'assurance avec laquelle il manie son savoir (faire). C'est qu'il a pu, au fil du temps, construire soigneusement l'édifice de ce savoir en y intégrant au fur et à mesure de nouvelles informations. S'appuyant sur des réseaux toujours plus denses de significations élaborées et comprises (réseaux sémantiques), il apprend rapidement et avec aisance de nouveaux contenus, même ceux qui ne sont associés que de loin à ce qu'il sait déjà.

Le savoir préalable du débutant est encore trop maigre pour qu'il puisse servir de tremplin à l'élaboration de nouvelles informations et au développement de réseaux sémantiques.

Autre signe distinctif de l'expert : son habileté à formater des unités de savoir en des « paquets » maniables, qu'il pourra par la suite facilement décharger et redéballer.

Des *sous-routines* correspondantes s'établissent progressivement, qui vont lui permettre de saisir d'un coup d'œil les paquets de savoir à disposition et d'y intégrer les nouvelles informations.

Dans tout apprentissage, c'est le niveau « sous-routine » qui doit être visé, même si la somme de connaissances disponibles est encore modeste. En effet, la capacité de réactiver rapidement ce que l'on sait et d'utiliser ce savoir pour apprendre autre chose est la clé d'un apprentissage cumulatif fructueux en même temps qu'une condition essentielle pour le transfert.

... et du contrôle de l'appris

Nous avons parlé de la *compréhension* en tant que résultat du processus de construction, puis du processus de *consolidation* de l'appris. C'est le moment d'aborder la question du contrôle de la compréhension et de la solidité de l'appris. Comment concevoir des tests de contrôle adéquats, qui permettent de vérifier que l'apprenant a effectivement compris ? Nous en avons donné plus haut plusieurs exemples. L'apprenant qui peut *montrer* de quoi il s'agit prouve non seulement qu'il a compris, mais aussi, forcément, qu'il est capable de disposer de l'appris et de l'utiliser. Savoir restituer des éléments de savoir tels qu'ils ont été mémorisés ne veut pas encore dire que les relations ont été reconnues et les significations comprises. Partant de ces considérations très simples, il est possible d'améliorer massivement la qualité des tests de *contrôle*, y inclus évidemment de l'examen de fin d'apprentissage.

Une affirmation à la mode, à traiter avec circonspection

« Le savoir vieillit très vite ». Un dicton qui se vérifie à la rigueur si l'on travaille à la pointe de la recherche sur un thème d'actualité. Mais la conclusion que l'on en tire souvent – inutile d'acquérir beaucoup de connaissances vu qu'elles seront rapidement obsolètes – est *foncièrement fausse*, du moins du point de vue de la psychologie de l'apprentissage. Nous avons vu que l'apprentissage impliquait toujours l'*accumulation progressive de structures de savoir*. Cela ne s'applique-t-il pas tout spécialement au domaine de la recherche scientifique ? S'agissant des processus d'apprentissage dans les domaines de la vie courante, nul besoin de craindre la *demi-durée de vie* du savoir. User de cet argument pour justifier la négligence du travail de construction et de consolidation est une erreur grossière, qui risque de saper les fondements de l'apprentissage conceptuel.

Théorie et exemples

Le chapitre 2 présente les fondements théoriques de l'apprentissage conceptuel et les illustre au moyen de cinq exemples : « Le testament », « Les polymères : thermoplastes, duroplastiques et élastomères », « Le calcul de prix de vente », « Les actifs et passifs transitoires » et « La mole ».

Apprendre à partir d'un texte – construction de structures de savoir étendues (modèles mentaux)

Pratiquement tout ce qui a été dit sur l'apprentissage conceptuel s'applique à l'apprentissage à partir d'un texte, à la différence que le traitement d'un texte est plus complexe et exigeant encore, a fortiori si le texte est long et la matière ardue. Le résultat du traitement d'un texte sera une unité ou entité signifiante, ou encore, en termes de psychologie de la mémoire, une partie de réseau sémantique. Les textes longs conduisent à des structures de savoir plus étendues que lorsqu'il s'agit d'apprendre une ou plusieurs notions. En travaillant sur un texte, l'apprenant construit une représentation mentale ou un *modèle mental* d'une partie du monde réel. Le modèle mental n'est pas *une reproduction du monde réel* mais le produit de processus complexes de traitement de l'information. Même les illustrations contenues dans le texte ne sont pas reproduites telles des photographies dans le modèle mental, mais sont traitées avec les éléments textuels et intégrés dans le même flux de signification.

Comprendre, la finalité de l'apprentissage

Comme dans l'apprentissage conceptuel, la *compréhension* dans l'apprentissage à partir d'un texte résulte de la mise en relation et de la densification d'unités de sens, ainsi que de l'intégration en continu, au fil de la lecture, des nouvelles informations dans le savoir préalable (*élaboration*). Lorsque l'apprenant a retenu les principales structures de savoir élaborées et est capable de les restituer, p. ex. par une explication ou un dessin, c'est la preuve qu'il a compris.

La compréhension peut encore être vue d'un autre point de vue. Celui du lecteur qui suit le flux du texte et qui concentre son activité d'apprentissage uniquement sur les moments ou les termes qui perturbent ce flux (lacunes au niveau de la cohérence). Pour combler ces lacunes, le lecteur se servira très souvent d'informations qui ne figurent pas dans le texte, mais que son savoir préalable lui permet de déduire en lisant entre les lignes. La capacité d'intégrer de telles *déductions* dans le processus de construction contribue dans une mesure essentielle à la compréhension. Nous reviendrons sur l'utilité de savoir lire entre les lignes dans le chapitre consacré à la construction d'opérations.

Reconnaître ce qui est important

La grande difficulté de l'apprentissage à partir d'un texte consiste à reconnaître ce qui est *important* ou *pertinent*. L'apprenant normalement constitué procédera sans doute comme suit : après une première lecture pour se faire une *idée générale* du contenu, il lira le texte plus lentement et plus attentivement, et marquera les termes ou les phrases qui lui paraissent importants. Cet *important* est fonction d'une part de l'*objectif* de l'apprentissage (s'agit-il de faire une analyse de texte détaillée, de rédiger un résumé ?) et d'autre part du *savoir préalable*. L'apprenant reconnaîtra les *nouveaux* éléments (notions, corrélations) par comparaison avec ce qu'il sait déjà. Sur la base de ces deux variables que sont l'objectif d'apprentissage et le savoir préalable, il pourra distinguer assez aisément les éléments importants à mettre en relation, synthétiser, structurer et intégrer dans son savoir préalable activé. Souvent aussi, la mise en forme du texte (en gras, en italiques ; titres et sous-titres, etc.) facilite l'identification des éléments importants.

Traiter les éléments de texte marqués

L'étape décisive intervient après cette première activité de lecture et de marquage. Pour être compris et appris, les éléments reconnus comme importants et marqués en tant que tels doivent être *traités* (mis en relation, densifiés et organisés), synthétisés en de *nouvelles unités signifiantes* et intégrés dans les structures de savoir déjà construites et mémorisées.

Contrôler régulièrement la compréhension et la rétention

Après avoir lu une demi-page ou une page (selon la difficulté du texte, de sa densité, de sa nouveauté), il est conseillé de s'arrêter, de lâcher le texte et de se demander: « qu'ai-je lu en somme jusqu'ici ? », question à laquelle on répondra aussitôt par une *auto-explication*.

Cette manière de faire permet de :

- a) contrôler la qualité de la *codification* des éléments marqués (sonorité et graphie des mots, idées associées aux mots-clés, mise en relation explicite avec le savoir préalable) ;
- b) contrôler la *capacité de se rappeler et d'activer* ces éléments ;
- c) contrôler si l'on a bien *compris*.

Ces processus centraux de l'apprentissage à partir d'un texte sont exigeants, mettent les apprenants à forte contribution et prennent du temps. D'où l'utilité de travailler par petites unités de texte. Si l'apprenant se rend compte qu'il n'est pas capable de restituer ce qu'il vient de lire, il lui suffira de revenir un bout en arrière. Il devra aussi se demander pourquoi il arrive à ce résultat médiocre – est-ce un problème de codification, de compréhension ou de rappel, ou une combinaison des trois ? – puis tenter d'améliorer la qualité de ces processus et, au final, du résultat. Cette démarche systématique doit être apprise et entraînée en classe, avec un feedback de l'enseignant, si l'on veut qu'elle devienne un *mécanisme d'autorégulation*. Rappelons le caractère *cyclique* du processus d'apprentissage : en cas de résultats insuffisants, il faut invariablement reprendre le processus, plusieurs fois si nécessaire, jusqu'à l'atteinte de l'objectif visé.

Retenir des éléments de texte sur la durée

En progressant selon les étapes décrites plus haut, l'apprenant comprend ce qu'il lit – le contenu du texte et la signification des notions utilisées – et est capable de le *restituer à court terme*. Ce qui manque encore, c'est la *rétention à long terme*, qui passe par la *consolidation* des structures de savoir construites. Plusieurs méthodes sont possibles : la *prise de notes* (le plus souvent sous forme de mots-clés), la formulation de quelques *phrases marquantes* qui résument le contenu, ou encore une *représentation spatiale* (réseau sémantique, diagramme, carte mentale) des éléments de texte traités et densifiés. Une représentation spatiale de structures de savoir ne doit pas être retenue en tant que telle, mais servir de balise pour retracer le chemin de l'acquisition de savoir. Si l'apprenant est capable de *reconstruire* correctement des contenus à l'aide de structures spatiales, on peut admettre qu'il les a assimilés et compris. La compréhension d'un texte peut aussi être contrôlée par les moyens déjà mentionnés (demander aux apprenants d'expliquer, de donner des exemples, etc.).

Traiter des textes longs

Nous avons parlé en détail des processus partiels à parcourir pour apprendre et retenir le contenu d'un texte. Il nous reste à donner quelques indications

supplémentaires pour le traitement de textes très longs. Il va de soi que la matière d'un manuel entier devra être traitée par portion. La question se pose de savoir comment relier ces portions entre elles et en faire la synthèse. Certains apprenants se serviront pour cela de l'articulation hiérarchique du manuel, p. ex. de la table des matières, des titres et sous-titres, d'autres préféreront utiliser des aides graphiques, comme des schémas, des cartes mentales, etc. Le plus important, pour consolider des matières très vastes, est de procéder au rappel réitéré des structures de savoir densifiées, par la restitution de la table des matières ou de la carte mentale, sans utilisation de « béquilles » (le *rappel libre* est la forme la plus avancée du rappel). Mentionnons encore le rôle crucial d'une *sélection* intelligente. Pour que l'apprentissage soit efficace, il est utile que l'enseignant aide ses élèves à faire cette sélection en fixant des objectifs partiels.

Apprendre avec Internet équivaut souvent à apprendre à partir d'un texte

On néglige souvent le fait qu'*apprendre avec Internet* est en grande partie un *apprentissage à partir de texte*, un état de fait qui a son importance p. ex. lorsque les apprenants doivent faire un travail personnel à la maison. Ils sont nombreux à chercher des informations sur la toile, mais sans forcément réaliser que la mise en valeur de ces informations ne saurait se résumer à de simples « copier-coller ». Il vaut donc la peine de former les apprenants de toutes les filières au bon usage et au traitement intelligent de l'information trouvée sur Internet. Le travail personnel de réflexion *commence* au moment de la recherche de l'information sur Internet :

- 1) quels sont, au juste, les passages à sélectionner et à traiter ?
- 2) quels sont les énoncés-clés de ces passages ?
- 3) comment sont-ils reliés entre eux ?
- 4) comment les synthétiser et, finalement,
- 5) comment rendre l'information retenue en un texte correct et formulé en ses propres termes ?

C'est dire à quel point le travail est exigeant ! Même si l'apprenant a franchi toutes les étapes susmentionnées, il se bornera souvent à imprimer tel quel le résultat de ses efforts. Il pourra alors en faire la lecture mais non pas le présenter librement ; il en aura bientôt oublié le titre, sans parler du contenu. Quel aura été, au final, le bénéfice de l'exercice ? Voilà bien un domaine où il reste beaucoup à faire du point de vue psychodidactique.

Théorie et exemples

Le chapitre 3 explique les fondements théoriques de l'apprentissage à partir d'un texte, quatre exemples à l'appui : « La pression osmotique colloïdale », « Le collage – un texte technique pour la formation de menuisier », « Le franchising » et « La dévaluation du dollar – l'Europe en fait les frais ».

Apprendre à l'aide de visualisations

L'apprentissage à l'aide de visualisations, aujourd'hui « apprentissage multimédia », a une place de choix dans toutes les formations. Il existe de nombreuses possibilités de mettre en scène en classe, notamment par des jeux de rôle, des épisodes de la vie courante ou des situations de travail (conseil et vente à la clientèle, interactions sociales entre collègues, mise en scène de conflits, etc.). Mentionnons également les visites d'entreprises, les excursions, les démonstrations en laboratoire ou en cuisine et autres.

Il s'agit là d'*expériences directes*, qui visualisent des étapes de travail ou des comportements spécifiques, souvent à caractère social et interactif, et qui déclenchent des processus d'apprentissage.

Mais le plus souvent, l'apprentissage à l'aide de visualisations passe par des *expériences iconiques* (du grec εικον = image). Soit des visualisations plus ou moins complexes, censées soutenir le processus d'apprentissage, surtout dans la phase de construction d'un savoir ou d'un savoir-faire, p. ex. des objets d'exposition mais surtout des visualisations animées (films, TV) ou statiques (photographies, dessins), qui reproduisent plus ou moins fidèlement la réalité.

Parlons encore des visualisations de type abstrait, qui n'ont plus grand-chose à voir avec la réalité qu'elles veulent exprimer, p. ex. les symboles et pictogrammes en usage dans la circulation routière, les gares et les aéroports. En font partie aussi les plans techniques, comme ceux utilisés par les polymécaniciens ou les électroniciens, ou encore les graphiques, courants dans de nombreuses professions techniques et économiques (cartes météorologiques, diagrammes, etc.). On parle alors d'*expériences symboliques*.

Apprendre à l'aide de visualisations ne se résume pas à reproduire mentalement ce que l'on voit

Le terme « image » est compris au sens large, incluant aussi bien les expériences iconiques que symboliques

On pourrait penser que les images sont tout simplement la partie *non verbale* dans le processus d'apprentissage. Mais attention ! Si les images sont peut-être plus immédiatement saisies qu'un texte, elles ne *s'impriment pas telles quelles dans l'esprit de l'apprenant*, comme le pensaient les théoriciens anglo-saxons empiristes-sensualistes du 17^e siècle, une idée que les comportementalistes américains continueront de défendre jusqu'au milieu du 20^e siècle. Le fait qu'aujourd'hui encore de nombreux concepteurs de programmes de formation sont fermement convaincus que l'apprentissage sera d'autant plus efficace que l'information est présentée de manière attractive et dynamique montre bien que cette théorie a encore largement cours. Il s'agit là d'une erreur qui peut être lourde de conséquences au plan psychodidactique. En effet, nous le savons aujourd'hui : aussi divertissantes, esthétiquement plaisantes et animées soient-elles, les images ne déclenchent pas forcément les processus déterminants ni ne garantissent le succès de l'apprentissage.

Pour preuve, même si le multimédia est nettement plus utilisé aujourd'hui que par le passé, les résultats des élèves ne semblent pas s'être améliorés pour autant. Les problèmes se posent à deux niveaux :

- d'abord à celui du *traitement* de l'image, qui passe par la question de l'utilité de celle-ci (l'image illustre-t-elle bien la matière ? est-elle vraiment faite pour être lue ? comment la traiter au mieux ? etc.) et du temps à disposition ;
- ensuite à celui de sa *valorisation* ; « lire » une image est une chose, en tirer les informations utiles pour la construction conceptuelle en est une autre. Il s'agit d'intégrer l'information verbale et iconique, puis de construire de nouvelles unités de sens par association avec le savoir préalable.

Au sujet de la « lecture » d'images

« On ne voit que ce que l'on sait ! » - tel était le slogan publicitaire d'une maison d'édition spécialisée dans les guides touristiques. Même s'il schématise fortement le caractère psychoperceptif du traitement d'informations visuelles, cet énoncé se

vérifie. Si l'activité perceptive de l'observateur n'est pas dirigée sur les éléments à traiter dans l'image et si son savoir préalable au sujet de ces éléments n'est pas activé, il « verra » évidemment ce qu'il a sous les yeux, mais sans en saisir l'essentiel. Nous pouvons en déduire ceci :

1. Pour « lire » une image avec profit, il faut que le savoir conceptuel correspondant soit activé. Dans ce sens, le slogan susmentionné fait tilt, car il renvoie à des expériences directes, symboliques (figurales) et iconiques. Qui *ne sait pas* ce que l'image est censée lui suggérer, ne le *verra* pas ni même n'aura l'idée de le *chercher*. Bref, la condition sine qua non pour tirer parti d'une image est l'activation des unités de savoir correspondantes (certains chercheurs parlent de « schèmes »). Ces schèmes vont fonctionner comme une sorte de « moteur de recherche » pour détecter les informations utiles.
2. Il faut encore que les apprenants sachent sur quoi, précisément, concentrer leur attention. Autrement dit, leur activité perceptive doit être dirigée sur les éléments informatifs de l'image. En classe, c'est l'enseignant qui assumera cette fonction de *pilotage de l'attention* en donnant à ses élèves des explications ad hoc. Dans les manuels scolaires, des légendes ou des mises en évidence d'ordre graphique (flèches, emploi de couleurs, etc.) peuvent jouer ce rôle.

Construire des modèles mentaux à l'aide de visualisations

Comme dans l'apprentissage à partir d'un texte, l'apprentissage à l'aide de visualisations passe par la construction de *modèles mentaux* via la *mise en relation*, la *densification* et l'*organisation* d'unités signifiantes. Cette démarche inclut la transformation verbale des informations-images. On comprend dès lors pourquoi le savoir préalable doit être activé : c'est pour que l'information visuelle puisse être reconnue, en partie du moins, et traduite en une information verbale, plus facile à manier et à traiter. De la sorte, des modèles mentaux sont échafaudés qui synthétisent les trois formes d'information, *verbale*, *iconique* et *figurale (symbolique)* – nous en avons déjà parlé au chapitre de l'apprentissage à partir d'un texte. (Mentionnons encore les informations qui ne peuvent être verbalisées, mais qui ont tout à fait leur place dans un modèle mental, p. ex. une odeur, un bruit, une texture, etc., et qui pourront être reconnues en tant que telles par la suite.)

Travailler avec des visualisations est une méthode qui séduit de nombreux élèves. Mais pour que l'exercice soit efficace, il est impératif que les deux conditions décrites plus haut soient remplies. On y pensera plus spécialement lors de l'emploi d'un matériel visuel abondant, comme des séries de transparents et des présentations power point, et plus encore, de visualisations animées (vidéo, film, DVD, etc.). Sachant avec quelle désinvolture l'actuelle génération de « zappeurs » utilise le visuel, il est d'autant plus important de rendre attentif, en classe, à un usage intelligent de l'image.

Apprendre avec des transparents power point – maux et remèdes

Exit le tableau noir ! Aujourd'hui, on se sert copieusement du rétroprojecteur (transparents, présentation power point) pour présenter la matière. Nous rappelons nos réflexions précédentes : pour que l'apprenant puisse tirer profit de ce type de présentations, il doit y être dûment préparé (*activation du savoir conceptuel préalable, pilotage des activités perceptives* sur les informations à traiter). Les enseignants qui travaillent avec de tels supports ont tendance à donner trop d'informations à la fois, au risque de surcharger la mémoire de travail des élèves. La présentation est trop rapide ou trop dense, empêchant un traitement réfléchi de la

matière. Aussi bien conçue soit-elle sur le plan graphique, elle ne saurait garantir en tant que telle la construction cohérente de structures de savoir et leur consolidation. Au contraire : souvent trop foisonnante, elle *entrave* l'échafaudage progressif des structures de savoir. Seuls remèdes :

- a) réduire massivement le nombre de transparents ;
- b) sélectionner les éléments (verbaux *et* iconiques) importants pour le processus de construction et
- c) intercaler des répétitions ciblées (variantes d'exercices) pour consolider l'appris.

Visualiser à l'aide de fiches de travail

Les mêmes conditions (voir plus haut les points 1 et 2) s'appliquent aux fiches de travail, qui sont d'ailleurs souvent des copies des transparents présentés. Pour la deuxième condition (pilotage de l'activité perceptive), redisons-le haut et fort : l'aspect *optique* des fiches de travail ne fait pas tout. Certes, une présentation élégante, une impression de bonne qualité, des illustrations contrastées, etc., facilitent la lecture de l'information visuelle, mais à la seule condition que l'apprenant sache sur quoi diriger son attention et son activité de traitement. Des légendes ou des aides visuelles (flèches, couleurs, etc.) directement reportées sur une fiche seront à cet égard nettement plus efficaces que l'esthétique.

Les représentations visuelles tirées du savoir préalable

Le travail avec des images demande que l'on aborde également le phénomène des *représentations visuelles individuelles*. Dans tous les processus d'apprentissage, de telles représentations visuelles, plus rarement auditives ou gustatives, entrent en jeu. Nous l'avons déjà vu : en construisant un nouveau savoir conceptuel à l'aide des explications de l'enseignant ou de la lecture d'un texte, l'apprenant va associer les nouvelles informations qu'il entend ou qu'il lit avec ce qu'il sait déjà. Souvent, *le savoir préalable* est activé sous forme d'*impressions visuelles*. L'intégration de la nouvelle information va passer par le filtre de ces impressions qui illustrent et enrichissent les processus de l'apprentissage et de la mémorisation et qui préparent le terrain pour la rétention de la signification. De telles impressions viennent régulièrement à l'esprit de l'apprenant, car la plupart des éléments verbaux (substantifs, verbes, adjectifs) évoquent pour ainsi dire automatiquement des images. Une double codification de l'information aura lieu, verbale *et* figurale, qui favorise la mémorisation.

La simulation mentale d'images statiques

Que ce soit dans des métiers artisanaux ou dans des professions académiques, on travaille couramment avec des visualisations : planches anatomiques, diagrammes, plans de commande, graphiques de fonctions, etc. De telles images montrent le plus souvent des *instantanés* de déroulements ou de processus plus longs. Pour comprendre ces déroulements ou processus (fonctionnement d'un organe humain ou d'une machine), il faut être capable de les déduire de la représentation statique, autrement dit être capable de *dynamiser* celle-ci. Ce qui nous ramène à la *représentation visuelle*. Sous la conduite de l'enseignant, les élèves apprennent à mouvoir mentalement tel ou tel élément d'une représentation statique, p. ex. faire tourner la came d'un moteur, actionner un piston ou un vérin, ouvrir ou fermer une valve cardiaque, etc. Ils vont d'abord retenir ces mouvements de manière schématique, puis les *simuler mentalement*. Sans recours à une quelconque animation extérieure, ils assimileront la dynamique de mouvements réels de manière purement mentale, ce qui va contribuer dans une mesure essentielle à la

compréhension d'un fonctionnement et de sa signification. Entraîner la simulation mentale de mouvements à partir d'images statiques, c'est entraîner une compétence essentielle dans l'emploi de visualisations.

Plus une visualisation est dynamique, meilleur sera son effet pour l'apprentissage – vraiment ?

La matière à apprendre est souvent un fonctionnement, une suite de mouvements ou une série de manipulations, p. ex. le mouvement d'un rouage ou d'un entraînement en mécanique, la pulsation cardiaque ou la musculature articulaire dans le domaine anatomique, ou encore l'enchaînement de diverses manipulations dans le domaine artisanal. Avoir l'occasion de *voir* ces processus en vrai, en suivant une démonstration ou en visionnant un DVD, est évidemment fort utile et les *visualisations dynamiques* sont d'ailleurs un moyen d'enseignement très répandu. Mais il est absolument illusoire de croire que plus une visualisation animée est attrayante, colorée et riche en contrastes plus l'apprentissage sera efficace. L'apprenant qui voit pour la première fois projetée à l'écran une machine à commande pneumatique en action sera inmanquablement dépassé par la quantité d'informations visuelles. Il sera peut-être intéressé, voire fasciné, mais cela ne suffit pas pour assurer la compréhension. À peine a-t-il saisi le mouvement de telle ou telle pièce de la machine qu'il doit se focaliser sur l'image suivante et essayer de la comprendre, la présentation avançant inexorablement. La gymnastique mentale requise pour suivre une visualisation dynamique sollicite fortement le système de traitement de l'information de l'apprenant, aussi intéressé et bien disposé soit-il. Pour que l'apprentissage à l'aide d'une visualisation animée soit efficace, deux conditions essentielles doivent être remplies :

1. L'apprenant doit disposer d'un savoir conceptuel solide sur ce qui est montré. Pour l'exemple susmentionné de la machine à commande pneumatique, cela veut dire qu'il doit connaître et se rappeler les noms des pièces fixes et mobiles de la machine (nous avons déjà parlé des *sous-routines* qui assurent l'accès rapide au savoir mémorisé), ainsi que leurs fonctions respectives, représentées par des symboles. Savoir comment s'appelle une pièce et quelle est sa représentation symbolique ne sert pas à grand-chose si l'apprenant doit à chaque fois reconstruire son savoir sur la fonction de cette pièce. Pendant cet exercice laborieux, la présentation continue et le système cognitif de l'apprenant risque fort d'être mis en échec. Dans ce cas, il faut arrêter la présentation et ne la reprendre qu'une fois le savoir utile présent à l'esprit. Sans sous-routines conceptuelles qui permettent à l'apprenant de reconnaître les pièces, de comprendre leur fonction, mais aussi d'anticiper ce qui va suivre, l'exercice sera vain.
2. Même si son savoir conceptuel est activé à un niveau élevé, l'apprenant aura de la peine à suivre une visualisation dynamique si son activité perceptive n'est pas dirigée sur l'essentiel.

Personne ne contestera que des visualisations animées ou dynamiques puissent être d'un grand secours. Mais même si les programmes sont interactifs et que le déroulement des séquences visuelles peut être ralenti et stoppé, le danger demeure d'une surcharge cognitive, notamment parce que l'utilisation du programme lui-même demande des capacités de traitement de l'information et donc de mémorisation. D'où l'importance d'entraîner cette utilisation jusqu'au stade de l'automatisation (sous-routine) si l'on veut que de tels programmes aient un effet positif en termes d'apprentissage.

Théorie et exemples

Le chapitre 4 présente les bases théoriques de l'apprentissage à l'aide de visualisations et donne sept exemples ; deux se rapportent à des images dynamiques (« Le cœur pulsant », « Apprentissage assisté par DVD – visualisation animée de pistons et de soupapes »), les cinq autres à des images statiques (« Qui paie l'impôt sur la cigarette », « L'effet de serre – comment désapprendre des structures de savoir incorrectes et en apprendre des correctes », « Le cœur – construction d'un modèle mental du cœur et de la circulation sanguine » et « Comprendre un schéma de commande pneumatique »).

L'apprentissage de séquences d'actions et l'élaboration de scénarios

Apprendre des séquences d'actions (mouvements, gestes, manipulations, etc.) fait partie intégrante de toute formation. Il est donc intéressant d'analyser comment se déroulent les processus de construction et de consolidation dans ce type d'apprentissage. Nous savons déjà que l'acquisition de compétences à première vue purement pratiques et manuelles passe par la construction d'un savoir conceptuel et procédural ad hoc. Nous allons même voir que le travail *manuel* est dans une large mesure un travail de *tête*, ce qui se manifeste surtout dans la première phase de l'apprentissage.

Construction conceptuelle – mise en forme – automatisation

L'apprentissage d'une suite de gestes et de manipulations, qu'il s'agisse de l'assemblage des pièces d'un moteur, du dédouanement d'une marchandise ou d'une mesure thérapeutique, commence invariablement par la construction consciencieuse des gestes et manipulations individuels puis de leur enchaînement correct. La toute première phase de cet apprentissage est *conceptuelle*, fondée sur les explications de l'enseignant. Une fois assimilés au niveau cognitif, les segments d'action sont exécutés et mis en relation, formant des chaînes toujours plus longues. Nous savons déjà que des mises en relation très nombreuses chargent la mémoire et doivent être condensées. C'est le cas également dans le domaine moteur : les segments d'une action ou d'un mouvement sont synthétisés en une action ou un mouvement global (rappelons les « paquets » de savoir évoqués en rapport avec l'apprentissage conceptuel) pour faciliter la rétention et le rappel.

Avec de l'entraînement, les processus de mise en relation et d'enchaînement des actions ou mouvements partiels vont gagner en fluidité ; ils vont devenir des *procédures* d'action. On appelle d'ailleurs savoir *procédural* le savoir qui pilote le déroulement d'actions. Il reste à automatiser les procédures apprises, ce qui va déboucher sur des *sous-routines* que l'on pourra facilement réactiver et utiliser dans les situations les plus diverses.

Le *processus de construction* passe par trois phases qui seront consolidées au fur et à mesure :

1. La phase des explications et de l'exécution consciencieuse des segments qui composent la séquence d'actions (construction de savoir conceptuel). Elle demande une très grande concentration ; le contrôle de l'exécution est encore fortement piloté *verbalement*.
2. La phase de la mise en relation des segments. L'enchaînement sera toujours plus fluide et finira par être « procéduralisé ». Le savoir procédural qui guide l'exécution des segments d'action demande moins d'attention et le pilotage verbal se concentre sur le *déclenchement contrôlé* de séquences plus grandes.

3. La phase de l'automatisation, caractérisée par le moindre besoin de concentration et de pilotage verbal. Le déroulement de l'action est devenu une sous-routine et ne demande pratiquement plus d'effort conscient. Tout le monde en connaît des exemples. Au volant d'une voiture, par exemple, on change de vitesse, on s'engage dans une présélection et on freine pour ainsi dire mécaniquement, ce qui permet de concentrer une grande partie de son attention sur la discussion avec le passager sans « perdre les pédales ». Mais lorsque le trafic se fait plus dense ou que le brouillard diminue la visibilité, on va se focaliser à nouveau entièrement sur la conduite elle-même et interrompre la discussion.

Scénarios et programmes moteurs

Au plan de la psychologie de la mémoire, l'apprentissage d'une séquence d'actions porte sur un déroulement, sur le film de l'action pourrait-on dire. Concrètement, au lieu de construire des réseaux sémantiques ou des modèles mentaux (cf. apprentissage conceptuel et à partir de textes), l'apprenant va construire et apprendre des scénarios ou, lorsqu'il s'agit d'activités motrices typiques, des *programmes moteurs*.

Le pilotage de séquences d'actions et de compétences motrices

Nous avons vu plus haut que les segments d'un déroulement moteur étaient reliés entre eux au fur et à mesure. Vu de l'extérieur, le processus ressemble à une succession de gestes et de manipulations. Comment est-il piloté ? Pendant longtemps, on pensait que les actions formant la séquence s'enchaînaient pratiquement d'elles-mêmes, l'une déclenchant la suivante et ainsi de suite, l'enchaînement réussi renforçant le succès de l'apprentissage. Or, en observant des personnes qui effectuent une série de manipulations ou de mouvements, on voit qu'elles ne font pas qu'additionner de petites unités d'action comme on enfile des perles sur un collier, mais qu'elles procèdent de manière systématique, suivant la logique interne du déroulement complet de la manipulation ou du mouvement. En fait, les segments sont reliés selon un *programme* précis, une sorte de grammaire sous-jacente. Pour donner un exemple : si une erreur survient dans l'entraînement d'une suite de mouvements, l'exécutant ne va pas forcément reprendre à l'endroit même de l'erreur, mais plus en amont, au début de l'ensemble cohérent de mouvements dans lequel l'erreur s'est produite. C'est bien la preuve qu'*un* segment d'action n'appelle pas automatiquement le segment suivant, etc., jusqu'à la complétion de l'ensemble. Plutôt, l'apprenant va d'abord mettre en relation plusieurs unités partielles, les synthétiser ensuite en des unités plus grandes et finalement les condenser en un tout. Pour résumer ce qui précède : le pilotage de déroulements d'actions et d'activités motrices est d'ordre hiérarchique et grammatical.

Les considérations qui précèdent se fondent sur la « théorie de l'action » développée dans la deuxième moitié du 20^e siècle. Cette théorie démontre que l'apprentissage d'un comportement ne suit pas un enchaînement linéaire de stimuli et de réactions (ce qui, nous l'avons vu, était la thèse défendue par les comportementalistes américains), mais qu'il s'appuie sur un modèle comportemental avec un système de pilotage intégré, en l'occurrence un feedback en boucle, qui permet de vérifier le comportement quant à sa justesse et de le rectifier au besoin. Une théorie qui se vérifie clairement ici : le comportement en construction est sans cesse comparé au comportement visé et modifié ou corrigé selon le feedback (but atteint, but non encore atteint ?) jusqu'à l'atteinte du comportement-cible.

L'exercice fait le maître !

Personne ne niera que l'exercice répété, a fortiori l'entraînement réfléchi et conscient, est un excellent moyen de consolider l'appris. Malheureusement, la répétition est souvent déconsidérée, taxée de méthode désuète, de « drill » inutile. Pourtant, certains déroulements nécessitent un très grand nombre de répétitions jusqu'à ce qu'ils soient correctement procéduralisés et finalement automatisés. D'un autre côté, répéter un déroulement automatisé depuis longtemps, ou le faire sans variation, n'est effectivement guère utile.

Un *entraînement réfléchi* est un entraînement *adaptatif* et *autorégulé* jusque dans ses plus petites variations. Adaptatif veut dire que l'apprenant sait où il en est dans l'acquisition d'une séquence d'actions ou d'une compétence motrice et s'*adapte* en conséquence, p. ex. en se concentrant sur la répétition de tel geste ou de telle compétence partielle. Autorégulé veut dire qu'il sait planifier, concevoir et évaluer lui-même son entraînement et les résultats de celui-ci.

L'apprentissage par observation et imitation d'un modèle – une forme spéciale d'apprentissage de déroulements d'actions et de compétences motrices

Certains comportements, certaines séquences d'action, ne sont pas faciles à expliquer verbalement. L'enseignant dira p. ex. à ses élèves : « C'est *comme ça* qu'il faut faire » en les invitant à regarder attentivement ce qu'il montre. Nous parlons d'apprentissage par observation et imitation d'un modèle (l'enseignant, l'expert) ou, dans le jargon de la branche, d'apprentissage vicariant. Un grand nombre de connaissances et de compétences sont acquises de la sorte. Encore faut-il que le modèle montre très clairement ce qui doit être appris et que l'apprenant suive de très près la démonstration. Le comportement démontré doit en outre être probant, à défaut de quoi il sera certes observé mais pas assimilé ni imité. À quoi sert en effet de reprendre un comportement qui ne promet rien de bon !

Théorie et exemples

Le chapitre 5 présente les fondements théoriques les plus récents relatifs à l'apprentissage de séquences d'actions et de compétences motrices, ainsi qu'à un entraînement efficace, adaptatif et autorégulé de ces compétences. Cinq exemples illustrent cette partie théorique : « Travailler au PC ; sélectionner des passages de texte », « Mesure de la pression sanguine – plus qu'une compétence motrice manuelle », « Apprentissage moteur – mobilisation des vertèbres cervicales », « Travail manuel à la machine – fraisage conventionnel d'une coulisse » et « Scénario pour la confection d'une robe ».

Apprendre à résoudre des problèmes : construction d'opérations et maniement de formules

Jusqu'ici, nous avons parlé de la construction de concepts et de modèles mentaux, avec et sans visualisation, ainsi que de l'apprentissage de séquences d'actions et de compétences motrices. Il nous reste à présenter la construction d'opérations.

Les opérations

La résolution de problèmes (problèmes de mathématique ou de physique, calcul commercial) demande une autre sorte de savoir qu'il importe de construire et de consolider : un savoir opératif. La connaissance des quatre opérations élémentaires – addition, soustraction, multiplication, division – fait partie du bagage de tous les élèves d'école professionnelle. À un niveau de formation plus avancé, s'y ajoutent

des opérations plus complexes comme le calcul de la racine carrée et des puissances, les différentielles et les intégrales, les opérations trigonométriques, etc. Toutes ces opérations forment des systèmes interactifs, des réseaux numériques ou arithmétiques-mathématiques, ce qui permet le rapprochement avec les réseaux du savoir conceptuel ou procédural que nous connaissons déjà.

À la base de toute opération, il y a une action

Les opérations doivent être construites au même titre que les concepts ou notions. Mais elles ont ceci de particulier qu'elles sont à l'origine des *actions*. Pour reprendre les termes de Piaget : les *opérations sont des actions intériorisées devenues entièrement mobiles et réversibles*. L'opération arithmétique élémentaire qu'est l'addition, par exemple, dérive de l'action concrète de mettre ensemble plusieurs choses, et la multiplication, de celle de prendre plusieurs fois une chose ou un ensemble de choses. Avec le temps, on oublie ces actions « originelles » parce qu'elles ont été entièrement intériorisées et on ne se concentre plus que sur les chiffres et les signes. Si on le veut ou si la situation le commande, il suffit de les réactiver mentalement. Elles sont en outre réversibles en ce sens qu'elles peuvent être annulées si nécessaire : l'addition par la soustraction, la multiplication par la division. Ces mises en relation fondent les systèmes évoqués plus haut d'actions mobiles intériorisées. Les opérations sont les outils techniques pour la résolution de problèmes. Savoir les manier ne veut pas encore dire être capable de résoudre un problème donné, mais libère des ressources précieuses pour ce faire, plus précisément pour se concentrer sur les données essentielles de l'énoncé.

Les sous-routines opératives

L'importance de savoir manier avec aisance des opérations arithmétiques et mathématiques se manifeste clairement lorsque les élèves n'avancent pas dans la résolution d'un problème parce qu'ils butent contre des opérations en soi élémentaires : diviser ou multiplier une fraction, poser des formules algébriques, résoudre une équation à une inconnue, manier des facteurs ou des coefficients, etc. La mémoire de travail est alors tellement sollicitée par la gestion de ces petits écueils qu'il ne reste plus de ressources pour résoudre le problème. Comme le lecteur débutant qui surmène à ce point sa mémoire de travail en épelant laborieusement chaque mot qu'il n'est plus capable en fin de compte de se rappeler ce qu'il a lu.

Nous pouvons en déduire que les opérations mathématiques (algébriques et arithmétiques) doivent être soigneusement construites et consolidées, devenir routinières, rapidement et facilement accessibles ; des ressources sont alors libérées pour résoudre le problème lui-même. Des questions très simples – que savons-nous, que cherchons-nous, comment y arriver, etc. – permettent de structurer le devoir à faire et de baliser le chemin vers la solution. Une telle démarche, fort utile pour certains élèves, ne convient cependant que pour des problèmes relativement faciles. Sinon, d'autres approches s'imposent.

Comprendre l'énoncé, une condition sine qua non pour résoudre le problème

Les problèmes de mathématique ou de physique sont généralement formulés en un texte (énoncé). La première étape de leur résolution consiste donc à comprendre les énoncés. Rapide coup d'œil dans le rétroviseur sur le chapitre consacré à *l'apprentissage à partir d'un texte*. Les énoncés sont en effet des textes comme les autres, qui doivent être traités et compris et dont il importe surtout de dégager l'*essentiel*. Cet essentiel figure généralement noir sur blanc dans l'énoncé. Mais il

faut également être capable de lire entre les lignes pour compléter au maximum la base des données utiles. Certaines choses évidentes qui ne figurent pas dans le texte doivent néanmoins être présentes à l'esprit pour pouvoir avancer, p. ex. le fait qu'une minute compte 60 secondes, que l'année comptable comporte le plus souvent 360 jours (et non 365 ou 366), qu'un millimètre est un millième de mètre, etc.

Il arrive que les données explicites et implicites d'un problème ne permettent toujours pas de « voir » clairement ce problème et la voie vers la solution. Faire le lien avec l'apprentissage à partir d'un texte peut s'avérer fort utile. Nous avons vu que la lecture d'un texte technique débouchait sur la construction d'un *modèle mental*. À la lecture de l'énoncé d'un problème de mathématique ou de physique, l'apprenant va construire un *modèle de situation* qui comporte des données chiffrées et des systèmes d'action. Il devra en dégager les opérations mathématiques à faire pour cheminer vers la solution, en s'aidant des éléments et des relations qui y sont contenus. C'est dire l'importance d'un modèle de situation *cohérent*. Lorsque les opérations ont été identifiées, il ne « reste plus » qu'à activer les sous-routines opératives déjà évoquées pour les exécuter. Le résultat devra être interprété en se référant une nouvelle fois au modèle de situation, étape qui trouvera souvent son expression dans une phrase-réponse. Le problème peut alors être considéré comme résolu.

Les modèles de situation construits à l'aide des données de l'énoncé peuvent être relativement compliqués. Dans ce cas, on subdivisera le problème en plusieurs problèmes partiels que l'on résoudra l'un après l'autre, puis on synthétisera les solutions partielles en une solution globale.

Le maniement de formules dans la résolution de problèmes

En mathématique, en physique et en calcul commercial, la résolution de problèmes passe souvent par l'emploi de formules plus ou moins complexes. Les formules expriment des rapports entre différents ordres de grandeur. Ces rapports se fondent sur des opérations et peuvent être ramenés à des actions qui, en raison justement de l'expression complexe des formules, ne sont pas toujours faciles à cerner. Or il est indispensable de comprendre lesdits rapports pour résoudre les problèmes. Cette compréhension est développée en classe, au moment de la construction et de la consolidation du modèle mental des termes d'une formule (p. ex. la vitesse, la tension ou la puissance.). À la différence des notions que nous avons vues au chapitre de la construction conceptuelle (le testament, les polymères, la mole, etc.), apprises à l'aide de connaissances tirées du savoir courant, des notions comme la vitesse ou la tension se construisent sur la base de conceptualités physiques-mathématiques et de la connaissance des phénomènes correspondants.

Mentionnons par exemple la résistance électrique, caractérisée par la proportionnalité entre tension et intensité de courant. Le domaine physique-mathématique ne saurait se suffire d'explications conceptuelles ; il commande des actions et des expériences concrètes. L'*abstraction* de ces actions et expériences au sens piagétien, p. ex. un procès-verbal d'expérience sous forme de tableau, permet ensuite de mettre en évidence les rapports contenus dans la formule et de les faire comprendre. Les actions à la base de la formule ne s'y retrouvent plus qu'à l'état végétatif pourrait-on dire, alors que les rapports entre les termes demeurent bien vivants en ce sens que l'on reconnaît immédiatement l'effet de la modification d'un terme sur un autre.

Pour bon nombre d'apprenants, la résolution d'un problème de physique se résume à la question de la bonne formule à utiliser. Ils auront tendance à procéder par essai et erreur, en prenant une formule au hasard et en la testant sur les données du problème. Cette démarche n'est évidemment pas la bonne et ne saurait mener à une solution satisfaisante. Comment amener les apprenants à résoudre un problème pas à pas et en droite ligne, sans s'égarer dans des chemins de traverse ? Ici encore, la qualité du modèle mental échafaudé en classe (sur la tension, l'intensité de courant, la résistance, etc.) va être déterminant. Lorsque les paramètres du modèle mental sont mis en relation avec les termes de la formule, des sous-routines opératives entrent en jeu, qui ont été développées bien en amont, p. ex. la multiplication ou la division des deux côtés de la formule par le même terme, le maniement de doubles fractions, la réduction des termes d'une équation, etc. L'apprenant doit pouvoir exécuter ces opérations élémentaires avec aisance afin d'avoir suffisamment de ressources à disposition pour résoudre le problème en soi. Une fois le résultat trouvé, il doit encore l'interpréter sur la base du modèle de situation et l'exprimer verbalement (énoncé).

Les opérations spatiales, qui présupposent une bonne cognition de l'espace, sont une pierre d'achoppement pour de nombreux élèves. C'est la capacité de penser en termes d'espace qui pilote des activités telles que la conception de bâtiments, la construction d'appareils, etc. Les opérations spatiales se fondent sur des actions et la coordination de celles-ci ; elles sont des systèmes d'actions spatiales devenues entièrement mobiles. Consacré aux développements géométriques requis pour construire une hotte d'aspiration, le tout dernier exemple analyse par le menu les processus d'apprentissage ad hoc.

Théorie et exemples de cas

Le chapitre 6 traite de la résolution de problèmes, de la nature des opérations et de l'utilisation de formules. Les situations d'apprentissage qui servent à expliquer les fondements théoriques ad hoc portent sur le calcul de pourcentage (« Alcool à 72% – apprendre à partir de problèmes déjà résolus »), la trigonométrie (« Opérations trigonométriques en mécanique »), l'algèbre linéaire (« Équation d'une droite – comprendre les fonctions ») et le calcul commercial (« Calcul du salaire », « Calcul de rendement » et « Réserves latentes »). Deux cas finalement sont consacrés à des opérations dans l'espace : « Opérations spatiales – l'exemple du parallélépipède » et « La hotte d'aspiration – développements géométriques »).

La motivation d'apprendre

Les nombreux enseignants consultés confirment que la compréhension des processus de l'apprentissage permet effectivement de stimuler la capacité d'apprendre des élèves. Par contre, ils se heurtent régulièrement au manque de motivation et de persévérance des élèves.

Le premier chapitre est en large partie consacré à la *motivation*, plus spécialement à la *motivation d'apprendre*, et ce thème est repris dans l'après-propos du point de vue du rôle de l'enseignant. L'enseignant n'a pas à répondre de la motivation des apprenants. Sa tâche consiste à mettre en route, accompagner et évaluer les processus d'apprentissage, ainsi qu'à exiger des apprenants qu'ils fassent des efforts. En tant que coach, il lui incombe de s'assurer que les élèves travaillent de manière responsable et autonome, le but étant qu'ils acquièrent un savoir et un savoir-faire par des processus de construction et d'élaboration autopilotés, seuls

garants d'un apprentissage durable. Il en va en fin de compte d'apprendre à apprendre, une compétence essentielle et explicitement mise en exergue dans la nouvelle loi sur la formation professionnelle.