

LES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE DU DOMAINE COGNITIF

(Gracieuseté des Presses internationales Polytechnique, Chapitre 2, La préparation d'un cours)

Bien que la liste des sujets établie par le professeur constitue un bon outil de planification, elle ne permet pas d'identifier les actions que les étudiants seront en mesure d'accomplir au terme de leurs apprentissages, ni les performances qu'ils pourront réaliser.

C'est grâce à la formulation des objectifs du cours que le professeur va pouvoir déterminer ces aspects avec précision.

Dans ce chapitre, nous définissons d'abord les deux principaux types d'objectifs auxquels on recourt dans le domaine de l'éducation: les objectifs généraux et les objectifs spécifiques¹.

Nous montrons ensuite que la formulation des objectifs est une démarche progressive qui va du général au particulier.

Après quoi, nous montrons comment le professeur peut rédiger des objectifs d'apprentissage et nous fournissons de nombreux exemples d'objectifs généraux et d'objectifs spécifiques.

Enfin, nous montrons que les objectifs ne sont pas tous de même niveau, c'est-à-dire qu'il existe une gradation entre des objectifs simples et concrets et des objectifs complexes et abstraits.

2.1 Définitions

Globalement, et par analogie, on peut dire qu'un objectif est une sorte de cible à atteindre.

Les cibles d'un cours — les *objectifs* de ce cours — sont en fait les apprentissages que le professeur se propose de faire réaliser par les étudiants dans le cadre d'un corpus de connaissances donné.

Nous allons définir ici les deux principaux types d'objectifs, à savoir les *objectifs généraux* et les *objectifs spécifiques*.

Objectifs généraux. Un objectif général est un énoncé grâce auquel le professeur exprime une intention éducationnelle abstraite, énoncé qui lui permet de décrire globalement l'ensemble des changements durables (cognitifs, affectifs ou psychomoteurs) qu'il souhaite voir se produire chez des étudiants durant un cours. L'énoncé d'un objectif général coiffe les énoncés des objectifs spécifiques qui en découlent ou sert de point de départ à leur formulation.

Objectifs spécifiques. Un objectif spécifique est un énoncé, aussi précis que faire se peut, grâce auquel le professeur décrit, dans les limites d'un thème $\frac{3}{4}$ ou d'un chapitre $\frac{3}{4}$ de cours, ce à quoi les étudiants doivent parvenir pendant une situation d'apprentissage ou à la suite de celle-ci. Un objectif spécifique permet de faire le lien entre un sujet donné et la performance que va réaliser l'étudiant.

1. Même si, dans d'autres écrits relatifs aux objectifs d'apprentissage, les auteurs proposent une hiérarchie plus complexe de ces derniers, (finalités, buts, objectifs généraux, objectifs spécifiques, objectifs terminaux, objectifs intermédiaires, etc.) nous nous contenterons ici, pour conserver à notre ouvrage son caractère de simplicité, de traiter de la formulation des *objectifs généraux* et des *objectifs spécifiques*.

2.2 Principaux avantages de la formulation des objectifs

Le fait de formuler des objectifs offre de nombreux avantages sur le plan pédagogique, car cette opération oblige le professeur qui veut être congruent à :

- 1° *annoncer* clairement ces objectifs;
- 2° *concevoir* des activités d'enseignement ou d'apprentissage qui permettent de les atteindre;
- 3° *évaluer* uniquement les activités qu'il a annoncées et fait mettre effectivement en pratique.

Le premier avantage, donc, c'est que le professeur *peut parler du cours de façon claire, nette et précise*, étant donné que les objectifs lui permettent de préciser, en plus de la nature des sujets, celle des apprentissages qu'il attend des étudiants.

Le deuxième avantage, c'est que le professeur *doit choisir uniquement des méthodes d'enseignement qui permettent d'atteindre les objectifs visés*; il serait en effet aberrant qu'il utilise une méthode permettant d'atteindre des objectifs étrangers aux objectifs retenus.

Enfin, le dernier, et le plus important, de ces avantages, c'est que le professeur *doit établir une relation directe entre les objectifs spécifiques et l'évaluation des apprentissages*. Ainsi, lorsqu'il a rédigé des objectifs spécifiques, il a par le fait même précisé la nature des questions d'examens ou celle des critères d'évaluation d'un travail donné. Il peut alors affirmer clairement aux étudiants: «Voici ce que vous devriez pouvoir faire — les objectifs — pour répondre correctement aux questions de l'examen.» ou: «Voici les critères que je respecterai lorsque je corrigerai vos travaux et les évaluerai.»

On le voit, les objectifs sont à un cours ce que les fondations sont à un édifice. La formulation des objectifs oblige le professeur à rendre cohérents les trois principaux éléments constitutifs de son cours: les objectifs, les méthodes d'enseignement et les moyens d'évaluation. Il faut en effet qu'il y ait une adéquation parfaite entre les objectifs poursuivis, la façon dont on les poursuit et la façon dont on évalue leur atteinte.

2.3 Processus de rédaction des objectifs

La rédaction des objectifs repose sur un processus au cours duquel le professeur *réfléchit* à la nature des apprentissages qu'il veut faire réaliser par les étudiants, toujours dans le cadre d'un corpus de connaissances données, bien entendu.

Lorsqu'on réfléchit, on adopte le plus souvent une démarche par laquelle on identifie *d'abord* les idées générales qu'on détaille ensuite, progressivement, en idées secondaires.

Lorsqu'on rédige les objectifs d'un cours, on procède également du général au particulier — du moins précis au plus précis — en réfléchissant: 1. aux objectifs généraux; 2. aux objectifs spécifiques.

D'après le tableau 2.1, qui présente cette démarche de façon schématique, on constate qu'un cours est un ensemble qui correspond à la somme des objectifs qu'on cherche à faire atteindre par les étudiants. On rédige d'abord les objectifs les moins précis — et les plus abstraits —; ce sont les *objectifs généraux*, qui décrivent les changements globaux (cognitifs, affectifs ou psychomoteurs) qu'on souhaite voir se produire chez les étudiants. Les objectifs généraux coiffent l'ensemble des *thèmes* identifiés par le professeur. Habituellement, un, deux ou trois énoncés suffisent pour décrire ces intentions générales. Le nombre de thèmes d'un cours varie bien sûr d'un cours à l'autre (chap.1).

Ensuite, pour chacun des thèmes abordés dans le cours, on procède à la rédaction des *objectifs spécifiques*, qui précisent le sens des objectifs généraux. Ils permettent d'énumérer, de la façon la plus précise possible, les actions ou les apprentissages associés à chaque thème du cours. Le plus souvent, le nombre des objectifs spécifiques associés à un thème varie de un à six.

2.4 Rédaction des objectifs généraux

Un objectif général est un énoncé court — de une à trois lignes —, formulé du *point de vue du professeur* et qui commence par un *verbe*.

On peut facilement formuler le ou les objectifs généraux relatifs à un cours en complétant la phrase introductive suivante:

le cours xxx vise à...

Pour compléter une telle phrase, on recourt souvent à des énoncés qui commencent par des verbes ou des expressions verbales générales, comme:

- initier les étudiants à ...
- familiariser les étudiants avec ...
- sensibiliser les étudiants à...
- faire découvrir...
- rendre les étudiants conscients de ...
- rendre les étudiants aptes à ...
- développer l'aptitude à ...
- compléter la formation de base en ...

Exemple 2.1 Objectifs généraux

Le cours «Éléments de conception assistée par ordinateur» vise à:

- *rendre l'étudiant apte* à concevoir systématiquement des pièces mécaniques dans un contexte de CAO;
- *Le rendre apte* à interagir avec des logiciels d'analyse mécanique et, éventuellement, des logiciels de fabrication assistée par ordinateur (FAO).

Le cours «Calculs des réacteurs chimiques» vise à:

- *faire acquérir* des connaissances de base en cinétique chimique;
- *expliquer* la conception de divers types de réacteur (en cuvette, C.S.T.R. et tubulaire);
- *rendre l'étudiant apte* à choisir le type de réacteur approprié à une situation donnée, soit en fonction du rendement, soit en fonction de la conversion.

Le cours «Méthodologie des projets d'ingénierie et communication» vise à:

- *donner à l'étudiant un aperçu* théorique et pratique du travail d'un ingénieur de projets;
- *lui donner un aperçu* des exigences en matière de communication écrite et orale sous-jacentes à la profession.

Le cours «Applications numériques en génie mécanique» vise à:

- *initier l'étudiant* aux principes de base des méthodes d'éléments finis et de différences finies, afin de le préparer à des cours plus spécialisés dans le domaine;
- dans une moindre mesure, *fournir à l'étudiant* quelques notions relatives à l'analyse des signaux et à la réponse en fréquence d'un système linéaire.

Les énoncés d'objectifs généraux présentés ci-dessus décrivent les intentions, *en termes de formation*, des professeurs responsables des cours en question. C'est pourquoi ces objectifs n'expriment que de façon peu spécifique les intentions des professeurs et qu'ils peuvent être sujets à interprétation. En fait, c'est la rédaction des objectifs spécifiques qui permet aux professeurs de préciser le sens des objectifs généraux du cours.

2.5 Rédaction des objectifs spécifiques

Un objectif spécifique est également un énoncé court — de une à trois lignes —, mais formulé cette fois du *point de vue* de l'étudiant et qui commence par un *verbe d'action*.

On rédige les objectifs spécifiques en pensant à ce que *l'étudiant devra être capable de faire* pour atteindre les objectifs généraux, alors qu'on formule les objectifs généraux — rappelons-le — en pensant à l'intention du professeur.

En moyenne, il suffit de rédiger de un à six objectifs spécifiques pour décrire ce qu'on souhaite qu'un étudiant soit capable de faire en ce qui concerne chacun des thèmes du cours. On peut rédiger un objectif spécifique en complétant la phrase introductive suivante:

*À la fin de l'étude du thème XXX du cours,
l'étudiant devrait être capable de...*

Cette phrase est sûre suivie d'un verbe et d'un ou plusieurs compléments.

Au tableau 2.2, nous fournissons une liste — non exhaustive — de verbes couramment employés dans la rédaction d'objectifs spécifiques.

Tableau 2.1 Verbes d'action* souvent utilisés pour rédiger des objectifs spécifiques

1	2	3
énumérer	expliquer	résoudre
nommer	dire en ses propres mots	dimensionner
identifier	interpréter	utiliser
indiquer	prévoir	manipuler
définir	décrire	appliquer
reconnaître	comparer	calculer
rappeler	différencier	formuler
	démontrer	classer
	prédire	modifier
		mettre en pratique
4	5	6
analyser	concevoir	évaluer
organiser	soutenir	juger
déduire	schématiser	défendre
choisir	écrire	critiquer
	exposer	justifier
	discuter	
	planifier	

* Les chiffres associés aux catégories de verbes correspondent aux niveaux de la taxonomie de Bloom (sect. 2.6 et tabl. 2.3).

On constate que les verbes employés pour rédiger des objectifs spécifiques sont plus précis que ceux utilisés pour formuler des objectifs généraux. Ces verbes — d'action — traduisent en effet des gestes, des actions ou des performances observables. Avec les objectifs spécifiques, on va ainsi au-delà de l'intention de formation imprécise exprimée par les objectifs généraux; les objectifs spécifiques sont en fait des *outils opérationnels*, utiles aussi bien pour donner un cours que pour évaluer des apprentissages.

Les objectifs spécifiques ci-dessous, (exemple 2.2), détaillent les objectifs généraux présentés à l'exemple 2.1; nous répétons ces derniers pour mieux mettre en évidence les filiations qui existent entre ces deux niveaux d'objectifs.

On peut être tenté de croire que les objectifs spécifiques seront atteints dans l'ordre chronologique de leur présentation. Or il n'en est pas toujours ainsi. En effet, les objectifs spécifiques peuvent être atteints dans le désordre, et parfois même durant la totalité du cours, plutôt qu'à une période limitée dans le temps.

Exemple 2.2 Objectifs spécifiques

EXEMPLES D'OBJECTIFS SPÉCIFIQUES		
OBJECTIFS GÉNÉRAUX	THÈMES	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES
Le cours vise à :		L'étudiant sera capable de :
Rendre l'étudiant apte à concevoir systématiquement des pièces mécaniques dans un contexte de CAO ;	Introduction	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier et expliquer la nature du travail à effectuer à chacune des étapes du processus de CAO dans le cadre d'un projet d'ingénierie en mécanique;
	Graphisme par ordinateur	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les principes généraux sous-jacents au graphisme par ordinateur et appliquer ces principes dans des exercices;
	Modélisation	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer, dans des exercices, les algorithmes utilisés en CAO et associer chacun de ces algorithmes à sa représentation graphique; • Discuter de la complexité du passage de CAO en deux dimensions (2D) à la CAO en trois dimensions (3D) par l'intermédiaire d'un logiciel de CAO;

EXEMPLES D'OBJECTIFS SPÉCIFIQUES (suite)

OBJECTIFS GÉNÉRAUX	THÈMES	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES
Rendre l'étudiant apte d'interagir avec des logiciels d'analyse mécanique et, éventuellement, des logiciels de fabrication assistée par ordinateur (FAO) ;	Format graphique	<p>L'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lire et écrire dans une base de données plusieurs types d'entités géométriques • Formuler ces entités géométriques dans un format graphique normalisé reconnu (DXF ou IGES) et normaliser et transférer, à l'aide de l'interface approprié, la géométrie ainsi codifiée à un logiciel de CAO;
	Analyse mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Soumettre à un logiciel d'analyse mécanique (éléments fins) le fichier de données décrivant une pièce mécanique conçue à l'aide de la CAO; • Formuler les énoncés nécessaires au pré-processeur du logiciel d'analyse (élaboration du maillage); • Interpréter sommairement les résultats découlant de cette analyse; • Modifier l'objet initial, par itérations, à l'aide du logiciel

Les énoncés des objectifs spécifiques présentés dans l'exemple 2.2 illustrent bien, selon nous, la démarche progressive dont nous avons parlé précédemment, en ce sens que les groupes d'objectifs spécifiques détaillent les objectifs généraux ou en précisent le sens par rapport aux thèmes principaux des cours. On remarque ainsi que ces objectifs spécifiques:

- font référence à des comportements attendus des *étudiants*;
- commencent toujours par un *verbe d'action*;
- sont associés à chacun des *thèmes* du cours;
- détaillent le sens des *objectifs généraux*;

De plus, le *nombre moyen* d'objectifs spécifiques varie, ici de un à quatre, selon les différents thèmes.

Pour terminer, rappelons que, si la démarche de rédaction des objectifs va du général au particulier, la démarche d'enseignement se fait souvent à l'inverse. En effet, dans un cours donné, le professeur fait souvent d'abord atteindre des objectifs spécifiques, et c'est l'atteinte de chaque groupe d'objectifs spécifiques qui permet d'atteindre chacun des objectifs généraux.

2.6 Analyse taxonomique des objectifs cognitifs

Il est évident que tous les objectifs cognitifs — c'est-à-dire ceux relatifs aux connaissances — d'un cours ne sont pas du même niveau: certains sont élémentaires, d'autres reposent sur des démarches intellectuelles plus complexes.

Nous allons distinguer ici six niveaux d'objectifs empruntés à la taxonomie (classification hiérarchisée) des objectifs du domaine cognitif de Benjamin Bloom. (tabl. 2.3).

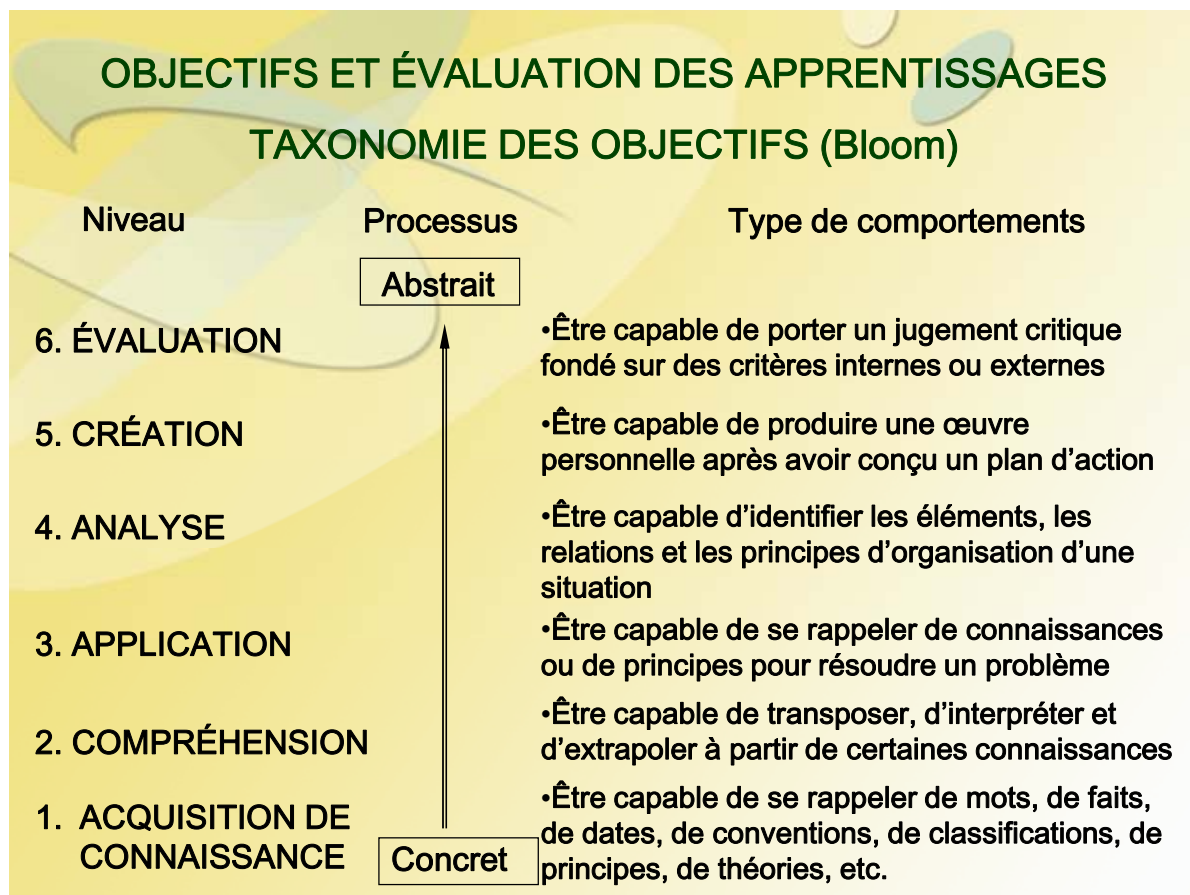
Le professeur a tout intérêt à confronter ses objectifs à la taxonomie de Bloom. En effet, cette taxonomie est un *cadre de référence* qui permet de vérifier si les objectifs qu'on poursuit sont effectivement du niveau recherché. Si un professeur constate qu'il y a des incohérences entre le niveau de ses intentions et les niveaux taxonomiques des objectifs qu'il a rédigés, il doit rectifier ces derniers pour demeurer congruent.

Dans sa taxonomie des objectifs du domaine cognitif, Bloom conçoit l'apprentissage des connaissances comme un processus progressif allant obligatoirement du concret à l'abstrait; ainsi, l'apprentissage est plus concret aux niveaux élémentaires (1, 2, 3) et plus abstrait aux niveaux supérieurs (4, 5, 6). Pour effectuer les apprentissages associés à un niveau taxonomique donné, il faut avoir préalablement atteint les objectifs des niveaux précédents.

Lorsqu'il conçoit un nouveau cours, le professeur choisit les niveaux taxonomiques qu'il juge les plus appropriés. Cependant, pour un cours universitaire, nous lui conseillons fortement de viser surtout les niveaux supérieurs de la taxonomie du domaine cognitif de Bloom.

Nous allons à présent voir plus en détail à quoi correspondent les objectifs associés à chacun des niveaux de la taxonomie de Bloom.

Tableau 2.3 Taxonomie des objectifs d'apprentissage du domaine cognitif de Benjamin Bloom



2.6.1 Niveau 1: acquisition de connaissances

On se fixe des objectifs de niveau 1 — acquisition de connaissances — quand on se contente de vouloir faire acquérir de nouvelles connaissances aux étudiants. Pour ce faire, on met l'accent sur la mémorisation d'informations nouvelles de toutes sortes: termes, définitions, faits, conventions, formules, séquences, méthodes, classifications, principes, lois, etc.

Toutes les méthodes de transmission d'informations peuvent, à peu de choses près, faire atteindre efficacement aux étudiants des objectifs limités à la simple acquisition d'informations. Nous pensons ici à l'écoute d'exposés donnés par un professeur, à la lecture de textes par les étudiants, au visionnement d'un film, à l'observation d'une démonstration, à l'écoute d'une émission radiophonique ou d'une conversation, etc. Toutes ces situations sont des façons équivalentes de faire atteindre des objectifs de niveau 1.

Pour mieux faire saisir la nature des objectifs de ce premier niveau taxonomique, nous fournissons quelques exemples tirés de plusieurs cours, exemples que nous présentons simplement les uns à la suite des autres (ex. 2.3).

Exemple 2.3 Objectifs de niveau 1: acquisition de connaissances

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *se rappeler* de la définition des trois principes élémentaires du magnétisme;
- *identifier* les appareils périphériques courants d'un ordinateur et en *énumérer* les caractéristiques;
- *définir* les techniques de calcul graphiques et algébriques associées au calcul de la réponse en fréquence d'un circuit;
- *énumérer* les avantages et les limites de la fabrication de pièces métalliques réalisées à partir de la métallurgie des poudres;
- *énumérer* les domaines d'utilisation relatifs à la fabrication de pièces métalliques par la métallurgie des poudres;
- *nommer* les effets de l'écroutissage sur les propriétés mécaniques des matériaux et l'anisotropie;
- *identifier* la nature d'un élément chimique à partir de sa position dans le tableau périodique;
- *énumérer* les principaux plans de financement qu'une entreprise peut envisager;
- *classifier* les équations aux dérivées partielles.

Tous les cours universitaires comportent des objectifs de niveau 1; toutefois, un professeur d'université ne peut se contenter de proposer à ses étudiants que des objectifs de ce niveau. En effet, la majorité des professeurs veulent que leurs étudiants «comprennent»! Il leur faut par conséquent se fixer des objectifs de niveau 2.

2.6.2 Niveau 2: compréhension

On se fixe des objectifs de niveau 2 — compréhension — quand on souhaite que les étudiants s'adonnent à des activités intellectuelles qui vont au-delà de la simple écoute passive ou de la simple mémorisation d'informations. On sait en effet qu'un étudiant qui enregistre une information ne la comprend pas toujours automatiquement; pour la comprendre, il doit pouvoir

vérifier lui-même s'il est capable soit de *transposer* cette information, soit de l'*interpréter* ou d'*extrapoler* à partir d'elle.

L'étudiant est capable de transposer, par exemple, quand il peut formuler une explication dans ses propres mots, répondre à une question, discuter d'un point, vérifier, grâce à un auto-test, si son raisonnement est logique, etc.

Il est capable d'interpréter une information lorsqu'il peut, par exemple, la réduire à ses éléments essentiels, soit en la généralisant, soit en la comparant à une autre information semblable ou en en tirant des conclusions.

Enfin, il est capable d'extrapoler lorsqu'il peut, par exemple, extraire, à partir d'un apprentissage particulier, des implications ou des conséquences générales ou identifier les limites de ses arguments dans le déroulement d'une discussion, etc.

Par conséquent, un professeur qui vise des objectifs de niveau 2 doit proposer à ses étudiants des activités pédagogiques où ils pourront exercer leur faculté de transposer, interpréter ou extrapoler. Il ne peut donc se contenter de mettre les étudiants en présence de connaissances à l'aide d'exposés magistraux, car ces activités ne permettent d'atteindre que des objectifs de niveau 1.

S'il ne permet pas aux étudiants d'adopter ostensiblement des comportements cognitifs de niveau 2 (de préférence avant l'examen !), alors il ne fait que *souhaiter* que ses étudiants comprennent, mais en fait il *ignore* s'ils comprennent effectivement. Il y a donc incohérence entre ce qu'il vise et ce que son enseignement génère.

Il lui faut donc placer ses étudiants dans des situations pédagogiques où ils devront transposer, interpréter et extrapoler à partir d'une information initiale et où il pourra vérifier leur compréhension des notions présentées.

L'utilisation de questions durant un exposé magistral est une activité qui peut mettre en évidence la compréhension des étudiants; il en est également ainsi du recours à la discussion deux à deux ou en équipe. D'autres activités peuvent faire atteindre des objectifs de niveau 2: la recherche d'exemples ou de similitudes, la création d'analogies, la production de résumés, l'explication à un pair, etc.

Dans l'exemple 2.4, nous proposons quelques objectifs spécifiques de niveau 2 tirés de plusieurs cours et simplement présentés les uns à la suite des autres.

Exemple 2.4 Objectifs de niveau 2: compréhension

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *expliquer* la nature du travail à accomplir à chacune des étapes du processus de CAO dans le cadre d'un projet d'ingénierie en génie mécanique;
- *dire en ses propres mots* quelles sont les étapes de la méthodologie de conception et de réalisation de projets d'ingénierie;
- *expliquer* comment on fait la conversion à l'équilibre d'un réacteur chimique à partir de données thermodynamiques;
- *expliquer* le fonctionnement des différents compteurs de radiation;
- *expliquer* le fonctionnement des dosimètres opérant en mode dynamique ou statique;

- *expliquer* pourquoi la méthode de Newton a une convergence quadratique;
- *différencier* les fonctions de Bessel;
- *prédire* les formules chimiques des composés ioniques formés entre métaux et non-métaux;
- *décrire* les principales caractéristiques des gaz et les comparer à celles des autres états de la matière;
- *expliquer* comment on détermine l'état de contrainte en un point d'une poutre droite soumise à un changement spatial quelconque;
- *comparer* les différents schémas de pyrométallurgie des métaux usuels.

Rappelons qu'il ne suffit pas de se fixer des objectifs de niveau 2 pour que les étudiants les atteignent automatiquement. Le professeur qui se fixe de tels objectifs s'engage en quelque sorte à organiser des activités qui lui permettront de vérifier si ses étudiants comprennent (activités de transposition, d'interprétation ou d'extrapolation) et à corriger leurs apprentissages si leur compréhension est erronée. De plus, puisque «rien ne sert de comprendre beaucoup de choses si on est incapable de les utiliser!», il faut que le professeur se fixe des objectifs du niveau 3, application.

2.6.3 Niveau 3: application

On peut faire atteindre des objectifs de niveau 3 — application — quand on place les étudiants dans des situations qui leur permettent de confronter leurs connaissances théoriques à des cas pratiques simples, dans le but de résoudre un problème donné.

Grâce à ces situations, le professeur fait en sorte que les étudiants soient d'abord capables: 1° d'*identifier* les éléments connus et inconnus du problème; 2° de *restructurer* ces éléments conformément à un modèle connu; 3° de *choisir* une méthode ou un principe permettant de résoudre le problème; 4° de *résoudre* ce problème en employant cette méthode ou en appliquant ce principe.

Les exercices individuels à la maison, les devoirs, les laboratoires, la résolution de problèmes simples par les étudiants au cours de séances de travaux dirigés sont autant d'activités qui favorisent l'atteinte par les étudiants d'objectifs du niveau application.

À l'exemple 2.5, nous présentons un certain nombre d'objectifs spécifiques de niveau 3, toujours tirés de plusieurs cours et simplement donnés les uns à la suite des autres.

Exemple 2.5 Objectifs de niveau 3: application

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *formuler* des entités géométriques dans un format standard reconnu (DXF ou IGES) et *transférer* ces géométries dans un logiciel de CAO;
- *dériver* un modèle cinétique à partir de données expérimentales;
- *trouver* la transformée de Fourier d'un signal périodique et non périodique;
- *appliquer* les méthodes de discrétisation à des problèmes elliptiques ou paraboliques;
- *écrire* un programme complet d'éléments finis utilisant des éléments linéaires, en une ou deux dimensions;

- *utiliser* plusieurs méthodes d'évaluation de la rentabilité et du risque pour des problèmes donnés;
- *calculer* les énergies libérées ou consommées dans un procédé électrochimique;
- *résoudre* des problèmes de transfert de chaleur et de matière avec convection par la méthode analytique et par l'application de corrélations empiriques;
- *calculer* le nombre d'étages théoriques d'un procédé de séparation;
- *réaliser* un schéma de câblage pour la simulation analogique des systèmes dynamiques linéaires.

Ici encore, le professeur doit proposer aux étudiants des activités pédagogiques qui leur permettent d'atteindre les objectifs fixés.

L'atteinte des objectifs de niveaux 1, 2 et 3 implique des activités intellectuelles «élémentaires» — acquisition de nouvelles connaissances; compréhension; résolution de problèmes simples semblables à ceux résolus en classe —. Les trois niveaux taxonomiques suivants font référence à des activités intellectuelles plus abstraites; le niveau 4, d'abord, concerne l'analyse.

2.6.4 Niveau 4: analyse

On peut faire atteindre des objectifs de niveau 4 — analyse — quand on exige des étudiants qu'ils recourent à des raisonnements de type hypothético-déductif dans le cadre d'un corpus de connaissances donné.

En fait, un professeur qui vise des objectifs de ce niveau souhaite que chaque étudiant soit capable de décomposer une situation problématique donnée en ses parties constituantes et, subséquentement, d'identifier les rapports qui existent entre ces parties et d'en dévoiler les principes d'organisation sous-jacents — c'est-à-dire de *résoudre* le problème.

Plusieurs activités peuvent développer le sens de l'analyse des étudiants; ce sont, par exemple, les travaux personnels de recherche, les projets d'équipe, la rédaction de monographies, la défense d'un point de vue dans un séminaire, la réalisation de travaux pratiques élaborés, la participation à des études de cas, etc.

On peut difficilement croire que les étudiants atteindront des objectifs de niveau 4 dans un cours qui ne propose pas de telles activités. Ce n'est certes pas le professeur qui, en faisant preuve lui-même d'un sens aigu de l'analyse au cours d'exposés magistraux, fera atteindre des objectifs de ce niveau à ses étudiants. Ce genre de situation pédagogique permet tout au plus aux étudiants d'atteindre des objectifs de niveau 1 ou 2, car le sens de l'analyse ne se développe pas par osmose, par simple contact avec le sens de l'analyse du professeur: c'est un sens qu'on développe en l'exercant soi-même.

Par conséquent, un professeur qui n'a pas proposé à ses étudiants des activités du type de celles énumérées ci-dessus ne peut honnêtement leur poser des questions d'examens qui exigent d'eux une activité intellectuelle pour laquelle il ne les a pas préparés.

En effet, un étudiant ne peut pas faire preuve spontanément, pendant un examen, d'un sens de l'analyse plus développé que celui dont il était doté en entrant dans le cours!

À l'exemple 2.6, nous proposons quelques objectifs spécifiques de niveau 4 tirés de plusieurs cours et simplement donnés les uns à la suite des autres.

Exemple 2.6 Objectifs de niveau 4: analyse

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *analyser* des données expérimentales;
- *choisir* des procédés d'extraction ou de distillation adéquats pour obtenir des produits aux propriétés désirées;
- *analyser* statistiquement les données expérimentales issues d'un laboratoire;
- *résoudre* des problèmes relatifs à des bilans de chaleur et d'énergie;
- *analyser* des facies de rupture pour déterminer le mode de rupture, le site d'amorce et la direction de propagation de la fissuration;
- *faire le choix* d'un alliage, en fonction d'une application donnée, et déterminer l'ensemble des traitements qui lui conféreront les propriétés visées, qu'il s'agisse de traitements dans la masse ou de traitements de surface;
- *analyser* une défaillance par rupture et suggérer des solutions à ce problème;
- *analyser* des cas simples de corrosion et proposer des remèdes;
- *analyser* la situation financière d'une entreprise ainsi que sa rentabilité et son efficacité pendant une période donnée;
- *analyser* les besoins en manutention d'une usine ou d'un département;
- *analyser* des cas de pollution causés par des projets d'ingénierie et *proposer* des solutions acceptables du point de vue environnemental et du point de vue législatif (au Québec).

Un professeur qui se fixe des objectifs de niveau 4 doit toujours préparer des activités pédagogiques appropriées, faute de quoi, ses objectifs demeureront des vœux pieux. De plus ses étudiants auront de la difficulté à passer à l'atteinte d'objectifs de niveau 5, création.

2.6.5 Niveau 5: création

On se fixe des objectifs de niveau 5 — création — quand on cherche à développer, dans un domaine donné, l'expression personnelle et l'indépendance de pensée des étudiants.

La création, telle que l'entend Bloom, est différente du simple résumé ou de la recension d'éléments; elle exige que l'étudiant recoure à des activités intellectuelles plus poussées comme la création d'éléments nouveaux ou l'agencement de plusieurs éléments en une structure inédite, personnelle et originale issue de la réflexion.

Un professeur peut développer le sens de la création de ses étudiants de plusieurs façons. Une première façon est de leur faire produire une œuvre personnelle, dans laquelle chacun est appelé à communiquer ses idées, ses sentiments ou ses expériences. Cette œuvre personnelle peut s'appuyer aussi bien sur l'écrit, l'oral, la musique, l'audio-visuel, l'informatique ou autre; ce qui importe, c'est que l'étudiant crée, dans le travail qui lui est confié, une structure qui n'existait pas auparavant, une structure qui lui est personnelle, unique et différente de celles des autres étudiants qui suivent le même cours et qui ont le même travail à réaliser.

La production de travaux écrits, la préparation et la communication d'exposés, la conception de programmes informatiques ou de documents audio-visuels, etc. sont autant d'activités pédagogiques susceptibles de permettre aux étudiants d'atteindre des objectifs de niveau 5.

Une seconde façon d'inciter un étudiant à atteindre des objectifs de niveau 5, est de lui demander de concevoir et mettre au point un plan d'action conforme aux exigences d'une discipline — plan d'action qu'on peut très bien diviser ensuite en plusieurs parties à faire réaliser par l'étudiant ou par plusieurs personnes.

La mise sur pied de projets individuels ou d'équipe, la vérification d'hypothèses en laboratoire, la résolution de problèmes complexes, la préparation d'un cours à donner à des pairs, etc. sont ainsi des activités qui exigent de l'étudiant qu'il conçoive des plans d'action.

Enfin, une troisième façon de développer le sens de la création des étudiants est de leur proposer des activités où ils doivent exprimer, de façon claire et logique, leur pensée sur un sujet rattaché au cours. Il s'agit là d'activités abstraites ou intellectuelles qui exigent la manipulation de toute une série de concepts en vue d'en déduire un ensemble de relations abstraites, fruit original d'une réflexion personnelle poussée.

La dissertation ou le travail de recherche sont des activités grâce auxquelles un étudiant peut faire preuve de création, tel que Bloom le conçoit.

En bref, pour qu'un étudiant atteigne des objectifs de niveau 5, il doit être placé dans des situations où il pourra exploiter son sens de l'activité créatrice, dans le cadre d'un corpus de connaissances donné, pour produire un ensemble d'éléments organisés selon une structure originale — nouvelle et personnelle.

À l'exemple 2.7, nous présentons une liste d'objectifs spécifiques de niveau 5, toujours tirés de plusieurs cours et donnés sans souci d'ordre logique.

Exemple 2.7 Objectifs de niveau 5: création

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *mettre au point* des logiciels destinés au calcul de procédés d'extraction ou de distillation;
- *planifier* une expérience de laboratoire;
- *rédiger* un rapport de laboratoire conformément aux normes de présentation exigée en génie géologique;
- *faire un exposé* sur les travaux expérimentaux réalisés par un groupe de recherche;
- *rédiger* un rapport d'expertise à la suite de l'analyse d'une défaillance par rupture donnée;
- *concevoir* un système de protection cathodique;
- *concevoir* un système d'alimentation et de masselottage;
- *concevoir* une suite d'opérations chimiques destinée à séparer quantitativement les éléments présents en solution;
- *concevoir* un prototype pour une compétition de design de voitures amphibies;
- *préparer* les états financiers d'une entreprise et suggérer des méthodes d'évaluation des stocks et d'amortissement des actifs immobilisés;
- *produire* un rapport suggérant les améliorations ergonomiques à apporter à un poste de travail afin d'en augmenter la productivité et de le rendre conforme à la législation;
- *simuler*, dans un langage évolué de simulation, le modèle d'un système manufacturier;
- *concevoir* un système d'informatisation de gestion;
- *planifier et ordonner* les activités d'un système d'entretien d'usine.

Pour que les étudiants atteignent des objectifs de niveau 5, le professeur doit organiser des activités appropriées du type de celles que nous avons présentées ci-dessus.

Enfin, pour que ses activités intellectuelles s'approchent de celles qui caractérisent un expert, l'étudiant doit apprendre à exercer son jugement critique à propos de son travail ou de celui des autres. Pour ce faire, il lui faut atteindre des objectifs de niveau 6, évaluation.

2.6.6 Niveau 6: évaluation

On se fixe des objectifs de niveau 6 — évaluation — quand on incite les étudiants à faire preuve de sens critique en ce qui concerne la valeur de certaines idées auxquelles ils ont été confrontés ou de certains travaux à la réalisation desquels ils ont travaillé. Pour réussir ce type d'évaluation, il faut pouvoir juger un objet soit de façon intrinsèque — en faisant référence à des critères de logique, de cohérence ou de rigueur scientifique —, soit de façon comparative — en le confrontant à d'autres semblables. C'est grâce à des activités de ce type qu'on peut véritablement développer ce que l'on pourrait appeler «le sens de l'expertise» dans un domaine donné.

L'évaluation telle que l'entend Bloom constitue une activité avancée qui implique la combinaison de toutes les habiletés développées aux niveaux précédents: connaissance, compréhension, application, analyse et création.

La discussion, les séminaires, les débats, les apologies, les critiques ou les auto-critiques écrites ou orales sont autant de moyens d'aider les étudiants à atteindre des objectifs du niveau 6.

On n'acquiert pas le sens critique en étant simplement témoin de celui du professeur; il faut que les étudiants eux-mêmes exercent leur sens critique grâce à des activités spécifiques conçues et contrôlées par le professeur. La plupart des activités qui permettent d'atteindre des objectifs de niveaux 4 et 5 peuvent devenir des activités associées au niveau 6; il suffit de leur ajouter l'aspect «jugement de valeur» que les étudiants doivent poser sur les travaux accomplis ou proposés.

À l'exemple 2.8, nous proposons quelques objectifs spécifiques de niveau 6, sélectionnés de la même manière que ceux des autres niveaux.

Exemple 2.8 Objectifs de niveau 6: évaluation

À la fin de l'étude du thème XXX du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- *juger* des effets que peut entraîner le choix d'une méthode d'amortissement des actifs immobilisés;
- *évaluer* les performances de l'appareillage requis pour les services auxiliaires d'une usine;
- *évaluer* les conséquences environnementales d'un projet d'ingénierie sur un site donné;
- etc.

Dans le cadre d'un cours, ce n'est pas au professeur d'atteindre des objectifs de niveau 6, mais bien aux étudiants, et ce par l'intermédiaire d'activités appropriées conçues par le professeur.

2.6.7 Taxonomies relatives aux domaines affectif et psychomoteur

Dans cet ouvrage, nous avons décidé de nous limiter à l'étude des objectifs dits cognitifs, associés à la taxonomie des objectifs de Bloom. Cependant, chacun sait que le champ de l'apprentissage humain n'est pas restreint à l'acquisition de connaissances.

Au contraire même, le fait d'apprendre implique également la modification, le renforcement ou l'intégration de plusieurs aspects affectifs, comme les croyances, les attitudes, les valeurs ou les intérêts.

Par ailleurs, dans certaines disciplines (médecine, sciences infirmières, éducation physique, chirurgie dentaire, physiothérapie, etc), le fait d'apprendre implique en outre, et obligatoirement, l'acquisition d'habiletés motrices essentielles pour la réalisation de manipulations spécialisées.

Si, dans un nouveau cours, on constate que les apprentissages relèvent des domaines cognitif, affectif et psychomoteur, il faut formuler les objectifs dans chacun de ces domaines. Ces objectifs sont également classés selon des niveaux taxonomiques différents².

Le professeur qui doit rédiger des objectifs affectifs ou psychomoteurs a donc tout intérêt à consulter les ouvrages de Krathwohl, pour le domaine affectif, et de Harrow, Delandsheere ou Legendre pour le domaine psychomoteur (Bibliographie, section «Objectifs»).

À retenir

Principaux avantages de la formulation des objectifs

- La formulation des objectifs permet, plus qu'une simple liste de contenus, de décrire les *actions* ou les *performances* que les étudiants seront capables de réaliser à l'issue du cours.
- La formulation des objectifs d'apprentissage permet par conséquent:
 - de parler plus clairement d'un cours — aux étudiants ou aux collègues — que ne le permet la seule description de contenus.
 - de choisir uniquement des méthodes d'enseignement aptes à faire atteindre les objectifs visés.
 - d'établir une relation directe entre les objectifs et l'évaluation des apprentissages.
- Bref, la formulation des objectifs oblige le professeur à rendre cohérents les trois principaux éléments constitutifs de son cours: les objectifs, les méthodes d'enseignement et les moyens d'évaluation.

Démarche de rédaction des objectifs

Trois étapes:

1. Rédaction des objectifs généraux.
2. Énumération des thèmes à aborder.
3. Rédaction des objectifs spécifiques relatifs à chacun de ces thèmes.

INSÉRER ICI LA FIGURE

Rédaction des objectifs généraux

- Un *objectif général* est un énoncé:
 - court,
 - commençant par un *verbe*,
 - formulé du *point de vue du professeur*,

- décrivant les *changements globaux* (cognitifs, affectifs ou psychomoteurs) qu'on souhaite voir se produire chez les étudiants.

- On formule plus aisément un objectif général en complétant la phrase introductive suivante:

Le cours XXX vise à :....

2. Nous ne traiterons pas ici des taxonomies des objectifs affectifs ou psychomoteurs; en effet, bien qu'elles soient importantes, leur traitement entraînerait des développements trop longs dans le cadre de cet ouvrage.

- En général, un, deux ou trois objectifs généraux suffisent pour exprimer les intentions générales d'un cours.

Rédaction des objectifs spécifiques

- Un *objectif spécifique* est un énoncé:

- court,

- commençant par un *verbe d'action*,

- formulé *du point de vue de l'étudiant*,

- décrivant, *de la façon la plus précise possible*, les comportements (cognitifs, affectifs ou psychomoteurs) que les étudiants doivent être capables d'adopter *dans le cadre de chacun des thèmes* du cours.

- On rédige un objectif spécifique en complétant la phrase introductive suivante:

*À la fin de l'étude du thème XXX,
l'étudiant devrait être capable de...*

- Le nombre moyen d'objectifs spécifiques varie selon les thèmes. De un à six, par thème, suffisent habituellement.

Analyse taxonomique des objectifs

- Tous les objectifs cognitifs ne sont pas du même niveau, ainsi que l'a précisé B. Bloom dans sa *Taxonomie des objectifs du domaine cognitif*. Cette taxonomie est un cadre de référence qui permet au professeur de vérifier si les niveaux de ses intentions correspondent aux niveaux taxonomiques des objectifs qu'il a rédigés. Selon Bloom, il y a six niveaux d'objectifs:

6. évaluation,

5. création,

4. analyse,

3. application,

2. compréhension,

1. acquisition de connaissances.

- Dans un cours universitaire, on ne peut se contenter de faire atteindre aux étudiants uniquement des objectifs cognitifs des niveaux élémentaires (1, 2, 3); on doit surtout viser des objectifs des niveaux supérieurs (4, 5, 6).

- Il existe d'autres taxonomies relatives à la formulation d'objectifs des domaines *affectif* et *psychomoteur*.