

La progressivité des notions dans les programmes de l'éducation technologique

The progressiveness of the notions
in the curriculums of technology teaching

La progresividad de las nociones en los programas
de la educación tecnológica

Die staffelung der begriffe in den programmen
des schulfachs technologie

Martine PAINDORGE

UMR STEF ENS Cachan-INRP
École normale supérieure de Cachan
61, avenue du Président-Wilson
94235 Cachan cedex
martine.paindorge@ac-nancy-metz.fr

Résumé

La recherche présentée examine le caractère progressif des notions prescrites en technologie, de l'école primaire au lycée.

L'analyse des programmes du cycle 3 à la classe de seconde permet d'identifier une progressivité potentielle basée sur huit groupes, formés d'une majorité des notions contenues dans les textes officiels et fédérées autour d'une notion-pivot. Parmi elles, celles de coût, entreprise, processus, qualité for-

ment un réseau autour de « produit » tandis que organisation et information en évoquent un autre autour de « système ».

Mots clés : progressivité, notion, éducation technologique, notion-pivot, groupe notionnel.

Abstract

The research work herein examines the progressive nature of the notions used in technology from elementary school to high school. The analysis of the curriculum of the grades 4 to 10 allows to identify potential progressiveness based on eight groups formed by the majority of the notions found in the official texts and gathered around a central notion. Among them, we find cost, company, process, quality that make a network around 'product' whereas organization and information would make another around 'system'.

Key words: *progressiveness, notion, technology teaching, central notion, notion group.*

Resumen

La investigación presentada aquí examina el caracter progresivo de las nociones prescritas en tecnología desde la escuela primaria al instituto de enseñanza secundaria.

El análisis de los programas desde el ciclo 3 hasta la clase de cuarto de la ESO permite identificar una progresividad potencial basada en 8 grupos formados por una mayoría de las nociones contenidas en los textos oficiales y federadas en torno a una noción pivote . Entre ellas , las de coste, empresa, proceso, calidad forman una red en torno a « producto » mientras que organización e información evocan otra red en torno a « sistema ».

Palabras clave : *progresividad, noción, educación tecnológica, noción pivote, grupo nocional.*

Zusammenfassung

Vorliegende Forschungsarbeit untersucht die Staffelung der vorgeschriebenen Begriffe in Technologie, von der Grundschule bis hin zur Oberstufe (Lycée).

Die Analyse der Schulprogramme von der 5. bis zur 10. Klasse erlaubt es, eine potentielle auf 8 Gruppen beruhende Staffelung zu identifizieren, die zum größten Teil aus Begriffen besteht, die in den offiziellen Texten stehen und jeweils um einen Schlüsselbegriff organisiert sind. Unter diesen Schlüsselbegriffen bilden Kosten, Firma, Prozess, Qualität ein Netz um den Begriff des „Produkts“, Organisation und Information wiederum ein anderes um den Begriff des „Systems“.

Stichwörter: *Staffelung, Begriff, technologische Erziehung, Schlüsselbegriff, Begriffgruppe.*

INTRODUCTION

Actuellement en France, plusieurs enseignements ont pour mission de contribuer à l'éducation technologique des élèves. Pourtant, les différences de dénomination (« Découverte du monde » puis « Sciences et technologie » à l'école primaire, « Technologie » au collège et en seconde « Initiation aux sciences de l'ingénieur », « Informatique des systèmes de production » ou encore « Informatique de gestion et de communication ») ainsi que les différences de conditions d'enseignement conduisent à poser la question d'un continuum et à s'interroger sur la progression possible pour un élève tout au long de son parcours.

L'étude présentée ici s'intéresse à la progressivité des enseignements, c'est-à-dire leur caractère progressif, et examine plus particulièrement celle des notions dans les programmes.

Le choix de l'objet d'étude, la progressivité des notions dans les programmes, correspond à un double enjeu. D'une part, l'étude de la progressivité devrait permettre de contribuer à la réflexion sur la cohérence longitudinale des enseignements de l'école obligatoire.

D'autre part, il s'agit de proposer des éléments de réponse à la question des notions en jeu dans l'éducation technologique. C'est une interrogation récurrente dans le domaine, posée à la fois par les enseignants en quête d'une reconnaissance de leur discipline, par les responsables institutionnels chargés de l'élaboration des contenus d'enseignement et par les chercheurs (Cajas, 2002 ; Mc Cormick, 2004).

L'article rappelle d'abord ce qui est entendu par notion puis par progressivité d'une notion. Ensuite sont exposées les questions de recherche ainsi que la méthodologie élaborée pour analyser le curriculum prescrit. Enfin les résultats obtenus sont présentés et discutés.

1. PROBLÉMATIQUE

1.1 Notion, concept, savoirs et connaissances

Ce paragraphe vise à préciser l'acception du terme « notion » et la mettre en perspective avec celles de concept, connaissance et savoir. Dans la recherche présentée ici, une notion est « une idée ou un schéma de pensée qui permet d'ouvrir un questionnement, d'orienter l'observation ou la compréhension, de diriger l'analyse, d'organiser l'espace et le temps, ou d'orienter les choix d'action »¹.

(1) Définition indiquée dans les programmes du cycle central pour la technologie.

En didactique, notion et concept sont souvent employés de manière interchangeable (Astolfi, 1986). Si J.-Y. Fournier (1999) renforce cette idée d'interchangeabilité en écrivant que « la différence n'est pas toujours claire, la notion est en général plus floue que le concept », il rejoint également un autre groupe de chercheurs pour lesquels il existe une hiérarchisation. Une notion est alors considérée comme un concept en voie de formation ou pré-concept (Fournier, 1999), une étape dans un processus d'abstraction, un stade défini, quand l'enfant commence à tirer une idée générale d'un fait bien précis (Carmona-Magnaldi & De Vecchi, 1996). Les notions qui revêtent un pouvoir explicatif plus englobant sont appelées par M. Develay (1992) « concepts intégrateurs ».

Au-delà de cette hiérarchie, concept et notion sont tous deux de nature abstraite ; ce qui les distingue, c'est le point de vue adopté, relevant soit d'un registre cognitif pour le concept, soit d'un registre didactique pour une notion. Le terme de notion est la plupart du temps utilisé pour les contenus d'enseignement alors que celui de concept se retrouve davantage dans les ouvrages relatifs aux apprentissages².

Connaissances et savoirs sont également à considérer selon ces deux registres. Les connaissances sont le résultat d'un processus d'intériorisation (Barbier, 1996) et témoignent de ce que l'élève s'est approprié et qu'il mobilise dans l'action. En revanche, les savoirs appartiennent à une communauté (Develay, 1995) et constituent un ensemble d'éléments, formés de manière régulière par une pratique discursive, susceptibles de former une science (Foucault, 1969). Dans les programmes sont indiqués les notions, par exemple en technologie au collège ou les savoirs, comme en Initiation aux Sciences de l'ingénieur (ISI).

1.2 La progressivité d'une notion

Dans les publications existantes, peu nombreuses, la progressivité n'est pas définie en tant que telle mais par une distinction avec progression. Par leur étymologie commune, les deux noms renvoient à l'idée de progrès. Mais « progression » est davantage utilisé pour évoquer la construction d'une structure, par exemple un programme d'enseignement, alors que la progressivité évoque les progrès de l'élève (Lebeaume, 1999 ; Marsenach, 1991).

C'est pour signifier une attention portée à l'élève que « progressivité » est retenu dans ce travail. Mais il est aussi à comprendre au

(2) Par exemple des ouvrages comme « À l'école de l'intelligence » de J.-Y. Fournier, « Construire des concepts en physique » de Y. Lemeignan et A. Weil-Barais. Les références précises de ces ouvrages sont indiquées dans la bibliographie.

sens qu'un élément (un apprentissage, une compétence ou tout autre élément du curriculum) présente un caractère progressif : tous sont susceptibles d'évoluer, pour permettre à l'élève de progresser.

Pour une notion, la progressivité est à considérer en lien avec trois caractéristiques. La première est l'identification d'une notion par un terme (De Saussure, 1986 ; Rey, 1992) pour lequel des ouvrages spécialisés tels que les dictionnaires, les normes, les publications de recherche proposent différents énoncés. L'analyse de ces propositions définitoires permet souvent de mettre en évidence plusieurs approches possibles pour une notion (INRP, 1985). Par exemple, pour la notion de qualité, l'analyse des normes conduit à mettre en évidence quatre approches possibles, « client », « fournisseur », « produit », « entreprise » (Paindorge, 2005).

Cependant, une notion ne peut se réduire à une série d'énoncés. Ces derniers peuvent servir à expliciter une action. En effet, une notion est aussi un outil mental pour penser, pour agir et est donc susceptible d'être mobilisée pour une action donnée, dans un contexte donné. Ce caractère fonctionnel constitue une seconde caractéristique.

La troisième est celle d'associativité qui s'appuie sur la propriété d'associativité des signes linguistiques de F. de Saussure (1986). Pour une notion donnée, chaque énoncé met en relation cette notion avec une autre, par un lien de nature sémantique. Il est alors envisageable d'associer les deux notions.

Par ailleurs, à un moment donné, il est possible de repérer chez un sujet un « état » de la notion, caractérisé par un triptyque « terme identifiant la notion / action réalisée grâce à la fonctionnalité de la notion / contexte dans lequel s'est déroulée l'action ». Par exemple, en cinquième, pendant le cours de technologie, un élève est susceptible de mobiliser la notion de capteur pour identifier différents éléments d'une maquette d'automatismes. Ce serait considéré comme l'état 1. Mais la même notion peut à nouveau être mobilisée pour une nouvelle action, dans un autre contexte, par exemple choisir un élément pour la conception d'un système automatisé en classe de seconde. Cela correspondrait à un état 2 de la notion.

Un état peut être repéré chez une même personne plusieurs fois. Pour autant, rien ne permet d'affirmer que le sujet va regrouper les différentes situations et former une classe, pour laquelle l'état de la notion serait le même. C'est pourquoi le terme de « schème » utilisé par G. Vergnaud (1991) n'est pas repris, au bénéfice d'état.

Pour une notion, plusieurs états peuvent être envisagés. L'ensemble de tous les états possibles illustre le caractère progressif d'une notion, c'est-à-dire sa progressivité.

La mise à disposition de différents états de la notion offre à l'élève une possibilité de progresser dans son élaboration notionnelle. En effet, pour

penser, pour agir, en fonction des tâches proposées, l'élève va mobiliser l'un des états d'une notion. C'est la pertinence pour l'action qui justifie l'appel à un état plutôt qu'à un autre (Siegler, 2000). Ainsi, au cours d'une activité, il va mobiliser un des états d'une notion, le réutiliser peut-être pour une nouvelle activité ou faire appel à un nouvel état dans une troisième activité et multiplier ainsi les rencontres avec les différents états d'une notion. Au fur et à mesure, il construit progressivement des liens entre les différents états. C'est la variété des états mobilisés au cours d'actions, la mise en relation entre eux qui témoignent du progrès de l'élève et non la récitation d'énoncés définitoires.

La progressivité d'une notion peut être organisée à partir de différents principes. Pour l'éducation technologique, J. Lebeaume (1999) en a proposé cinq, répétition-accumulation, extension-diversification, différenciation-modélisation, complication et du familier à l'inconnu.

Les notions font partie intégrante des contenus d'enseignement, et à ce titre leur progressivité doit être pensée en cohérence avec les principes généraux destinés au curriculum. Toutefois les caractéristiques d'une notion conduisent d'une part à redéfinir plusieurs principes et d'autre part à en exprimer deux nouveaux.

Le principe de diversification

La diversification concerne le contexte de réalisation de la tâche pour laquelle la notion a été mobilisée. Une variation du contexte, sans modification de l'énoncé ni de la fonctionnalité permet de conclure à une progressivité par diversification. Par exemple, quand l'énoncé « *un capteur est un élément capable de détecter une information physique* » est utilisé en cinquième et en seconde mais à propos de matériel différent.

Le principe d'extension

Dans une progressivité par extension, l'extension concerne les approches d'une même notion. Les énoncés utilisés renvoient à des approches différentes et par conséquent à des fonctionnalités différentes. Par exemple l'énoncé « *un cahier des charges contient des informations comme le besoin auquel doit répondre le produit et les principales fonctions qu'il doit remplir* » renvoie à une approche produit tandis que « *un cahier des charges est un document par lequel le demandeur exprime son besoin en termes de fonctions de service* » relève d'une approche client.

Dans les deux cas précédents, le terme identifiant la notion reste le même. La progressivité est liée à une diversification du contexte ou à une extension des approches utilisées. Les principes suivants ne sont pas de même nature : la progressivité s'appuie sur une mise en relation de plusieurs notions.

Le principe de complication

Un premier terme est réuni à un ou plusieurs autres termes pour former une nouvelle notion, identifiée par la réunion des différents termes, par exemple « continuité de traitement de l'information » composé des notions de « continuité », « traitement » et « information ».

La complication, comprise comme une addition d'éléments, rend certainement l'ensemble plus difficile à appréhender. Cependant, il n'est pas possible d'affirmer ici que la connaissance d'au moins une notion est nécessaire pour accéder à la compréhension d'une notion composée.

Les principes de différenciation et de catégorisation

L'un est l'inverse de l'autre. Dans la différenciation, les énoncés présentent des caractéristiques communes mais il existe au moins une caractéristique particulière qui permet de différencier deux notions. Dans le cas d'une catégorisation, une notion possède des caractéristiques qui lui permettent de représenter un ensemble de notions.

Souvent l'addition d'un qualificatif indique une différenciation, par exemple « information », représentant de la catégorie et « information utile », « information primaire ». Mais les termes peuvent aussi être complètement différents, par exemple « document », représentant de la catégorie et « gamme de réalisation » ou « cahier des charges » qui résultent d'une différenciation.

Pour ces trois précédents principes, il existe une hiérarchie entre les notions. Celles obtenues par complication ainsi que les représentantes d'une catégorie sont à considérer comme étant de rang supérieur. Ce n'est pas le cas pour le principe suivant.

Le principe d'association

Deux notions sont associées quand leurs énoncés respectifs sont liés par une relation de nature sémantique qui doit être caractérisée. Par exemple, l'association qui lie « feuille de calcul » et « cellule » est qualifiée de partitive, en prenant appui sur l'énoncé « une feuille de calcul est composée de cellule ».

D'autres relations, telles que « cause-effet », « activité et site », « activité et résultat », « outil et fonction » peuvent être identifiées.

Ainsi, soit par complication, différenciation-catégorisation et/ou association, plusieurs notions différentes se fédèrent autour d'une notion, permettant d'envisager une complexité progressive.

L'ensemble de ces notions reliées entre elles constitue un groupe notionnel rassemblé autour de la notion qui est alors considérée comme

notion-pivot, au sens défini par M. Vignes (1991), c'est-à-dire qu'une notion-pivot fédère plusieurs autres notions. L'idée de « notion-pivot » permet de distinguer les groupes notionnels des champs conceptuels proposés par G. Vergnaud (1991) pour qui un champ conceptuel « *est un ensemble de situations, où situation correspond à une combinaison de tâches, mais aussi l'ensemble des concepts et théorèmes nécessaires pour analyser ces situations* ». Dans un champ conceptuel, les concepts sont, comme dans un groupe notionnel, reliés entre eux mais rien n'indique qu'un concept particulier fédère les autres concepts.

La proposition d'une définition pour la progressivité d'une notion et de six principes pour la concevoir est susceptible d'aider le rédacteur de programmes ou l'enseignant à varier les situations d'enseignement. Toutefois, il convient d'ajouter que ce cadre doit être mis en perspective avec les processus d'apprentissage et plus particulièrement avec la progression des élaborations notionnelles.

1.3 Questions de recherche

Le travail présenté ne s'intéresse qu'au curriculum prescrit de la fin de l'école primaire jusqu'à la classe de seconde. L'investigation doit permettre d'apporter des éléments de réponse à plusieurs questions de recherche : existe-t-il une progressivité des notions dans les programmes proposés pour ces différents segments scolaires ? Quand elle est repérée, sur quels principes la progressivité est-elle établie ? Quelles sont les notions concernées ? Les relations pressenties entre différentes notions du curriculum prescrit permettent-elles de constituer des groupes notionnels ? Quelles sont alors les notions-pivots en jeu ?

La méthodologie mise en œuvre pour répondre à ce questionnement repose sur une analyse des textes officiels.

2. RECUEIL ET TRAITEMENT DES DONNÉES³

2.1 Élaboration du corpus

Le corpus de départ est constitué par l'ensemble des programmes applicables en 2005 pour les enseignements de Sciences et technologie, de Technologie, d'Initiation aux sciences de l'ingénieur (ISI), d'Informatique des systèmes de production (ISP) et d'Informatique de gestion et de communication (IGC). Deux difficultés empêchent de procéder à un traitement direct de ce corpus.

(3) Des exemples complets de traitement du corpus sont disponibles en ligne (http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/paindorge_annexes.pdf) NDLR : lien vérifié le 18 avril 2007.

La première est liée aux différentes formes rédactionnelles des programmes, qui n'indiquent pas tous explicitement les notions en jeu. C'est le cas pour les enseignements d'ISI et ISP pour lesquels il est nécessaire de formuler des propositions de notions en prenant appui sur toutes les compétences énoncées et les savoirs associés indiqués par les auteurs. Le tableau ci-dessous présente un extrait du travail réalisé (Tableau 1).

Compétences attendues en ISI (indiquées dans le bulletin officiel)	Savoirs et savoir-faire associés (indiqués dans le bulletin officiel)	Propositions de notions
1. Analyse fonctionnelle des produits : - Identifier les éléments transformés par le produit. - Décrire la valeur ajoutée apportée par le produit et énoncer sa fonction de base.	1.1 Expression du besoin - Marché, client, concurrence. - Coûts, rapport qualité-prix. - Satisfaction du besoin, notion de valeur d'usage.	- marché - client - concurrence - coût, - besoin - valeur d'usage

Tableau 1 • Exemple de proposition de notion à partir des prescriptions des bulletins officiels

Le second problème est dû au nombre important de pages correspondant à l'ensemble des programmes. Pour faciliter le traitement, un document plus synthétique récapitule toutes les notions recensées dans les textes officiels ainsi que les notions suggérées par les programmes d'ISI et d'ISP.

	Notions indiquées ou suggérées par les programmes
Cycle 3	Classification, espèce, évolution, chaînes et réseaux alimentaires, principe de fonctionnement.
Cycle d'adaptation (6 ^e)	Fichier.
Cycle central (5 ^e /4 ^e)	Exigibles : gamme de réalisation, tolérance, cahier des charges, poste de travail, fonction d'usage, marché, coût, cycle de vie d'un produit. Non exigibles : (tableur) : cellule, rubrique, formule, résultat, feuille de calcul, trame, reconnaissance d'une représentation graphique, série, lien entre tableau et graphique, (pilotage par ordinateur) : initialisation, partie commande, interface, partie opérative, capteur, actionneur, chaîne fonctionnelle, condition, procédure.
ISI (propositions)	Marché, client, concurrence, coût, besoin, valeur d'usage, produit, valeur ajoutée, frontière, interacteur, fonction de base, fonction de service, matière, énergie, information...

Tableau 2 • Extrait de la liste récapitulative des notions

Après l'élaboration de ces différents documents préparatoires, le corpus de travail est donc constitué des programmes de cycle 3, de technologie au collège, des enseignements de détermination ISI, ISP, IGC, du document récapitulatif des notions identifiées par les textes officiels et celles suggérées par les textes quand les notions ne sont pas indiquées.

Le traitement des données commence par une analyse des ruptures et continuités.

2.2 Analyse des ruptures et continuités

Il s'agit d'abord de repérer les notions apparaissant au moins deux fois dans la répartition chronologique des programmes. Puis une analyse des tâches prescrites correspondantes permet de caractériser la progressivité.

Ensuite, un travail similaire est réalisé pour les groupes nominaux formés autour d'une notion, quand le nom est repris mais complété par d'autres déterminants, par exemple « fonction » et « fonction d'usage », « fonction technique ».

Les résultats sont regroupés dans des tableaux dont deux extraits sont présentés ci-dessous (tableaux 3 et 4).

Notions	Analyse (extrait des textes officiels)	Principe de progressivité
<i>Approvisionnement</i>	Réalisation sur projet en troisième, activité de production de biens en ISP	Diversification entre 3° et ISP (le contexte est différent mais pas l'approche)
<i>Base de données</i>	Conception fabrication assistée par ordinateur en quatrième, Recherche d'informations techniques pour préparer la réalisation en ISP	Extension entre 4° et ISP (approche conception en 4°, approche production en ISP)

Tableau 3 • Extrait de l'analyse des ruptures et continuités des notions

Éléments du groupe notionnel	Principe de progressivité
Fonction	Principe de progressivité
Fonction de base	Catégorisation possible autour de fonction, exigible en 3°, à partir de fonction d'usage exigible au cycle central, de fonction de service et fonction d'un logiciel (proposé en 3°) et de fonction technique (proposé en 3° option).
Fonction d'un logiciel	
Fonction d'usage	Différenciation en ISI (les notions de fonction de base, fonction de service, fonction technique sont différenciées de fonction).
Fonction de service	
Fonction technique	

Tableau 4 • Extrait de l'analyse des ruptures et continuités de groupes nominaux

L'examen des ruptures et continuités d'une même notion dans le corpus conduit à identifier les principes basés sur la répétition d'un même terme, soit diversification, extension, complication et parfois différenciation ou catégorisation.

Mais les méthodes utilisées lors de cette première phase ne permettent pas de mettre en évidence une progressivité par association ainsi que les cas de différenciation-catégorisation où le terme n'est pas le même. Aussi est-il nécessaire de concevoir une seconde phase complémentaire.

2.3 Analyse sémantique

Le travail débute par l'élaboration d'un corpus lexical pour chaque notion de la liste récapitulative établie à partir des textes officiels (cf. tableau 5). Plusieurs énoncés définitoires sont recensés dans des publications spécialisées (normes, dictionnaires, manuels scolaires). Le sens commun n'est pas pris en compte.

Éléments du groupe notionnel	Énoncés pour : Besoin (troisième, ISP, ISI, IGC)
(N.X50-150) :	Sentiment d'insatisfaction né de la nature ou de la vie sociale : nécessité ou désir éprouvé par un utilisateur.
(D8 page 37) :	Sentiment d'insatisfaction né de la nature ou de la vie sociale. Il est accompagné d'un désir de le faire disparaître en disposant d'un bien économique.
(M12 page 102)	La norme définit le besoin comme « ce qui est nécessaire à l'utilisateur ou désiré par lui » et précise que « la notion de besoin permet de poser le problème au plus haut niveau de remise en cause utile et donc de préciser les véritables services à rendre. »
(M13 page 9)	Le besoin peut être l'expression d'un manque ou d'une désir.

Tableau 5 • Extrait du corpus lexical général

La lettre M indique qu'il s'agit d'un manuel scolaire, D d'un dictionnaire et N d'une norme.

Ensuite une recherche de signification conduit à rassembler des termes ayant des liens sémantiques entre eux. Ce travail doit permettre de repérer une progressivité par association et de la caractériser ainsi que par différenciation-catégorisation.

Par exemple, à partir des énoncés concernant les notions « produit », « processus », « bien », « besoin », « service », « cahier des charges », plusieurs associations sont mises en évidence et récapitulées dans un tableau dont un extrait est présenté ci-dessous.

Extrait corpus lexical	Notions associées	Principe
Produit : résultat d'un processus	Processus / produit	Association activité-résultat
Il existe quatre catégories génériques de produits : les services, les software, les produits matériels, les produits issus de processus à caractère continu. Un bien est un produit matériel de l'activité de production.	Produit / bien, service	Différenciation
Produit : ce qui est fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin.	Produit / besoin	Association cause-effet
Le CDC exprime le besoin des consommateurs en précisant les fonctions de service à assurer. Il détaille les conditions à respecter pour que le produit soit conforme aux contraintes imposées par les lois et règlements.	Cahier des charges / besoin, contraintes, fonction	Association partitive

Tableau 6 • Extrait de la recherche d'association entre les notions

Le traitement du corpus avec les méthodes qui viennent d'être présentées permet d'obtenir les résultats suivants.

3. RÉSULTATS

3.1 Une progressivité implicite pour quelques notions

L'analyse des textes officiels en vigueur permet d'identifier, principalement au collège, une progressivité basée essentiellement sur les principes de différenciation-catégorisation et d'extension-diversification.

Parmi environ cent cinquante notions recensées dans les programmes, seules quelques unes sont concernées. Il s'agit des notions de contrainte, fonction, flux, gamme de réalisation, besoin, cahier des charges, coût, contrôle, marché, tolérance, norme, poste de travail, contrainte, actionneur, capteur, principe de fonctionnement, fonction d'usage.

De plus cette progressivité reste implicite. Elle correspond souvent à un repérage de la notion plusieurs fois dans la répartition chronologique ou à une indication d'exigibilité. Cependant les auteurs des programmes n'expriment pas explicitement qu'il s'agit là de choix effectués eu égard à une progressivité des notions.

3.2 Une progressivité potentielle

Pour un grand nombre de notions présentes ou suggérées dans l'ensemble des programmes, il est possible de repérer une progressivité qualifiée de potentielle parce qu'elle est susceptible d'exister. Cette progressivité repose sur la mise en évidence de huit groupes notionnels.

Constitués principalement grâce aux principes de différenciation-catégorisation et d'association partitive, ces groupes rassemblent plusieurs notions autour d'une notion-pivot parmi lesquelles « produit » (29 notions associées), « organisation » (20 notions associées), « information » (18 notions associées), « entreprise » (14 notions associées), « qualité » (6 notions associées), « coût » (5 notions associées).

Les notions « chaîne » et « processus » (respectivement 19 et 10 notions associées) revêtent également le statut de pivot alors qu'elles sont absentes des textes officiels. Elles ont été ajoutées au cours de l'analyse parce qu'elles permettraient de relier entre elles des notions présentes dans les programmes et ainsi d'élaborer un groupe notionnel.

De plus, parmi les notions-pivots identifiées, regroupant chacune plusieurs notions, celles de « coût », « entreprise », « processus » et « qualité » forment entre elles un réseau de notions-pivots autour de « produit ». Deux notions, « information » et « organisation », ne s'intègrent pas à ce réseau. Elles se rattacheraient plutôt à la notion de « système » qui n'est pas pivot dans les programmes étudiés.

Ces résultats (identification de huit notions-pivot et d'un réseau de notions-pivot autour de « produit ») indiquent une progressivité potentielle pour un grand nombre de notions proposées dans les programmes étudiés. En effet, soit à l'intérieur de chaque groupe notionnel, soit entre ces groupes, il semble possible de faire progresser l'élève par la mise en relation d'une notion avec un grand nombre d'autres notions.

De plus, parmi les notions-pivots identifiées, regroupant chacune plusieurs notions, celles de « coût », « entreprise », « processus » et « qualité » forment entre elles un réseau de notions-pivots autour de « produit ». Deux notions, « information » et « organisation », ne s'intègrent pas à ce réseau. Elles se rattacheraient plutôt à la notion de « système » qui n'est pas pivot dans les programmes étudiés.

Ces résultats (identification de huit notions-pivot et d'un réseau de notions-pivot autour de « produit ») indiquent une progressivité potentielle pour un grand nombre de notions proposées dans les programmes étudiés. En effet, soit à l'intérieur de chaque groupe notionnel, soit entre ces groupes,

il semble possible de faire progresser l'élève par la mise en relation d'une notion avec un grand nombre d'autres notions.

La représentation graphique ci-après (fig. 7) illustre les différentes relations entre les notions ainsi que le réseau constitué autour de « produit ». Les notions sont regroupées autour d'une notion-pivot (encadrée en trait épais, en pointillé celle non citée dans les programmes) et les relations entre deux notions sont matérialisées par une flèche qui indique le sens de lecture. Afin de ne pas surcharger encore ce graphisme, le type de relation entre deux notions n'apparaît pas. Ces relations sont énoncées ci-dessous :

- Différenciation - catégorisation : entre processus et approvisionnement – distribution - production, entre moyens et moyens financiers – humains - matériels, entre contraintes et contraintes de qualité – délai – coût - volume, entre fonction et fonction technique de base d'un logiciel d'usage de service, entre produit et bien-service, entre valeur et valeur ajoutée-valeur d'usage ;

- Association de type partitive : entre cahier de charges et besoin – contraintes - fonction, entre coût et éléments constitutifs, entre secteur d'activité et entreprise, entre entreprise et client-moyens ;

- Association de type « site-activité » : entre entreprise et processus, entre entreprise et flux ;

- Association de type « produit-matière » : entre processus et matière d'œuvre ;

- Association de type « activité - résultat » : entre processus et valeur ajoutée, entre processus et produit, entre contrôle et conformité, entre entreprise et produit, entre processus et coût ;

- Association de type « cause-effet » : entre tolérance et coût, entre tolérance et contrôle, entre fiabilité et qualité, entre besoin et produit ;

- Association de type « caractéristique » : entre fonction – qualité – fiabilité – coût - valeur d'usage, spécification et produit, entre besoin et client, entre tolérance et spécification, entre conformité, coût et qualité, entre coût de l'information et information ;

- Association de type « outil-fonction » : entre bloc fonctionnel et fonction technique.

Le soulignement d'une notion indique que cette notion est reprise plusieurs fois au cours du curriculum et est donc concernée par les principes d'extension et de diversification.

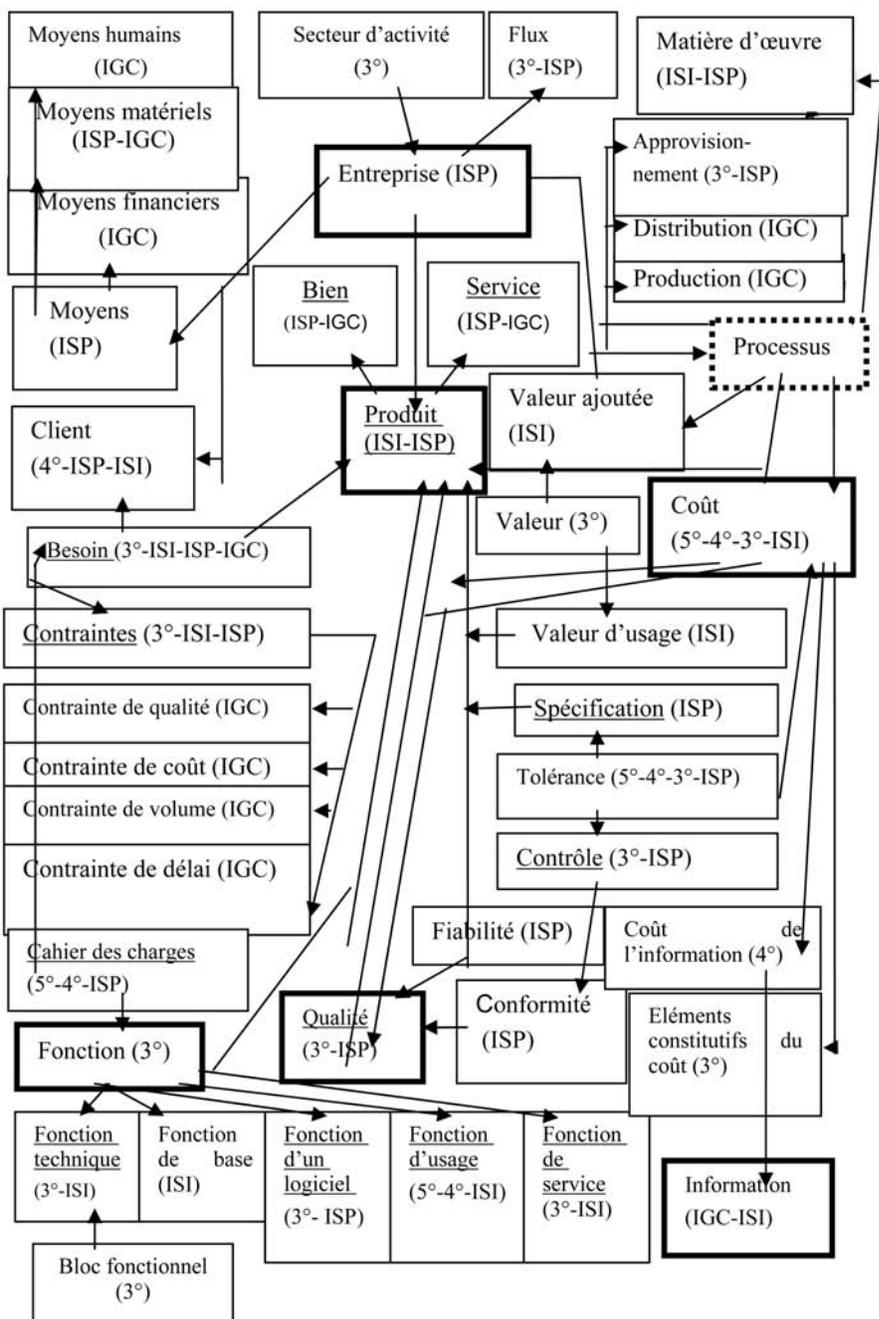


Tableau 7 • Une progressivité potentielle basée sur un réseau de notions

3.3 Des principes de progressivité inégalement utilisés

Parmi les principes de progressivité disponibles, tous ne sont pas utilisés avec la même fréquence. Le plus souvent repéré est celui d'association, essentiellement partitive mais aussi de type causal comme « activité-résultat » ou « cause-effet ».

Viennent ensuite les principes de différenciation-catégorisation, qui s'observent très majoritairement au travers de groupes nominaux, par exemple « fonction d'usage », « fonction de service », « fonction technique » et « fonction », mais aussi entre des termes en apparence distincts (comme « approvisionnement », « contrôle », « production » qui résultent d'une différenciation de « processus »).

Enfin, le principe de complication est identifié essentiellement à propos de la notion « information ». La place centrale de cette notion en IGC constitue peut-être une explication.

Les autres principes apparaissent également, mais avec une fréquence nettement moins élevée.

4. DISCUSSION

4.1 Quelques notions mises en évidence

Le statut de notion-pivot confère une certaine importance aux notions « chaîne », « information », « processus », « qualité », « produit », « coût », « entreprise », « organisation » alors qu'elles ne sont pas explicitement mises en valeur dans les programmes. Pourtant certaines étaient présentes dès les premières recommandations pour l'enseignement.

Ainsi la notion de « processus » est déjà en filigrane des premiers contenus d'enseignement pour la technologie proposés par J. Beckmann en 1770 (Guillerme & Sebestik, 1966), contenus qui souhaitent « introduire à tous les niveaux d'instruction un enseignement sur les modes de production,... avec une description des étapes successives... ». La notion reste sous-jacente dans les programmes d'éducation manuelle et technique de 1977 qui prévoient une initiation à la démarche technologique, dans ceux de 1985 avec le projet technique ou de 1995 avec les réalisations sur projet. Cependant le terme n'est jamais cité.

Celui de « coût » n'est pas non plus utilisé dans l'introduction du texte de J. Beckmann mais la notion est cependant perceptible puisque cet auteur écrit que « la technologie développe l'étude des guildes et des corporations, l'emplacement d'une fabrique ou d'une manufacture, les éléments qui entrent dans le prix d'une marchandise ».

En revanche, à la suite des travaux des Copret 1 et 2 (commission permanente de réflexion sur l'enseignement de la technologie), dans les années 1980, les programmes du collège et du lycée intègrent un point de vue économique. à cette période, le paradigme dans lequel s'inscrit l'élaboration des textes officiels, est celui de la « qualité » et l'objet fabriqué est alors considéré comme un « produit » (Doulin, 1996 ; Lebeaume, 1996). La notion de « coût » est alors présente, ainsi que celles « d'entreprise », « d'organisation » de l'entreprise.

Mais, alors qu'elle est nécessaire pour appréhender la notion d'entreprise ainsi que pour analyser un objet technique, la notion « organisation » n'est pas citée dans les programmes. Déjà sous-jacente dans le texte de J. Beckman, elle reste non exprimée tout au long des textes officiels.

Le cas de la notion d'« information » est comparable. La place réservée aux outils informatiques dans l'enseignement de la technologie n'a cessé de se développer depuis les recommandations des Copret 1 et 2, renforcées par celles du conseil de l'Europe dans les années 1990. Si les programmes de 1995 distinguent des « unités de traitement de l'information », la notion d'« information » n'est pas pour autant exprimée.

Par ailleurs, les résultats sont à mettre en perspective avec les propositions d'Y. Deforge (1993). La position de « produit » au cœur d'un réseau de notions-pivot rappelle la place centrale qu'il attribue à l'objet technique dans toute éducation technologique. Les différents regards qu'il propose pour un objet sont à rapprocher de plusieurs notions-pivot. Processus, entreprise, coût, renvoient au « produit dans un système de production », « fonction » au « produit dans un système d'utilisation » tandis que « qualité » relèverait du « produit dans un système de consommation ».

Cependant, il serait prématuré de conclure au caractère indispensable de ces notions dans toute éducation technologique. Des travaux restent à entreprendre, notamment pour étudier la place des notions-pivots dans les pratiques des entreprises ainsi que leur apparition dans les programmes en regard du contexte économique.

Il convient également de remarquer l'absence de quelques notions.

4.2 Des notions « absentes »

Bien que la liste des notions comprise dans le curriculum soit déjà relativement longue, l'absence de certaines comme « processus », « système automatisé » ou « document » ou encore « donnée » est à signaler. Elles sont pourtant apparues lors de la construction des groupes notionnels ; il est vraisemblable que d'autres puissent être ajoutées.

Une autre notion, celle de « travail » n'apparaît pas non plus alors que deux notions, « travail salarié » et « travail indépendant », qu'il est pos-

sible de considérer comme résultats d'une différenciation, sont citées en troisième option technologique, avec « organisation du travail », dans le module « découverte des professions » de la même classe.

Concernant les notions-pivot, « information » et « organisation » appellent des commentaires. Elles n'appartiennent pas au réseau constitué autour de « produit ». Cette absence suggère une appartenance à un autre réseau, qui serait construit autour de la notion de « système ». Ce nouveau réseau pourrait comprendre également les notions de « flux », « fonction », « évolution », présentes dans le curriculum mais n'apparaissant pas comme « notions-pivots » et d'autres non citées dans les programmes, comme « régulation », « matière », « énergie » (ces deux dernières font partie des propositions de notions formulées à propos des programmes d'ISI et ISP).

4.3 Des paradigmes différents pour l'éducation technologique ?

La mise en évidence à la fois d'un réseau de notions-pivots autour de « produit » et d'un second réseau autour de « système », même s'il n'est que partiellement identifié, conduit à évoquer une co-existence de deux paradigmes possibles pour penser l'éducation technologique. En effet ces deux notions « produit » et « système » renvoient aux différentes orientations prises dans l'histoire de la technologie au collège (Lebeaume, 1996), à la décision d'étudier les systèmes dans les disciplines technologiques au lycée en France mais aussi dans certains programmes étrangers (De Vries, 2000).

4.4 Quelques remarques à propos de la progressivité

L'analyse du réseau de notions conduit à repérer deux éléments susceptibles de constituer des obstacles à la prise en charge de la progressivité potentielle par les enseignants.

D'une part, la répartition chronologique n'est pas toujours en cohérence avec la progressivité identifiée. Ainsi, certaines notions résultant d'une association partitive apparaissent dans les programmes après la notion qui les rassemble. Par exemple, la notion de « coût » est notée au cycle central et les éléments constitutifs du coût, résultats d'une association partitive sont mentionnés en classe de troisième.

Pour d'autres relations par « association », certaines sont proposées au même niveau scolaire (par exemple « base de données-tri-requête », de nature « outil-fonction », est présent en quatrième) tandis que d'autres ne le sont pas, sans explication apparente (« besoin » en troisième et « produit » en seconde ISI ou ISP, dans une relation « cause-effet »).

Parfois, la répartition chronologique semble être inverse au processus cognitif. Même si cela reste à vérifier, le principe de « complication » semble susceptible d'être utilisé à partir d'une notion connue. Or, par exemple, « tri de l'information », « continuité de traitement de l'information » sont indiquées en quatrième alors que « information » n'est indiquée qu'en seconde IGC. En revanche, en IGC, d'autres notions comme « représentation de l'information » sont aussi liées avec « information » par une relation de complication.

D'autre part les notions-pivots mises en évidence lors de la construction des groupes notionnels sont souvent différentes des notions signalées comme importantes par les programmes. Ainsi, sur les huit notions-pivots identifiées, seule la notion de « coût » est déclarée exigible au collège et en seconde IGC. Toutefois, à l'exception de « cycle de vie », toutes les notions exigibles du collège sont présentes dans les groupes notionnels.

CONCLUSION

À l'issue de la recherche, il apparaît que les notions de « coût », « qualité », « produit », « information », « organisation », regroupent chacune autour d'elles un groupe de plusieurs notions. Ce caractère fédérateur leur confère une certaine importance dans l'éducation technologique.

Quant aux groupes de notions ou groupes notionnels, en étant constitués de notions présentes dans les programmes de cycle 3, de technologie ou des enseignements de seconde, IGC, ISP, ISI, ils témoignent d'une part d'une cohérence entre les différents segments scolaires et d'autre part d'une progressivité dans le curriculum prescrit.

Mais cette progressivité reste potentielle c'est-à-dire qu'elle est susceptible d'exister. Si l'intention est de prendre en compte cette progressivité potentielle pour favoriser les élaborations notionnelles des élèves à propos des notions-pivots, deux questions sont à examiner. La première concerne la mise en œuvre des programmes par les enseignants. Il semble nécessaire d'identifier les différents facteurs influant sur la prise en charge de la progressivité des notions par les professeurs. La seconde interrogation porte sur les conditions pédagogiques à mettre en place pour que les élèves s'approprient progressivement les notions.

Pour ces nouvelles recherches, comme dans celle exposée ici, l'intérêt porté aux notions ne signifie pas pour autant qu'une primauté leur est accordée. Les travaux présents et futurs sont à inscrire dans un cadre de pensée selon lequel les élaborations notionnelles ont lieu dans l'action, où construction intellectuelle et familiarisation pratique sont liées.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P. (1986). Concepts et démarche expérimentale. In Astolfi, J.-P. (1997) : *Mots-clés de la didactique des sciences*, (p. 26). Paris : De Boeck.
- BARBIER J.-M. (1996). *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris, PUF.
- CAJAS F. (2002). The role of research in improving learning technological concepts and skills: the context of technological literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, n° 12, p. 175-188.
- CARMONA-MAGNALDI N. & DE VECCHI G. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette Éducation.
- DEFORGE Y. (1993). *De l'éducation technologique à la culture technique*. Paris, ESF.
- DE SAUSSURE F. (1986). *Cours de linguistique générale*. Paris, Payot.
- DEVELAY M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF.
- DEVELAY M. (1995). *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines. Une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris, ESF.
- DE VRIES M. (2000). Enseignement et apprentissage des concepts de base de et en technologie. *Skholê*, n° 11, p. 75-86.
- DOULIN J. (1996). *Analyse comparative des difficultés rencontrées par les élèves dans l'appropriation de différents types de graphismes techniques en classe de seconde option TSA*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Cachan, Lirest-ENS.
- FERRY L. (1995). Qu'apprendre au collège ? *Le Débat*, n° 87, p. 121-131.
- FOUCAULT M. (1969). *L'archéologie du savoir*. Paris, Gallimard.
- FOURNIER J.-Y. (1999). *À l'école de l'intelligence*. Paris : ESF.
- GUILLERME J & SEBESTIK J. (1966). Les commencements de la technologie. *Thales*, vol. 12. Paris, PUF.
- LEBEAUME J. (1996). Trente ans de technologie en France 1960-1990. Une discipline à la recherche d'elle-même. *Aster*, n° 23, p. 9-42.
- LEBEAUME J. (1999). *Perspectives curriculaires en éducation technologique*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Paris, université Paris-Sud-Paris 11.
- LEMEIGNAN G. & WEIL-BARAIS A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette Éducation.
- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE PÉDAGOGIQUE (INRP). (1985). *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. Rapport de recherche n° 3. Paris, INRP.
- MAC CORMICK R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, n° 14, p. 21-44.
- MARTINAND J.-L. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences des mathématiques et des technologies*, n° 3-1, p. 101-116.
- MARSENACH J. et al. (1991). *Éducation physique et sportive, quel enseignement ?* Paris, INRP.
- PAINDORGE M. (2005). *Contribution à la progressivité des enseignements technologiques. Les notions dans l'éducation technologique*. Thèse de doctorat. Cachan, ENS.
- REY A. (1992). *La terminologie, mots et notions*. Paris, PUF.
- SIEGLER R. (2000). *Enfant et raisonnement. Le développement cognitif de l'enfant*. Bruxelles, De Boeck.
- TECHNOLOGIE, Textes de référence (rapports de la Copret 1 et 2). (1992). Sèvres, Centre international d'études pédagogiques.
- VERGNAUD G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, n° 10/2.3, p. 133-169.
- VIGNES M. (1991). *Automatismes et informatique à l'école : construction de contenus d'enseignement. Premiers essais dans les classes*. Thèse de doctorat. Paris Denis-Diderot-Paris 7.

Article reçu le 24 novembre 2006 et accepté le 28 mars 2007.