

La question de la référence pour l'enseignement des disciplines technologiques en formation professionnelle. Le cas de l'enseignement du génie alimentaire.

Jean-François Métral

¹Unité propre de recherche Développement professionnel et formation

jf.metal@agrosupdiijon.fr

Résumé

L'analyse de situations d'enseignement du génie alimentaire dans le Brevet de Technicien Supérieur en industries agroalimentaires et du référentiel diplôme met à jour le fait que deux pratiques sociotechniques de référence coexistent dans la formation. L'une est issue des recherches académiques en génie alimentaire qui visent les activités de conception des procédés alimentaires. L'autre semble issue de la connaissance par certains enseignants de l'activité des opérateurs assurant la gestion de transformations alimentaires. Ces deux approches différentes du génie alimentaire ont des conséquences sur le potentiel d'apprentissage des situations d'enseignement du génie alimentaire. Nous ouvrons plusieurs pistes de réflexion en ce qui concerne l'enseignement des disciplines technologiques dans des formations professionnelles.

Mots-Clés

Didactique des disciplines technologiques – Formation professionnelle – Pratique sociotechnique de référence – Génie alimentaire – Potentiel d'apprentissage des situations.

Abstract

We analyse teaching situations of food engineering in vocational training to become food industry technicians. We show that there are two different sociotechnical practices reference that coexist in training. One comes from academic research in food engineering and aimed design food processes. The other comes from some teachers' professional experience of food processing. These two different approaches for food engineering have an impact on professional learning potential of teaching situations. We open several lines of thought regarding the teaching of technological disciplines in vocational training.

Key words

Didactic for technological teaching - Vocational training - sociotechnical practice reference - food engineering - Learning potential of situations.

Cette communication pose la question des éventuelles spécificités des contenus des disciplines technologiques lorsqu'elles s'inscrivent dans une perspective de formation professionnelle. L'ambition limitée est ici d'examiner la relation entre la pratique sociotechnique de référence (Martinand, 1981, 1994), les contenus d'enseignement d'une discipline technologique en formation professionnelle et les apprentissages professionnels des élèves. Elle s'appuie sur une recherche longitudinale qui étudie le processus de mobilisation des élèves pour les situations de formation professionnelle auprès d'élèves engagés dans une formation de Brevet de Technicien en Industries Agroalimentaires (BTS IAA)¹ dans trois établissements (Métral, 2013). Au cours de nos

¹ Les données recueillies dans le cadre de ce travail l'ont été entre 2007 et 2009, c'est-à-dire avant la rénovation du BTS Industries agroalimentaires. Depuis septembre 2009, l'intitulé de celui-ci est « Brevet de Technicien Supérieur en Sciences et Technologies des

observations, nous avons constaté des différences importantes dans le contenu (Martinand, 1994) des situations de formation en génie alimentaire selon les établissements.

Dans une première partie, nous caractérisons de manière succincte les situations de formation en génie alimentaire observées. Dans une deuxième partie, nous analysons les différences constatées à partir d'une analyse « épistémologique » du génie alimentaire. Dans une troisième partie, nous abordons quelques effets de ces différences sur le potentiel d'apprentissage des situations d'enseignement du génie alimentaire.

L'enseignement du Génie alimentaire en BTS Industries agroalimentaires

Le système d'enseignement du ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche a « pour objet d'assurer, en les associant, une formation générale et une formation technologique et professionnelle dans les métiers de l'agriculture, de la forêt, de l'aquaculture, de la transformation et de la commercialisation des produits agricoles » (Code rural, Art. L811-1). Parmi l'ensemble des formations proposées, une filière allant du niveau V au niveau I est dédiée à la formation aux métiers de la transformation alimentaire.

Dans cette filière, le génie alimentaire constitue une discipline à part entière : des enseignants sont recrutés par concours et sont formés à l'Ecole Nationale de Formation Agronomique de Toulouse (ENFA) ; il y a des inspecteurs dédiés au sein de la Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche du Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche ; un horaire et des contenus sont inscrits dans les référentiels des diplômes correspondants. Nous pouvons parler ici de « discipline de cœur » de la filière (Martinand, 1994, p. 71).

L'analyse du référentiel professionnel du BTS IAA montre que ce diplôme vise des emplois de « techniciens animateurs de production en industrie alimentaire » (version de septembre 1995, p. 11), dont la tâche principale, en début de carrière, est de gérer la transformation alimentaire. Les rédacteurs centrent l'organisation de la formation sur le « couple produit-procédé » et une spécialisation par produit adaptée aux spécificités des secteurs, dont découle trois options possibles : industrie laitière ; industrie des viandes ; industrie alimentaire.

Dans un premier paragraphe, nous allons caractériser de manière rapide les situations d'enseignement du génie alimentaire en BTS IAA observées dans trois établissements. Dans un deuxième paragraphe, nous examinerons la prescription qui encadre ces situations de formation.

Caractérisation des situations d'enseignement du génie alimentaire en BTS IAA dans différents établissements

a) La transformation alimentaire comme procédé à appliquer

En première année, dans l'établissement A, les contenus des séances d'enseignement en classe du génie alimentaire portent sur les opérations unitaires (opérations génériques des procédés alimentaires) : caractéristiques des matériels ; effets sur certains composants du produit. Ils sont décontextualisés en un ensemble de concepts, de règles, de lois, de calculs, de principes techniques très généraux. En deuxième année, ils portent sur les procédés de fabrication de plusieurs aliments, en articulant les opérations unitaires successives et en y associant les transformations qu'elles entraînent dans l'aliment. C'est ce que montre l'extrait de cours ci-dessous :

*« Notez la définition du **fumage**. Dessiccation sous l'effet du feu. Alors, les produits qui sont les plus bons comme par exemple le saumon fumé, etc. généralement c'est un **fumage** qui est fait vraiment avec du **bois bien séché**, pas n'importe **quel type de bois** parce que tout dépend un peu donc ça peut être **du hêtre** mais ça peut être n'importe **quel type de bois**. Avec **une distance bien respectée entre la flamme et le produit**. Et puis ce qui donne le goût fumé ce sont tous les composants qui se trouvent dans le bois et qui vont simplement se déposer sur le produit, pas uniquement se déposer. On va avoir le transfert de masse puisque les particules de la fumée ont la capacité de migrer de l'extérieur vers l'intérieur, donc il y a transfert de masse de matière. »*

Extrait n°1 : Exemple du contenu des cours de génie alimentaire dans l'établissement A (octobre 2ème année).

Légende : police normal : ce qui concerne le produit ou les matières premières ; en gras : ce qui concerne le procédé ; souligné : ce qui concerne les processus de transformation.

aliments ». Une rapide analyse du référentiel de diplôme et de la bibliographie laisse penser que les questions posées dans cette communication concernant le contenu des enseignements de génie alimentaire restent d'actualité.

Les explications sont surtout illustrées par des exemples assez généraux concernant la fabrication de tel ou tel aliment, par des photos de matériels.

Les TP constituent « *le moment d'application des connaissances abordées en classe* » (un enseignant). Les tâches à réaliser par les élèves consistent à faire fonctionner des machines à l'aide de procédures pour appliquer aux matières premières un procédé dont les paramètres sont définis dans un diagramme de fabrication. Il s'agit aussi de réaliser quelques analyses des matières premières (souvent après le démarrage de la transformation) et du produit fini, afin de vérifier que le procédé s'est déroulé normalement et que le produit obtenu correspond aux spécifications attendues. Certains TP associent des expérimentations pour tester l'impact de tel paramètre du procédé ou de tel additif sur le produit fini. Des calculs de rendements visent à identifier les points d'amélioration du procédé de fabrication. Les enseignants passent pour montrer le fonctionnement du matériel et poser des questions de connaissances aux élèves à propos des contenus abordés en classe et des recherches bibliographiques demandées aux élèves pour leur compte-rendu : ingrédients/additifs (rôle), opérations unitaires principales et rôle, résultats des contrôles effectués...

Ici la transformation alimentaire est envisagée comme un procédé² de fabrication prédéfini et fixe constitué d'une succession d'opérations unitaires qui appliquent des contraintes physiques, biochimiques ou microbiologiques à une/des matière(s) première(s) dont certaines caractéristiques ont été standardisées. On pourrait dire que les tâches du technicien consistent à appliquer les étapes successives de ce procédé, préétabli dans des procédures, en faisant fonctionner les matériels utilisés, en réglant les paramètres et en consignait sur une fiche de fabrication les résultats des contrôles de la qualité réalisés. J'appelle cette approche de la transformation alimentaire l'approche « procédé-produit ».

b) Les savoirs comme outils pour gérer les processus de transformation alimentaire via le procédé de fabrication

Pour les établissements B et C, en première année, les contenus des enseignements en classe portent sur les opérations unitaires et leurs fondements théoriques. Ils s'appuient sur de nombreux exemples pris dans l'industrie laitière. En deuxième année, ils traitent des processus biochimiques et microbiologiques se déroulant dans le produit en cours de fabrication et de l'incidence des paramètres et des actions conduites par le technicien sur ces processus et, de là, sur le produit final.

Les illustrations sont tirées de l'expérience de terrain des enseignants : caractéristiques de matériels, de procédés, de produits ; problèmes de fabrication... rencontrés dans les entreprises ou dans l'atelier technologique de l'établissement.

Les TP visent à connaître des fabrications non réalisées dans l'exploitation technologique de l'établissement. Les élèves disposent d'un procédé standard qu'ils doivent adapter en fonction des caractéristiques de la matière première et des analyses qu'ils réalisent sur le produit en transformation : il s'agit de raisonner les actions à partir des connaissances abordées en classe et des prises d'informations en cours de fabrication. Quelques TP consistent à réaliser des expérimentations pour identifier l'effet de tel ou tel paramètre (durée de brassage, température lors de telle opération...) sur les processus en cours (coagulation du lait, acidification par les bactéries...). Ceci implique la réalisation d'analyses biochimiques en cours et en fin de fabrication, de calculs de rendements et de bilans matières.

L'enseignant intervient pour répondre aux questions des élèves, les aider dans la réalisation d'une action ou dans l'organisation générale (ce qu'il y a à faire, quand le faire...). Il leur donne des explications ou leur pose des questions sur le fonctionnement du matériel, les processus de transformation, les actions à réaliser et leurs conséquences, les spécificités comparées des produits... ; il leur donne des éléments sur les prises d'informations à réaliser (couleurs et brillance du caillé ; texture ; goût ; résultats d'analyses...).

Dans ces enseignements, la transformation alimentaire est abordée comme un processus dynamique (Cellier, Eyrolle, et Marine 1997) : un ensemble complexe de réactions biochimiques et microbiologiques qui se produisent dans la matière première alimentaire sous l'effet du procédé de fabrication mais qui ont une évolution propre, indépendante des actions que l'opérateur peut exercer sur elles. Pour le technicien, la gestion de la transformation consiste alors à ajuster en permanence les paramètres du procédé sur la base des prises d'informations concernant le produit en cours de transformation afin de « guider » ces processus vers les caractéristiques du produit attendues pour l'étape suivante et/ou au terme du procédé. C'est ce que montre l'extrait de cours n°2 ci-dessous.

[Quel est le pH objectif pour (le fromage) au démoulage ? (...) autour des 5,1, 5,20. Ça, c'est l'objectif. L'autre jour on a fabriqué. Manque de peau, pH démoulage : 5,28. Si je vous donne cette valeur, qu'est-ce que vous me dites ?

2 Nous définissons un procédé comme une succession « d'actions appliquées à un produit pour lui conférer des propriétés que l'on recherche » (Bimbenet et al., 2002, p. 1).

Elève : pas assez acidifié

*P : j'ai pas assez acidifié. Et je vous dis, (...) j'ai bien acidifié. (...) c'est pas l'acide. Parce que pour toi, le **pH correspond à une acidité**. Et moi je te dis « non le **pH** c'est pas l'**acidité** ». Parce que le **pH** n'est qu'un outil de travail. Rentrez-vous bien ça dans la tête. (...) le pH il va être fonction de quoi ? (...): effectivement de l'acidification. (...) les protéines (...) [et] **l'extrait sec de votre produit** et là derrière y'a le lactose. Si vous avez un fromage qui est **trop égoutté dès le départ, vous avez trop égoutté en cuve**, à un moment donné le lactose il devient plus tôt facteur limitant. Parce que dès qu'il n'y a plus de lactose, les streptocoques ils s'arrêtent. (...) Résultat mon **pH** il est plus élevé. (...) Donc **la valeur brut pH** n'est pas suffisante pour dire si j'ai bien ou mal acidifié »*

Extrait n°2 : Exemple du contenu des cours de génie alimentaire dans l'établissement C (octobre, 2ème année).

Légende : police normal : ce qui concerne le produit ou les matières premières ; en gras : ce qui concerne le procédé ; souligné : ce qui concerne les processus de transformation.

Nous appelons cette approche de la transformation alimentaire l'approche « procédé/processus/produit ».

Nous pouvons remarquer que, dans ces enseignements, les savoirs sont abordés comme des outils qui orientent l'action du technicien en situation professionnelle.

Peut-on, relier ces différences dans le contenu des situations observées avec la prescription des contenus dans le référentiel diplôme ?

Analyse du référentiel de formation du BTS IAA : gérer la fabrication alimentaire ou l'étudier ?

Pour les spécialités « industrie alimentaire » et « industrie laitière », les objectifs prescrits du module d'enseignement du génie alimentaire sont les mêmes. Une partie des contenus est similaire. Elle consiste à donner les caractéristiques importantes des matières premières utilisées, des matériels réalisant les opérations unitaires (constitution, principes de fonctionnement) et à en détailler les effets sur les constituants alimentaires (loi de dégradation ou de transformation de tel(s) ou tel(s) constituant(s)). Les opérations unitaires sont séparées des processus biochimiques et microbiologiques sur lesquelles elles agissent qui, eux, sont traités dans les modules de biochimie alimentaire et de microbiologie alimentaire.

Toutefois, plusieurs éléments distinguent les contenus des deux spécialités.

Tout d'abord, dans la spécialité « industrie laitière », le référentiel de formation associe des objectifs complémentaires à l'approche en termes d'opérations unitaires :

- « Raisonner les technologies » en abordant les procédés de fabrication des différentes familles de produits en termes de succession et d'enchaînement des opérations unitaires. Dans la spécialité industrie alimentaire, les contenus en restent à replacer les opérations unitaires dans la ligne de fabrication.
- « Analyser l'influence des paramètres de transformation » sur deux des processus principaux de la transformation fromagère (coagulation et égouttage).

Ensuite, dans la spécialité industrie laitière, le contenu aborde de manière explicite la variabilité de composition de la matière première avec ses implications technologiques. Dans la spécialité industrie alimentaire, la matière première est considérée comme standardisée : il s'agit de « sélectionner les matières premières et les préparer à la transformation en fonction d'un cahier des charges ».

De plus, la formulation des objectifs et contenus des travaux pratiques de génie alimentaire est différente :

- « Mettre en œuvre les principales opérations unitaires », « raisonner la technologie », « analyser l'influence des paramètres de transformation » et « réaliser différents produits » (spécialité industrie laitière) ;
- « Etudier » les opérations unitaires, « mettre en œuvre dans leur succession les différentes opérations de transformation », « mettre en œuvre les règles d'hygiène, de sécurité » (spécialité industrie alimentaire) ;

Enfin, pour la spécialité industrie laitière, le référentiel prescrit des travaux pratiques de production semi-industrielle visant la fabrication de produits et l'appréhension du procédé et du processus dans sa globalité et son enchaînement d'opérations. Ce type de TP ne figure pas pour la spécialité industrie alimentaire.

L'approche de la transformation alimentaire induite par le contenu des modules de génie alimentaire est donc différente selon la spécialité. Pour résumer, nous pourrions dire que :

- la spécialité industrie laitière ouvre la possibilité d'une approche en termes de procédé-processus-produit et vise la gestion de la fabrication des produits alimentaires et son apprentissage (« mettre en œuvre », « raisonner » et « réaliser ») ;
- la spécialité industrie alimentaire est centrée sur une approche en termes de procédé-produit et vise davantage l'étude de cette fabrication (« étudier », « définir », « citer », « expliquer », « déterminer »).

Au niveau du référentiel de formation, nous retrouvons donc la différence observée dans les situations d'enseignement du génie alimentaire, alors même que cette différence ne figure pas dans le référentiel professionnel. Cela semble cohérent le fait que les enseignants des différentes spécialités participent à la rédaction des référentiels de formation avec les inspecteurs de la discipline.

Afin d'essayer d'interpréter les différences observées entre spécialités, nous allons réaliser une courte analyse épistémologique du génie alimentaire en tant que discipline « académique » (Martinand, 1994) correspondant à la discipline enseignée.

Une recherche en génie alimentaire orientée vers la conception des procédés de fabrication des produits alimentaires

C'est dans les années 1960 que Loncin pose les bases du génie alimentaire en s'inspirant des travaux conduits en génie chimique et en génie des procédés, pour dégager « le principe des opérations que l'on trouve dans les industries concernées pour les regrouper en des catégories à portée universelle (chauffage, refroidissement, filtration, séchage, etc.) que l'on a appelé opérations unitaires (...) » (Bimbenet et al., 2002, p.3).

Les travaux de recherche en génie alimentaire envisagent la fabrication des aliments comme une succession d'opérations unitaires, qui appliquent des contraintes physiques, biochimiques ou microbiologiques à une matière première dont certaines caractéristiques sont standardisées : « le produit subit une succession d'actions destinées à lui apporter les propriétés voulues » (Bimbenet et al., 2002, p. 3). Elle s'appuie sur des recherches qui modélisent :

- les différentes opérations unitaires des procédés de fabrication,
- les transformations qu'elles entraînent dans le produit,

de manière « à s'efforcer de maîtriser systématiquement et avec le moins de subjectivité humaine³ possible tous les facteurs concourant à la productivité des opérations et à la constance des qualités des produits. » (Bimbenet, 1998, p. 4). Pour cet auteur, « l'industrialisation des procédés agroalimentaires vise à remplacer le « savoir profane » de l'artisan (son « savoir-faire ») par le savoir savant ». Il rejoint ici la définition même du « génie » technique « associé d'une façon étymologique aux ingénieurs (...) distincts des artisans (...) et donc à des pratiques de création technique, distinctes des techniques rudimentaires, savoir des techniques qui ont une rationalité. » (Lebeaume, 1996, p. 10).

Ce qui est visé, c'est la conception des procédés de fabrication et leur optimisation lors de leur exploitation (Bimbenet et al., 2002 ; Dradenne, V., dans Loncin, 1985).

Cette modélisation est cohérente avec le contexte de sa production. En France, les travaux en génie alimentaire ont été en grande partie conduits par les enseignants des écoles d'ingénieurs à destination des ingénieurs assurant la conception des lignes de fabrication ou leur optimisation avant ou en cours d'utilisation. C'est cette approche que ces enseignants-chercheurs formalisent dans les ouvrages qu'ils destinent aux industriels, mais aussi aux enseignants et aux élèves (Bimbenet et al., 2002 ; Bazinet et Castaigne, 2011).

Cette courte analyse montre que le génie alimentaire, en tant que discipline académique, est finalisé par la conception des procédés de fabrication et leur optimisation, et non par la gestion de la fabrication. Or c'est cette deuxième qui est visée par le BTS IAA.

D'une différence de pratique sociale de référence à ses effets sur les apprentissages professionnels des élèves

Pour Martinand (2003, p. 128), « Sens et structures des savoirs, et même les concepts centraux, peuvent être différents selon les pratiques, alors même que les objets semblent les mêmes. ». Les savoirs dépendent en général, dans leur nature, des autres composantes solidaires d'une pratique que sont les objets et instruments, les tâches et les problèmes, les qualifications et rôles sociaux (Martinand, 1994). Dès lors, il est nécessaire de caractériser les pratiques sociales auxquelles renvoient les contenus et les démarches des disciplines scolaires ou académiques.

Or, lorsque l'on analyse le contenu des situations d'enseignement et du référentiel de formation, il apparaît que la pratique sociale de référence pour l'enseignement du génie alimentaire n'est pas la même pour les différentes spécialités du BTS IAA. Cela semble avoir une incidence sur le potentiel d'apprentissage professionnel (Mayen, 2013) des situations de formation.

³ Ce nous qui soulignons.

Une différence dans les pratiques sociales de référence pour l'enseignement du génie alimentaire selon les spécialités

Dans le cas de l'établissement A et de la spécialité industrie alimentaire, le module d'enseignement du génie alimentaire vise l'étude des fabrications alimentaires. L'approche se fait essentiellement en termes d'opérations unitaires. Elle correspond à une transposition de l'approche et des concepts développés par la discipline académique correspondante, dont la finalité est la conception et l'optimisation des procédés de fabrication alimentaire. En définitive, la pratique sociale de référence est ici la conception des procédés de fabrication alimentaire.

Dans les cas des établissements B et C et de la spécialité industrie laitière, le module d'enseignement du génie alimentaire vise l'apprentissage de la gestion de la fabrication des produits alimentaires, qui devient la pratique sociale de référence. Dans le contenu des enseignements, la transformation alimentaire est appréhendée comme un ensemble de processus dynamiques qu'il s'agit de « guider » via le procédé de fabrication. Cela correspond à l'approche que l'on retrouve modélisée dans les rares travaux qui se sont intéressés à l'activité des opérateurs gérant les fabrications alimentaires (voir Curt et al., 2002).

Pour aller plus loin dans la compréhension des différences observées, nous pouvons nous appuyer sur le schéma proposé par Martinand (1994) en l'utilisant pour chacun des deux établissements (voir figure n°3 page suivante). Dans le cas de l'établissement A, c'est la discipline académique qui influence fortement les contenus d'enseignement. Dans le cas des établissements B et C, c'est la pratique sociale de référence, telle qu'elle apparaît dans le référentiel professionnel, qui les fonde.

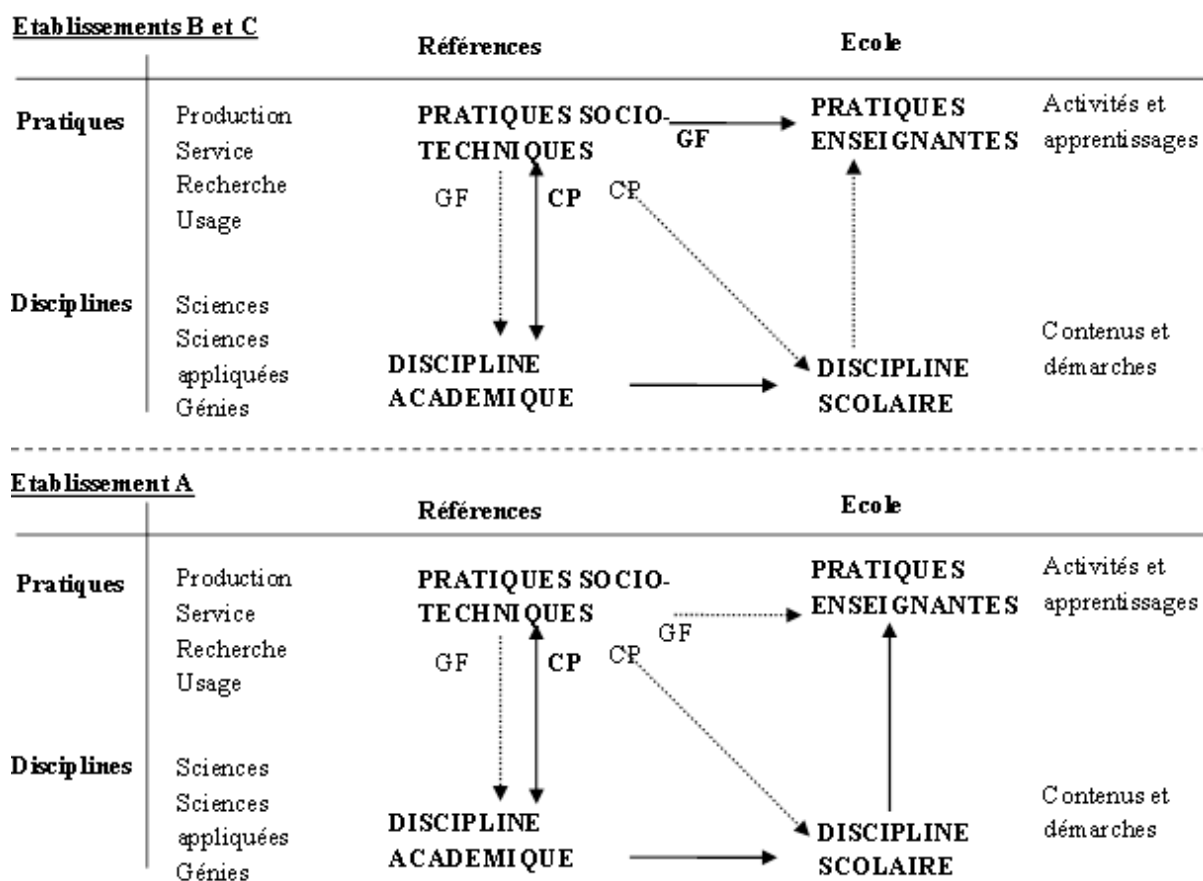


Figure n°3 : Modélisation de l'influence des pratique sociotechnique de référence dans l'enseignement du génie alimentaire dans l'établissement B et C (haut) et A (bas) à partir modèle proposé par Martinand en vue de la formulation des problèmes de conception curriculaire et de formation des enseignants (1994). CP : PSR = Conception de procédé de fabrication ; GF : PSR = Gestion de fabrication alimentaire

- influence forte et fondamentale
- influence pratique plus ou moins importante
-→ influence générale faible

Cette interprétation est corroborée par l'histoire des établissements, leur fonctionnement et les parcours des enseignants. En effet, d'un côté, les enseignants en génie alimentaire de l'établissement A sont des universitaires ou des ingénieurs qui assument des fonctions d'enseignement, surtout auprès d'élèves en formation initiale par la voie scolaire. Leurs contacts avec les entreprises se font dans le cadre du suivi des stages des élèves. Leur connaissance du génie alimentaire est donc issue de leur formation supérieure. Cela permet de comprendre que la pratique sociale de référence implicite (et non consciente ?) de leurs enseignements soit tournée vers la conception des procédés de fabrication alimentaire. On retrouve ici une des remarques faites par Martinant à propos de son modèle (p. 68) : « Les enseignants ont été formés par les disciplines académiques ; c'est par là que passe d'abord les relations de celles-ci [la pratique sociale de référence] aux disciplines scolaires. ».

De l'autre, les enseignants et formateurs des établissements B et C ont, le plus souvent, une formation initiale de technicien supérieur en industrie laitière, suivi d'une formation d'ingénieur. Mais, surtout, ils occupent dans leur établissement d'autres fonctions que les fonctions d'enseignement. Pour ceux que nous avons observés, ils interviennent dans des entreprises, souvent auprès des opérateurs de fabrication, pour les former ou pour résoudre les problèmes de fabrication que ceux-ci rencontrent. La confrontation aux problèmes de gestion de la fabrication tels que les rencontrent les opérateurs les a conduit à « pragmatiser » (Pastré, 1999) leurs connaissances en technologie alimentaire et à fonder leurs enseignements sur une pratique sociale de référence qui est « la gestion des fabrications ».

Un potentiel d'apprentissage professionnel en lien avec les pratiques sociales de référence de l'enseignement du génie alimentaire ?

Ces différences de pratiques sociales de référence et de modélisation de la transformation semblent avoir des effets sur la représentation que les élèves ont de la transformation alimentaire à l'issue de leur BTS et sur le statut que prennent pour eux les savoirs.

Pour les élèves du dispositif A, la gestion de la transformation alimentaire apparaît comme l'application à des matières standardisées, d'un procédé prédéfini, constitué de machines qu'il faut faire fonctionner en suivant des procédures et des paramètres de fabrication préétablis pour obtenir un produit fini dont les caractéristiques ont été définies au préalable. Dès lors, pour eux, nous pourrions dire que les tâches routinières de la fabrication s'apprennent par « l'expérience dans l'entreprise » (une élève du dispositif A) et ne justifient pas l'acquisition des connaissances enseignées dans leur BTS. Nos observations en travaux pratiques et dans les stages qu'ils réalisent (à l'atelier de l'école ou en entreprise) montrent que les élèves : ne mobilisent que peu leurs connaissances pour agir dans les situations de fabrication d'aliments ; évoquent souvent une difficulté à établir une relation entre ce qui est abordé en classe et des éléments des situations professionnelles. Les connaissances acquises dans les enseignements de génie alimentaire ne prennent pas le statut d'outils pour l'action dans les situations professionnelles visées.

Dans les dispositifs B et C, une majorité des élèves se représente la gestion de la transformation alimentaire comme consistant à réguler des processus biochimiques et microbiologiques à travers des interventions via le procédé de fabrication, pour maintenir le produit en cours de fabrication dans les caractéristiques attendues (Procédé-Processus-Produit). Tous les élèves du dispositif B et 10 sur 15 dans le dispositif C parlent de l'importance des connaissances acquises et des « ponts » qu'ils établissent entre les contenus abordés en classe et les situations de fabrication d'aliments qu'ils rencontrent. Les observations en travaux pratiques ou en stage montrent que plusieurs d'entre eux mobilisent les connaissances acquises dans les enseignements de génie alimentaire pour comprendre et agir dans les situations de fabrication des aliments.

En reprenant la distinction opérée par Douady en didactique des mathématiques entre le caractère outil et le caractère objet d'un savoir (1983), nous faisons l'hypothèse d'une relation entre :

- d'un côté, la cohérence entre la pratique sociale de référence qui sert de fondement aux enseignements en génie alimentaire avec la pratique sociale de référence correspondants aux emplois visés par la formation du BTS IAA,
- et de l'autre la possibilité de constitution d'une dialectique outil-objet pour les savoirs enseignés en génie alimentaire, c'est-à-dire la possibilité pour ces savoirs de fonctionner dans divers problèmes qu'ils permettent de résoudre.

Dans le dispositif A, l'incohérence entre la pratique sociale de référence qui sert de fondement aux enseignements de génie alimentaire (conception de procédés de fabrication) et celle visée par le diplôme et rencontrée par les élèves en entreprise (gestion de la fabrication) contribue à bloquer la dialectique outil-objet : les concepts ne peuvent acquérir le statut de savoir outil. A l'inverse, la cohérence observée dans les dispositifs B et C participe à créer des conditions favorables à la constitution de cette dialectique. Cette cohérence est donc une caractéristique importante pour le potentiel d'apprentissage des situations d'enseignement du génie alimentaire, en tant qu'ensemble des caractéristiques de ces situations qui interviennent sur les apprentissages professionnels possibles pour les élèves.

Conclusion : De l'importance d'une analyse de la pratique sociotechnique de référence pour les enseignements technologiques en formation professionnelle

L'analyse conduite dans cette communication à propos de l'enseignement du génie alimentaire ouvre plusieurs pistes de réflexion en ce qui concerne la didactique des disciplines technologiques pour la formation professionnelle.

Tout d'abord, nous constatons qu'il peut co-exister, de manière implicite, plusieurs pratiques sociotechniques de référence pour l'enseignement d'une discipline technologique dans une même formation professionnelle. Elles peuvent être plus ou moins cohérentes avec les emplois et situations professionnelles visées dans la prescription encadrant la formation. Quelques indices nous amènent à penser que ces différences sont notamment liées aux parcours « scolaire » et professionnel des acteurs de la formation (enseignants mais aussi inspecteurs de la discipline), ainsi qu'aux missions hors enseignement qui sont confiées aux enseignants par l'établissement.

Ensuite, nous faisons l'hypothèse qu'une cohérence entre la pratique sociotechnique de référence des situations d'enseignement des disciplines technologiques et les situations professionnelles visées par la formation joue un rôle important dans la constitution, chez les élèves, d'une dialectique outil-objet pour les savoirs enseignés dans ces situations. C'est en cela que nous pourrions dire qu'en formation professionnelle, les disciplines technologiques peuvent être considérées comme des disciplines « au service » de la finalité professionnelle.

Enfin, cela revient à dire que, pour les disciplines technologiques en formation professionnelle, la pratique sociotechnique de référence est première avant les disciplines académiques correspondantes. Il convient donc d'être prudent face à la tentation de transposer les concepts et modèles des disciplines académiques pour les enseignements technologiques en formation professionnelle.

Dans ce cadre, une analyse du travail pour les situations professionnelles visées par le diplôme pourrait être complémentaire à une analyse épistémologique des savoirs de la discipline académique, pour la constitution de modélisations à partir des pratiques sociotechniques de référence. C'est ce que laisse penser, pour le cas du génie alimentaire, les quelques travaux d'analyse de l'activité des opérateurs gérant des fabrications alimentaires dont nous avons fait état plus haut.

C'est l'ensemble de ces remarques qui nous incite à poursuivre nos investigations pour examiner comment l'analyse du travail et la didactique des disciplines technologiques peuvent constituer des approches complémentaires pour l'élaboration des contenus d'enseignement des disciplines technologiques dans les formations professionnelles.

Références bibliographiques

- Bazinet, L. et Castaigne, F. (2011) Concepts de génie alimentaire. Procédés associés et application à la conservation des aliments. Paris : Lavoisier.
- Bimbenet, J.J. (1998). Bases conceptuelles du génie des procédés alimentaires. Paris : Lavoisier.
- Bimbenet, J.J., Duquenoy, A., et Trystram, G. (2002, 2007). Génie des procédés alimentaires. Des bases aux applications. Paris : Dunod.
- Cellier, J.M., Eyrolle, H. et Marine, C. (1997). Expertise in dynamic environments. *Ergonomics*, 40 (1), 28-50.
- Curt, C. (2002). Méthode d'analyse, d'évaluation et de contrôle des propriétés sensorielle en conduite de procédés alimentaires. Application à la fabrication du saucisson sec. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires. Spécialité Génie des procédés. Massy : ENSIAA.
- Douady, R. (1983). Rapport enseignement apprentissage : Dialectique outil-objet, jeux de cadres. Cahier de didactique des mathématiques, 3. http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/up/CDM_3_r%C3%A9gine_douady__Rapport_enseignement_apprentissage_Dialectique_outil-objet_jeux_de_cadres.pdf. Consulté le 4 juin 2013.
- Lebeaume, J. (1996). Les génies techniques. Introduction au séminaire. In Durey, A., Lebeaume, J. et Verrillon, P. (Resp.), Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques, Cachan 1995-1996, « Les génies » (pp. 7-23). En ligne : http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/sem_95-96.htm (consulté le 24 sept. 2013).
- Loncin, M. (1985). Génie industriel alimentaire – Aspect fondamentaux. Paris : Masson.
- Martinand, J.L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. A propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième, in A. Giordan (coord.). Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation. Actes des Troisièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique. (pp. 149-154) Paris : Université Paris 7. En ligne : <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/927> (consulté le 24 septembre 2013)

- Martinand, J.L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75
- Martinand, J.L. (2003). La question de la référence en didactique du curriculum. (The reference problem in the didactic of curriculum). *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 125-130.
- Mayen, P. (2013). Situation potentielle d'apprentissage. Intervention au séminaire interne de l'unité propre de recherche Développement professionnel et Formation, 7 mai 2013 (notes personnelles). Dijon : Agrosup Dijon.
- Métral, J.F. (2013). Processus de mobilisation des élèves en formation professionnelle. Le cas des étudiants de BTS Industries agroalimentaires. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Sciences de l'éducation. Dijon : Université de Bourgogne.
- Pastré, P. (1999). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. *Education permanente*, 139, 13-35.