

Analyse fonctionnelle et technologie au collège

FABRICE GUNTHER, MARJOLAINE CHATONEY

*EA ADEF, Equipe Gestepro
Université d'Aix-Marseille
France
fabrice.gunther@laposte.net
marjolaine.chatoney@univ-amu.fr*

RÉSUMÉ

Différentes méthodes permettent aux enseignants de technologie d'aborder la conception ou l'analyse de systèmes techniques. L'origine de certaines de ces méthodes est l'analyse fonctionnelle issue du milieu industriel. Les enseignants de collèges en France, les utilisent en classe. Avec elles les élèves peuvent apprendre comment un système technique fonctionne. Mais qu'apprennent-ils réellement ? Leur demande-t-on de savoir mettre en œuvre une méthode ou de comprendre les mécanismes d'un système ? Cet article s'intéresse à la manière dont les enseignants manipulent ces instruments en classe. L'étude des pratiques des enseignants est réalisée à partir d'un questionnaire.

MOTS-CLÉS

Enseignement, éducation technologique, analyse fonctionnelle

ABSTRACT

Different methods allow technology teachers to approach the conception or the analysis of technical system. The origin of some methods is the functional analysis used in the industry. In France, the teacher in junior secondary schools uses them as classroom's practices. With them the pupils can learn how the technical system works. But what do they really learn? Do we want them to apply a method or to understand the mechanism of a system? In this paper we study in which way the teachers interact with these instruments in the classroom. The study of the teacher's practices is realized with a survey.

KEYWORDS

Teaching, technological education, functional analysis

INTRODUCTION

Dans cet article nous présentons l'état des lieux de l'enseignement de l'analyse fonctionnelle en cours de technologie en France dans les classes de collège (11-15 ans) et nous proposons une méthodologie pour tenter de comprendre les mécanismes en jeu lors de ces apprentissages. Les résultats fournis se rapportent à la première partie de la méthodologie et correspondent à une enquête sur les pratiques des professeurs de technologie au collège vis à vis des outils et méthodes issus de l'analyse fonctionnelle.

L'ORIGINE DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE

L'analyse fonctionnelle est une démarche utilisant différents outils pour caractériser un produit sous forme de graphes ou de diagrammes. Elle est utile dans les phases de conception ou d'amélioration du projet. En France plusieurs normes concernent l'analyse fonctionnelle et les outils qui y sont associés (SADT – APTE – FAST – CDCF définitions en Annexe). Ces normes sont adaptées au milieu industriel et formalisent les différents outils.

Les outils créés correspondent à des représentations symboliques du système. Ils sont issus de l'entreprise et permettent un dialogue entre, par exemple, l'ouvrier et l'ingénieur qui peuvent alors se comprendre et communiquer avec un langage commun (Audry, 2010).

HISTORIQUE – L'ANALYSE FONCTIONNELLE À TRAVERS LES PROGRAMMES DE TECHNOLOGIE

Dès l'introduction d'un enseignement de la technologie vers 1960 apparaît dans les programmes le terme d'analyse fonctionnelle, l'observation des objets techniques étant associée au dessin technique qui permettait d'aborder les notions de logique fonctionnelle (Lebeaume & Martinand, 1998). C'est avec l'idée que certains langages graphiques sont essentiels à la compréhension de notre monde que la technologie voudrait s'imposer comme une discipline à part entière. Dans les années 1970, lorsque l'enseignement de la technologie est rendu obligatoire, c'est surtout au travers de schémas et toujours du dessin technique que sont étudiés des objets mécaniques simples. Ces études concernent majoritairement l'aspect pratique plutôt que l'aspect fonctionnel même si à la base, les programmes mettent en évidence les fonctions techniques et leurs organisations logiques. C'est un mélange de sciences physiques et de technologie qui est enseigné (MEN, 1974).

Vient ensuite en 1977 la période de l'EMT (Education Manuelle et Technologique). La réforme mise en place est principalement orientée vers un renoncement à l'aspect physique, le terme physique étant nommé en tant que discipline. Mais si l'analyse fonctionnelle apparaît alors clairement dans les programmes, la réalité est plus proche de la première partie de la dénomination, les travaux manuels sont largement dispensés durant cette période tout en accordant une moindre importance à l'aspect technologique (Harlé, 2012).

La technologie fut instaurée en tant que discipline en 1985, faisant suite aux travaux de la COPRET (Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement de la technologie). Les programmes introduisent alors la démarche de projet et l'ensemble se veut proche de l'organisation réelle du monde du travail et de l'entreprise. De fait, l'analyse fonctionnelle est alors plus centrée sur les outils tels que le cahier des charges, le cycle de vie d'un produit.

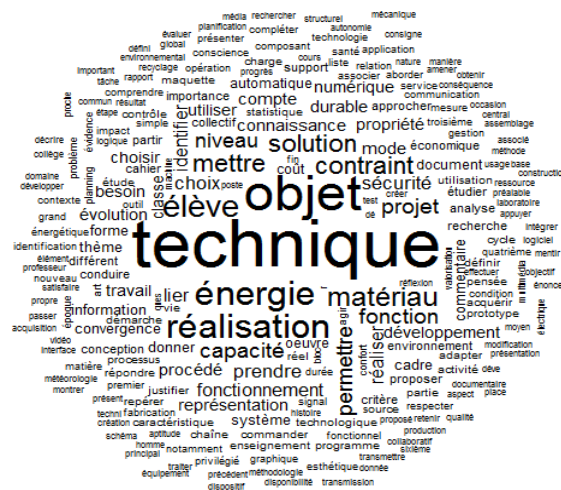
Les programmes de technologie correspondant à la mise en place des cycles au collège sont introduits à partir de 1996. Dans ce contexte le but est d'amener l'élève à maîtriser la démarche de projet en dernière année de collège (15 ans). Seule la partie acquisition des chaînes fonctionnelles est étudiée dans les classes précédentes (13 et 14 ans). Les langages spécifiques de programmation, tel que le Grafcet ou des langages procéduraux ne sont pas enseignés (France & Direction de l'enseignement scolaire, 1999).

Les derniers programmes mis en place en 2009 fournissent de nouvelles indications et repositionnent l'objet technique d'une nouvelle manière. Cela se visualise sur le nuage de mots, obtenu par analyse lexicale, des programmes concernant les élèves de 14 et 15 ans. Si l'analyse fonctionnelle apparaît toujours, nous verrons qu'elle est fortement dépendante de l'objet et que ce sont des termes comme fonction, fonctionnement ou représentation fonctionnelle qui sont privilégiés.

Les programmes de la technologie au collège de 2009 (MEN, 2008) introduisent le

rapport à l'objet technique du point de vue de son coût, sa commercialisation ou de sa valeur pour l'utilisateur ou l'acheteur. Ces fonctions sont intégrées à la compréhension du fonctionnement de l'objet, de sa conception, de sa fabrication et des matériaux utilisés. C'est cette combinaison entre l'aspect purement technique et les aspects sociaux, économiques, artistiques qui amènera l'élève à un certain degré de réflexion par apport aux choix auxquels il aura à faire face. Si en classe de 6^e (12 ans) l'accent est mis sur le fonctionnement de l'objet, en 5^e (13 ans) les contraintes sociales et économiques sont prises en compte et présentées aux élèves et de nouvelles fonctions sont introduites : « prix, fiabilité, disponibilité, délai ».

FIGURE 1



Présence lexicale dans les programmes de technologie de 4^e et 3^e

Cet aspect des programmes rejoint par ce côté économique l'analyse de la valeur et donc, dans un deuxième plan, l'analyse fonctionnelle qui est défini comme un moyen de l'analyse de valeur (Jouineau, 1982).

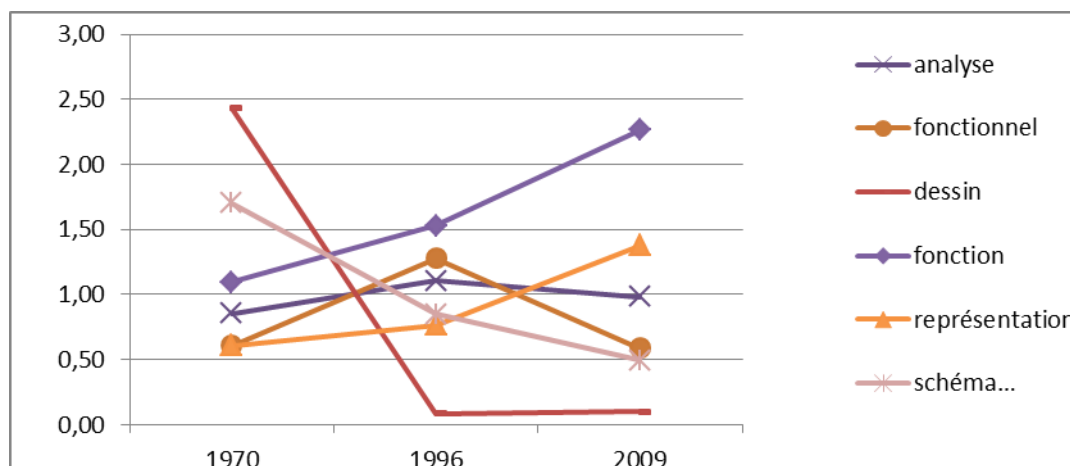
C'est principalement en 4^e (14 ans) qu'apparaît le terme de représentation fonctionnelle. Seules la modification ou la création partielle de diagrammes ou schéma-blocs sont préconisées mais ces méthodes, pas plus que le codage de programmation d'automatisme, ne doivent être enseignées en tant qu'objet pour ce niveau. En classe de 3^e (15 ans) l'élève doit acquérir certaines capacités sur la représentation fonctionnelle : énoncer et décrire sous formes graphiques, rédiger ou compléter un cahier des charges. C'est à partir de ces fonctions que l'élève sera sensibilisé, à la notion de valeur d'un objet technique. Cela lui permettra de prendre conscience que les contraintes citées précédemment, sociales et économiques, jouent un rôle non négligeable lors de la conception et de la fabrication. Dans cette perspective il faut lui apprendre à connaître d'où viennent les éléments constitutifs du coût d'un objet technique. Des domaines d'application du niveau de l'élève sont mis en place : les transports en 6^e, habitats et ouvrage en 5^e, confort et domotique en 4^e. En 3^e aucun domaine d'application n'est imposé.

Dans les ressources pour faire la classe (« Technologie - Ressources techno. Collège - Éduscol », s. d.), la question posée est de savoir si un objet technique choisit par l'élève lui convient, en tenant compte de l'ensemble des contraintes, des performances de l'objet ainsi que de son influence et de son intégration dans le monde extérieur. Si certaines ressources documentaires citées spécifient que des documents issus de l'entreprise peuvent être utiles aux professeurs, seules des décompositions suivant les principales fonctions d'un objet technique sont données en exemples. Tout comme dans le programme officiel, ce n'est qu'au

niveau de la 4^e qu'apparaît le terme de représentation fonctionnelle.

L'évolution de l'occurrence de certains termes propres à nos préoccupations fournit un indicateur des orientations des divers programmes de technologie (figure 2). Ainsi le terme « dessin » présent dans les premiers programmes en 1970 et, à un degré moindre le terme « schéma », deviennent pratiquement absents dans les nouveaux programmes. La disparition des tables à dessin dans les bureaux d'étude au profit d'ordinateurs équipés de logiciels spécifiques de CAO – DAO (conception assistée par ordinateur, dessin assisté par ordinateur) et l'avènement de la CFAO (conception et fabrication assistées par ordinateur) a contribué à ce fait (Laisney, 2012). Mais l'on s'aperçoit que l'orientation des textes officiels vers la compréhension du fonctionnement de l'objet technique prend de l'importance à chaque réécriture des programmes, le terme « fonction » est en progression au fil des années.

FIGURE 2



Occurrence de certains termes dans les programmes de technologie de 3^e et 4^e

De manière plus générale, les savoirs et connaissances à acquérir en technologie semblent toujours chercher leur place. Le rapport à l'objet technique et l'industrie restent encore à approfondir. Et même si elle est apparue plus clairement dans certaines versions antérieures des programmes, à l'heure actuelle, l'analyse fonctionnelle ne fait pas encore partie des enseignements qui pourraient être propres à cette discipline (Lebeaume, 2000).

Au niveau international on retrouve cette problématique d'une technologie en rupture avec d'anciens enseignements plus proches de l'EMT, cité précédemment, mais toujours rattachés au contexte de chaque pays et explorés par des auteurs internationaux dans l'ouvrage édité par Jones et de Vries (2009).

Même si en France l'analyse fonctionnelle fait l'objet de plusieurs normes, le problème de son utilisation, dans l'industrie, est pointé de manière assez générale dans différents pays, entre autres par manque de compétences (Spaulding, Bridge, & Skitmore, 2005). L'étude de sa présence dans les différents systèmes d'enseignement demanderait une enquête plus approfondie mais on note cependant que des représentations graphiques (blocs fonctionnels, diagramme « tortue »...), la démarche de projet ou des outils comme le cycle de vie d'un produit, proches de l'analyse fonctionnelle, sont introduits dans l'enseignement secondaire inférieur par exemple aux États-Unis (Cogger & Miley, 2012).

L'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE ET L'INDUSTRIE

L'introduction de la technologie dans l'enseignement sous sa forme actuelle est donc assez récente. C'est suite aux discours de 1985 après la mise en place de la COPRET (Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement de la Technologie) que les fondements de la technologie en tant que discipline sont instaurés. Paradoxalement et comme précisé par Meirieu, le système scolaire s'est développé en s'inspirant du contexte industriel (Kambouchner et al., 2012). Si ce dernier a beaucoup évolué, les principes de base du système éducatif français sont restés relativement stables. La technologie a logiquement amené quelques changements (travail en groupe, approche par projets ...) mais reste dépendante de l'image des autres disciplines beaucoup plus ancrés dans les concepts scientifiques.

Après cet aperçu de la place de l'analyse fonctionnelle dans les programmes et ses liens avec l'industrie, nous allons détailler de quelles manières sont envisagées les recherches que nous voulons effectuer.

INTRODUCTION SUR LES CADRES THÉORIQUES

Le cadre théorique principal de notre étude sera la genèse instrumentale développée par Rabardel (1995) et utilisée par de nombreux chercheurs. Ce cadre est tout à fait adapté au monde de la technologie dans lequel se situe notre recherche. En effet, le processus d'instrumentation doit être effectué par l'enseignant qui se positionne alors en tant que sujet et doit assimiler l'outil, pour ensuite dans une seconde phase opérer l'instrumentalisation et faire de cet outil un artefact qui lui permet d'enseigner. Les travaux conjoints de Vérillon et Rabardel seront un complément pour ce qui concerne plus spécifiquement l'enseignement technologique et le développement cognitif qui y est lié (Vérillon & Rabardel, 1995).

Les outils de l'analyse fonctionnelle (cahier des charges, graphes d'inter-acteurs...) sont des artefacts utilisés par les enseignants puis par les élèves qui les instrumentalisent. Au final il s'agira donc d'analyser une tâche que les élèves effectueront et de tenter d'approcher l'efficacité de l'enseignement qu'ils ont suivi lorsqu'ils manipulent un objet faisant intervenir ou non ces artefacts. Mais dans un premier temps il s'agit ici de connaître l'état des lieux des pratiques des enseignants et de quelles manières ils s'approprient et instrumentent ces outils. Parmi les cadres secondaires qui doivent étayer ces travaux se trouve la base des langages techniques symboliques et l'utilisation de langages techniques fonctionnels qui pourraient être enseignés non seulement pour communiquer mais aussi en tant que moyens d'inventions (Combe & Wismann, 2004). Les représentations graphiques ou schématiques, les formulations analytiques issues de l'analyse fonctionnelle sont diverses et variées, c'est cet ensemble sémiotique qu'il faudra prendre en compte.

L'anthropologie et le cadre social prendront en compte les thèses de Chevallard (2006) sur la théorie anthropologique du didactique et les approches sociétales présentées par Clot (2006). Notre travail devra également s'appuyer sur les travaux d'Engeström (1987) pour contribuer à la théorie de l'activité lorsque cette activité sera analysée au niveau des élèves.

La méthodologie mettra en œuvre la résolution de problèmes dans le cadre spécifique de l'étude du fonctionnement d'un objet technique complexe. Cette résolution de problème pourra porter sur la compréhension du fonctionnement, la conception ou une panne, sous forme de tâche que les élèves devront effectuer.

MÉTHODOLOGIE

C'est au collège que la technologie est introduite en tant que discipline et que les divers aspects de l'objet technique sont introduits dans les programmes. Notre recherche portera donc sur les élèves et enseignants de collèges dans la continuité de certains travaux (Ginestié, 1999).

La première phase de notre étude comporte une enquête auprès des enseignants pour connaître les pratiques déclarées en classe. Un questionnaire permet de connaître l'état de ces pratiques vis à vis des outils de l'analyse fonctionnelle, ceci en fonction des catégories d'enseignants (âges, formation ...) et des outils utilisés en classe.

Cette enquête de 24 questions débute donc par des renseignements sur la situation professionnelle et l'état civil. Suit une auto-évaluation du niveau de maîtrise de l'analyse fonctionnelle ou l'enseignant s'attribue une note entre 0 et 5. Dans un premier temps il s'agit de valider la suite de l'étude en s'assurant que l'analyse fonctionnelle est maîtrisée et connue. L'enquête se poursuit par des questions fermées ou l'on demande, si avant d'enseigner, certains outils de l'analyse fonctionnelle étaient connus ou non. Les dénominations utilisées pour décrire ces outils sont celles que l'on rencontre le plus couramment dans les ouvrages et les cours traitant de l'analyse fonctionnelle au collège. On peut cependant noter que des termes différents peuvent être employés : « énoncé des besoins » pour le graphe « bête à cornes » (outil méthodologique déposé de la méthode APTE) ; « graphe des inter-acteurs » pour « diagramme pieuvre » (également un outil déposé de la méthode APTE). Il s'agissait cependant dans ce questionnaire de faire appel à la mémoire du professeur, les termes les plus usuels ont donc été choisis.

Nous abordons ensuite, deux questions sur les pratiques effectives en classe. Dans la première un choix est donné entre deux propositions : une utilisation basée sur une approche conceptuelle (plus systémique) ou alors une approche analytique, la question reste semi-ouverte, l'enseignant ayant la possibilité de signifier une autre situation que celles proposées. La deuxième question interroge sur la manière dont l'analyse fonctionnelle est mise en œuvre en classe avec trois propositions : l'outil est expliqué aux élèves pour qu'ils fassent ensuite l'analyse d'un objet ou système technique avec cet outil (on se focalise alors sur le système), ou alors un système est analysé, en exemple, pour que les élèves comprennent comment on utilise cet outil (on se focalise alors sur l'outil), ou encore un système est analysé pour que les élèves comprennent à la fois l'outil et le système, cette dernière proposition étant celle qui prend en compte le maximum d'objectifs pédagogiques. Cette question reste aussi semi-ouverte, une réponse « autre » pouvant être spécifiée. Il s'agit de vérifier de quelle manière les enseignants intègrent l'objet technique et son analyse en classe et tenter de comprendre les raisons qui les poussent à agir ainsi. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'à l'origine, les méthodes issues de l'analyse fonctionnelle sont développées à des fins plutôt de conception. Une question ouverte traite du caractère systématique ou non d'utiliser ce type de démarche, la réponse devant être justifiée pour approcher la compréhension des mécanismes mis en place par l'enseignant. Les dernières questions sont ouvertes, elles abordent les alternatives à l'analyse fonctionnelle utilisées par les enseignants et les observations éventuelles sur le sujet traité.

Ce questionnaire sera complété par des entretiens afin d'affiner les résultats en fonction des réponses obtenues et de mieux cerner la manière dont l'enseignant s'approprie l'analyse fonctionnelle. On demandera également aux enseignants ce qu'ils modifieraient sur une ou des pratiques proposées.

Pour la 2nd phase les élèves issus de 2 dispositifs différents, ayant travaillé avec et sans outils spécifiques de l'analyse fonctionnelle, effectueront une même tâche. L'activité sera analysée pour chaque groupe et les données recueillies seront alors comparées. Un pré-test et

un post-test permettront de connaître l'état des connaissances des élèves avant et après la phase d'enseignement.

Le traitement envisagé sur le recueil des données concernant les enseignants et les élèves sera statistique. Pour l'observation des séances et des entretiens avec les enseignants des enregistrements sonores seront effectués. Les productions écrites et orales des élèves seront également collectées. Les travaux se feront sur 4 ou 5 classes de collèges de typologie moyenne avec des populations homogènes.

RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE PHASE

Validation du questionnaire

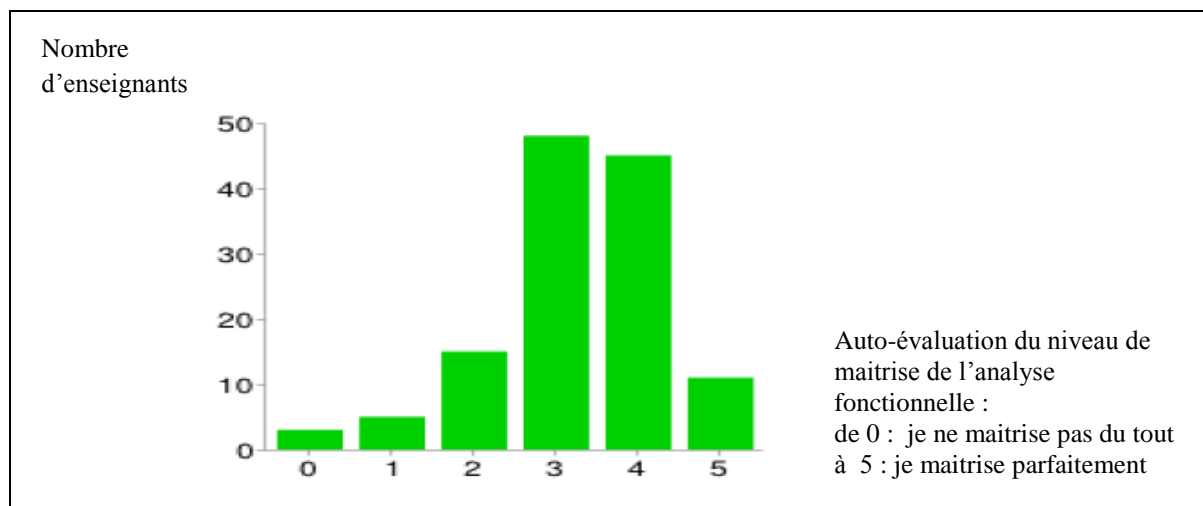
Une première approche afin de valider le questionnaire à destination de 4 enseignants a été effectuée. Les premiers résultats indiquent que ces derniers utilisent certains outils de l'analyse fonctionnelle (cahier des charges, graphe des interactions, représentation par bloc-diagramme). Cette utilisation se fait toutefois de manière assez simple et sans véritable apprentissage pendant un temps assez court ne dépassant pas quelques heures sur l'année. La diffusion plus générale du questionnaire a ensuite été effectuée par adresses mail via l'intermédiaire d'une association qui regroupe des enseignants de technologie et via la messagerie professionnelle de certains enseignants de l'académie d'Aix-Marseille.

Descriptif des résultats du questionnaire

Le questionnaire concerne 127 professeurs de technologie de collège en France. Ils enseignent dans tous les niveaux de classe de la 6^e (élèves de 11 ans) à la 3^e (élèves de 14 ans). 59% des répondants ont plus de 9 ans d'expérience en tant qu'enseignant. Notre échantillon est constitué à 73% par des hommes.

Il apparaît que ces enseignants admettent connaître et maîtriser les outils de l'analyse fonctionnelle, et devraient donc, sans trop de difficulté, pouvoir répondre à la suite du questionnaire.

FIGURE 3



La maîtrise de l'analyse fonctionnelle par les enseignants de technologie

Pour 61% d'entre eux, ils ont eu connaissance de ces outils pendant leurs études universitaires. En ce qui concerne les autres, 17% ont acquis ces connaissances en entreprise et 22% pendant des stages de formation ou autrement.

Largement plus de la moitié des professeurs déclarent avoir connu certains outils de l'analyse fonctionnelle avant d'avoir enseigné (tableau 1).

TABLEAU 1

Connaissance de certains outils par les enseignants avant d'être en poste devant des élèves

	Diagramme bête à corne	Diagramme pieuvre	Cahier des charges fonctionnel	Diagramme FAST
Connaissent l'outil	61 %	63 %	84 %	63 %
Ne connaissent pas l'outil	39 %	37 %	16 %	37 %

L'analyse du tableau 1 permet de préciser que légèrement plus de 60% des enseignants connaissent les 3 outils qui appartiennent à des méthodes spécifiques. Le cahier des charges fonctionnel est lui nettement plus connu (84% des enseignants) c'est un terme plus répandu, ce qui peut expliquer ce résultat.

Quand à avoir recours à l'analyse fonctionnelle, ce sont 93% de réponses positives qui nous permettent donc d'envisager la suite de notre étude sur un échantillon de 118 individus. Il faut aussi noter que c'est principalement sur le niveau de 3^e et à moindre part en 4^e que l'analyse fonctionnelle est abordée par ces enseignants.

Les intentions des enseignants

La différence de l'utilisation de l'analyse fonctionnelle entre la phase d'analyse et la phase de conception est assez peu prononcée (47% en phase d'analyse, 49% en phase de conception et 4% d'autres situations). Lorsque les enseignants doivent se prononcer sur trois mises en œuvre différentes, c'est la plus complète, afin que les élèves comprennent à la fois le système et l'outil, donc avec le plus d'ambitions pédagogiques, qui est mise en avant par 47% d'entre eux.

TABLEAU 2

De quelle manière est mise en œuvre l'analyse fonctionnelle par les enseignants

Expliquer l'outil puis les élèves font une analyse	Analyser un système pour que les élèves comprennent l'outil	Analyser un système pour que les élèves comprennent l'outil et le système	Autre
27 %	20 %	47 %	6 %

Des analyses plus détaillées de ces données devraient permettre de voir s'il existe une corrélation entre la situation (conception ou analyse) et la mise en œuvre faite par l'enseignant (voir tableau 2). Il pourrait être intéressant d'approfondir et de tenter de comprendre ces particularités par exemple lors des entretiens prévus avec les enseignants. Le paragraphe suivant tente de refléter au mieux l'ensemble des réponses à des questions ouvertes.

Lorsqu'on demande si l'analyse d'un système peut se concevoir sans l'analyse fonctionnelle seul 28 enseignants sur 127 ont un avis très tranché et répondent oui en spécifiant que l'outil est trop complexe et inadapté au niveau du collègue ou que cela est inutile sur un système simple.

Pour les autres, ne pas utiliser l'analyse fonctionnelle revient à se priver d'un outil qui évite les oublis et permet de synthétiser. Ils y trouvent un moyen rationnel de décrire un système et pour quelques un d'aller plus loin que la simple observation. Certains spécifient que l'analyse fonctionnelle vient se faire naturellement lors de l'étude d'un système.

À noter que les enseignants qui travaillent dans des dispositifs spécifiques avec des élèves en difficultés signalent que leurs élèves ont du mal à comprendre et s'approprier ces outils et n'en voient pas l'utilité. 19 % des enseignants utilisent un autre outil identique à l'analyse fonctionnelle, principalement les cartes heuristiques ou cartes mentales.

Et pour conclure, on retrouve dans les observations complémentaires que peuvent fournir les enseignants sur l'analyse fonctionnelle, le clivage cité précédemment entre l'utilité de l'outil et sa difficulté de compréhension par les élèves.

CONCLUSION

Cet état des lieux de la place de l'analyse fonctionnelle dans l'enseignement technologique dans les collèges en France doit permettre de préparer les entretiens et de définir les expérimentations à mettre en place dans les classes. Nous pourrions alors analyser de quelles manières les enseignants utilisent ces langages symboliques et leurs influences sur les élèves dans notre société où l'objet technique, comme l'a montré Simondon (2012) est omniprésent et fait partie intégrante de notre quotidien. Savoir que certains professeurs déclarent utiliser ces techniques est important. Cependant, pour être efficace, cet apprentissage doit être effectué dans un cadre adéquat et en lien avec les autres connaissances comme cela est présenté par Bruner (cité par Fournier, 2011). En effet pour cet auteur les processus mentaux ne peuvent pas être dissociés de la culture propre à un individu et l'existence d'un système symbolique partagé par une communauté influe sur la signification que l'on a du monde. (Bruner, 2008). Cela devrait entre autres permettre de connaître la place de ces méthodes et langages symboliques dans l'enseignement technologique.

Il s'agira également de comprendre les mécanismes de l'apprentissage de ces techniques et d'approcher ce que l'élève peut en faire après la première phase d'instrumentation où l'analyse fonctionnelle, devenue artefact, a été introduite dans la classe par l'enseignant.

RÉFÉRENCES

- Audry, F. (2010). Analyse fonctionnelle guide pour le professeur. Académie de Versailles. Retrieved from <http://www.technologie.acversailles.fr/>.
- Bruner, J. S. (2008). *Culture et modes de pensée: l'esprit humain dans ses œuvres*. Paris: Retz.
- Chevallard, Y. (2006), La théorie anthropologique des faits didactiques devant l'enseignement de l'altérité culturelle et linguistique. Le point de vue d'un *outsider*. In J. Aden (Éd.), *Création identitaire et altérité en didactique des langues* (pp. 17-38). Paris : Le Manuscrit.
- Clot, Y. (2006). *La fonction psychologique du travail* (Vol. 1-1). Paris: Presses Universitaires de France.
- Cogger, S. D., & Miley, D. H. (2012). Model wind turbine design in a project-based Middle School engineering curriculum built on State frameworks. *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-23.
- Combe, P. J. D. L., & Wismann, H. (2004). *L'Avenir des langues: repenser les humanités*. Les Éditions du Cerf.

- Engeström, Y. (1987). *Learning-by-Expanding*. Helsinki: Orienta-Konsultit. Retrieved from <http://lchc.ucsd.edu/mca/Paper/Engestrom/Learning-by-Expanding.pdf>.
- Fournier, M. (2011). *Éduquer et former : connaissances et débats en éducation et formation* (Vol. 1-1). Auxerre: Sciences Humaines.
- France, & Direction de l'enseignement scolaire. (1999). *Technologie: programmes et accompagnement*. Paris: Centre National de Documentation Pédagogique.
- Ginestié, J. (1999). *Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique : curriculum vitae et publications*. Aix-en-Provence: S. N.
- Harlé, I. (2012). L'enseignement de la technologie de 1960 à nos jours: réformes et débats - Démocratisation scolaire. *democratisation-scolaire.fr*. Groupe de recherche. Retrieved from <http://www.democratisation-scolaire.fr/spip.php?article150>.
- Jones, A. T., & de Vries, M. J. (2009). *International Handbook of Research and Development in Technology Education*. The Netherlands: Sense Publishers.
- Jouineau, C. (1982). *L'Analyse de la valeur: méthodes, mise en oeuvre, applications*. Paris: Entreprise Moderne d'Édition.
- Kambouchner, D., Meirieu, P., Stiegler, B., Gautier, J., & Vergne, G. (2012). *L'école, le numérique et la société qui vient* (Vol. 1-1). Paris: Mille et une nuits.
- Laisney, P. (2012). *Intermédiaires graphiques et conception assistée par ordinateur*; Thèse. Aix-Marseille: Université Aix-Marseille.
- Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique: histoires et méthodes* (Vol. 1-1). Paris: ESF.
- Lebeaume, J., & Martinand, J. L. (1998). *Enseigner la technologie au collège*. Paris: Hachette.
- MEN. (1974). Les programmes de technologie en 4ème et 3ème (Horaires et programmes de 1970). APIT. Retrieved from <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/5190>.
- MEN. (2008). BO spécial n°6 du 28 août 2008. Retrieved from http://ww2.ac-poitiers.fr/rnrtechno/IMG/pdf/bo_28_aout_2008.pdf.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains* (Vol. 1-1). Paris: A. Colin.
- Simondon, G. (2012). *Du mode d'existence des objets techniques* (Vol. 1-1). Paris: Aubier.
- Spaulding, W. M., Bridge, A., & Skitmore, M. (2005). The use of function analysis as the basis of value management in the Australian construction industry. *Construction Management and Economics*, 23(7), 723–731.
- Technologie - Ressources techno. Collège - Éduscol. (s. d.). Retrieved from <http://eduscol.education.fr/cid47510/ressources-techno.-college.html>.
- Vérillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77-101.

ANNEXE

Quelques outils de l'analyse fonctionnelle

SADT

Structured Analysis and Design Technique (Analyse structurée et technique de conception). Démarche systémique qui crée une décomposition fonctionnelle descendante et qui permet à l'aide de représentations graphiques par blocs de décrire des systèmes complexes.

APTE

APTE est un nom déposé (**A**pplication aux **T**echniques d' **E**ntreprise). Cette méthode est utilisée pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit.

FAST

Functional Analysis System Technique (Technique d'analyse fonctionnelle systématique). Outil graphique de description fonctionnelle. Le diagramme final permet d'avoir une vision globale d'un produit complexe.

CDCF

Cahier des charges fonctionnel. Il récapitule les fonctions de besoin du produit issues de l'analyse fonctionnelle. C'est un document contractuel final qui est destiné au client, il sert de référence aux différents intervenants qui doivent s'accorder sur son contenu. Il est défini par la norme NFX 50-151