

# Les outils de l'analyse fonctionnelle dans les pratiques enseignantes en technologie

MARJOLAINE CHATONEY, FABRICE GUNTHER, FATMA SAÏD TOUHAMI

---

Aix-Marseille Université  
ENS Lyon, ADEF EA 4671  
13248, Marseille  
France  
marjolaine.chatoney@univ-amu.fr  
fabrice.gunther@laposte.net  
fatma.said@univ-amu.fr

---

## ABSTRACT

*The study of technical systems is central to technological education. It allows us to understand the complexity of the systems in their pluri-technical dimension. In education, it generally leans toward approaches of analysis functions, structure or behavior. Different tools are associated with these methods. The implementation of functional analysis from an industrial origin focuses on several problems: the problem of transferring industrial tools to technological education, specifically concerning the knowledge involved and the references, and the problem of appropriating and transforming these tools into artifacts for teaching. The purpose of this study, which is part of a larger research, is to identify and characterize the use of functional analysis in the declared practices of teachers in secondary schools. Using a survey, we analyze teachers' knowledge and practices regarding certain tools of functional analysis. We show that the teachers, even though they use these tools widely in secondary schools, do not claim expertise in using them. By categorizing the teachers and their responses, we try to highlight the main difficulties and find some clues that prevent functional analysis from becoming a generic method to study technical systems and becoming a constant part of technological teaching at all school levels.*

## KEYWORDS

*Functional analysis, technological education, technical system, teaching*

## RÉSUMÉ

*L'étude des systèmes techniques occupe une position centrale dans l'éducation technologique. Elle permet de comprendre la complexité de ces systèmes dans leur dimension pluri technologique. Les approches par analyse fonctionnelle, structurelle ou comportementale sont à la base de cet enseignement. Différents outils sont associés à ces méthodes. Le recours à l'analyse fonctionnelle issue du monde industriel fait apparaître plusieurs problèmes: un problème de transfert des outils industriels vers l'éducation technologique notamment sur les savoirs en jeu et les références, et un problème d'appropriation et de transformation de ces outils en artefacts pour enseigner. L'objectif de l'étude présentée est de connaître et caractériser les usages de l'analyse fonctionnelle dans les pratiques déclarées par les enseignants Français de collège. Sur la base d'un questionnaire, nous analysons les connaissances et pratiques des enseignants sur certains outils de l'analyse fonctionnelle. Nous montrons que les enseignants, même s'ils l'utilisent très largement dans les collèges, ne déclarent pas toujours la maîtriser parfaitement. En catégorisant les enseignants et leurs réponses nous tentons de trouver des indices et de mettre en avant les principales difficultés qui empêchent l'analyse fonctionnelle d'être une méthode générique appartenant aux invariants de l'enseignement technologique pour tous les niveaux scolaires.*

## MOTS-CLÉS

*Analyse fonctionnelle, éducation technologique, système technique, enseignement*

## PROBLÉMATIQUE THÉORIQUE

L'éducation technologique (ET) en France fait partie de l'enseignement général. C'est un enseignement obligatoire prescrit à tous les niveaux de la scolarité de 3 à 14 ans. À partir de 15 ans l'ET devient optionnelle et prépare au baccalauréat de Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable. L'étude de systèmes pluri technologiques occupe une place centrale dans l'enseignement de la technologie. L'étude des systèmes techniques apparaît à tous les niveaux d'enseignement, de la maternelle au lycée. Dans cet article et dans ce contexte, nous allons introduire l'analyse fonctionnelle ; il s'agit de l'analyse fonctionnelle qui traite de l'approche technique des systèmes. Comme nous le verrons plus loin, cette analyse repose sur plusieurs méthodes, principalement pour la conception ou l'amélioration des objets techniques. L'analyse fonctionnelle et l'approche systémique, qui constitue la base de l'enseignement, est clairement confirmée comme une partie importante de l'enseignement technologique (Deforge, 1993; De Vries, 2005).

L'analyse systémique (AS) est née aux États-Unis en 1940. Elle a été vulgarisée en

France, par de Rosnay (1975) en biologie, par Morin (1990) dans le domaine social, par Le Moigne (1990), par Simon (1991) dans le domaine de l'intelligence artificielle et Inhelder et Cellier (1992) en sciences cognitives. L'AS qui est définie comme un ensemble dynamique et complexe d'interactions, est une unité fonctionnelle structurée d'éléments interdépendants, dont l'ensemble est supérieur à la somme de ses parties (Von Bertalanffy, 1968). Elle est, pour ces raisons, plus adaptée aux besoins du monde actuel (systémique) que la logique cartésienne (linéaire). Elle permet de caractériser les systèmes en spécifiant leurs limites, leurs relations internes et externes, leur structure et les nouvelles lois ; elle rend manifeste la fonctionnalité socio-organisationnelle de l'entreprise et la rend plus fluide (Scaravetti, 2004).

L'analyse fonctionnelle (AF) vient du monde de la production industrielle, et plus précisément de ce que la technologie industrielle classe sous le terme d'«Analyse Systémique et Fonctionnelle» (Howard, 2007). Dans le monde industriel de la production, différentes méthodes issues de l'analyse fonctionnelle permettent de comprendre la dimension systémique d'un système technique (Zehtaban & Roller, 2012). En France, les outils associés à l'AF sont normalisés ; SADT, qui peut se traduire par analyse structurée et conception technique ; APTE, qui est un nom déposé pour «Application aux Techniques d'Entreprise» ; FAST, qui signifie technique d'analyse fonctionnelle de système ; CDCF, un acronyme de «Cahier Des Charges Fonctionnel», et qui correspond aux spécifications fonctionnelles. Les outils que nous évoquons sont parmi ceux qu'on retrouve dans l'ET ; nous allons détailler leurs utilisations par les enseignants. Ils correspondent à des représentations symboliques du système. Ils proviennent de l'entreprise et permettent le dialogue, par exemple, entre l'ouvrier et l'ingénieur, car ils peuvent alors se comprendre et communiquer en utilisant un langage commun (Scaravetti, 2004). L'AF est un ensemble de techniques utilisées en phase de création ou d'amélioration d'un produit pour identifier les vrais besoins, les quantifier, définir les vrais problématiques et saisir ce qui est important à obtenir. Selon cette perspective l'AF est une approche qui associe des outils et des éléments structurants (Scaravetti, 2004). Ces outils servent dans la phase de formalisation des contraintes et d'écriture de modèles. Cette méthodologie vise à obtenir des modèles à la fois parcimonieux et exact (Vernat, 2004).

Dans un contexte d'éducation à la technologie, l'approche fonctionnelle et systémique constitue également un changement important qui a très probablement un effet positif sur la capacité des élèves à faire face aux problèmes d'une manière plus globale et structurée. La nécessité d'envisager des artefacts techniques comme des systèmes plutôt que de simples objets apparaît très tôt. Ces objets peuvent être isolés sans aucune frontière nette (Gilles, 1978; Deforge, 1993). L'approche systémique conduit également à une nouvelle façon de concevoir l'éducation technologique (Brown, Collins & Duguid, 1989; Barak, 1990; De Vries, 2005; Gartsier & Dubois, 2005; Dorst, 2006).

Cette étude s'intéresse au rôle éventuel de l'AF dans l'enseignement de la technologie au collège et dans quelle mesure elle sert d'instrument dans les pratiques enseignantes. En France, ce champ de recherche, sur l'utilisation de l'AF par les enseignants, a été ouvert à l'école primaire par Chatoney (2003). Des études empiriques (Chatoney, 2003, 2006, 2010) conduites pour ce niveau d'enseignement général indiquent que l'AF est un instrument structurant pour les enseignants. Elle permet notamment d'inscrire l'ET dans le cadre des activités humaines de production d'objet technique et de ne plus cantonner l'ET en application des sciences. Du côté des élèves, l'AF situe leur action dans l'ensemble du système technique, autrement dit elle donne du sens aux activités de conception d'artefact. En termes d'apprentissage on voit tout l'intérêt de l'AF. Cependant, la mise place de l'utilisation de l'analyse fonctionnelle issue du monde industriel fait apparaître plusieurs problèmes: un problème de transfert des outils industriels vers l'éducation technologique notamment sur les savoirs en jeu et les références (Graube, Dyrenfurth & Theuerkauf, 2003), et un problème de transformation en instruments pour enseigner. Peu d'études ont été conduites au collège où l'ET appartient encore à l'enseignement général.

Le principal problème est discerner quelles références et connaissances doivent être transmises en ET. En fait, les élèves vivent dans un monde de systèmes techniques qui comportent des aspects technologiques multiples et multidisciplinaires. Nous devons leur enseigner cette réalité complexe, et ceci pourrait être réalisé avec l'utilisation partielle ou totale de l'AF. L'AF permet de prendre en considération la relation entre les humains et les machines et l'interdépendance entre les différentes fonctions et solutions techniques, au sens de Simondon (1958). Ainsi, dans ce présent travail, nous nous interrogeons sur l'usage de cet outil d'AF dans les pratiques d'enseignants Français de technologie.

## MÉTHODE

### *Échantillon*

Un questionnaire a été diffusé par voie numérique à 1200 professeurs d'éducation technologique sans aucune distinction (âge, sexe, expérience, zone géographique...). Sur les 1200 enseignants ciblés, 129 ont répondu au questionnaire en ligne. Notre échantillon inclut 24 % de femmes et 5 % d'enseignants non titulaires. Il rejoint sur ces valeurs les données nationales (M.E.N. & M.E.S.R., 2012) concernant les professeurs de technologie en France. La moyenne d'âge des répondants à notre questionnaire est de 47 ans. La moyenne d'âge des enseignants en France, toutes disciplines confondues est de 42,3 ans (M.E.N. & M.E.S.R., 2012). La différence entre ces deux derniers chiffres est certainement due au faible recrutement ces dernières années en technologie, cette différence reste cependant assez faible. Compte tenu des critères précédents nous

pouvons avancer que notre échantillon reflète les différents profils d'enseignants de technologie rencontrés en France de la population des enseignants de technologie en France.

D'après les formules de calcul usuelles, pour notre échantillon, avec un niveau de confiance de 95 % la marge d'erreur obtenue est de 10 %. Ainsi toute différence de plus de 10 %, dans les tableaux suivants, sera considérée comme significative lors du traitement de données.

### ***Données***

Le questionnaire est organisé en trois parties. La première partie traite de l'état civil et du type de formation professionnelle. Cette partie permet principalement de catégoriser notre échantillon pour les traitements et le croisement de données. Une deuxième partie du questionnaire consiste à recenser les connaissances théoriques et professionnelles des enseignants sur l'AF. Dans cette partie, la première question est une auto-évaluation du niveau des enseignants de compétence en AF ; les enseignants se donnent une note entre zéro et cinq. Cinq questions portent sur les outils (diagramme des besoins, graphe des inter-acteurs, cahier des charges fonctionnel, diagramme FAST) et l'origine de la connaissance des outils. Les deux dernières questions concernent les pratiques de l'AF et le niveau scolaire ou chaque professeur enseigne. Une troisième partie du questionnaire vise à recueillir des informations sur les intentions poursuivies par les enseignants quand ils utilisent l'AF. Dans cette partie les questions sont ouvertes et semi-ouvertes. Une question renseigne sur la situation scolaire (situation de conception d'artefact ; d'analyse de systèmes existants ou autres) une autre question concerne la manière dont les enseignants ont recours à l'AF.

### ***Traitement des données***

Le traitement des données obtenues à partir de questions fermées, semi-ouvertes et ouvertes, est qualitatif et quantitatif. Il est réalisé par tri à plat, croisement de variables et analyse qualitative des questions ouvertes.

## **ANALYSE DE L'UTILISATION DE L'AF PAR LES ENSEIGNANTS**

Pour des choix de lisibilité les résultats sont présentés selon 2 axes:

- un premier axe sur la maîtrise et la formation des enseignants à l'outil,
- un second axe sur les perceptions (au sens de leur posture épistémologique) des enseignants et l'usage de l'outil en classe.

### ***Maîtrise et formation des enseignants à l'AF***

Maîtrise déclarée par les enseignants: Les enseignants ont auto évalué leur compétence

de l'AF. Les paramètres dépendants ont été choisis pour donner une vision globale pour l'ensemble des enseignants de technologie dans le but de définir les principales caractéristiques de l'usage de l'AF. Les enseignants se sont attribués une note entre 0 (très faible capacité) et 5 (très bonne capacité). Afin d'obtenir des résultats significatifs et pour simplifier le tableau, l'autoévaluation a été divisée en trois catégories. De 0 à 1 pas ou peu de maîtrise, 2 et 3 maîtrise moyenne, 4 et 5 maîtrise élevée.

### **Maitrise de l'AF en fonction de la formation**

Le tableau ci-dessous récapitule la maîtrise de l'AF en fonction de leur niveau de formation.

**TABLEAU 1** *Niveau de formation et maîtrise déclarée de l'AF*

<b>Niveau de maîtrise</b> <b>Niveau académique</b>	<b>Effectif en %</b>	<b>% de note de 0 ou 1</b>	<b>% de note de 2 ou 3</b>	<b>% de note de 4 ou 5</b>
<b>Bac +2 ou moins</b>	19	8	56	36
<b>Bac +3</b>	29	2	53	45
<b>Bac +4</b>	9	10	45	45
<b>Bac +5 et plus</b>	43	9	44	47
<b>% de maîtrise de l'outil</b>	100	7	49	44

Ce tableau montre que sur 129 enseignants une grande majorité maîtrise l'outil: 44 % le maîtrise très bien ; 49% ne le maîtrisent pas parfaitement mais le connaissent ; 7% ne le maîtrisent pas.

Quand on regarde leur niveau de formation on constate pour les bac+ 3, 4 et 5 une répartition équilibrée entre ceux qui annonce une note de 2 à 3 et ceux qui annoncent une note de 4 à 5. Ce n'est pas le cas pour les bac+2 où la répartition est inégale 56 % contre 36 % ce qui indique une maîtrise globalement moins bonne que pour les bac+ 3, 4 et 5.

Il n'est pas surprenant que quand le niveau d'études augmente, le niveau de capacité augmente. Avec cinq années d'études supérieures, 47 % des enseignants ont déclaré une capacité de haut niveau en AF. Cela indique que l'outil doit être appris et utilisé afin d'améliorer la capacité de l'enseignant à l'utiliser à un niveau adéquat. Plusieurs résultats sont surprenants. 7 % des enseignants de technologie ne sont pas familiarisé

avec les outils de la matière scolaire qu'ils enseignent. Si à ces 7 %, l'on y ajoute les 49 % d'enseignants qui déclarent qu'ils ne contrôlent pas très bien l'outil, on obtient un total de 56 % d'enseignants de technologie qui ne maîtrisent pas ou peu les outils de la discipline qu'ils enseignent ce qui est très alarmant. On ne sait pas si ces enseignants n'étudient pas les systèmes, ou s'ils utilisent d'autres outils pour l'étude des systèmes techniques, comme par exemple les cartes mentales, les blocs d'énergie et les descriptions. Nous remarquons également que les enseignants qui utilisent l'AF, l'utilisent quel que soit leur niveau de formation. Toutefois, ces derniers expriment des réserves sur leur capacité à gérer l'outil comme dans le monde industriel de la production.

### **Maitrise en fonction de l'âge**

Le tableau suivant croise l'âge des enseignants avec le niveau de maîtrise déclarée. Nous avons effectué un regroupement en 3 catégories: moins de 40 ans, entre 40 et 50 ans et plus de 50 ans pour obtenir des effectifs les plus homogènes possibles.

**TABLEAU 2**

*Croisement de l'âge et de la maîtrise auto déclarée de l'AF*

Age	% de note de 0 ou 1	% de note de 2 ou 3	% de note de 4 ou 5
<= 40	0	12	13
40<x<50	4	19	12
x>=50	3	18	19

Le regroupement des classes d'âges et le calcul de la moyenne nous indique que quel que soit la tranche d'âge la répartition est à peu près similaire. Très peu d'enseignants déclarent peu ou pas du tout maîtriser l'AF, on peut cependant noter que chez les plus jeunes aucun ne s'attribue une note de zéro ou un. Les effectifs se partagent ensuite à peu près également une maîtrise moyenne et une bonne ou très bonne maîtrise et cela quel que soit l'âge, si ce n'est une légère tendance à estimer avoir une maîtrise plutôt moyenne chez les 40-50 ans, ce qui est le cas de 19 % des enseignants.

Le traitement des données brutes (sans regroupement) avec le logiciel de traitement statistique Sphinx donne une corrélation de -0,03 entre l'âge et la maîtrise de l'AF. Cela confirme le résultat précédent qui indique qu'il n'y a pas de relation significative entre ces deux variables. De même si à la place de l'âge nous prenons en compte la durée

de l'expérience professionnelle des enseignants, la corrélation avec la maîtrise de l'AF est de  $-0,06$ . Il n'y a donc là aussi aucune relation entre la durée de l'expérience et la maîtrise de l'AF. On note aussi que le coefficient de corrélation multiple est de  $0,09$ . Il n'y a donc pas d'influence combinée de l'âge et de la durée de l'expérience professionnelle sur la maîtrise de l'AF. Ces résultats confirment donc que ni l'âge ni l'ancienneté dans le métier ne favorisent la connaissance de l'AF chez les enseignants de technologie.

### **Perception de l'AF par les enseignants**

Pour étudier la perception de l'AF par les enseignants, nous avons procédé à un traitement quantitatif et qualitatif des données recueillies.

#### Traitement quantitatif

Dans un premier temps nous avons cherché à savoir comment les enseignants utilisent l'AF. Ceci notamment aux travers des principaux outils de l'AF. Puis dans un second temps nous avons cherché à connaître les pratiques effectives des enseignants lors de l'utilisation des outils.

#### *Connaissance des outils de l'AF par les enseignants*

Le tableau suivant présente le nombre d'outils connus des enseignants parmi les quatre les plus répandus de l'AF (diagramme des besoins, graphe des inter-acteurs, CDCF, FAST).

**TABLEAU 3**

*Nombre d'outils connus par les enseignants*

Nombre d'outils connus sur 4	0	1	2	3	4
% d'enseignants	14	11	12	17	46

Les enseignants qui connaissent les quatre outils représentent 46 % du total contre 14% qui ne connaissent aucun outil. Ces résultats confirment qu'une moitié des enseignants ont une connaissance des outils de l'AF et que l'autre moitié ne les connaît pas ou à peine. Ceci est à relier aux résultats précédents. On peut la aussi s'interroger sur la façon dont les enseignants étudient les systèmes dans leur globalité pluri technologique. La moitié des enseignants étudie les systèmes autrement ou ne les étudie pas.



*Type d'outils utilisés par les enseignants*

Le tableau suivant représente le pourcentage d'enseignants qui utilisent les outils différents.

**TABLEAU 4**

<i>Utilisation des outils par les enseignants</i>				
Type d'outils	% Diagramme des besoins	% Graphe des inter-acteurs	% CDCF	% FAST
% d'enseignant utilisant cet outil	56	59	77	57

Les outils, du plus au moins utilisés, sont dans l'ordre le CDCF (77 %), le graphe des inter-acteurs (59 %), le diagramme FAST puis le diagramme des besoins (57 et 56 % d'utilisateurs).

*Type d'outils utilisés par les enseignants selon leurs pratiques pédagogiques*

Le tableau suivant représente le nombre d'enseignants à l'aide d'outils de AF parmi quatre modalités pédagogiques qui sont fréquemment employées en ET.

Modalité pédagogique 1: étude de systèmes existants (les systèmes sont présentés à l'élève).

- Modalité pédagogique 2: conception de systèmes (les systèmes n'existent pas encore, ils sont conçus par les élèves).
- Modalité pédagogique 3: modalité 1 + modalité 2.
- Modalité pédagogique 4: les enseignants n'utilisent pas l'AF.

Il met en évidence le lien entre la modalité pédagogique adoptée et le genre d'outil utilisé.

**TABLEAU 5**

<i>Répartition des outils par modalités d'enseignement.</i>					
	% d'enseignants	% Diagramme des besoins	% Graphe des inter-acteurs	% CDCF	% FAST
<b>Modalité 1</b>	32	34	34	34	34
<b>Modalité 2</b>	35	34	33	33	32
<b>Modalité 3</b>	25	32	33	33	34
<b>Modalité 4</b>	8				

Ce tableau montre que 32 % des enseignants utilisent l'AF au cours de l'étude des systèmes existants. Parmi ces 32% qui ont recours à la modalité 1, les 4 outils sont utilisés autant les uns que les autres (34% pour chaque outil). 35% des enseignants utilisent l'AF en conception de système. Parmi ces 35 % d'enseignants qui utilisent la modalité pédagogique 2, les quatre outils sont utilisés dans presque les mêmes proportions, avec une légère augmentation pour le diagramme des besoins et une petite diminution pour le diagramme FAST. 25% des enseignants recourent à la modalité pédagogique 3, autrement dit 25% des enseignants utilisent l'AF aussi bien pour étudier des systèmes présentés ou en conception de système. Là encore les 4 outils sont presque autant utilisés mais cette fois ci avec une légère baisse pour le diagramme des besoins et une légère augmentation pour le FAST. 8 % des enseignants n'utilisent pas l'AF. Même si l'outil est connu, son utilisation en classe n'est pas rattachée à une modalité en particulier: Les enseignants recourent à l'AF dans tous les cas. La distribution des outils par modalité d'étude est quasi identique, un tiers en conception, un tiers en étude et un tiers pour les deux. Les outils de l'AF sont, pour les enseignants, utiles pour concevoir et étudier des systèmes techniques. Les outils APTE et FAST conçus pour faire de la conception sont aussi utilisés pour décrypter des systèmes existants.

#### *Objectif visé dans l'utilisation des outils*

Le tableau ci-dessous présente la répartition des enseignants par objectif pédagogique poursuivi: comprendre l'AF, comprendre le système, comprendre à la fois l'AF et le système.

**TABLEAU 6**

<i>Répartition des préoccupations pédagogiques</i>			
<b>Objectif</b>	<b>Comprendre l'AF</b>	<b>Comprendre le système</b>	<b>Comprendre l'AF et le système</b>
<b>% d'enseignant</b>	26	22	52

La moitié des enseignants (52 %) a pour objectif de faire comprendre aux élèves à la fois l'outil de l'AF et le système étudié. 26 % des enseignants cherchent à faire comprendre les techniques de l'AF et n'attribuent pas d'importance au système qui est le support d'étude. 22% vise la compréhension du système technique et non pas la logique de l'outil qui permet à ces systèmes d'être compris.

Du point de vue posture épistémologique des enseignants ceci reflète bien leur volonté de faire porter la connaissance à la fois sur les outils et la compréhension du système.

Traitement qualitatif

Le traitement porte sur la réponse à la question: «Est ce que l'AF est indispensable à l'analyse d'un système? Pourquoi ?». Le tableau présente la répartition des 129 enseignants à propos de leurs réponses à cette question.

**TABLEAU 7**

<i>Réponses sur la nécessité de l'AF pour l'étude d'un système</i>					
	Oui	Non	Réponse non catégorique	Pas de réponse	Total
% de réponse	46	17	34	3	100

46% des enseignants répondent que l'AF est indispensable pour l'étude d'un système. 17% ne la perçoivent pas comme nécessaire. 34% des enseignants reconnaissent à l'outil certains avantages par rapport à certains objectifs pédagogiques.

Pour éclairer davantage les propos des enseignants quant à la nécessité de l'AF pour l'analyse de système, nous avons catégorisé à priori les arguments qu'ils donnent dans leurs réponses et justifications. Cette catégorisation est inspirée d'un travail de recherche antérieur sur l'argumentation en classe de sciences (Said, 2010). Nous signalons par ailleurs qu'une part de subjectivité pourrait intervenir dans l'attribution de certains arguments d'enseignants à une catégorie ou à une autre. Le croisement d'analyse quantitative et qualitative vient réduire cette part de subjectivité.

- Les principales catégories d'arguments sélectionnées sont les suivantes: arguments pédagogiques ; arguments liés à l'expertise ; arguments pragmatiques ; arguments subjectifs.
- Les arguments pédagogiques proviennent de l'intention et des choix pédagogiques qui impliquent l'utilisation (ou pas) de l'AF.
- Les arguments liés à l'expertise sont les arguments fondés sur la référence à un expert (architecte, autre professionnel...).
- Les arguments pragmatiques proviennent de bases utilitaristes qui justifient l'utilisation (ou pas) de l'AF (par nécessité ou l'absence de nécessité).
- Les arguments subjectifs reflètent un ressenti personnel par rapport à l'AF.
- Le tableau ci-dessous renseigne sur la fréquence des différents types d'arguments avancés par les enseignants pour justifier leur avis sur la nécessité ou pas de l'usage de l'AF dans l'enseignement de l'ET au collègue.

**TABLEAU 8**

<i>Pourcentage d'enseignant par types d'arguments et utilisation de l'AF</i>			
<b>Catégories d'arguments en %</b>	<b>AF utile</b>	<b>AF non utile</b>	<b>Les 2</b>
<b>pédagogique</b>	13	6	12
<b>pragmatique</b>	3	5	16
<b>expert</b>	0	2	0
<b>subjectif</b>	2	3	5
<b>sans arguments</b>	11	2	1
<b>Total</b>	49	18	34

Parmi les enseignants qui considèrent que l'AF est indispensable, 13% enseignants avancent des arguments d'ordre pédagogiques liés très souvent à l'idée de motivation (cela permet d'éviter les contre sens, de voir toutes les solutions techniques) ou à la complexité de la tâche (rencontrer l'aspect théorique de l'AF, comprendre la totalité du système). 20 % des enseignants qui adhèrent à la nécessité de l'AF se basent sur des arguments pragmatiques comme par exemple: permet de faire émerger les fonctions d'usage, éclaire le processus de réalisation d'un objet technique. Seulement 2% d'entre eux tiennent à la nécessité de l'AF pour des raisons personnelles purement subjectives.

Parmi les enseignants qui considèrent que l'AF n'est pas indispensable, 6% des enseignants avancent des arguments d'ordre pédagogiques. Ces derniers cette fois ci sont liés très souvent à l'idée de complexité et d'abstraction de l'outil (totalement inadapté aux élèves). 5% des enseignants qui considèrent que l'AF n'est pas indispensable se basent sur des arguments pragmatiques liés à l'utilité de cette démarche (peu accrocheur, existence d'autres outils). Seulement 3% d'entre eux tiennent à la nécessité de l'AF pour des raisons personnelles purement subjectives (je n'aime pas cet outil, abstrait). Cette fois ci, 2% d'entre eux font référence à des arguments liés aux experts et aux professionnels.

34% des enseignants ont émis un avis nuancé sur la nécessité de l'AF. 12% de cette catégorie d'enseignants avancent des arguments plutôt pédagogiques (méthode donnée par l'enseignant).

16% évoquent des arguments pragmatiques (permet d'avoir une vision complète et d'éviter des oublis, apporte un cadre structurant pour l'analyse de système). Seulement 5% d'entre eux se basent sur des arguments purement subjectifs (atout pour la construction d'un projet). Aucun argument lié à l'expert n'est évoqué et 1% ne donne aucune justification.

On remarque que les arguments pragmatiques et pédagogiques sont liés et

se complètent. Ceci explique que les choix pédagogiques des enseignants sont étroitement liés aux besoins de relier la connaissance du monde industriel à l'enseignement de l'éducation technologique.

## DISCUSSION

À travers cette étude, nous avons interrogé l'usage de l'outil de l'AF par les enseignants français au collège (élèves de 11-14ans) en essayant de comprendre comment et dans quel but ils peuvent avoir recours à cet outil. Les résultats indiquent que le recours à l'AF est lié à leur niveau d'étude universitaire.

Nous rappelons que dans l'industrie ou le recours à l'AF est exclusif à la conception de systèmes techniques pour représenter les modèles sans leur ôter leur complexité (Scaravetti, 2004). Cette méthodologie vise à obtenir des modèles à la fois parcimonieux et exact (Vernat, 2004). Cependant, notre étude montre que la plupart des enseignants utilisent cet outil emprunté de l'industrie, aussi bien pour faire étudier des systèmes existants, que pour les faire concevoir. Ces enseignants justifient leur pratiques en avançant des arguments plutôt pragmatiques puis pédagogiques: besoin d'atteindre l'objectif de relier la référence industrielle à l'enseignement ; besoin de modéliser ; besoin de focaliser l'étude sur une partie du système ; besoin de rendre attractif et plus compréhensible le système par les élèves. Notons que la raison pragmatique est la principale préoccupation dans le domaine industriel dont l'objectif est de contrôler l'ensemble du système depuis la conception à sa réalisation.

Pour les enseignants qui ne recourent pas à l'AF, ces derniers ne voient pas l'utilité ni le besoin d'un tel outil qui leur semble complexe et peu attractif et qui peut être remplacé par d'autres méthodes pédagogiques. Ces enseignants avancent une posture épistémologique qui sépare la référence industrielle du domaine d'enseignement de l'éducation technologique. Une dernière catégorie d'enseignant a recours à l'AF dans certaines circonstances en fonction de leur besoin et des finalités.

La combinaison et la corrélation entre les différentes variables fera partie d'une recherche complémentaire basée dans le but de préciser comment les artefacts sont instrumentés par les enseignants et utilisés par les élèves.

Cette étude exploratoire bien que menée à partir des pratiques déclarées par les enseignants vient enrichir la panoplie de recherches en éducation technologique sur la problématique de séparation à la référence industrielle. Ainsi se pose la question de la légitimité et de l'existence de cet enseignement mais aussi celle de la formation des enseignants dans ce domaine.

Il serait ainsi intéressant de poursuivre cette recherche en observant plus attentivement l'évolution des positions épistémologiques, en étudiant les pratiques efficaces dans la salle de classe. Ceci contribuerait à spécifier le champ de connaissances,

avec une analyse fine des relations entre les références industrielles et les bases éducatives d'une culture commune. Cela donnerait également du sens à ce qui se passe au cours des activités scolaires et interrogerait au sujet de l'efficacité de ces enseignements et apprentissages.

## RÉFÉRENCES

- Barak, M. (1990). Imparting basics in technology through an instructional system for computerised process control. *Research in Science and Technological Education*, 8(1), 53-67.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Chatoney, M. (2003). *Construction du concept de matériau dans l'enseignement des «sciences et technologie» à l'école primaire: Perspectives curriculaires et didactiques*. Thèse de doctorat, France, Université de Provence.
- Chatoney, M. (2006). Organiser les activités de production à l'école primaire – Sélectionner des matériaux avec des élèves de 6 ans. *Aster*, 41, 139-158.
- Chatoney, M. (2010). Study of a collection that fulfils the same function: A case study relating to food containers with four-years-old in infant school in France. *Skholè*, 3, 63-83.
- Deforge, Y. (1993). *De l'éducation technologique à la culture technique: Pour une maîtrise sociale de la technique*. Paris: ESF.
- De Rosnay, J. (1975). *Le Macroscopie: Vers une vision globale*. Paris: Seuil.
- De Vries, M. (2005). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Dorst, K. (2006). Design problems and design paradoxes. *Design Issues*, 22(3), 4-17.
- Gartiser, N., & Dubois, S. (2005). Du problème à son processus de résolution: entre positivisme et constructivisme. Application à la conception de systèmes techniques. In *Les actes de la Conférence de l'AIMS. XIVe International Conference of Strategic Management (AIMS)*, Angers, France. Retrieved from <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00340985/document>.
- Gilles, B. (1978). *Histoire des techniques*. Paris: Gallimard.
- Graube, G., Dyrenfurth, M. J., & Theuerkauf, W. E. (2003). *Technology education: International concepts and perspectives*. Frankfurt am Main: Peter Lang Pub Incorporated.
- Howard, R. A. (2007). The foundations of decision analysis revisited. In *Advances in Decision Analysis* (Vol. 1, pp.32-56). New York: Cambridge University Press.
- Inhelder, B., & Cellier, G. (1992). *Le cheminement des découvertes de l'enfant: recherche sur les microgénèses cognitives*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Le Moigne, J. L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris: Dunod.
- M.E.N. & M.E.S.R. (2012). *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*. Vanves: Ministère de l'Education Nationale et Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Retrieved from <http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc>

=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8.

Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: ESF.

Said, F. (2010). *Débat scientifique en classe et acculturation scientifique chez des élèves Français de seconde et des élèves Tunisiens du secondaire*. Thèse de doctorat, France et Tunisie, Université de Bordeaux 2 et Université de Tunis.

Scaravetti, D. (2004). *Formalisation préalable d'un problème de conception pour l'aide à la décision en conception préliminaire*. Thèse de doctorat, France, ENSAM-Bordeaux.

Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier.

Simon, H.A. (1991). *Models of my life*. New York: Basic Books.

Vernat, Y. (2004). *Formalisation et qualification de modèles par contraintes en conception préliminaire*. Thèse de doctorat, France, ENSAM-Bordeaux.

Von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. New York: G. Braziller.

Zehtaban, L., & Roller, D. (2012). Systematic functional analysis methods for design retrieval and documentation. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science*, 6(12), 1015-1020.

## ANNEXE

### Questionnaire enseignant (recherche ADEF/Gestepro/FG)

Ce questionnaire contribue à la recherche en éducation et technologie dans le cadre de l'équipe Gestepro du laboratoire ADEF de l'université d'Aix-Marseille.

Répondre aux questions ne devrait vous prendre que quelques minutes.

Entourez votre réponse (ou effacez les autres) et complétez les pointillés.

1. Nom et prénom (facultatif): .....
2. E-mail (facultatif): .....
3. Sexe: 

Homme	Femme
-------	-------
4. Quel est votre âge ? .....
5. Quelles sont les classes dans lesquelles vous enseignez ?  

6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
----------------	----------------	----------------	----------------

  
Autre: .....
6. Quel est votre statut ?  

Contractuel	Certifié	PEGC
-------------	----------	------

  
Autre: .....
7. Si vous êtes PEGC quelle est votre discipline d'origine ? .....
8. Quelle est la durée de votre expérience en tant qu'enseignant ?  

Moins de 3 ans	Entre 3 et 8 ans	Entre 9 et 14 ans	Plus de 14 ans
----------------	------------------	-------------------	----------------
9. Quel est votre niveau de formation universitaire ? .....

10. Dans quelle(s) discipline(s) avez-vous effectué votre formation universitaire ?  
.....
11. Évaluez votre maîtrise de l'analyse fonctionnelle  
de 0 (je ne maîtrise pas du tout) à 5 (je maîtrise parfaitement) ?
- |   | 0                                     | 1              | 2             | 3                             | 4 | 5              |     |     |
|---|---------------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------|---|----------------|-----|-----|
|   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Avant d'enseigner connaissiez-vous les outils suivants ?  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 12.   | Le «diagramme bête à cornes» ?        |                |               |                               |   |                | oui | non |
| 13.   | Le «diagramme pieuvre «?              |                |               |                               |   |                | oui | non |
| 14.   | Le «cahier des charges fonctionnel» ? |                |               |                               |   |                | oui | non |
| 15.   | Le «diagramme FAST» ?                 |                |               |                               |   |                | oui | non |
| 16. Si vous connaissiez ces outils, où en avez-vous eu connaissance ?   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| En formation universitaire  |                                       |                | En entreprise |                               |   | Autre:.....    |     |     |
| 17. Avez-vous recours à l'analyse fonctionnelle en classe ?   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| oui   |                                       |                |               | non (passez à la question 21) |   |                |     |     |
| 18. Si oui dans quel(s) niveau(x) de classe ?   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 6 <sup>e</sup>  |                                       | 5 <sup>e</sup> |               | 4 <sup>e</sup>                |   | 3 <sup>e</sup> |     |     |
| Autre:.....   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 19. Dans quelle situation recourez-vous à l'analyse fonctionnelle ?   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Plutôt en situation de conception   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Plutôt en situation d'analyse   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Autre:.....   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 20. Comment mettez-vous en œuvre l'analyse fonctionnelle en classe ?  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| J'explique l'outil et ensuite je demande aux élèves de faire une analyse avec cet outil.  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| J'analyse un système avec l'outil pour que les élèves comprennent le système.   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| J'analyse un système avec l'outil pour que les élèves comprennent le système et l'outil.  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Autre:.....   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 21. Est-ce que l'analyse d'un système peut se concevoir sans l'analyse fonctionnelle ?  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Pourquoi ? (expliquez en 10 lignes maximum).  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 22. Utilisez-vous d'autres outils identiques à, ou issus de, l'analyse fonctionnelle ?  |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| oui   |                                       |                | non           |                               |   |                |     |     |
| Si oui: quels sont ces outils ?   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| .....   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| 24. Avez-vous d'autres observations concernant votre utilisation de l'analyse fonctionnelle dans vos enseignements à nous communiquer ? |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| .....   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |
| Merci pour votre participation.   |                                       |                |               |                               |   |                |     |     |