

Michel MARTIN

POUR UNE DÉMARCHE D'APPRENTISSAGE, PLUS SCIENTIFIQUE QUE PRESCRIPTIVE, EN TECHNOLOGIE AU LYCÉE

Résumé : Une part importante de notre travail d'enseignant en technologie des systèmes automatisés consiste à faire percevoir aux élèves l'enjeu d'une méthode de division et de regroupement en formes et en fonctions, outil indispensable aux techniciens professionnels pour la connaissance exacte et opératoire des objets technologiques. La démarche didactique présentée est une réponse à la question posée par l'échec massif des élèves dans la production du dessin de définition d'une pièce d'un mécanisme, même simple. Or, nous nous sommes aperçu que la démarche de connaissance scientifique et dialectique prônée, il y a déjà vingt-quatre siècles, par Platon, comportait des aspects comparables à ceux de notre méthode didactique. Nous avons donc cherché à approfondir l'analyse épistémologique, à la lumière des concepts platoniciens. En particulier il s'avère que la représentation graphique adéquate, correctement reconnue puis produite dans un dessin codé, apporte la preuve, selon nous, que nos élèves accèdent à une connaissance vraie des objets technologiques sur lesquels nous les faisons travailler.

Mots-clefs : démarche scientifique, formes intelligibles, objet technologique, connaissance vraie, dessin de définition.

Du fait de notre formation initiale et de notre statut¹, nous faisons partie de la communauté des formateurs en Sciences et Techniques Industrielles voire des Sciences des Ingénieurs². Dans ce domaine, le rapport aux savoirs relatifs aux techniques a un fort caractère normatif et prescriptif, pour reprendre les mots de Pierre Vérillon³. L'expert, formateur ou professionnel de l'industrie, n'a nullement besoin de prouver sa compréhension ni d'expli-

¹ CAP Dessinateur Industriel, BEI Mécanique Générale, BEI Dessinateur Industriel, DUT Génie Mécanique, Licence de Technologie de Construction et CAPET de Construction et Mécanique industrielles.

² La section qui conduit au baccalauréat technologique « Sciences et Techniques Industrielles » est appelé « STI ». Le baccalauréat scientifique qui comporte une dominante « Sciences de l'Ingénieur » est appelé « SI ». On retrouve cette formation, sous la même dénomination, dans les Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles (CPGE).

³ *Séminaires de didactique des disciplines technologiques*, P. Vérillon, Cachan, 1996-1997, p. 11.

quer sa démarche : pour lui, cela va de soi. Par contre, pour l'élève, il en va tout autrement.

Notre insatisfaction devant l'insuffisance de la démarche didactique habituelle, qui bloque les élèves et les empêche de comprendre, nous a amené à inventer une autre manière de faire qui a fait ses preuves⁴, dans nos classes. Nous nous proposons dans cet article d'expliciter notre démarche didactique et de montrer, en nous appuyant sur quelques pages de Platon⁵, comment elle peut se comparer à une démarche de connaissance scientifique et dialectique prônée déjà il y a vingt-quatre siècles.

C'est en dessin technique que nos élèves rencontrent beaucoup de difficultés. En effet, lorsque nous leur demandons de « dessiner une pièce⁶ simple sans cotation à partir d'un dessin d'ensemble » comme l'exige le Bulletin Officiel⁷ du 24-09-1992 du Ministère de l'Éducation Nationale, les élèves ne comprennent pas ce qui leur est demandé. Dans ce cas-là, à partir d'un premier document technique appelé dessin d'ensemble, l'élève doit produire un second document appelé dessin de définition.

En fait, contrairement aux experts en dessin technique, l'élève n'a pas la connaissance du chemin qui va lui permettre de passer du dessin d'ensemble vers le dessin de définition. Voilà le problème sur lequel nous sommes penché. Comment, à partir du dessin d'ensemble, aider l'élève à se construire des représentations internes c'est-à-dire des images mentales qui vont lui permettre de concevoir les représentations externes demandées, c'est-à-dire le dessin de définition d'une pièce.

L'élève doit percevoir les objets technologiques tels qu'ils sont en eux-mêmes et non pas tels qu'ils se présentent à lui dans un premier temps, afin de devenir capable de déduire, d'une manière nécessaire et toujours valide, la signification fonctionnelle de chacun d'eux, indépendamment de

⁴ En Mai 1996, lors d'une épreuve commune d'évaluation, sur 180 élèves de seconde « TSA », tous passés par notre salle de cours, 26 % avaient réalisé le produit attendu, 42 % avaient réalisé un produit de qualité supérieure et 32 % seulement des élèves n'avaient pas réalisé un produit acceptable alors que dans la situation habituelle, la proportion de réussite est nulle. En effet, auparavant, lors des épreuves communes d'évaluation, la partie concernant le dessin technique n'était pas abordée par les élèves également passés par notre salle de cours.

⁵ Platon était parfois cité dans nos références bibliographiques, comme par exemple, *Représentations pour l'action*, Catherine Tiegher, Octares, 1993, p. 314, mais aussi, *Des machines et des hommes*, Monique Linard, L'Harmattan, 1996, p. 143. C'est cela qui nous a conduit à regarder vers les anciens philosophes.

⁶ Habituellement, on appelle pièce tout objet dit technologique ayant un rôle à jouer dans un mécanisme.

⁷ Numéro hors série du Bulletin officiel de l'Éducation Nationale du 24-09-1992, p.119.

toute expérience passée ou de toute intention présente⁸. Peut-être pouvons-nous penser que nos efforts d'enseignant concourent à exercer la vision intelligente de nos élèves et comme le dit Platon : « chercher par tous les moyens la méthode la plus aisée et la plus efficace, non pour donner la vue à cet organe ; bien plutôt, puisqu'il l'a déjà, mais qu'il n'est pas bien orienté et qu'il ne regarde pas où il faudrait, pour le tourner dans la bonne direction⁹ ».

En fait, il s'agit bien ici de technologie qui est avant tout un *logos* c'est-à-dire un « discours sur » la ou les techniques, au même titre que la biologie ou l'archéologie¹⁰, sont des discours sur la vie et sur les origines de l'humanité, au sens défini par Vérillon (1996). Mais, la grande différence entre ce qui vient d'être énoncé et l'étude que nous allons présenter provient du fait que nos élèves, pendant cette étude, ne possédaient pas l'objet matériel à dessiner. Par conséquent, cet objet technologique issu d'un mécanisme, les élèves ne pouvaient pas l'observer concrètement car il n'a pas encore été fabriqué. En fait, nous nous sommes inspiré du mécanisme matériel pour concevoir des documents techniques à utiliser avec les élèves. Nous avons en effet voulu bâtir un nouvel environnement didactique dans lequel l'apparence des objets représentés, accompagnée de notre démarche, pouvait permettre aux élèves de comprendre le rôle des formes d'un objet technologique non présent physiquement.

Nous allons donc essayer de présenter notre démarche, à partir d'une activité effectivement menée en classe de seconde, en montrant comment elle contribue à une véritable formation scientifique des élèves. Nous porterons d'abord notre attention sur la définition de la complexité de la tâche demandée aux élèves. Ensuite, nous travaillerons sur la connaissance de l'objet technologique conçu mais non encore fabriqué. Enfin, nous aborderons la production, par les élèves, de la représentation graphique en quatre vues de l'objet technologique étudié.



A partir de cette représentation d'une loupe, si l'élève distingue, sur cette image, le petit rectangle noir qui représente la poignée de la loupe, de la poignée elle-même, alors : il n'y a pas d'ambiguïté. Par contre, si un élève ne distingue pas la zone qui sera responsable du grossissement de sa représentation, alors cet élève aura des difficultés à différencier l'apparence première, due à l'image, de la réalité matérielle de l'objet qui, lui seul, est capable de grossir les lettres.

⁸ Platon, *République VII*, 518b-519b, traduction de Louis Guillermit, *Platon par lui-même*, (1994), p. 64.

⁹ *Séminaires de didactique des disciplines technologiques*, P. Vérillon, Cachan, 1996-1997, p. 9.

PRÉSENTATION DU PROBLÈME POSÉ AUX ÉLÈVES

Le contexte institutionnel de notre étude

Face aux développements des nouvelles technologies dans le monde économique qui nous entoure, de nombreux élèves, venant du collège, s'orientent en classe de seconde générale et technologique dite de détermination. Ils ont le projet de rejoindre, en classe de première, les sections scientifiques ou scientifiques et technologiques industrielles du lycée. Les élèves sont persuadés que l'établissement d'accueil va répondre à leurs besoins de formation et leur apporter la culture scientifique et technologique adaptée à leur projet.

Les enseignements qui sont dispensés se regroupent en deux catégories. La première concerne les enseignements communs à tous les élèves (français, histoire et géographie, langue vivante, mathématiques, physique et chimie, biologie, éducation physique et sportive et éducation civique). La seconde catégorie se présente sous la forme d'options qui offrent aux élèves de nombreuses possibilités, à partir desquelles ils vont recueillir des informations pour se déterminer dans leur orientation vers la classe de première du lycée. L'étude que nous présentons ici porte sur l'enseignement technologique intitulé « Systèmes Automatisés¹¹ » proposé dans le cadre d'une de ces options de trois heures hebdomadaires en classe dédoublée.

Dans la plupart de nos dispositifs d'apprentissage, des activités sont prévues, pour les élèves, sous forme de séquences pendant lesquelles ont lieu des travaux dirigés ou des travaux pratiques. Ceux-ci se passent autour de systèmes de production¹² automatisés à caractère industriel en état de fonctionnement car le programme¹³ d'enseignement est « orienté vers l'acquisition de connaissances et de démarches propres à la compréhension et à l'utilisation de ces systèmes pluri-techniques¹⁴ automatisés qui permettent de produire des biens ou d'assurer des services ».

¹¹ L'ancienne dénomination : « TSA » c'est-à-dire : Technologie des Systèmes Automatisés, insistait de manière plus claire sur le caractère technologique de l'ensemble proposé. La nouvelle appellation « SA » n'est pas encore répandue puisqu'elle ne date que de la rentrée 1999/2000.

¹² Par exemple, la machine qui permet de produire en série des savons parfumés de luxe et de les placer dans des boîtes en matière plastique afin de conserver le parfum du savon dans la plus grande hygiène, et pour un coût minimum, est un système de production à caractère industriel en état de fonctionnement. Les transformations sur les matières d'œuvre sont assurées par la partie opérative. Si la coordination des dispositifs opératifs est confiée à une partie commande, alors le système de production à caractère industriel est automatisé.

¹³ Numéro hors série du Bulletin officiel du Ministère de l'Éducation Nationale du 24-09-1992.

¹⁴ Un système pluri-technique utilise, par exemple, l'énergie pneumatique pour obtenir une force dans un vérin, la construction mécanique pour guider les objets en mouvement, l'électronique pour traiter l'information provenant des capteurs, l'électrotechnique pour délivrer l'énergie électrique aux actionneurs, etc.

Tout en respectant les programmes, depuis de nombreuses années, notre façon de faire de la « TSA » ne correspond absolument pas à ce qui se fait habituellement, au titre de la technologie. En quoi la technologie en seconde, telle que nous la pratiquons, peut-elle contribuer, de manière bénéfique, à la préparation aux études scientifiques de nos élèves ? Voilà la question à laquelle nous allons essayer de répondre en nous autorisant une relecture des écrits de Platon.

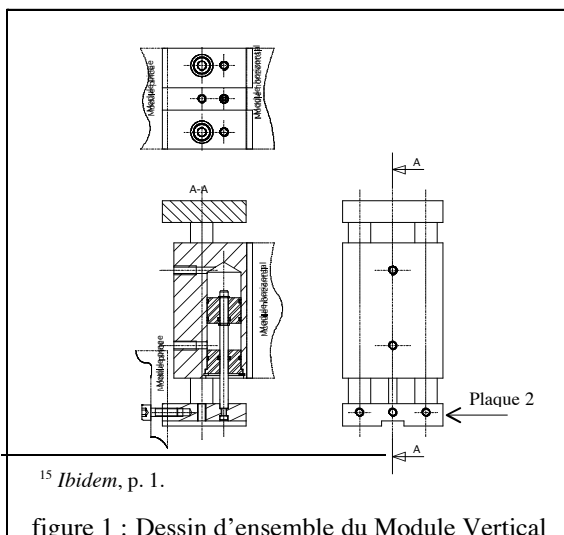
Le contexte didactique et épistémologique de notre étude

Dans cette étude, nous allons nous intéresser aux conditions qui pourraient favoriser l'apprentissage des élèves de seconde « TSA » en dessin technique. En fait, comme nous l'avons évoqué précédemment, les élèves ont des difficultés de compréhension lorsque leurs professeurs leur demandent de « dessiner une pièce simple sans cotation à partir d'un dessin d'ensemble¹⁵ ». Si nous voulons expliquer de manière simple, la tâche des élèves, nous pouvons dire que pour eux, elle se déroule comme les marches d'un escalier placées entre deux paliers.

Pour l'élève placé au palier initial, il doit s'approprier, de manière adéquate, les informations contenues dans le document technique appelé dessin d'ensemble (voir la figure 1). Le palier final est celui qui a permis d'obtenir un autre document technique appelé dessin de définition (voir la figure 2).

C'est entre ces deux paliers que se trouve le problème. Le parcours est plus ou moins accidenté, il n'est pas simple pour la plupart des élèves. En effet, le dessin d'ensemble de notre étude est une représentation graphique permettant de définir complètement le mécanisme, appelé « Module Vertical ».

Cela signifie qu'à partir de ce dessin d'ensemble, l'élève doit être capable de définir les fonctions remplies par le mécanisme afin de répondre au besoin d'un utilisateur. La recherche de définitions peut conduire à des interprétations variées. En fait, la raison pour laquelle le mécanisme « Module



¹⁵ Ibidem, p. 1.

figure 1 : Dessin d'ensemble du Module Vertical

vertical » existe doit être définie préalablement afin de recentrer l'étude des

élèves comme nous allons le voir. De plus, la signification de la plupart des termes que nous venons d'énoncer (mécanisme, fonction, besoin, etc.) n'est pas maîtrisée totalement par nos élèves de seconde.

Nous allons illustrer cela en reprenant l'étude de l'objet appelé loupe.

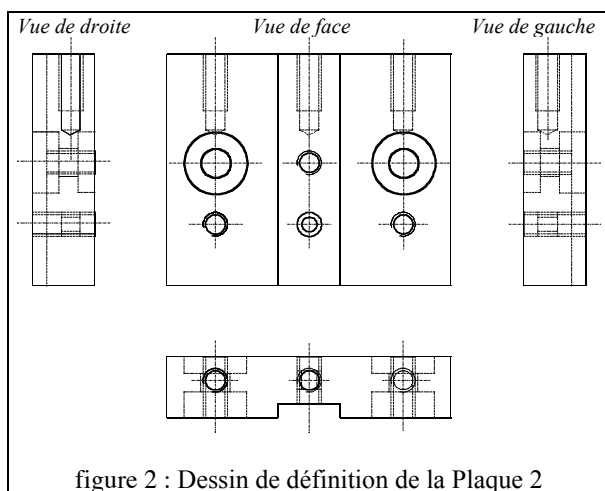
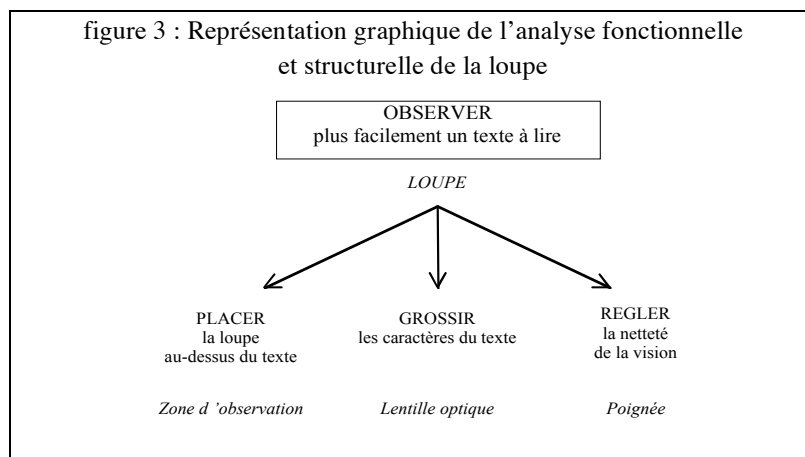


figure 2 : Dessin de définition de la Plaque 2

Notre connaissance de la loupe, en tant qu'objet courant, facilite l'analyse, appelée fonctionnelle et structurelle, de cet objet. Une telle analyse consiste à associer la fonction d'un objet, c'est-à-dire son rôle ou sa raison d'être, à sa structure, c'est-à-dire à son aspect ou sa forme matérielle, afin qu'il puisse assurer la dite fonction.



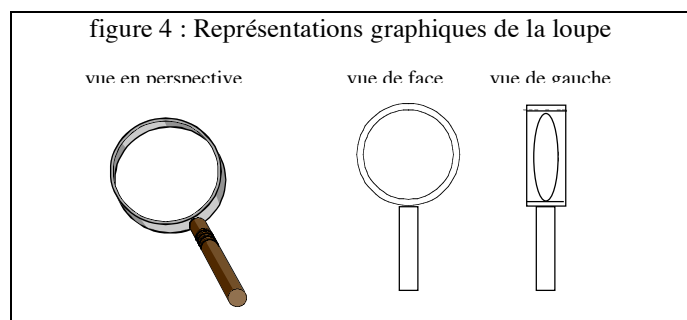
La loupe répond au besoin exprimé par un lecteur face à un texte dont les caractères sont difficilement visibles. Celle-ci permet d'observer plus facilement les caractères d'un texte à lire. Initialement, il faut placer la loupe au-dessus du texte. La fonction de la lentille optique (grossir les caractères du texte), va permettre de répondre principalement au besoin du

lecteur. Enfin, la *poignée* permettra de régler la *netteté de la vision* en approchant plus ou moins la lentille auprès du texte.

En fait, l'objet technologique « loupe » a été décomposé en trois sous-objets technologiques ou parties. Chaque partie est associée à sa raison d'être comme le montre la représentation graphique de notre manière de faire l'analyse fonctionnelle et structurelle de la loupe (voir la figure 3). La démarche originale qui permet d'analyser une loupe ou tout autre objet ne fait pas partie du curriculum de l'élève de seconde. Elle nous est propre, nous l'utilisons ici comme paradigme pour faciliter la compréhension de la démarche d'analyse.

Pour l'étude que nous allons présenter dans cet article, l'élève n'a pas la connaissance initiale de l'objet c'est-à-dire du mécanisme technologique sur lequel il se penchera. De plus, il ne sait pas comment il peut en effectuer l'analyse concomitante fonctionnelle et structurelle. En fait, il faut que l'élève se rende capable de reconnaître « qui fait quoi ? » dans le mécanisme étudié sans pouvoir l'observer. C'est à partir du dessin d'ensemble représentant le mécanisme, dont la raison d'être aura été définie, que l'élève va jouer avec l'aide apportée par notre démarche d'accompagnement.

Ainsi, lorsque l'analyse du mécanisme sera effectuée, l'élève pourra, comme nous l'avons montré pour la loupe, attribuer précisément à chaque partie de ce mécanisme la fonction qu'elle remplit ou la raison pour laquelle elle a été prévue. Il suffira alors que l'élève associe la fonction de chaque partie identifiée dans le mécanisme aux représentations graphiques qui la caractérisent. C'est cela que nous appelons lire le dessin d'ensemble d'un mécanisme.



Pour l'élève placé au palier final, le dessin de définition (voir la figure 2) devrait être une représentation graphique d'un seul objet parmi tous les objets technologiques appartenant au mécanisme défini précédemment sur le dessin d'ensemble (voir la figure 1). Le dessin de définition est consti-

tué de plusieurs figures appelées « vues » placées selon le principe de la méthode européenne¹⁶ de projection (voir la figure 4).

A ce stade de l'étude, l'élève est face à de multiples interprétations personnelles du dessin d'ensemble qui lui est fourni ainsi que du dessin de définition qui lui est demandé. Le passage du dessin d'ensemble au dessin de définition n'est pas du tout évident, pour un élève de seconde, du fait de la multitude d'éléments significatifs qu'il faut maîtriser. Notre manière de faire consiste à accompagner l'élève sur le chemin qui va lui permettre d'effectuer le passage. Précédemment, nous avons reconnu qu'il fallait définir la raison pour laquelle le mécanisme « Module vertical » existe. Maintenant, fort de nos pratiques, nous pensons qu'il faut aussi aider l'élève à comprendre à quoi sert l'objet technologique, c'est-à-dire la « Plaque 2¹⁷ » placée dans le mécanisme « Module vertical ». Parallèlement, il faudra aider l'élève à comprendre comment l'objet est constitué ; ce que nous développerons dans les chapitres suivants.

Ici, il nous semble que nous sommes en accord avec la recommandation de Platon : « on doit distinguer la multiplicité changeante des choses sensibles, à propos desquelles on ne peut qu'avoir des opinions, des objets de connaissance que sont les Formes¹⁸ » c'est-à-dire les Formes intelligibles. Où sont dans notre enseignement les choses sensibles et comment reconnaître les « Formes intelligibles » parmi ces choses sensibles ? Pourquoi devons-nous les chercher ?

Voici la réponse, à la dernière question posée, pour laquelle la pensée de Platon nous est d'un grand secours puisqu'il écrit par exemple « qu'en confondant les Formes intelligibles avec de simples idées, des contenus de pensée, ou des représentations, on manquerait, leur statut de réalité. De surcroît, on s'interdirait d'expliquer comment ces réalités « intelligibles » sont la cause véritable de toutes les choses sensibles. L'hypothèse de Platon, en la matière, est la suivante : les Formes intelligibles sont la raison des choses sensibles. Et ce, dans tous les sens du terme : elles sont la cause de leur existence, et la raison de leur existence, c'est-à-dire le principe de leur existence, de leur explication¹⁹ ».

¹⁶ Sur la figure 4, la vue de gauche correspond à ce que l'on voit lorsqu'on se place à gauche de la vue de face ou de l'objet représenté en perspective. Dans la méthode dite européenne, la vue de gauche se dessine à droite de la vue de face (celles-ci sont nommées sur la figure 2 et sur la figure 4). Il s'agit ici, d'une projection au sens mathématique du terme. Pour la méthode dite américaine la vue de gauche serait dessinée à la gauche de la vue de face. En fait, seule la position de l'image est différente entre ces deux méthodes.

¹⁷ Cette plaque 2 est une partie du module vertical. Il s'agit d'en produire le dessin de définition (voir la figure 2)

¹⁸ Cf, Reformulation de Jean-François Pradeau, *Platon* (1999), p. 31.

¹⁹ Cf, Reformulation de Jean-François Pradeau, *Ibidem* (1999).

Les « Formes intelligibles²⁰ » semblent bien être la cause de l'existence c'est-à-dire la cause de l'intelligibilité des « choses sensibles » qui participent aux « Formes intelligibles » lesquelles à leur tour les déterminent. Dès la mise à jour des « Formes intelligibles », reconnues dans les « choses sensibles » nous sommes convaincu que la connaissance de ces « choses sensibles » devient possible et il devient intéressant de la connaître. Par ailleurs, comme l'indique Platon, « tant que l'on s'en tient avec les physiciens à une explication par les causes physiques (en disant par exemple qu'une pierre est lourde en vertu des éléments dont elle est constituée), on ne dit pas ce qu'est une chose, on ne la fait pas connaître²¹ ». Selon Platon, la connaissance d'une chose, quelle qu'elle soit (un arbre, un homme, le feu qui brûle), « suppose qu'on puisse lui attribuer une cause, dont la définition permettra non seulement d'expliquer pourquoi cette chose est ce qu'elle est, mais encore de comprendre pourquoi cette chose est, ce qu'est sa raison d'être²² ».

Ainsi, pour notre étude, nous devons rechercher « la cause de l'existence » de cette chose : la plaque 2 qui est un objet technologique. Certes, cela semble être tout ce qu'il y a de plus matériel et de pragmatique. En fait, notre démarche va permettre à l'élève de distinguer la cause dite « physique » qui se rapporte au point de vue matériel de l'objet technologique et la cause dite « finale » ou « rationnelle » qui est la « cause principale » expliquant véritablement le phénomène en cause, et de ce fait, sa possible connaissance, seule véritable connaissance. Par conséquent, notre manière d'appréhender la connaissance d'un objet technologique devient bien une aide à la connaissance de cet objet pour les élèves.

Dans la mesure où la perception de l'objet par l'élève est plus ou moins exacte, on distinguera différents niveaux de connaissance correspondant à différents objets spécifiques. Par exemple, l'ignorance correspond au non-être, l'opinion à ce qui apparaît et la compréhension à ce qui est véritablement. Ainsi, on pourrait dire que d'une certaine manière nous espérons faire passer l'élève de « son état d'ignorance pure et simple du non-être de la chose à celui d'une opinion sur ce que lui semble être la chose pour enfin parvenir à l'intelligence de ce qu'est véritablement la chose²³ ».

²⁰ Une « chose sensible » perceptible par nos sens est source d'opinions fausses. La connaissance de la « chose sensible » suppose qu'on puisse lui attribuer une cause ou une raison d'être. Les « Formes intelligibles » sont la raison des « choses sensibles ». Cf. Reformulation de Jean-François Pradeau, *Ibidem*, (1999).

²¹ Cf, *Vocabulaire de Platon*, par Luc Brisson et Jean-François Pradeau, (1998), p. 53.

²² Cf, *Vocabulaire de Platon*, par Luc Brisson et Jean-François Pradeau, *Ibidem*, (1998).

²³ Cf, *Vocabulaire de Platon*, par Luc Brisson et Jean-François Pradeau, (1998), p. 54.

Pour l'objet technologique recherché, c'est-à-dire la plaque 2, qui se situe parmi plusieurs autres objets technologiques dans le mécanisme « Module vertical », nous verrons qu'il est lui-même constitué de plusieurs sous-objets de nature technologique. Par exemple, pour la loupe, la lentille est encerclée par une lame reliée à la poignée par une vis d'assemblage qui a sa raison d'être puisque sans cette vis la poignée et la lentille seraient indépendantes et nous ne pourrions pas ajuster le grossissement des caractères du texte, même en tenant la loupe par la poignée, puisque la lentille ne serait plus là.

Le chemin conduisant au passage, dont nous parlions précédemment, nécessite d'effectuer des étapes liées aux divers sous-objets technologiques. A chaque stade de connaissance se trouve un objet ayant différentes causes rationnelles liées aux autres objets et à lui-même. Nous devons choisir la cause qui est la plus adéquate, c'est-à-dire la « Forme intelligible » qui est vraiment liée à la « chose sensible » que nous avons retenue à ce niveau donné. Ainsi, nous aurons mis en évidence, pour chaque niveau, un objet de connaissance, c'est-à-dire ce sur quoi va porter la recherche de ce qu'est l'objet technologique, de sa raison d'être. Il nous semble que la portée de notre travail est épistémologique car la perception des « Formes » par l'intellect permet une connaissance vraie et adéquate.

Pour que les élèves acquièrent la connaissance des objets technologiques qui a pour condition la connaissance de l'intelligible et donc la connaissance vraie des « Formes intelligibles » qui sont les causes mêmes de l'existence des « choses sensibles », nous pouvons distinguer cinq « facteurs », en quelque sorte hiérarchisés, comme propose de le dire Platon²⁴ à propos du cercle. Il s'agit du mot pour nommer, de la définition pour différencier et distinguer, de la figure pour représenter, jusqu'aux activités cognitives de l'âme pour appréhender et comprendre la chose purement intelligible (qu'on nomme, qu'on définit, qu'on représente, mais qu'on reconnaît en exerçant ses sens, sa mémoire, son jugement et son intelligence), laquelle on peut enfin, au terme de toutes ces opérations, espérer saisir pleinement. Nous allons y revenir dans la suite de cette étude.

Les difficultés rencontrées, par les élèves, en dessin technique

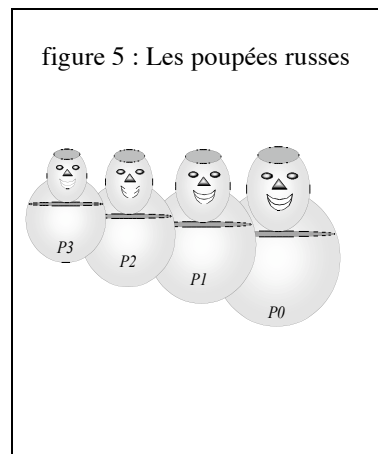
A partir des deux documents précédents (voir les figures 1 et 2) qui servent de référence, il est possible de fabriquer le mécanisme représenté ou d'en établir la maintenance. Ce n'est pas ici notre but, mais cela prouve que le dessin d'ensemble, même si, ici, il est très simplifié, représente une valeur

²⁴ Platon, *Lettre VII*, 342 a7-d2, voir la traduction de Victor Goldschmidt, *Les dialogues de Platon*, (1963), p. 4

technique. Par contre, le chemin qui permet de passer du dessin d'ensemble au dessin de définition n'est pas connu des élèves. C'est le décodage du dessin d'ensemble qui engendre des difficultés de compréhension de la part de nos élèves. En effet, la plupart du temps, les documents techniques sont utilisés pour assurer la communication entre les techniciens afin de se faire comprendre. Pour nos élèves cela ne convient pas. Il manque l'explicitation de la démarche implicite des experts qui est essentielle pour l'amélioration de la compréhension des apprenants.

En fait, ces documents sont des représentations graphiques d'objets technologiques qu'il faut chercher à connaître afin de pouvoir se les représenter. Pour savoir d'où viennent ces objets technologiques si complexes à comprendre, nous avons dessiné quatre poupées russes (voir la figure 5) de façon à représenter l'emboîtement des différentes parties dans lesquelles se trouve inséré chaque objet.

Ici, il s'agit de concevoir le dessin de définition d'une pièce²⁵ appelée « Plaque 2 » (poupée P3) qui est un élément d'un mécanisme, représenté par un dessin d'ensemble, appelé « Module vertical » (poupée P2), lequel est une partie de la partie opérative du système automatisé intitulé « Manipulateur de couvercles » (poupée P1) qui à son tour intervient dans un dispositif de « Mise en boîte de savons » (poupée P0) d'une entreprise industrielle ayant pour souci de répondre à un besoin précis de clients.



A chaque « poupée russe » nous devons identifier l'objet à connaître c'est-à-dire nommer l'objet technologique sur lequel nous allons faire porter notre connaissance. Ensuite, il s'agit d'exprimer la définition de l'objet composée de noms et de verbes. Du fait de « cet instrument défaillant qu'est le langage²⁶ », nommer et définir ne suffit pas, percevoir se représenter, se faire une opinion non plus, car il s'agit de saisir la « Forme intelligible » de ce que l'on cherche à connaître, voilà ce à quoi il faut s'exercer malgré et avec les insuffisances du langage. C'est par la représentation graphique que nous pourrons compléter notre connaissance du sensible et donc la connais-

²⁵ Le terme « pièce » est celui qui est utilisé couramment, en technologie, pour désigner un objet technologique.

²⁶ Platon, *Lettre VII*, 344c-d, traduction par Louis Guillermit, *Platon par lui-même*, (1994), p. 22.

sance vraie des « Formes intelligibles » qui sont les causes mêmes de l'existence des « choses sensibles ».

De fil en aiguille²⁷, dans le chapitre suivant, nous allons effectuer le passage des représentations du dispositif situé au niveau de la poupée « P0 » à celles de la « Plaque 2 » situées à la poupée « P3 ». Les experts, avec lesquels nous devons rester en accord (faute de perdre la dimension professionnelle authentique de notre formation technologique) sur ces points, sont capables de passer, de manière intuitive et raccourcie, d'une représentation à l'autre. Ainsi, par rapport à nos élèves, ils font de grands bonds d'un niveau à l'autre sans perdre l'équilibre et retombent sur leurs jambes si l'on peut dire.

DEFINITION DU MECANISME PRINCIPAL

Définition et illustration de la tâche première

Pour la première épreuve d'évaluation, les élèves ont pu lire un texte décrivant le processus industriel de l'entreprise que nous appellerons « G & R ». Celui-ci est propre à une grande marque de produits cosmétiques qui utilise les services de systèmes automatisés dans ses unités²⁸ de production. Ce texte, constitué de plusieurs paragraphes, a défini le rôle de l'unité de « Mise en boîte de savons » par rapport aux autres activités de production dans l'entreprise « G & R ». Les élèves devaient écrire, dans un tableau, à l'aide de noms et de verbes, les fonctions réalisées par chaque système aux différentes étapes du processus de fabrication. Parmi les différents systèmes agissant dans l'unité de « Mise en boîte de savons », nous avons choisi celui qui contient la « Plaque 2 » afin de découvrir la raison d'être de cette pièce. Il s'agit du dispositif intitulé « Manipulateur de couvercles ». Ce système automatisé permet de « Fermer la boîte de savon avec un couvercle ».

Le chemin que nous venons de parcourir nous a fait passer du contexte industriel de l'entreprise « G & R » au système automatisé permettant de mettre en place un couvercle sur une boîte de savon parfumé. Le système automatisé est constitué de deux parties. Une première partie, dite de commande, gère et coordonne la deuxième partie, où des tâches, auparavant exécutées par des opérateurs humains, sont transférées aujourd'hui à un

²⁷ En fait, l'analyse que nous allons mener s'appuie sur ce qui a effectivement eu lieu pendant deux épreuves communes d'évaluation des élèves de seconde « TSA ». Ces épreuves se sont déroulées dans une salle de classe ordinaire comme pour un examen d'enseignement général avec des copies anonymes.

²⁸ Une zone d'activité industrielle dans laquelle s'effectue la production de biens ou de services est parfois appelée : « unité ». Ici, le dispositif de « Mise en boîte de savons » est l'unité de production industrielle.


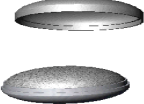

UNE DEMARCHE PLUS SCIENTIFIQUE EN TECHNOLOGIE AU LYCEE

ensemble d'objets technologiques, appelés « partie opérative » laquelle transforme effectivement la matière d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée due au système automatisé.

La partie opérative du système étudié comporte plusieurs mécanismes. Dans l'un d'eux se trouve la « Plaque 2 ». L'élève ne le voit pas encore, nous devons le conduire dans cette direction pour que, le moment venu, il découvre enfin qu'il s'agissait de cet objet, pour qu'il se dise : « c'était çà l'objet autour duquel on s'affairait depuis le début ! »

En fait, afin que les élèves comprennent bien ce que nous appelons la fonction du dispositif « Manipulateur de couvercles », ou sa raison d'être, nous avons écrit un texte bref que nous avons accompagné de trois croquis qui représentent notre interprétation de la définition de la partie opérative de ce dispositif (voir la figure 6). Ce texte, constitué de noms et de verbes, relate en trois temps ce qui va se passer dans la partie opérative du système si on n'observait que l'élaboration de la valeur ajoutée sur la matière d'œuvre, c'est-à-dire ce que nous avons appelé la tâche première. En fait, il s'agit, ici, de décrire quels sont les sous-objets technologiques liés à la cause première qui est de « Fermer la boîte de savon par un couvercle », et quelle est leur raison d'être c'est-à-dire la raison pour laquelle ils existent.

figure 6 : FERMER la boîte de savon par un couvercle

<p align="center">PRENDRE un couvercle sur un tapis</p>	
<p align="center">PLACER le couvercle au- dessus de la boîte</p>	
<p align="center">POSER le couvercle sur la boîte placée sur le tapis</p>	

En position initiale, il faudra prendre le couvercle sur un tapis, en position finale il faudra le poser sur la boîte. D'après nous, c'est la position intermédiaire, où il faudra placer ce couvercle au-dessus de la boîte qui sera la cause la plus adéquate c'est-à-dire la plus pertinente si l'on veut effectivement « Fermer la boîte de savon par un couvercle ». Ce discours qui décrit les trois parties et leur raison d'être est accompagné de trois croquis placés sur des « marches d'escalier » pour accentuer la prise de signification, par

les élèves, des trois temps d'action. Cette représentation graphique (voir la figure 6) de notre manière de faire, l'analyse fonctionnelle et structurelle du dispositif « Manipulateur de couvercles », est semblable à celle réalisée précédemment pour la loupe (voir la figure 3).

Pendant l'épreuve d'évaluation, il était demandé aux élèves de repérer les différents objets représentés sur la figure 6 et de les nommer. En fait, pour les élèves, les trois croquis ci-dessus sont des représentations graphiques qui vont leur donner l'impression de voir le couvercle dans des situations différentes. La figure de gauche nous laisse penser qu'il est posé sur une surface plane. Puis on le présente au-dessus du savon. C'est pour penser à ce déplacement qu'il y a la seconde figure. Enfin, à droite, la boîte apparaît fermée : le savon est protégé car le couvercle est posé sur le fond dans lequel se trouvait un savon. En fait, dans la tâche première il y a plusieurs « choses sensibles » qui ont pour causes différentes « Formes intelligibles ». Maintenant, nous allons nous préoccuper des « Formes intelligibles » contenues dans les « choses sensibles » du « Manipulateur de couvercles ».

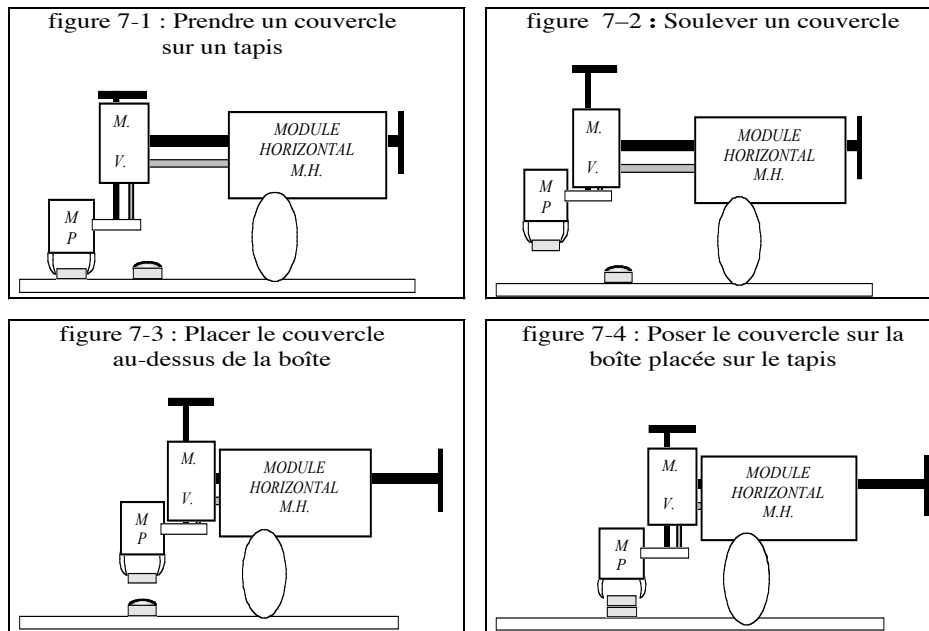
Définition et illustration de la partie opérative du système automatisé

Sur ces croquis, (voir la figure 6) on peut imaginer que c'est avec nos mains que va se faire le déplacement du couvercle. Maintenant, nous nous représentons mieux la trajectoire qu'il doit subir lorsqu'il passe du tapis à la boîte. Nous avons pensé cela sans pour autant l'avoir vu. En fait, c'est la partie dite opérative du système automatisé qui transforme physiquement les produits sur lesquels elle opère. Ici, il s'agit du déplacement d'un couvercle d'un endroit à un autre de manière adéquate puisqu'il faut coiffer la boîte dans laquelle se trouve déjà un savon.

Les explications précédentes sont nécessaires pour bien comprendre la définition du système automatisé. Ce dispositif qui permet de « Fermer la boîte de savon avec un couvercle » a été appelé « Manipulateur de couvercles ». Il accomplira les trois tâches élémentaires de la tâche première. Il est constitué de trois mécanismes qui réalisent des tâches, de manière continue, sur la trajectoire. Pour nous aider à nous représenter ce qui se passe vraiment, c'est-à-dire pourquoi ce système existe, nous allons illustrer le fonctionnement du « Manipulateur de couvercles » en le comparant à l'usage que l'on ferait d'une « grosse pince à sucre », capable de tenir le couvercle. Ainsi, à partir d'une position initiale, avec la pince en main, notre bras va aller chercher le couvercle à sa place. Le couvercle étant agrippé, la pince passe au-dessus du fond de la boîte. Là, délicatement, notre bras « s'arrange » pour que le couvercle soit placé juste au dessus du fond de la boîte. Après

avoir déposé le couvercle, la pince est reposée en position initiale. Nous avons effectué, ici, la simulation d'un des cycles du système « Manipulateur de couvercles ».

Maintenant, regardons les croquis représentant les trois mécanismes dans quatre positions intermédiaires comme s'ils étaient figés (voir les figu-



res 7). En fait, ces croquis représentent la simulation du fonctionnement, étape après étape, de la partie opérative du système « Manipulateur de couvercles ». Celui-ci est semblable au paradigme précédent de la « grosse pince à sucre ».

Tout comme le cerveau de l'homme, la partie commande du système automatisé, non étudiée ici, coordonne les opérations réalisées par la partie opérative du dispositif « Manipulateur de couvercles ». En fait, chaque croquis est composé d'éléments ou de figures géométriques diverses (ellipses, rectangles, trait noir, petit rectangle, etc.). De plus, d'un croquis à l'autre ces éléments ne sont pas dessinés dans la même position relative. Les croquis sous-titrés représentent, de manière simplifiée, la partie opérative du dispositif « Manipulateur de couvercles ». Ils nous permettent d'appréhender la cause ou la raison d'être des « choses sensibles » ou des mécanismes qui composent le « Manipulateur de couvercles ». Ces représentations nous ai-

dent à définir les « Formes intelligibles » associées à chaque « chose sensible » représentée sur les quatre croquis (voir les figures 7).

Ainsi, le premier croquis (voir la figure 7-1), aide l'élève à penser que c'est le « Module pince » (M.P.) qui, grâce à deux doigts, joue le rôle de la main ou de la « grosse pince à sucre » pour « Prendre le couvercle sur un tapis ».

Ensuite, sur les deux croquis suivants (voir les figures 7-2 et 7-3), le mouvement qui serait obtenu par notre bras et par notre avant-bras, articulé au coude, s'obtient par les déplacements coordonnés de deux modules. L'un d'entre eux permet au couvercle de se déplacer horizontalement et l'autre verticalement. Il s'agit d'un « Module horizontal » (M.H.) et d'un « Module vertical » (M.V.). Ces deux modules permettent de « Placer le couvercle au-dessus de la boîte ».

Enfin, sur le quatrième croquis (voir la figure 7-4), le dessin montre à nouveau le « Module pince » (M.P.) qui permet de « Poser le couvercle sur la boîte placée sur un tapis ».

Dans chacune des phrases, nous reconnaissons les causes intelligibles pour lesquelles ces modules existent alors que ces croquis représentent aussi les objets technologiques en tant que « choses sensibles » ayant globalement pour raison principale de « Fermer la boîte de savon avec un couvercle ».

Ainsi, en partant de la description d'une opération réalisable manuellement, nous venons de faire la transition avec le système automatisé qui effectuera cette tâche mécaniquement. Notre but ici est que l'apprenant, connaissant les trois premiers croquis (figure 6) et leur signification, fasse le lien avec les quatre phases représentées sur les quatre croquis (figures 7). Ces définitions et ces représentations graphiques, dites externes, aident et habituent l'élève à se construire des représentations internes de l'objet technologique étudié et de la cause pour laquelle il existe.

Définition et illustration du mécanisme principal

Nous pouvons poser la question : pourquoi ces quatre croquis ? Imaginons que seules les quelques lignes écrites sous les figures 7 soient présentes. A partir des trois premiers croquis (voir la figure 6) et du texte ci-dessus, il nous semble difficile d'imaginer la partie opérative réalisant les trois tâches élémentaires. En effet, le couvercle posé sur le tapis : c'est un fait. Le couvercle sur le fond c'en est un autre. Ce qui nous semble intéressant à connaître, c'est la position intermédiaire, celle qui est la plus difficile à concevoir dans notre imagination.

Ces quatre croquis peuvent se prêter à une certaine interprétation. Entre le premier croquis et le deuxième, il faut avoir imaginé le mouvement de

levée du couvercle hors du tapis grâce au « Module vertical ». Ensuite, entre le deuxième et le troisième croquis, il faut avoir imaginé la mise en position du couvercle juste au-dessus du savon grâce au « Module horizontal ». Enfin, entre le troisième et le quatrième croquis, il faut avoir imaginé la descente adéquate du couvercle pour le placer sur la boîte afin de la fermer.

Par ailleurs, parmi les mécanismes qui vont prendre le couvercle et l'aider à se placer sur le fond de boîte dans lequel se trouve déjà un savon, l'un d'entre eux nous semble plus intéressant à connaître. Ce qui fait que la cause principale²⁹ du « Manipulateur de couvercles » sera établie est en rapport avec le fait de soulever le couvercle : sinon jamais il ne pourra coiffer la boîte. Ce discours introduit l'objet technologique ou plutôt le mécanisme situé au niveau de la poupée « P2 » (voir la figure 5). Il s'agit du « Module vertical » appartenant au dispositif « Manipulateur de couvercles » qui va permettre de « Placer le couvercle au-dessus de la boîte ».

A ce niveau, il y a encore d'autres « choses sensibles » qui ont pour raison d'autres « Formes intelligibles ». Mais cela ne nous intéresse pas car nous voulons que les élèves accèdent uniquement à la connaissance de la « Plaque 2 » et non pas à la connaissance d'un autre objet technologique. Par conséquent, notre chemin est nécessairement orienté vers cette montée en connaissance et non vers une autre. C'est donc vers le mécanisme qui est responsable directement du déplacement du couvercle vers le haut et vers le bas, que nous allons nous orienter. C'est grâce au « Module vertical » qui représente, selon notre point de vue, le mécanisme principal, qu'a lieu l'opération délicate d'arriver juste en face du fond de la boîte, sans écraser ni la boîte ni le savon. En fait, vous pourriez dire de nous : ici, « ils se servent de figures visibles sur lesquelles ils raisonnent, bien que ce ne soit pas elles qu'ils ont en tête, mais bien les originaux auxquelles elles ressemblent³⁰ ». En effet, ces croquis sont là pour amener l'élève à imaginer le déplacement de chaque module mais aussi pour qu'il se construise son analyse fonctionnelle et structurelle de la partie opérative du dispositif « Manipulateur de couvercles ». Il s'agit de rendre intelligible l'objet sur lequel porte notre étude.

Cette deuxième partie visait à montrer la manière dont nous définissons l'objet technologique à partir duquel les élèves vont pouvoir réfléchir puis agir. En fait, lors de la première épreuve d'évaluation, ils ont dû reconnaître, sur des représentations graphiques en perspective de l'unité de « Mise

²⁹ « Fermer la boîte de savon par un couvercle » est la raison pour laquelle existe le système « Manipulateur de couvercles ». « Placer le couvercle au-dessus de la boîte » nous semble être essentiel pour réaliser celle-là.

³⁰ Platon, *République VI, 510c-511d*, traduit par Louis Guillermit, *Platon par lui-même* (1994), p. 232.

en boîtes de savons », la représentation de l'évolution du processus de fabrication et identifier, sur un document, à partir d'une nomenclature, les différents éléments dessinés.

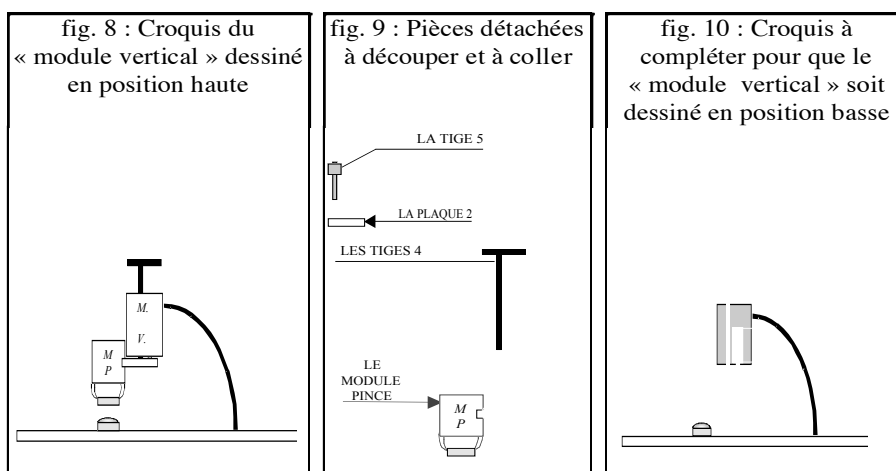
DEFINITION DE LA FONCTION PRINCIPALE « F1 »

Définition et illustration de la pièce maîtresse du module vertical

Un expert est capable, à partir du dessin d'ensemble (voir la figure 1), de produire directement l'image de la « Plaque 2 » telle que nous l'attendons c'est-à-dire le dessin de définition comme le montre la représentation graphique en quatre vues (voir la figure 2).

Si celui-ci vous dit : « C'est évident ! » à propos de la production de ce dessin, c'est qu'il ne prend pas conscience du chemin qu'il faut parcourir pour atteindre cette représentation. La logique de la pratique quotidienne de ces professionnels échappe et semble être évacuée, d'où l'incompréhension des apprenants. Le problème posé est celui de l'obtention du dessin de définition à partir du dessin d'ensemble.

Il s'agit maintenant d'explicitier les étapes intermédiaires du cheminement intellectuel pour faire accéder les élèves à la compréhension de la rationalité scientifique de l'objet technique représenté sur le dessin de définition. En effet, aucun de ceux-ci venant de collègue ne peut réussir une telle tâche qui est pour eux trop abstraite et tout à fait étrangère à ce qui a fait partie jusqu'ici de leur cursus.



Afin de mettre à jour les « Formes intelligibles » contenues dans la partie sensible de la « Plaque 2 », dans la première épreuve d'évaluation, les élèves ont découvert, de manière subjective, la relation qu'il y a entre les rôles de la « Plaque 2 » appelé aussi pièce II et certaines zones de la pièce. En effet, nous avons présenté à nos élèves le croquis qui représente partiellement le « module vertical » dessiné en position haute, c'est-à-dire au-dessus du savon (voir la figure 8). A l'aide de pièces détachées (voir la figure 9) à découper et à coller, nous avons demandé aux élèves d'imaginer le déplacement du « module vertical » et de compléter le croquis qui correspond à la représentation du « module vertical » et de la pince en position basse tenant le couvercle (voir la figure 10).

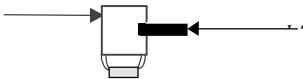
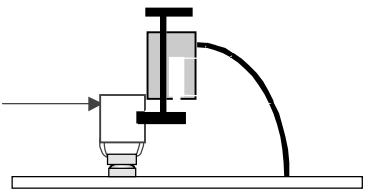
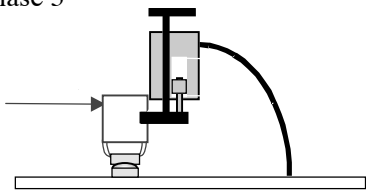
Nous pensons que cette activité a aidé les élèves à mieux comprendre pourquoi et comment s'effectue réellement le transfert du couvercle. En manipulant les pièces détachées découpées, ils ont pu se faire une idée des relations fonctionnelles qu'il pouvait y avoir entre la et les différentes pièces du puzzle qu'ils ont assemblées. Ainsi, ils ont pu associer, de manière intuitive, les relations entre les « Formes intelligibles » des différentes « choses sensibles » que sont ici les différents objets représentés (voir la figure 9).

En effet, cet objet d'enseignement (le dessin de définition de la pièce II) que nous poursuivons depuis le début de cette étude, nous oblige à emprunter un chemin au long duquel se trouvent d'autres objets technologiques qu'il faut connaître pour poursuivre notre route. Ci-dessus, l'activité demandée aux élèves va les conduire à « l'objet sur lequel on voudrait faire porter notre enseignement³¹ ». Ainsi, nous venons de faciliter l'acquisition de la connaissance des causes pour lesquelles existe la pièce II, c'est-à-dire ce que nous appelons aussi les fonctions de la pièce II.

En fait, comme nous le conseille Platon, dans cette activité nous avons dans un premier temps « divisé en espèces selon les articulations naturelles, sans se mettre à mutiler aucun morceau comme il arrive au cuisinier qui s'y prend mal pour découper³² ». Ensuite, les élèves ont rassemblé les « morceaux » afin de définir le nouvel objet sans pour autant l'apercevoir physiquement puisqu'il s'agit ici des trois fonctions principales de la pièce II.

³¹ Platon, *Phèdre*, 265d-266c, traduit par Louis Guillermit, *Platon par lui-même* (1994), p. 245.

³² *Ibidem*, p. 245.

<p>Phase 1</p>  <p>figure 11-1</p>	<p>Physiquement, la bande de papier où se trouve le dessin de la « plaque 2 » (ici en noir) sera placée et collée dans le « creux » dessiné sur la représentation du « Module pince » afin de représenter la fonction « Fixer ce module sur la « Plaque 2 » ».</p>
<p>Phase 2</p>  <p>figure 11-2</p>	<p>Ensuite, le papier sur lequel sont dessinées les tiges 4 sera placé à gauche dans la représentation du « Module vertical » et en contact avec la représentation de la « Plaque 2 » précédemment collée à celle du « Module pince ». Ceci représente la partie qui permet de « Guider le mouvement de la plaque 2 par rapport au Module vertical ».</p>
<p>Phase 3</p>  <p>figure 11-3</p>	<p>Enfin, les dessins du piston et de la tige 5, seront placés dans la partie basse de la représentation du « Module vertical » et en contact avec celle de la « Plaque 2 ». Cette partie représente ce qui permet de « Transmettre la force due à l'énergie pneumatique du vérin ».</p>

Après avoir découpé les 4 dessins (voir la figure 9), il faut compléter le croquis (voir la figure 10) pour dessiner la représentation graphique du « Module vertical » en position basse en suivant les trois phases décrites dans le tableau (voir les figures 11).

Comme la suite de cette étude le montrera, nous sommes ici au début de toute une série de divisions « de gauche et de droite » que nous allons effectuer sans cesse jusqu'à ce que nous y trouvions l'objet tant convoité, c'est-à-dire le dessin de définition de la pièce II.

Il faut bien avoir en tête que le travail réalisé ici sur les croquis n'a de sens que s'il est « couplé » avec la maîtrise intellectuelle de l'opération technologique en jeu dans le processus étudié. Chaque croquis représente en effet la forme intelligible recherchée pour rendre compte du processus technologique.

Définition et illustration des trois fonctions principales de la pièce II

La fonction globale « FG » de la pièce II est celle qui permet d'« ATTACHER de manière fixe le « module pince » à la partie mobile du module vertical ». Elle se décompose en trois fonctions principales qui établissent des relations fonctionnelles au niveau du module pince, des « deux tiges de guidage 4 » et de la « tige de vérin 5 ». Ces trois zones fonctionnelles appelées : « F1 », « F2 », « F3 » et leurs définitions, constituées de noms et de verbes, (voir la figure 12) sont les « Formes intelligibles » associées aux différentes « choses sensibles » représentées phase par phase dans le jeu de « puzzle » du tableau (voir les figures 11). Nous avons là un véritable objet qu'il devient intéressant de connaître.

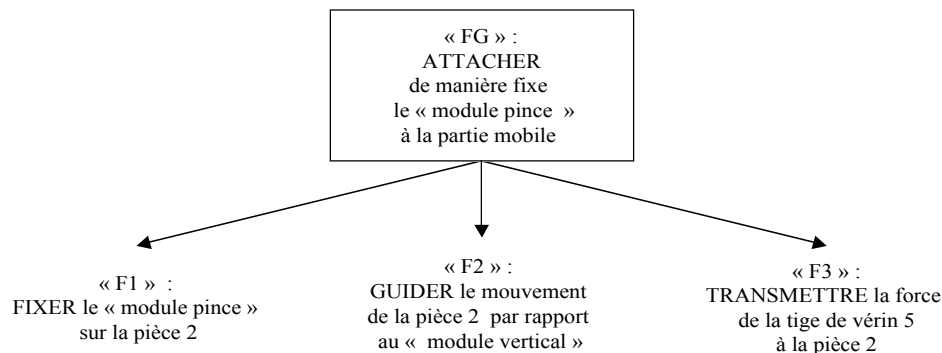


figure 12

REMARQUE : Lorsqu'on remplace le « module pince » par un « module pivotant », pour effectuer un mouvement semblable à celui du poignet, une autre zone fonctionnelle appelée « F3 bis », prévue par le constructeur du dispositif mécanique, peut s'établir à la partie inférieure de la pièce II. Nous ne tiendrons pas compte de ce fait dans la suite de l'article, mais nous le signalons, pour l'importance épistémologique de notre démarche. En effet, en déterminant ainsi les fonctions de manière rationnelle et intelligible, on n'exclut pas la possibilité que pour une même opération unique, plusieurs solutions alternatives « sensibles » et naturelles sont susceptibles d'exister.

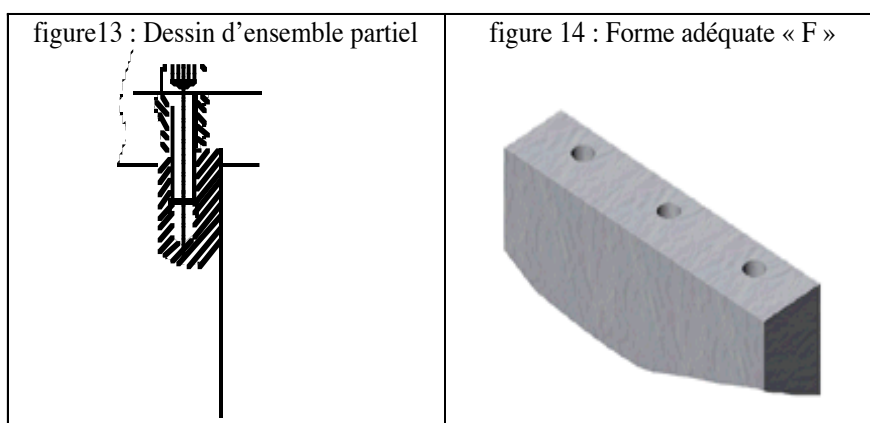
Pendant la première épreuve d'évaluation, nous avons équipé les élèves d'un jeu de 13 figures qui représentaient les vues de différentes pièces du mécanisme. L'exercice consistait à mettre les vues en correspondance pour reconstituer 3 dessins de définition de 3 pièces (dans le lot, 4 figures étaient sans intérêt). La faible qualité de la production des élèves nous a démontré que c'était très difficile pour eux puisqu'ils utilisaient, *a priori*, les « fausses figures » au même titre que les figures adéquates. La deuxième épreuve d'évaluation leur permettra de mieux appréhender ce problème comme va le montrer la suite de notre étude.

Définition et illustration de la fonction principale « F1 »

Pendant cette deuxième épreuve, nous avons fait travailler les élèves sur une des quatre fonctions principales définies ci-dessus. C'est-à-dire que chaque groupe de quarante cinq élèves a travaillé sur une des quatre fonctions principales « F1 », « F2 », « F3 » ou « F3 bis ». Dans la suite de l'étude, pour simplifier, nous n'expliquerons que la fonction principale « F1 » : FIXER le « module pince » sur la pièce II.

Ainsi, le couvercle étant tenu par la pince, il faut « FIXER le “module pince” sur la pièce II » si l'on veut fermer la boîte avec le couvercle. La zone fonctionnelle « F1 » est représentée sur le dessin d'ensemble partiel (voir la figure 13). La forme adéquate de la pièce II qui répond à la fonction principale « F1 » est représentée sur le dessin en « 3D » (voir la figure 14). Ce dessin représente, pour nous, la preuve de la bonne connaissance de la « Forme intelligible » dans son lien avec la représentation de la « chose sensible ».

Précédemment, pour chaque objet abordé, le procédé d'apprentissage que nous avons utilisé rendait cet objet facilement connaissable par l'élève. Maintenant, nous devons encore veiller à ce que l'élève puisse avoir la connaissance parfaite de ce nouvel objet qu'est « F1 ».



De nouveau, appuyons-nous sur le cas du cercle, où dans la *Lettre VII*, Platon entreprend une brève démonstration destinée à faire saisir au lecteur de quelle manière la connaissance parfaite doit procéder pour être possible, c'est-à-dire pour s'approcher le plus, au moyen de quatre facteurs indispensables, d'un cinquième élément qui autrement resterait inaccessible.

« Cercle, voilà quelque chose d'exprimé, dont le nom est celui même que je viens de prononcer. Son deuxième mode est la définition, composée de noms et de verbes : ce dont les extrémités sont partout à égale distance du centre, voilà une définition de cette chose dont le nom est rond, circonférence, cercle. Le troisième mode est le cercle dessiné, puis effacé, tourné au tour, puis détruit ; mais le cercle en soi auquel se rapportent tous ces objets, n'éprouve rien de semblable, car il est autre. En quatrième lieu, la science, l'intelligence et l'opinion vraie, relatives à ces objets. Il faut les ranger toutes dans un seul groupe car elles ne résident ni dans les voix, ni dans les figures corporelles, mais dans les âmes ; d'où il est évident qu'elles se distinguent et de la nature en soi et des trois modes que nous venons de dire. Parmi elles, c'est l'intelligence qui, en parenté et en ressemblance, se rapproche le plus du cinquième, les autres en sont plus éloignées. »³³

Les trois modes que sont le nom de l'objet pour le nommer, sa définition pour le caractériser puis la figure pour le représenter, ne suffisent pas pour que l'on puisse atteindre la connaissance parfaite de l'objet qui est lui-même le cinquième mode. Le quatrième mode est le plus surprenant puisque c'est lui qui va permettre d'appréhender et de comprendre ce qu'il y a de purement intelligible et rationnel contenu dans l'objet à connaître.

Par notre discours illustré, d'objet technologique en objet technologique, nous avons habitué les élèves, à leur insu, à utiliser les différents modes de connaissance de manière hiérarchisée. Lorsqu'une plus grande complexité arrive, l'élève a le souvenir de ce qui était présenté de manière intelligible, le besoin d'acquérir la connaissance du nouvel objet s'installe alors chez lui. C'est le moment de lui proposer l'aide qu'il attend alors que les choses sont devenues beaucoup plus complexes.

³³ Platon, *Lettre VII*, 342a7-d2, traduit par Victor Goldschmidt, dans *Les dialogues de Platon*, (1963), p. 4.

DÉFINITION DES DOSSIERS D'AIDE

Définition de l'aide à la conception de la fonction principale « F1 »

Les élèves sont amenés à représenter, sur les quatre vues demandées, la forme fonctionnelle « F1 », c'est-à-dire l'objet sensible qui a pour « Formes intelligibles » la définition de « F1 ». C'est ce que nous avons appelé la forme adéquate.

Des élèves de seconde ne sont plus actuellement entraînés pour ce genre d'activité. De ce fait, tous nos élèves ont donc été équipés d'un jeu de 64 figures. Chacune d'elles représente, à l'échelle du dessin d'ensemble, une vue exacte ou une vue inexacte de l'objet technologique « Plaque 2 ».

Ces vues sont soit une vue de face, soit une vue de gauche, soit une vue de droite, soit une vue de dessus. Sur chaque vue est représentée une forme géométrique de la « Plaque 2 » ou bien une forme quelconque qui pourrait être assimilée à une conception erronée. Dans le jeu de 64 figures, il n'est pas possible de trouver réunies les quatre représentations qui correspondraient au dessin complet en quatre vues de la « Plaque 2 » (voir la figure 2). Ce dispositif est destiné à éviter que les élèves ne choisissent par simple déduction le dessin le plus compliqué. En fait, on ne peut trouver que pas à pas et dans quatre familles de quatre figures, les éléments géométriques représentés dans les quatre vues du dessin de définition (voir la figure 2). Semblable à un jeu de cartes, cette aide est précieuse pour l'élève qui peut ainsi observer et trier de manière sélective ce qui lui convient et faire la différence entre ce qu'il voit sur la figure de papier et la représentation qu'il recherche avec précision parce qu'il l'a dans la « tête ».

Après avoir lu le dessin d'ensemble (voir la figure 1) l'élève doit repérer une forme de la pièce II puis l'entourer. Ensuite, il doit chercher 4 figures, correspondant aux 4 vues de la forme repérée, parmi les 64 figures données. Après environ cinq minutes³⁴, l'élève peut utiliser un dossier d'aide. En l'invitant à agir à la manière de faire d'un expert, il s'agit de mettre en œuvre la même stratégie de raccourci pour la reconnaissance dans la représentation sensible de l'objet technologique connu. Ce dossier apporte des indications qui facilitent la reconnaissance, sur le dessin d'ensemble, de la zone fonctionnelle de la pièce II, laquelle a un rapport avec la fonction principale « F1 ».

En fait, l'élève a besoin d'identifier sur le dessin d'ensemble la représentation graphique de la fonction principale « F1 » de la pièce II. Ainsi, il

³⁴ Nous avons conseillé à l'élève de ne pas dépasser cinq minutes, mais en fait il est libre pendant l'évaluation.

entoure la zone fonctionnelle « F1 » qui est pour lui la preuve de sa connaissance vraie de l'objet « F1 ». Les représentations graphiques associées aux définitions de « F1 » vont aider l'élève à choisir le chemin ou la cause pour laquelle existent les différentes « choses sensibles » liées à la pièce II (voir les figures 11, 12, 13, 15 et 16).

Définition de l'aide à la conception des fonctions « FS1 » et « FS2 »

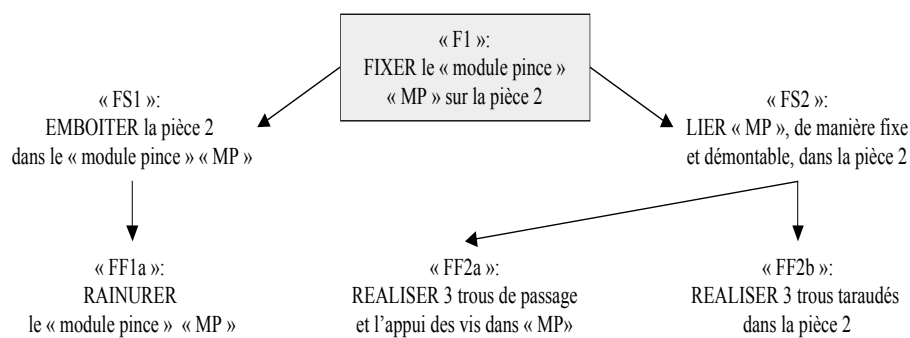


figure 15

Poursuivons la définition de l'aspect fonctionnel, c'est-à-dire des « Formes intelligibles » de l'objet technologique (voir la figure 15) et, à la manière de Platon parlant de divisions et de rassemblements³⁵, nous avons ici la fonction principale « F1 » qui se décompose en deux fonctions secondaires « FS1 » et « FS2 ». En fait, l'une de ces fonctions, « FS1 » placée à gauche, précède l'autre puisqu'il faut bien « Emboîter la dans le Module pince » avant de les « Lier de manière fixe et démontable ». Ici, c'est « FS2 » qui est placée à droite, pour « Fixer le module pince sur la pièce II ».

³⁵ Platon, *Phèdre*, traduit par Louis Guillermit, o.c. (1994), p. 246.

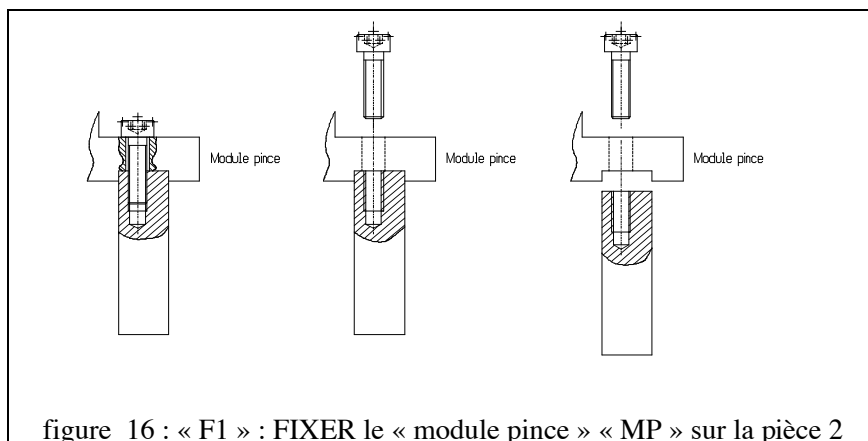


figure 16 : « F1 » : FIXER le « module pince » « MP » sur la pièce 2

Il manque la représentation graphique de ces deux fonctions secondaires. Celle-là n'est pas identique à l'objet physique lui-même puisqu'elle en est l'image. Il s'agit donc de représenter ou de rechercher la représentation graphique d'un groupe d'objets technologiques, c'est-à-dire la liaison entre plusieurs pièces dont la définition comme « Formes intelligibles » est celle qui est écrite ci-dessus dans l'organigramme et qui a pour nom « FS1 » et « FS2 ». Alors, l'élève devra identifier, sur le dessin d'ensemble partiel précédent (voir la figure 13) les deux fonctions secondaires « FS1 » et « FS2 ». Par exemple, il va essayer de concevoir mentalement le montage et le démontage des différentes pièces rendant ainsi l'objet technologique purement intelligible. Ici on appréhende la spécificité de la vision intelligente et dynamique de l'élève apprenti technicien, ou plutôt la naissance de son intelligence visuelle et mobile de l'objet technologique (voir la figure 16).

Dans notre organigramme fonctionnel, la partie gauche « FS1 » et la partie droite « FS2 », ont été subdivisées jusqu'à ce que nous y trouvions de nouveaux objets « FF1a » pour « FS1 » puis « FF2a » et « FF2b » pour « FS2 ». L'une des formes fonctionnelles est chaque fois plus pertinente que l'autre dans la division en deux pour comprendre vraiment le processus technologique. Comme chez Platon « l'amour qualifié de gauche³⁶ », par exemple une rainure dans le « Module pince », ne présente pas un intérêt direct pour la pièce II qui est notre objet technologique de référence. En effet, le fait d'emboîter légèrement une plaque dans une rainure n'est pas suffisant pour effectuer la liaison fixe de cette pièce. Ce sont les vis de fixa-

³⁶ *Ibidem*, p. 246.

tion, vissées dans la pièce II qui vont assurer cette fonction. D'ailleurs, dans certains cas³⁷, on n'utilise pas d'emboîtement pour assembler deux objets technologiques de manière fixe.

De même, la partie droite « FS2 » définit des formes dites fonctionnelles « FF2a » et « FF2b ». A gauche, les 3 trous de passage et l'appui des vis dans le « Module pince » des formes fonctionnelles « FF2a » n'ont rien d'intéressant pour la pièce 2 que nous étudions.

Par ailleurs, à droite, pour la forme « FF2b », 3 trous taraudés doivent être réalisés dans la « Plaque 2 ». Voilà la définition de la forme matérielle qui faudra donner à l'objet technologique. Cela, nous venons de le trouver méthodiquement grâce à une succession « de divisions et de rassemblements qui rendent capables de parler et de penser³⁸ ». En fait, sans ces trous taraudés la prise de fixation des vis n'est pas assurée. Nous venons d'accéder à la connaissance vraie de l'objet technologique appelé « F1 ».

Définition de l'aide à la conception de la forme fonctionnelle « FF2a »

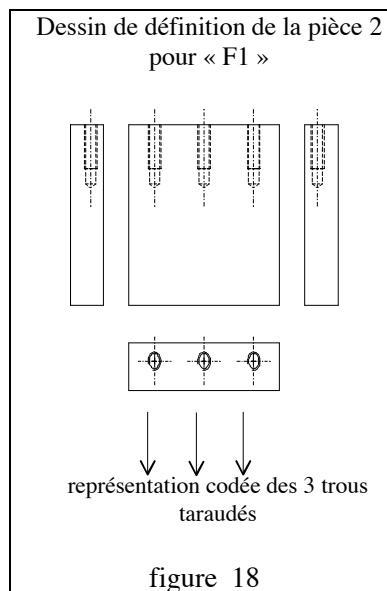
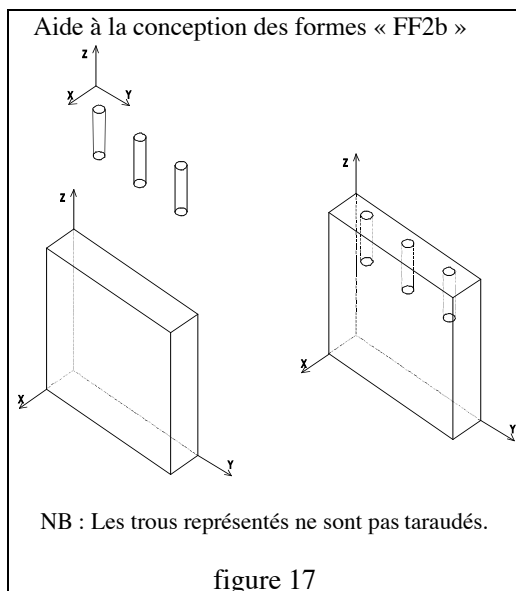
La forme fonctionnelle « FF2b » vient d'être définie. Il nous faut maintenant la représenter pour que l'élève puisse en acquérir la connaissance ou tout au moins nous en prouve sa bonne connaissance. Nous y parviendrons à l'aide d'une nouvelle série de figures en perspective, représentant les phases de la construction de la pièce II. Ce sont des représentations graphiques ou figurées d'objets sensibles et physiques non nécessairement existants. Il s'agit de montrer à l'élève à quoi pourrait ressembler physiquement l'objet « F1 ».

En fait, les logiciels de dessin assisté par ordinateur effectuent ce genre de démarche sans aller jusqu'à la représenter³⁹ à l'écran. Ici, le travail de l'élève, afin qu'il s'approprie les informations, consiste à compléter la cotation (non présentée ici) et à écrire le nom des opérations (non présentées ici) nécessaires à l'obtention de la représentation graphique complète (voir la figure 17). Cette aide est nécessaire. Elle améliore la définition de la forme fonctionnelle « FF2b » établie précédemment, sans être exactement la réponse à donner au problème posé à l'élève (voir la figure 18).

³⁷ Sur la plupart des véhicules automobiles, les roues sont fixées par des vis. Notamment sur les roues arrière, il n'y a pas d'emboîtement de la roue sur la partie tournante du véhicule.

³⁸ *Ibidem*, p. 246.

³⁹ A l'exception du logiciel « GEO3D », dans la version 2.6, utilisé il y a quelques années et pour lequel apparaissait à l'écran du moniteur le détail des opérations booléennes dues à l'assemblage des volumes géométriques élémentaires constituant le volume complet.



L'élève, fort des trois aides ou compléments d'informations que nous avons mises à sa disposition, c'est-à-dire l'aide à la conception de la fonction principale « F1 » puis l'aide à la conception des fonctions « FS1 » et « FS2 » et enfin l'aide à la conception de la forme fonctionnelle « FF2a », peut reprendre le jeu de 64 figures et rechercher 4 figures qui correspondent à la représentation des formes fonctionnelles de la pièce II. Après avoir trouvé ces 4 vues, il les place de façon à produire le dessin de définition de la pour la fonction principale « F1 » (voir la figure 18). En fait, celui-ci s'avère différent du dessin qui apparaît à la figure 2. En effet, pour produire ce dessin de définition il faudrait que l'élève suive le parcours conduisant à la connaissance parfaite de l'objet « F1 » puis de l'objet « F2 » ensuite de l'objet « F3 » et enfin de l'objet « F3 bis ». Or, chaque élève, pendant l'épreuve commune d'évaluation, a effectué un seul parcours sur les quatre disponibles. Dans des situations d'apprentissage en classe, la démarche est réalisée par les élèves de plus en plus vite jusqu'au dessin complet.

L'élève nous a fourni, ici, la preuve de sa bonne connaissance de l'objet « F1 » puisqu'il a su suivre jusqu'au bout le chemin pour accéder à la bonne connaissance de cet objet. Il va alors s'empresse de vérifier que la production graphique effectuée en quatre vues sur le dessin de définition (voir la figure 18) correspond bien à la forme fonctionnelle « FF2b » (voir la

figure 15). En fait dans le lot de 64 figures, l'élève reconnaît la représentation graphique codée définissant le taraudage (voir les 3/4 de cercles en vue de dessus sur la figure 18). Ce savoir a été abordé au début de l'année en travail dirigé lorsque nous avons défini la représentation des assemblages fixes par éléments filetés. Notre travail d'enseignant est alors d'anticiper la prise de l'information, sur les représentations codées des trous taraudés, par rapport à l'utilisation de la connaissance de cette information.

Ensuite, l'élève va se demander si, effectivement, cette forme « FF2b » permet bien de remplir la fonction secondaire « FS2 » (voir la figure 15) ; c'est-à-dire si avec trois vis, qui seront vissées dans les trois trous taraudés représentés, on pourra bien « Lier le module pince de manière fixe et démontable, dans la pièce II ». Ici, l'élève va donc devoir « imaginer⁴⁰ » que chacune des trois vis va s'introduire dans chacun des trois trous de passage du « Module pince » pour être ensuite vissées dans chacun des trois trous taraudés de la « Plaque 2 » (voir la figure 16).

Finalement, l'élève « remontera » encore pour vérifier que la fonction principale « F1 » est accomplie. En effet, si l'emboîtement de la pièce II a été effectué dans le « module pince » (voir le deuxième dessin de la figure 16) alors, on pourra considérer que l'on peut « Fixer le module pince sur la » puisque ci-dessus nous venons de vérifier que l'assemblage fixe par éléments filetés était opératif.

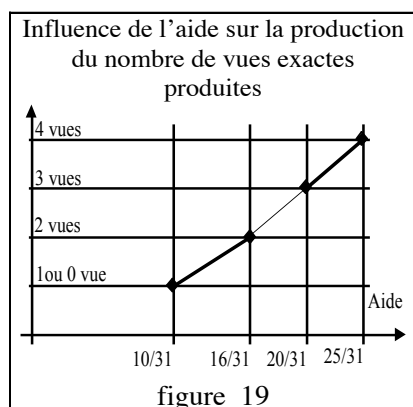
Les élèves, après avoir produit le dessin de définition adéquat de la pièce II pour la fonction principale « F1 » et renforcés par les aides proposées, viennent d'achever leur action en vérifiant qu'il y a une parfaite adéquation entre le produit qu'ils ont réalisé et la signification de la connaissance intelligible contenue dans les différents objets qui les ont guidés. C'est bien là la preuve que les élèves ont pu acquérir la connaissance de l'objet étudié de manière « scientifique » au sens de Platon puisque, d'après le grand philosophe, « c'est l'exercice de tous ces modes, montant et descendant de l'un à l'autre, qui, à grand-peine, arrive à créer la science⁴¹ ».

⁴⁰ Nous entendons par « imaginer », le fait que l'élève se voit bien en train de faire glisser une vis, appelée « V1 » par exemple, dans l'orifice prévu du « Module pince » puis, ensuite, il peut simuler par la pensée ou avec ses doigts le mouvement hélicoïdal de « V1 » dans la « Plaque 2 ». En fait, il n'est pas facile de décider s'il s'agit d'une opération conceptuelle et intellectuelle de mise en relation et d'adaptation l'un à l'autre de deux objets technologiques, ou bien s'il s'agit simplement d'un travail visuel de rapprochement opéré par l'imagination.

⁴¹ Platon, *Lettre VII*, 343e1-3, cité par Victor Goldschmidt, *Les dialogues de Platon*, 1963, p. 7.

UNE DEMARCHE TECHNOLOGIQUE MIEUX APPROPRIEE

Pendant la deuxième épreuve d'évaluation, pour que les élèves s'approprient les informations, à travers les objets de connaissance dont nous venons de parler, contenues dans les dossiers d'aide, des questions leur étaient posées. L'aide complète dont ils pouvaient bénéficier était notée sur 31 points. Par hypothèse, nous considérerons que plus un élève profite de notre aide, plus il récolte de points dans les dossiers et plus le nombre de vues exactes produites sera élevé. Nous avons réparti les élèves en quatre catégories correspondant à quatre types de qualité de production du dessin de définition. Il y a ceux qui ont produit 0 ou 1 vue exacte, ceux qui en ont produit 2, d'autres en ont produit 3 et enfin certains ont produit 4 vues exactes.



tes. Pour chaque élève, associé à une des quatre catégories, nous avons fait le total des points et nous avons attribué la valeur à la catégorie le concernant. Sur l'axe des abscisses appelé « Aide » (voir la figure 19) est inscrit la moyenne des notes sur 31 points correspondant à chaque catégorie répertoriée sur l'axe des ordonnées. L'interprétation de la courbe qui représente la production des élèves en fonction de l'aide met en évidence que le nombre de vues exactes produites

semble proportionnel à l'aide prise par l'élève. On peut donc en déduire que c'est une véritable aide.

Par ailleurs, pour chaque type de dossier d'aide (« F1 » ou « F2 », etc.), nous avons analysé le dessin produit par chaque élève pour vérifier s'il correspondait bien au type d'aide fournie. Nous avons constaté que sur les 180 élèves, une partie d'entre eux (26 %) avaient réalisé exactement le produit qu'on attendait d'eux. Une autre partie (42 %) avait réalisé un produit de qualité supérieure c'est-à-dire que les élèves avaient choisi les vues représentant plusieurs formes, comme s'ils avaient profité de plusieurs dossiers d'aide. Une troisième partie (32 %)⁴² n'avait pas réalisé le produit attendu.

En fait, la production attendue, c'est-à-dire la représentation graphique en quatre vues, de ce qui a un rapport avec la fonction principale « F1 »

⁴² 32 %, moins d'un tiers, c'est néanmoins bien inférieur aux 100 % d'échec que nous enregistrons dans nos classes aux épreuves de dessin technique avant d'en venir à utiliser la démarche décrite ici.

de la pièce II définie précédemment (voir la figure 15) qui est identifiable, seulement pour nous⁴³, sur le dessin d'ensemble partiel (voir la figure 13 ou la figure 16), matérialise notre bonne connaissance de l'objet « F1 ». Elle est pour nous la preuve de l'acquisition par l'élève de la bonne connaissance de l'objet technologique correspondant.

Autrement dit, nous avons travaillé sur un objet non encore existant⁴⁴ c'est-à-dire au niveau de la conception de l'objet avant même la fabrication⁴⁵ de celui-ci. Dans cette démarche-là, on aboutit à la mise en place d'une véritable mobilité intellectuelle qui caractérise toute démarche intelligente. Celle-ci permet de « remonter » et de « redescendre » c'est-à-dire de comprendre dans les deux sens. En effet, maintenant il est tout à fait possible⁴⁶ à partir des différents objets technologiques « F1 », « F2 »... de concevoir le dessin d'ensemble du mécanisme principal puis de s'orienter vers la fabrication de l'objet technique matériel et physique appelé « Plaque 2 » afin de « rendre efficiente » notre connaissance des objets technologiques étudiés, c'est-à-dire vérifier qu'il y a bien une relation concomitante entre l'aspect fonctionnel et l'aspect structurel de l'objet technique.

Avec une autre démarche qui consisterait à équiper les élèves d'un objet palpable, intitulé « Plaque 2 : F1 », qui serait la matérialisation physique de l'objet technologique « F1 » par exemple, les élèves ne seraient pas pour autant capables de produire le dessin de définition de ce sous-objet et encore moins de « remonter », c'est-à-dire de comprendre à quoi cela correspond. Il en est de même pour les élèves qui sont équipés de logiciels de visualisation en trois dimensions. Notre démarche montrant l'évolution concomitante de l'aspect fonctionnel et de l'aspect structurel n'est jamais apparente dans ce genre d'outil ni l'aide au cheminement entre tous les modes de connaissance des différents objets. Seul l'expert sait profiter de ce genre d'outil, pour produire directement la représentation graphique attendue, du fait de son expérience et de ses connaissances implicites associées à l'analyse fonctionnelle et structurelle de son objet d'étude. Les élèves n'y

⁴³ En effet, c'est le dessin d'ensemble de la figure : 1 qui est donné à l'élève. La figure 13 est là pour aider notre lecteur à comprendre ce à quoi correspond la démarche attendue par l'élève face au dessin d'ensemble complet.

⁴⁴ La représentation en « 3D » de la figure 14 ne peut pas être une photographie puisqu'il n'y a pas d'objet matériel et physique « F1 » visible à l'œil.

⁴⁵ Si « F1 » était fabriqué il ne pourrait pas être utilisé dans le « Module vertical » puisqu'il doit être associé à trois autres objets technologiques « F2 » et « F3 » et « F3 bis ». L'objet « F1 » est un objet technologique qui sert de base à la démarche intellectuelle conduisant à la conception de l'objet technologique intitulé « Plaque 2 » puis à la fabrication de l'objet physique et matériel correspondant.

⁴⁶ En fait, le dessin d'ensemble de cet article a été conçu à partir des objets « F1 », « F2 » et « F3 » et d'un logiciel « 3D ».

parviennent pas, selon nous, sans passer par le détour intellectuel que nous leur proposons avec nos dossiers d'aide.

A propos des multiples objets qui ont permis aux élèves d'acquérir la connaissance vraie de chacun d'entre eux, prenons maintenant un peu de recul. Ainsi, parmi tous ces éléments qui semblent tous aussi importants les uns par rapport aux autres, nous avons essayé de « ramener, grâce à une vision d'ensemble, à une forme unique ce qui est dispersé de mille manières afin de rendre évident, en le définissant, à chaque fois, l'objet sur lequel on voudrait faire porter l'enseignement⁴⁷ ».

En effet, à partir du problème posé à l'élève (voir la figure 1), il nous fallait choisir « quelque chose à étudier » où allait se trouver le problème. Ainsi, les trois premiers objets choisis ont permis de définir la situation technologique dans laquelle se trouve l'objet technologique sur lequel nous allions nous pencher. Voici les trois premiers objets : il s'agit de la *tâche première*, de la *partie opérative* du dispositif « Manipulateur de couvercles » et du *mécanisme principal* de cette partie opérative.

Ensuite, étant donné le produit que devait réaliser l'élève (voir la figure 2), il nous fallait choisir « quelque chose à étudier » qui allait nous permettre de définir ce produit. Ainsi, les trois objets suivants choisis ont permis d'établir de manière concomitante la définition fonctionnelle et structurelle de la pièce II. Voici les trois objets suivants : il s'agit de la « Plaque 2 », *des trois fonctions principales* de cette pièce et de la fonction *F1* que nous avons choisie de définir ici, dans cet article.

Enfin, étant données les difficultés des élèves qui devaient chercher les bonnes vues dans le jeu de 64 figures (voir la figure 15), il nous fallait opter pour « quelque chose à étudier » qui allait nous permettre de les aider. Voici les trois derniers objets qui ont aidé les élèves à produire le dessin de définition recherché de la « Plaque 2 : F1 ». Il s'agit d'une *aide à la conception de la fonction principale*, puis d'une *aide à la conception des fonctions secondaires* et enfin d'une *aide à la conception de la forme fonctionnelle*.

Après avoir été nommés, tous ces objets d'enseignement étaient accompagnés de représentations graphiques. Celles-ci ont-elles été suffisantes pour aider les élèves à acquérir la connaissance vraie des objets technologiques ou des mécanismes technologiques ? Non, puisqu'à chaque instant nous avons dû accompagner les élèves dans la recherche de la cause pour laquelle chaque « chose sensible » a sa raison d'être afin qu'ils choisissent la cause rationnelle la plus adéquate retenue à chaque étape c'est-à-dire la « Forme intelligible » qui est véritablement liée à la « chose sensible » étu-

⁴⁷ Platon, *Phèdre*, 265d-266c, traduit par Louis Guillermit, *Platon par lui-même*, (1994), p. 245.

diée. Nous pensons que notre démarche conduit les élèves à la connaissance du sous-objet recherché par un long discours composé de trois parties elles-mêmes composées de trois sous-parties. Ce faisant, il nous semble que d'une certaine manière avec ce qu'écrivait Platon : « Tout discours doit être constitué comme un être vivant : avoir un corps à lui, de façon à n'être ni sans tête ni sans pieds, mais à avoir un milieu et des extrémités qui soient écrits de manière à convenir entre eux et au tout⁴⁸ », l'exigence de cohérence et de sens est à la source de toute démarche didactique.

Par ailleurs, pour chaque sous-partie, nous avons un objet d'étude qui a été nommé. Puis la définition de cet objet a été appréhendée par les élèves ainsi qu'une figure, un croquis ou une représentation graphique du même objet. En fait, cela les a aidés à comprendre de mieux en mieux ce qu'il y a d'« intelligible dans chaque chose étudiée ». Nous avons les trois premiers des cinq modes de connaissance préconisés par Platon. « Et, en cinquième lieu, il faut placer l'objet même de l'étude, connaissable et vraiment réel⁴⁹ ». A quoi correspond alors le quatrième mode que Platon appelle « la science, l'intelligence et l'opinion vraie » ? Si nous éliminons ce qui semble être les trois premiers modes dans notre long discours, peut-être verrons-nous apparaître le quatrième déjà bien esquissé. Ainsi, on pourrait dire, en simplifiant, dire que nous avons fait passer l'élève de « son état d'ignorance pure et simple du non-être de la chose à celui d'une opinion sur ce que lui semble être la chose pour enfin parvenir à l'intelligence de ce qu'est véritablement la chose⁵⁰ ».

Par nos travaux et nos discours, nous pensons être au cœur du dilemme qui situe la technologie comme source possible de savoir et comme objet légitime d'une approche savante⁵¹. Notre souci d'enseignant est d'amener, sans pression excessive, la plupart des élèves de l'enseignement technologique vers la connaissance de l'objet qu'il leur est proposé d'étudier. Comme un fil placé dans un labyrinthe, notre travail d'enseignant consiste à faire percevoir aux élèves l'enjeu d'une méthode de division et de regroupement en formes et en fonctions qui vise surtout à guider la pensée dans la conception d'un objet technologique.

Une telle démarche consistant à construire un objet connu dans un langage connu, par la communauté scientifique et technologique, est selon nous la démarche technologique la mieux appropriée pour faciliter ou favo-

⁴⁸ Platon, *Phèdre*, 264c, traduit par Victor Goldschmidt, *Les dialogues de Platon*, (1963), p. 1.

⁴⁹ Platon, *Lettre VII*, 342a 7-d2, traduit par Victor Goldschmidt, *Les dialogues de Platon*, (1963), p. 4.

⁵⁰ Cf, *Vocabulaire de Platon*, par Luc Brisson et Jean-François Pradeau, (1998), p. 54.

⁵¹ Pierre Vérillon, *Séminaires de didactique des disciplines technologiques*, Cachan, 1996-1997, pp. 10 et 11.

M. MARTIN

riser la formation scientifique générale des élèves. Telle est notre réponse épistémologique et didactique à la question posée par l'échec massif des élèves dans la production d'un dessin de définition à partir d'un dessin d'ensemble comme nous l'avons signalé au début de cette étude.

Michel MARTIN

Lycée Colbert, Tourcoing

Abstract : An important part of our work as a teacher in technology of automat systems consists in making pupils discern the finality of a method which divides and regroups in shapes and functions ; all these elements are the necessary tools to the experts, who have to correctly design technological objects. The didactic process, here presented, is an answer to the question, which is posed by the massive check of the pupils in the production of the specified drawing of a part of a mechanism, even if it is simple. In fact, we have discovered that the process of scientific and dialectic which was studied, twenty-four centuries ago by Plato, looked like our method. We have tried to develop our epistemological method by the way in which Plato's ideas are dealt with. According to us, it is particularly obvious that the adequate specified drawing, when recognized and then produced in a coded drawing, proves that our pupils go up to the true knowledge of the technological objects, on which we must let them work.

Ke words : Scientific method, intelligible shapes, technological object, true knowledge, specified drawing