
TPE : POSSIBILITES ET CONTRAINTES

Groupe Lycée (1)
Irem de Lyon

Introduction

Le groupe de recherche « Lycée » de l'Irem de Lyon, s'appuyant sur des travaux antérieurs (problèmes ouverts dans la classe, problèmes longs,...) a débuté durant l'année scolaire 1999-2000 une expérimentation dans l'académie et a conduit une réflexion concernant les Travaux Personnels Encadrés. Cette réflexion s'est traduite par une publication : « Aide à la conduite des TPE », document qui fut le point de départ d'un travail plus approfondi sur les TPE, travail mené depuis trois ans avec le LIRDHIST² en réponse à un appel

à coopération de l'INRP sur le thème « Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement »³.

Au moment où il est beaucoup question de la désaffection des classes scientifiques dans le système scolaire, où diverses formes de travail pluridisciplinaire sont proposées aux élèves (TIPE, TPE, Itinéraires de découvertes), où la modélisation fait son entrée en force en mathématiques (épreuve de modélisation à l'Agrégation), une nécessaire prise de

1 Groupe Lycée de l'Irem de Lyon : Gilles Aldon, Joëlle Crozier, Bernard Lefrançois, Michel Mizony, Georges Mounier, Gisèle Napp, Marie Thérèse Nowak, Marie Claude Pontille, Olfa Soudani, Claude Tisseron.

2 Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches en Didactique et Histoire des Sciences et techniques, Université Claude Bernard Lyon 1.

3 Extrait de l'appel à coopération [Inrp]: « La mise en place de ces nouveaux dispositifs amène à s'interroger sur les moyens de garantir, à travers eux, l'acquisition de connaissances structurées, d'articuler ces connaissances avec les programmes...Quelles sont les possibilités offertes, les contraintes à prendre en compte pour en assurer l'efficacité ? Quel est le rôle de l'enseignant ? »

reul s'impose dans la communauté des enseignants de mathématiques.

C'est à cette tâche que le groupe « Lycée » s'est attelé à propos des TPE, mais le sujet est si vaste, qu'il ne peut être question d'en faire le tour en quelques pages. Nous aborderons donc, à partir de notre étude et des expériences des membres du groupe, seulement les questions suivantes : quelle structuration des connaissances, quels constats d'élèves, comment les élèves choisissent-ils et délimitent-ils leur sujet, quel carnet de bord, pourquoi faire ?

Il y a des points que l'on aurait voulu approfondir, mais que l'on traitera peu dans le cadre de cet article. Quelles nouvelles tâches sont à la charge des enseignants et des élèves : les nouveaux rôles des enseignants qui se font jour, pour les élèves : élaborer une problématique, élaborer une production finale. Quelles nouvelles répartition des responsabilités ces nouvelles tâches impliquent-elles ? Quelle est la place des mathématiques dans ce nouveau dispositif ?

Ainsi, après un premier paragraphe de réflexion théorique, nous livrerons, sur la base d'entretiens avec des élèves, d'études de carnets de bord, de questionnaires, divers résultats relatifs aux enjeux, aux possibilités, aux contraintes liés à la conduite de TPE. Cette étude permettra, nous l'espérons, de rendre un peu plus visible la partie émergée de l'iceberg TPE.

1. Quel peut être l'apport des T.P.E ?

Les TPE, comme toute démarche de formation par projet mettent en jeu beaucoup de

compétences. Celles-ci se développent autour d'un travail finalisé par des contenus qui portent évidemment sur une proportion quantitativement faible des savoirs scolaires, ceux-ci étant de plus différents suivant les projets. De ce fait, comme les textes officiels le précisent bien c'est une forme d'étude qui est visée et à travers elle une évolution des rapports à l'étude et aux savoirs. Il n'y a pas d'objectifs de structuration de contenus disciplinaires identifiés en tant que tels. Par rapport aux activités scolaires « traditionnelles » qui entrent dans un jeu fermé de questions-réponses, le jeu des TPE est a priori un jeu ouvert. Même si la pression de l'évaluation au bac risque de fermer l'activité TPE.

Mais, si, dans les TPE, on reste dans quelque chose de relativement limité par rapport aux savoirs scolaires, ils ont un rôle extrêmement éducatif parce que l'implication individuelle ou collective y est forte à cause de l'autonomie de la démarche de projet et de son aboutissement en une production collective.

Il y a rupture avec les activités courantes, les tâches ne sont pas les mêmes. Les nouvelles tâches d'étude, les nouvelles tâches d'organisation personnelle et collective, font une part importante à la sélection finalisée d'objets de savoirs pour la mise en oeuvre de connaissances scolaires re-mobilisées dans des contextes nouveaux.

De plus les TPE, par leurs composantes de recherche documentaire et de résolution de problème, impliquent des travaux de lecture, d'étude, de sélection puis de remise en forme à des fins de production contrôlée qui sont considérés, en tant qu'acquisition de méthodes, comme un aspect important de la formation scientifique des élèves.

Cet objectif d'acquisition de méthodes est présent dans les instructions officielles de l'école primaire au lycée comme le montrent les deux citations suivantes.

Pour l'école élémentaire : « les élèves peuvent être confrontés à de véritables problèmes de recherche ... C'est alors l'activité de résolution de problèmes qui est privilégiée dans le but de développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences d'ordre méthodologique ... Ces situations peuvent enrichir leur représentation des mathématiques, développer ... la confiance qu'ils peuvent avoir dans leurs propres moyens⁴.

Pour le lycée : « Deux objectifs essentiels sont à poursuivre :

- Entraîner les élèves à l'activité scientifique et promouvoir l'acquisition de méthodes
- Développer les capacités de communication...(Organisation du travail de la classe)⁵.

A propos de l'organisation du travail personnel des élèves le même texte précise cinq types de travaux « effectués en dehors du temps d'enseignement, à la maison ou au lycée » en lien avec la pratique d'une démarche scientifique : « la résolution d'exercices d'entraînement, l'étude de situations plus complexes, les travaux individuels de rédaction, les devoirs de contrôle, l'exploitation de documents ». Deux au moins de ces catégories sont mises en œuvre dans les TPE : « l'étude de situations plus complexes » et « l'exploitation de documents ».

Plus précisément, pour rendre compte de la richesse des formes de travail proposées

aux élèves dans les TPE, on peut organiser les capacités et compétences travaillées et (ou) acquises via les TPE en trois groupes.

La structuration des connaissances

Elle peut se manifester sous divers aspects :

- la capacité à passer de l'outil à l'objet, c'est-à-dire par exemple à revenir sur une connaissance pour l'approfondir en cas de difficulté, à changer de registre de représentation ou changer de cadre spontanément, c'est-à-dire en mobiliser d'autres non directement induits par la situation ;
- la capacité à mettre en œuvre une connaissance avec efficacité dans divers domaines comme instrument de modélisation (e.g. l'exponentielle en physique, chimie, biologie...), passage d'un objet à l'outil, mobiliser une technique dans un autre contexte que le champ scolaire habituel ;
- l'accroissement ou l'organisation du champ conceptuel par le repérage et l'utilisation des structures sous-jacentes et la reconnaissance de modèles ;
- le renforcement d'une connaissance qui s'effectue lorsqu'il y a confirmation de son usage pour traiter la question posée. On la rencontre alors à nouveau, il s'agit de « revisiter » une connaissance déjà rencontrée mais dans un rapport où c'est l'utilisation efficace de cette connaissance qui est visée.

La structuration d'attitudes par rapport aux savoirs

Elle peut aussi se manifester sous divers aspects :

- la capacité à manifester des « savoirs sur l'action » ou des méthodes : par exemple mettre en œuvre des heuristiques propres aux mathé-

⁴ Documents d'application des programmes 2002, cycle 3. CNDP.

⁵ Extrait du B.O.E.N., n° spécial 2, 2 mars 1991, p.33 et 34.

matiques ou à d'autres disciplines, repérer le bon outil ;

— la reconnaissance de situations singulières qui revêtent une forme d'exemplarité pour de nouveaux types de tâches ;

— l'explicitation de la manière dont les connaissances sont organisées dans le cadre des tâches qui visent à décrire des phénomènes complexes ;

— l'identification de *connaissances-en-actes* (usage de l'Internet, du CDI, ...).

Les TPE permettent un développement de l'autonomie. Oser le travail seul(s), «sans faire appel au prof bien qu'on le sache disponible» ! Oser s'informer en connaissance de cause auprès d'experts qui ne sont pas enseignants, ou auprès d'enseignants qui ne font pas partie du groupe d'encadrement des TPE. Oser imaginer que «ce qui est présenté dans un document puisse être contesté». Oser recalculer ce qui est écrit ou vu à l'écran.

Des dispositions, des habitus et des attitudes liés aux aspects sociaux

— Les capacités à travailler en groupe, à organiser collectivement, planifier puis réaliser un travail dans la durée.

— La variété des sources dont l'usage peut nécessiter la création de relations sociales : ce peut-être une simple méthode comme la (une) façon de se documenter au CDI ou de trouver la bonne personne ressource.

— Le dispositif social des TPE induit une évolution des représentations du savoir par la mise en œuvre d'une variété de savoirs et le choix possible d'interlocuteurs divers (enseignants ou non). Ainsi les questions que les élèves peuvent se poser ne se placent plus uniquement dans l'univers du disciplinaire.

Ces compétences seront-elles ou non acquises ? C'est une question encore ouverte, mais à laquelle nos observations tentent de donner quelques éléments de réponse.

2. Première approche : constats d'élèves et d'enseignants

Les élèves

Nous avons fait le choix de suivre des élèves en T.P.E. durant deux années consécutives : pendant l'année 2000/2001 en Première, puis pendant l'année 2001/2002 en classe de Terminale. Rappelons qu'en classe de première les T.P.E. étaient obligatoires et qu'en terminale ils étaient facultatifs. Nous avons donné un questionnaire⁶ à remplir en classe de première, ce qui nous a permis d'observer des « tendances » que nous avons ensuite voulu préciser par un entretien en classe de terminale : il nous a semblé intéressant d'avoir l'avis d'élèves ayant effectué des T.P.E. pendant deux années consécutives.

L'analyse des réponses aux questionnaires (élèves de Première) complétée par les entretiens de Terminale nous amène aux constats suivants.

Dans leur majorité les élèves s'investissent dans les TPE : le temps passé en dehors des plages prévues est généralement jugé par les élèves raisonnable, mais certains consacrent beaucoup de temps aux TPE [question 5 du questionnaire]. Il s'agit ici de l'appréciation par les élèves : « beaucoup de temps », « un temps raisonnable » que nous n'avons pas les moyens de confronter à la réalité du temps effectivement passé, mais qui correspond à l'« impression » des enseignants .

⁶ Annexe 2.

Dans ce dispositif, les élèves trouvent certaines satisfactions.

Ils apprécient la liberté (de mouvement, dans le travail ...), découvrent et apprécient l'indépendance, l'autonomie. A condition de ne pas se sentir livrés à eux mêmes ; ce point est susceptible de plusieurs interprétations : il peut refléter le fait que la première année de mise en œuvre des TPE, l'encadrement a pu être faible, il peut aussi être interprété comme un désarroi des élèves devant un dispositif beaucoup moins encadré que d'habitude : en cours le professeur fournit les informations, « on est guidé, c'est déjà tout structuré, on prend des notes. Après on n'a pas de recherche à faire ». La liberté accordée doit être gérée, des progrès dans la gestion du temps et l'organisation sont nécessaires et peuvent être effectivement constatés.

Ils aiment l'occasion qui leur est donnée de travailler en groupe (jugée comme très positive). Mais il faut apprendre à travailler en groupe : gestion du temps, répartition des recherches, mise en commun des observations, distribution des travaux de rédaction ...

Ils trouvent un lieu pour des productions d'un autre type que les tâches scolaires classiques : la réalisation (d'expériences, de vidéos, de sites WEB ...) est jugée la plus intéressante.

Mais une importante partie des élèves de Première — les trois quarts dans le cas des deux lycées que nous avons observés, et selon nos informations concernant quelques lycées de l'académie, une proportion très importante généralement — n'ont pas repris les TPE en classe de Terminale (ils avaient le choix, cette année là). Les raisons de ce choix sont

variées : priorité donnée à l'examen, temps trop important qu'il faudrait y consacrer ...

Les enseignants

Les constats que nous faisons ci-dessous correspondent à une photographie à un moment donné, la situation évolue, en particulier en fonction des modifications dans les textes définissant les TPE : évaluation, prise en compte au baccalauréat, caractère obligatoire en Terminale ...

Chez les enseignants, des interrogations, des doutes existent.

Doutes sur l'articulation des TPE avec leur matière (discours souvent entendu : on ne fait pas de Maths, de Physique, de Biologie dans les TPE, mais ce constat est moins fréquent en classe de Terminale). Le jugement porté par l'association des enseignants de Mathématiques est un exemple de ces interrogations : « il faudrait des entrées un peu plus mathématiques. Il est plus facile d'avoir des mathématiques intéressantes et abordables pour les élèves avec des matières non scientifiques telles que l'histoire géographie, le français ou la philosophie. »⁷, « il est difficile d'y proposer [dans les TPE] des mathématiques qui aient un rapport avec les contenus enseignés »⁸.

Doutes sur leur rôle d'enseignants. Bien que nous n'ayons pas particulièrement travaillé ce thème, nous avons pu repérer des positionnements différents (chez des enseignants différents ou chez un même enseignant à différents moments) :

7 [Apmep] p 545.

8 [Apmep] p 547.

- organisateur ou gestionnaire de l'avancement des projets
- expert technique : destinataire de toutes les questions relatives à la technique : banc de montage, appareil photo numérique, informatique, expériences, produits chimiques
- directeur d'études ...

Mais aujourd'hui le dispositif TPE est installé, les enseignants l'encadrent — dans des ambiances assez différentes suivant les établissements —, les élèves sont évalués au bac ...

3. Choix et délimitation du sujet

Le questionnaire montre que les élèves revendiquent le sujet comme leur choix. Voici ce qu'ils disent : le choix initial a été fait par eux et non par le professeur (presque 100%), la problématique (délimitation et élaboration du sujet définitif) a été définie par les professeurs pour 15% et par eux pour le reste. En réalité, dans les deux lycées concernés, ils ont eu à choisir parmi les thèmes nationaux, précisés par les sous-thèmes officiels (lycée L1) ou par des propositions des enseignants (lycée L2). Voyons plus précisément les raisons des choix et le travail de délimitation des sujets tels qu'ils apparaissent à partir de la lecture des carnets de bord, des observations et des entretiens.

Raison du choix : affective ou sociale

Pour beaucoup d'élèves, les informations scientifiques dont ils disposent, au moment de choisir et de délimiter leur sujet, sont pauvres ; et le modèle qu'ils ont de ce que peut être l'étude d'un thème scientifique est sou-

vent le modèle qu'en donnent les médias avec lesquels ils sont en contact. Ainsi, la télévision est plusieurs fois citée : « il y a une émission que j'aime bien regarder — c'est un peu simpliste — c'est pas sorcier sur la 3 ou E = M6 », « des émissions à la télé ont provoqué cette curiosité et cette envie d'en savoir plus », « le choix du sujet a eu lieu par rapport à des émissions de télé qui ont provoqué une curiosité et l'envie d'être mieux informé ».

Mais aussi, les informations trouvées qu'elles proviennent des enseignants ou de sources extérieures à la classe (Internet, bibliothèques, connaissances, ...) jouent un rôle déterminant dans le choix et la délimitation du sujet, notamment lorsque l'information disponible semble utilisable : « finalement nous avons choisi d'étudier les capteurs CCD car cette partie semble importante et à notre portée »⁹, « A partir des recherches effectuées précédemment nous avons affiné notre sujet et l'étude va probablement porter sur le combustible nucléaire¹⁰ ».

Cependant, les élèves, derrière un titre proposé ou suggéré par les thèmes nationaux et malgré les difficultés observées du choix du sujet ont finalement fait du sujet leur objet comme le montrent les entretiens de Terminale dans lesquels on voit des élèves dire que depuis toujours, ils avaient le désir de travailler sur le thème qu'ils ont « choisi », d'autres dire avoir « choisi le diabète » parce que la maladie est présente dans leur famille. Ce « choix » (ou cette réappropriation d'une proposition) des élèves est l'un des éléments qui est à la fois cause et conséquence de leur investissement.

9 Un carnet de bord d'élève de première.

10 Un carnet de bord d'élève de terminale.

Evolution de première à terminale

Par ailleurs, les observations, portant sur les mêmes élèves en première et en terminale, montrent une évolution dans le travail de délimitation du sujet : le même groupe d'élèves qui, en première, annonce, à la dixième séance de TPE, « c'est bien sur les capteurs CCD que va surtout s'orienter notre dossier » précise en terminale après quatre séances : « [nous avons] délimité notre étude à la préparation du combustible nucléaire »¹¹ et ces mêmes élèves déclarent dans les entretiens : « Au niveau du choix du sujet, on a su qu'il fallait vraiment cerner quelque chose de précis, du pas trop vaste, et puis assez rapidement pour pas qu'on perde trop de temps là-dessus... C'est vrai que l'an dernier on a mis du temps ! »

Cette difficulté souvent notée en première, peut découler de difficultés liées à une mauvaise gestion des informations recueillies : « trier les documents, l'an dernier on en avait trop, pas de bonne méthode, on disait tiens, j'ai vu quelque chose là et on refouillait tout... cette année on s'est mieux organisé, on en avait moins, on avait déjà trié au début »¹². Il est à noter que les élèves ont effectivement tiré les leçons du travail effectué en première puisque ils annoncent : « il ne faut pas passer trop de temps sur les recherches mais plus à la compréhension », « ce qu'on peut comprendre : les documents pas à notre portée, on est obligé de laisser tomber ... comment on reçoit nous personnellement, ce qu'on peut comprendre, expliquer, c'est dur d'expliquer quelque chose qu'on n'arrive pas à comprendre »¹².

11 Choix qui sera effectivement le sujet traité dans le TPE.

12 Extraits d'entretien avec des élèves de terminale.

Rencontre avec la complexité

La délimitation du sujet apparaît comme une découverte de la complexité : délimiter un sujet c'est se rendre compte de la complexité de l'objet d'étude.

Les élèves ne sont pas dupes : ils ne participent pas à une recherche au sens d'une possible découverte mais ils tentent de comprendre un petit bout de ce qu'ils ont perçu de la complexité. Le travail scientifique est d'une certaine façon « égoïste » en ce sens que le but n'est pas de faire comprendre ou diffuser une « découverte » mais en premier lieu de s'approprier une connaissance.

Et en ce sens, les aides apportées peuvent être variées :

— explications fournies par les enseignants : « Arnault et Pierre ont poursuivi leur lecture et leur analyse des documents Internet. Monsieur O. les a aidés en leur expliquant les images vectorielles »¹³, « C'est dans cette dernière sous-partie que les notions scientifiques se sont avérées plus difficiles. Il m'a fallu notamment demander à un professeur de physique-chimie de m'expliquer ... »¹⁴ ;

— retour des élèves sur leur cours : « mais les cours de l'année dernière en première sur la radioactivité se sont avérés très utiles »¹³ ;

— consultation d'un expert extérieur : « en cherchant individuellement à le comprendre [le dossier TIPE trouvé sur le Web], un professeur de mathématiques m'a expliqué cette méthode de morphing très clairement »¹³, « la documentation d'EDF nous a permis de continuer... »¹³.

13 Extraits d'entretien avec des élèves de première.

14 Extraits d'entretien avec des élèves de terminale

La difficulté de choisir et de délimiter un sujet s'accompagne parfois d'une superficialité du propos que la soutenance orale fait ressortir cruellement : « (l'an dernier), le jour du TPE, il y a des choses que je savais, mais si on me posait vraiment une question dessus, je pouvais pas répondre, cette année ça va mieux ». La prise de conscience de cet écueil peut alors amener les élèves à simplifier à des fins d'appropriation et de communication : « il faut simplifier un peu pour que ce soit facile à expliquer, il faut bien comprendre et assimiler ».

4. L'élaboration d'une problématique

Parmi les enjeux annoncés des T.P.E. figure « l'élaboration progressive puis le choix stabilisé d'une problématique » (document distribué aux enseignants à la rentrée 2000 : « mise en œuvre des T.P.E. »). Mais qu'est ce qu'une problématique ? Existe-t-il un consensus sur le sens de ce mot ?

On voit apparaître aujourd'hui dans certains documents une définition : « la problématique apparaît entre deux connaissances, deux faits contradictoires ... elle exprime une situation qui fait problème incitant à la formulation d'hypothèses ... l'objectif du travail sera de valider ou d'invalider les hypothèses »¹⁵ qui, si elle était exclusive, amènerait à rejeter beaucoup de sujets d'un grand intérêt. En effet, beaucoup de travaux jugés intéressants par les évaluateurs (et par notre groupe) ne comportent pas de problématique au sens défini ci dessus : il s'agit pour les élèves d'entrer dans la compréhension d'un phénomène, d'un mécanisme, d'une technique et

de savoir l'expliquer à leur public : autres élèves et enseignants. On pourrait dire que leur problématique implicite est : comment fonctionne le phénomène, le mécanisme, la technique. Le plus souvent, ils travaillent un cas particulier pris comme exemple significatif : par exemple dans le cas du sujet « le morphing » les élèves font l'étude de la transformation d'un carré en cercle par morphing barycentrique ou encore ils proposent une réalisation : le groupe qui s'est demandé « pourquoi vole le planeur ? » a réalisé la maquette d'un planeur (après s'être approprié la théorie).

La problématisation peut sans doute prendre des formes différentes selon les sujets choisis et les méthodes d'étude utilisées.

5. La place des mathématiques dans les TPE

Nous parlerons ici du point de vue d'enseignants de Mathématiques engagés dans les TPE.

Certaines insatisfactions se font jour quant à la place des mathématiques dans les sujets, et la réaction de l'APMEP citée plus haut est à cet égard significative.

L'association de deux disciplines peut être vécue comme une exigence artificielle, un pensum, par certains élèves même si pour d'autres elle est l'occasion d'observer une situation sous deux aspects : physique et mathématique par exemple : « C'est moins théorique que l'utilisation des mathématiques en cours de physique ».

En série scientifique, l'association des mathématiques avec la physique ou la biologie est peut être moins « favorable » (aux

¹⁵ Document des accompagnateurs pédagogiques, Lyon octobre 2002.

maths) qu'une association avec des disciplines non scientifiques. Par ailleurs des disciplines comme la mécanique, l'astronomie, l'astrophysique, l'informatique se prêtent à des sujets à fort contenu mathématique.

Un constat

En l'absence d'intervention de l'enseignant, que celle-ci soit due à une posture volontairement non-interventionniste ou au non repérage des moments d'intervention possible, les élèves peuvent négliger totalement les mathématiques comme outil d'analyse, alors même qu'elles nous sont apparues, en tant qu'observateurs extérieurs, comme centrales dans le sujet.

Donnons, parmi beaucoup d'autres, un exemple de ce type d'évolution. Le sujet final des élèves est « les capteurs CCD », mais l'analyse du carnet de bord montre bien comment certaines pistes ont été abandonnées :

— l'étude sur le format JPEG est abandonnée du fait de la complexité mathématique des algorithmes de compression (« nous avons cherché sur Internet... nous ne possédons pas le niveau en mathématique pour pouvoir l'étudier »)

— nous nous sommes intéressé (...) à la compression d'images. Mais après de nombreuses recherches nous avons dû là concéder notre premier échec. »

— les élèves ont abandonné l'étude de la compression de Huffman, mais ils ne mentionnent pas avoir questionné un enseignant, apparemment, ils ont décidé d'eux mêmes que la question était trop complexe. Ici, peut être aurait-il été possible de leur donner une idée d'un algorithme de compression...

Dans ces conditions, l'intervention des enseignants apparaît comme nécessaire, mais elle ne doit pas empêcher les élèves de continuer à considérer le sujet comme le leur.

6. La bonne intervention au bon moment

La « réussite » du TPE peut dépendre de rencontres faites au bon moment : découverte d'un document compréhensible, aide apportée à un moment crucial (par un enseignant ou par une personne extérieure). Donnons un exemple à propos du sujet « morphing ¹⁶».

A la fin de leur dossier les deux élèves remercient un universitaire de leur connaissance pour l'aide apportée en mathématiques. Intrigué, on regarde de plus près : son aide n'apparaît pas dans le carnet de bord, mais dans la synthèse d'une élève du groupe on lit « j'ai alors trouvé un TIPE, celui ci traitait du morphing et paraissait très compliqué. A la séance suivante, nous avons décidé d'étudier ce dossier mais beaucoup de choses étaient incomprises ... en cherchant individuellement à le comprendre, un professeur de Mathématiques m'a expliqué cette méthode de morphing très clairement ».

Dans le carnet de bord, l'histoire de la compréhension de ce dossier est réécrite : « J'avais trouvé un dossier sur Internet expliquant

¹⁶ Extrait du mémoire des élèves concernés : « Le morphing (image metamorphosis) est une technique permettant de transformer un visage ou un objet par moyen de procédés informatiques (cette technique consiste à créer des images intermédiaires pour passer progressivement d'une image de départ à une image d'arrivée.). Cette technique a été rendue célèbre par des films comme Terminator 2 ou le cinquième élément. »

assez simplement le fonctionnement du morphing ».

Comme le dit l'élève citée, une fois que l'on a compris, cela semble facile « finalement cette méthode de morphing n'est pas très compliquée ».

Mais sans l'aide apportée les travaux des élèves auraient-ils abouti ?

7. Le carnet de bord

Nous avons analysé à l'aide d'une même grille les carnets de bord d'élèves de première (en 2000/2001) puis les carnets de ceux d'entre eux qui avaient choisi de poursuivre les TPE en terminale (en 2001/2002)

Les carnets de bord analysés sont de petits cahiers que chacun a rempli à sa guise, chronologiquement, sans directive particulière de la part des enseignants. Il s'en suit que les types de renseignements recueillis sont variés, chacun relatant la séance selon son point de vue. Certains carnets sont peu expansifs, d'autres peuvent présenter des parties totalement identiques lorsque le travail est commun, puis différer au moment où les tâches ont été réparties ; d'autres encore, plus organisés, réservent la page de gauche à la partie collective et la page de droite à une description personnelle du travail de chacun entre les séances ou pendant celles-ci .

Les carnets des élèves de première nous sont apparus très hétérogènes, souvent « brouillon » et difficiles à lire mais aussi plus riches d'informations que ceux de terminale. Au moment où ces TPE ont eu lieu les textes sur l'évaluation au baccalauréat n'étaient pas encore parus ce qui peut expliquer que ces

documents aient une allure « brute », les élèves n'ayant pas forcément comme objectif premier de proposer leur carnet à la lecture d'un professeur. En revanche en terminale, les carnets de bord font apparaître des notes « mises au propre », qui s'adressent à un lecteur-évaluateur. Par exemple, ne figure aucune rature ni aucun rajout et les temps employés sont l'imparfait ou le passé composé ce qui semble indiquer que l'écriture a été réalisée *a posteriori*. Manifestement ces carnets ont été réécrits, certains d'entre eux débutent même au moment où le choix du sujet est fait : tout le travail précédent a disparu du carnet, il faut lire les notes individuelles de synthèse pour avoir des précisions sur le cheminement du groupe.

Les élèves ont gardé pour eux les notes qu'ils ont prises lors de leurs recherches documentaires ; ainsi la trace réelle de leurs tâtonnements et recherches n'apparaît pas vraiment dans le carnet de bord. Celui-ci semble alors détourné de sa fonction première d'outil de travail. En effet, si l'on se réfère au document distribué aux enseignants à la rentrée 2000 intitulé « mise en œuvre des T.P.E. », le carnet de bord devrait être un outil de travail, de mémoire , un cahier journal: « Défini dans sa forme par l'équipe de l'établissement, le carnet de bord est une trace d'un itinéraire personnel...., il permet à l'élève de noter le déroulement et les principales étapes de son travail » .

On peut donc se demander si le carnet de bord peut remplir à la fois les fonctions d'outil de travail et d'outil d'évaluation par les professeurs du travail réalisé . En tout cas, il paraît important que les enseignants définissent un but prioritaire à ce carnet (outil de travail ? outil d'évaluation ?) et que le contrat correspondant soit clairement posé dès le départ

auprès des élèves. S'il doit s'agir d'un outil d'évaluation, il semble important que les élèves en connaissent les critères dès le début.

8. Confrontation à des textes scientifiques

Cette confrontation est l'un des éléments de la découverte de la complexité déjà évoquée au paragraphe 3.

Lors de la recherche d'information les élèves sont souvent confrontés à une littérature scientifique complexe. Cette confrontation à des textes découverts au gré des recherches, souvent sur le Web, met les élèves en situation de s'approprier des informations qui ne correspondent pas directement à leur cursus scolaire. Une difficulté est alors de créer des liens entre les connaissances acquises en cours et les textes découverts par les élèves.

Une élève, confrontée à des textes scientifiques « difficiles », a étudié le vocabulaire à l'aide de dictionnaires ou d'encyclopédies, puis a procédé à une rédaction utilisant ses propres termes. Face à un texte « trop compliqué », un autre groupe, l'a scindé et chacun en a analysé une partie. Dans un autre groupe, ils ont trouvé moins de documentation sur leur sujet, ce qui les a conduit à davantage de recherche et de réflexion personnelles.

Les TPE constituent une occasion de lecture de textes scientifiques, dans un contexte en facilitant l'interprétation « les TPE c'est un peu simplifier de manière à pouvoir avoir sa propre vision des choses ». On peut faire l'hypothèse que cette première rencontre réussie facilitera des lectures ultérieures.

9. La soutenance

Savoir présenter une production scientifique oralement devant un jury (et pas seulement devant les camarades de classe) est une activité dans laquelle les élèves disent avoir progressé : en deuxième année, l'exposé est plus clair, les explications sont plus précises et mieux maîtrisées, l'exposé est plus vivant grâce à des maquettes, des « images », des expériences etc. Les élèves ont appris à faire un plan, c'est à dire à organiser et structurer leurs idées. Ce travail est jugé par les élèves simple ou compliqué, les avis sont partagés.

Un élément de l'organisation des TPE au lycée L1 en classe de première nous a paru très important par les conséquences qu'il semble avoir dans l'organisation du travail des élèves et dans la structuration de leurs exposés : dans ce lycée deux « séminaires » sont organisés en cours d'année en vue de faire le point sur l'avancement des travaux de chaque groupe, un premier à mi-parcours et un second de mise au point avant l'exposé final.

10. Le regard porté par les élèves sur leur activité

Qu'est ce que les élèves ont conscience d'avoir acquis à l'issue de leur TPE ?

Les élèves ne voient pas les TPE comme une activité de recherche, mais ils insistent sur son aspect ludique, l'analogie avec le travail de chercheur leur paraît saugrenue, certains parlent de leur travail comme d'un travail d'information sur les recherches : ils comprennent quelque chose qui a déjà été fait : « c'est différent, parce que nous, c'était des choses qui étaient déjà faites, on essayait

plutôt de les comprendre et de les expliquer plutôt que de découvrir des choses ».

Or certains groupes, au moins, font un réel travail scientifique du point de vue de la démarche qu'ils mettent en œuvre telle que décrite au paragraphe 1, et évidemment pas en terme de production comme ils en sont bien conscients. Comment, sans gommer l'aspect ludique prédominant dans leur appréciation, les rendre conscients de leur capacité à avoir une activité scientifique. Un retour réflexif sur le travail effectué peut, peut-être, être une réponse à ce manque constaté.

Conclusion

L'étude sur laquelle nous nous appuyons est limitée et notre travail de recherche n'est pas terminé. D'une part nous étudions une population restreinte : un lycée pour les observations et les entretiens, deux pour le questionnaire élèves. D'autre part, nous observons un moment particulier : le début du fonctionnement des TPE.

Nous pensons cependant avoir pu repérer quelques possibilités offertes et contraintes à prendre en compte pour assurer l'efficacité de ce nouveau dispositif : les Travaux Personnels Encadrés.

Pour terminer, abandonnons un instant notre position d'observateurs des TPE pour pré-

senter notre point de vue d'enseignants engagés dans les TPE, de façons diverses : mise en œuvre des TPE avec les élèves, formation initiale et continue des enseignants.

Certes les TPE viennent bousculer la place des mathématiques dans l'enseignement en lycée : couplage obligatoire avec une autre discipline, difficulté à créer un lien avec le cours classique, image des mathématiques comme discipline de service chez certains élèves ou enseignants d'autres matières.

Mais, comme on l'a vu, les TPE peuvent permettre d'obtenir un réel engagement des élèves, ils peuvent être le lieu où développer des compétences méthodologiques souhaitées par l'institution. Ils peuvent aussi être le lieu où relier les connaissances scolaires à des problèmes, comme le dit plus précisément Yves Chevallard « L'école est une institution qui doit permettre aux jeunes générations d'entrer dans la société en entrant dans ses questions et dans ses œuvres, en étudiant un large choix de ses questions, et en motivant ainsi un large choix de ses œuvres, c'est à dire en faisant apparaître de telles œuvres comme engendrées, directement ou indirectement, par la production de réponses à un certain choix de questions. » [Che].

Acceptons donc ce défi pour les mathématiques « reconquérir leur place dans la production des réponses » [Che] .

ANNEXE 1**Le matériau sur lequel on s'appuie**

— Nous avons au long de l'année 2000/2001 observé les trois classes de Première Scientifique d'un lycée de la banlieue de Saint Etienne (L1) : observations de séminaires d'élèves (en mars 2001) et de soutenances finales (en mai 2001).

— Nous avons poursuivi le recueil de données en faisant passer aux élèves (de Première S) de deux lycées — 105 élèves (de cinq classes de deux lycées : L1 déjà cité et un lycée de Lyon L2) — un questionnaire (**annexe 2**) que nous avons dépouillé.

— Nous avons étudié les carnets de bord des élèves de Première dont nous avons pu suivre le travail en 2000/2001 au lycée L1 à partir d'une grille d'analyse que nous avons conçue à cet effet (**annexe 3**).

— Nous avons organisé en 2001/2002 des entretiens avec 16 élèves du lycée L1 que nous avons observés l'année précédente en Première et qui ont choisi de poursuivre les TPE en Terminale S en 2001/2002, nous disposons, pour ces élèves, des observations faites l'année précédente, de leurs carnets de bord et de leurs productions finales (de première) ainsi que de leurs questionnaires (mai 2001). Les entretiens ont été préparés à partir d'une grille issue d'une expérimentation dans le cadre de « Maths en Jeans » et d'un mémoire de DEA de Denis Gardes « Mesurer les effets à long terme d'un entraînement au problème long » (**annexe 4**).

— Nous avons recueilli et analysé les carnets de bord, synthèses personnelles et productions de 13 élèves (7 groupes) de Terminale S (en 2001/2002) que nous avons observés l'année précédente en première.

— Nous avons conçu un questionnaire enseignant qui est en cours d'exploitation et qui n'est pas utilisé dans cet article.

ANNEXE 2**Questionnaire pour les élèves
« A Propos des TPE »**

Etablissement :

Titre du sujet :

1. En quoi les TPE sont-ils différents du travail scolaire habituel ?.....
.....**2.** Le choix initial du sujet de votre travail a été fait plutôt par :

- Le professeur
 Toi et ton groupe

Cela vous a-t-il convenu, à toi et ton groupe ? Oui Non

Précisez :

3. La délimitation et l'élaboration du sujet définitif (la problématique) a été faite plutôt par :

- Le professeur
 Toi et ton groupe

Cela vous a-t-il convenu, à toi et ton groupe ? Oui Non

Précisez :

4. Pour votre TPE, vous avez eu besoin de revenir sur des connaissances disciplinaires en :

- Biologie Physique Mathématiques Chimie

Autres :

5. En dehors des plages horaires prévues, le travail des TPE vous a-t-il pris :

- Beaucoup de temps Un temps raisonnable
 Peu de temps Pas du tout de temps

6. Le temps des interactions avec les personnes ressource (professeurs, documentalistes, ...) a-t-il été plutôt :Suffisant Insuffisant **7.** Le temps de travail global que vous avez pu consacrer à votre sujet a-t-il été plutôt :Suffisant Insuffisant **8.** Avez-vous rencontré des difficultés matérielles ?Oui Non

Si oui, lesquelles ?

9. Vous a t-on communiqué les critères d'évaluation ? Oui Non

Si oui, vous ont-ils servi ? Si non, l'auriez-vous souhaité ?

Précisez

10. A votre avis, sur quoi devrait porter principalement l'évaluation des TPE ?

Préciser :

11. Parmi les différentes phases de votre travail, quelle est celle :

	Qui vous a pris le plus de temps ?	Pour laquelle vous avez manqué de temps ?	Qui vous a posé le plus de problèmes ?	Qui vous a le plus intéressé ?
La recherche documentaire				
La délimitation du sujet				
La recherche personnelle				
La Rédaction				
La soutenance				
La réalisation (expérience, ...)				
Autres :				

12. Votre réalisation et votre rédaction finales vous satisfont-elles par rapport à votre projet initial ? Oui Non

Préciser :

13. Quel est pour vous le point :

Le plus positif	Le plus négatif	Le plus difficile	Le plus intéressant

**TPE : POSSIBILITES
ET CONTRAINTES**

14. Indiquez pour chaque item, s'il a été pour vous négatif (-), très négatif(--), positif (+) ou très positif (+ +), en cochant la case correspondante :

	--	-	+	++
Le travail en groupe				
La rédaction				
Le fait d'exposer oralement				
La recherche de la documentation				
L'utilisation de la documentation				
Le classement des informations				
L'utilisation d'Internet				
L'étalement du travail sur une longue durée				
La possibilité de pouvoir consacrer un temps important à un thème particulier				
Le fait de ne pas être complètement guidés				
La difficulté à vous procurer le matériel (transparents, cassette vidéo, produits, ...)				
Le fait d'avoir pu traiter le sujet de votre choix				
L'apprentissage d'une démarche scientifique				
L'utilisation de certaines notions vues en cours (préciser lesquelles) :				
L'approfondissement de certaines notions vues en cours (préciser lesquelles) :				
L'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques (préciser lesquelles) :				

15. Souhaitez-vous que les TPE soient reconduits en terminale,

- Non
- Oui tels quels
- Oui mais autrement

Précisez pourquoi et comment :
.....

ANNEXE 3**Grille d'analyse des carnets de bord****1. La construction de la problématique**— *délimitation du sujet* :

Y a-t-il diverses formulations ? les raisons des changements ? Qu'est-ce qui a été abandonné ? Pour quelle(s) raison(s) ?

— *problématisation du sujet* :

Est-ce qu'une question apparaît ? Laquelle ? A quel moment ? y a-t-il reformulation(s) de la question ? si oui à quel(s) moment(s) et pour quelle(s) raison(s) ?

2. La méthodologie mise en œuvre : de la question à la production, quel cheminement ?— *Organisation générale du travail* :

Quelle gestion (répartition) du temps ?

Quelle occupation de l'espace ?

A quelle(s) ressource(s) le groupe a-t-il recours ? enseignant(s) ? le(s)quel(s) ? documentaliste ? ...

Les tâches sont-elles réparties entre les membres du groupe ? de quelle manière (qui fait quoi) ? Quelles interactions entre les membres du groupe (accord, désaccord, divergence, ...) ?

— *Recherche documentaire* :

Quelle type recherche ? quel(s) support(s) ? A quel(s) sujet(s) ? A quel(s) moment(s) a-t-elle lieu ? De quelle manière s'effectue-t-elle ?

— *Construction des productions finales* :

A partir de quel moment ? Comment se fait-elle ? Comment a-t-elle été délimitée ?

Comment a-t-elle évolué (allers-retours, ...) ? Le temps qui y a été consacré ?

3. Les savoirs en jeu :— *Nature* : Quelle(s) discipline(s) est (sont) mise(s) en jeu ? de manière explicite ? et de manière implicite ? Quel(s) savoir(s) ponctuel(s) sont en jeu ? Où l'information est-elle recueillie ? Sur quel(s) point(s) bute-t-on ?— *Structuration* : Y a-t-il des évolutions des connaissances, des régressions, des remaniements, des autorégulations, des réorganisations des savoirs ponctuels, des mises en liaison ? Quelle(s) argumentation(s) à propos de la connaissance aboutie ?

Y a-t-il des réflexions distanciées par rapport à la démarche ?

— *L'expérience* : Y en a-t-il ? à quelle discipline fait-elle référence ? A quel moment du parcours du groupe intervient-elle ?**4. L'aide apportée par les enseignants** :

— Quel(s) enseignant(s) ? A quel(s) moment(s) intervien(nen)t-il(s) ? Pour quelle(s) raison(s) (sont-ils sollicités ou interviennent-ils de leur propre chef) ?

— De quelle(s) nature est(sont) elle(s) ? apport d'informations ? suggestions ? opinions ? objections ? réorientations ? ...

— A quel(s) propos ?

* le contenu scientifique, un savoir faire, une technique,

* l'organisation dans le groupe,

* la démarche adoptée, une réflexion sur la démarche et une prise de recul, ...

ANNEXE 4**Canevas de questions pour l'entretien****Remettre dans le contexte**

(s'appuyer sur leur expérience passée, l'évoquer)

- quel était leur sujet, quelles disciplines ?
- quelle a été leur production ?
- fonctionnement du groupe

Faire le lien avec le Tpe de cette année

Ont-ils changé de discipline, si oui pourquoi ?

— les différentes phases : choix de sujet, délimitation, recherche d'information, rédaction

Le rapport aux savoirs

(est-il changé par les Tpe ?)

- leur image du savoir scientifique, de la science a-t-elle évolué ?

(à ton avis qu'est ce que le travail d'un scientifique? est ce que la vision que tu en avais a changé ? est ce que les Tpe t'ont donné le goût de la recherche ?

est ce qu'ils t'ont montré l'utilité d'effectuer un exposé (sic) ?)

- ont-ils acquis d'autres compétences (techniques, informatiques) ?

— y a-t-il des échos du travail de Tpe de l'an dernier : cette année en Tpe, dans les disciplines scientifiques ?

(esprit critique, prise de recul, capacité de contrôle)

- le projet d'orientation a-t-il été modifié (en lien avec l'expérience des Tpe) ?

Evolution dans les méthodes

— *l'organisation du travail* : y a-t-il eu modification entre les Tpe de Première et ceux de Terminale

- *la recherche d'information* :

y a-t-il eu modification entre les Tpe de Première et ceux de Terminale ?

en dehors des Tpe, allez vous plus vite, plus facilement la chercher ? savez vous mieux la synthétiser ?

- *incidence sur le travail dans les disciplines*

peut-on, selon vous, relier l'activité Tpe (dans sa généralité, pas en fonction du thème choisi), plus particulièrement à l'une ou l'autre des disciplines ?

Bibliographie

[Apmep] Bulletin APMEP n° 441.

[Che] Yves Chevallard Les TPE comme problème didactique dans Actes du séminaire national de didactique des mathématiques année 2001 édité par Irem de Paris 7.

[Inrp] INRP Structurations des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement Texte de l'appel d'offre, programme de recherche 00/13/30025.

[Irem] Irem de Lyon Eléments d'aide à la conduite des TPE edité par Rectorat de Lyon (SAFCI).

[Men] Mise en œuvre des TPE Ministère de l'E.N DESCO Lycée Rentrée 2000.

[Noir] Robert Noirfalise Les TPE entre érudition et invention dans bulletin de l'Irem de Clermont Ferrand n° 55 (2002).

[Rep] Un nouveau gadget à la mode : les TPE dans Repères n° 42 (janvier 2001)