HAL
open science

L'utilisation d'un arbre des tâches pour concevoir et analyser des situations d'apprentissage : trois T.P. intégrant la conception d'un protocole expérimental par les élèves, en géologie, chimie et physique.

Patricia Marzin-Janvier, Isabelle Girault, Claire Wajeman, Cedric d'Ham, Eric Sanchez, David Cross

To cite this version:

Patricia Marzin-Janvier, Isabelle Girault, Claire Wajeman, Cedric d'Ham, Eric Sanchez, et al.. L'utilisation d'un arbre des tâches pour concevoir et analyser des situations d'apprentissage : trois T.P. intégrant la conception d'un protocole expérimental par les élèves, en géologie, chimie et physique.. Journées de l'ARDIST 2007 - Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques, 2007, La Grande Motte, France. pp.257-264. hal-00197198

HAL Id: hal-00197198

https://telearn.hal.science/hal-00197198

Submitted on 14 Dec 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'utilisation d'un arbre des tâches pour concevoir et analyser des situations d'apprentissage : trois T.P. intégrant la conception d'un protocole expérimental par les élèves, en géologie, chimie et physique

Patricia Marzin*, Isabelle Girault*, Claire Wajeman*, Cédric d'Ham*, Eric Sanchez§ & David Cross*

** Laboratoire d'informatique de Grenoble/MeTAH, Grenoble, France*
§ INRP/e.Praxis Lyon, France

Introduction, problématique, références

Les rôles et fonctions des travaux pratiques dans l'apprentissage des sciences sont présentés dans les programmes et instructions officiels d'enseignement. L'introduction en 2001 de l'épreuve d'évaluation des capacités expérimentales (ECE) au baccalauréat en France a renforcé ce rôle. Le Committee on High School Laboratories (2006) définit ainsi les travaux pratiques : « *physical manipulations of the real world substances or systems, interactions with simulations, interactions with data drawn from the real world, access to databases or remote access to scientific instruments and observations* ». De nombreux travaux en didactique se sont attachés à clarifier les rôles et fonctions des activités expérimentales dans l'apprentissage des sciences. Pour Millar (2004) la fonction des T.P. est d'apprendre des méthodes et des concepts, mais aussi de donner une image du fonctionnement de la science. Pour lui l'apprentissage, en accord avec le processus d'assimilation/accommodation décrit par Piaget, est un état d'équilibre entre une réalité interne et une réalité externe.

Les apprentissages en T.P.

Orange (2000), a conçu et analysé des situations dans lesquelles les élèves mettent en tension le registre des modèles avec le registre empirique. Pour Lhoste (2006, p 83) « *le registre empirique contient des objets, des phénomènes et des expériences quotidiennes. Il contient les éléments que l'on peut vérifier par une observation, une mesure. Les éléments du registre empirique correspondent à « ce qu'il y a à expliquer » et nous pouvons dire qu'ils ne sont pas constitués une fois pour toutes. (...) Le registre du modèle est lui aussi construit par l'élève. Il contient les éléments liés à une organisation et/ou à un fonctionnement plus ou moins imaginé. Ces éléments constituent les tentatives de solutions proposées pour expliquer les éléments du registre empirique* ». Tiberghien (2001) a étudié les différents objectifs d'apprentissage par l'analyse de fascicules de T.P. dans plusieurs pays d'Europe et a montré que cette mise en tension ne se fait pas facilement en particulier parce que les élèves sont souvent mis en situation d'appliquer des protocoles « clé en main » sans appropriation du problème posé et des concepts en jeu. D'autres travaux ont montré que les élèves ont des difficultés à donner du sens aux activités expérimentales et ont tendance à atomiser les actions, ce qui leur fait perdre de vue l'objectif initial du T.P. et les connaissances visées (Séré et Beney 1997). Ils ont du mal à relier les notions et les concepts qui sous-tendent et expliquent les phénomènes qu'ils sont en train d'observer et de manipuler. Pour Hodson (1990), à la racine du problème il y a un défaut de réflexion à propos de l'utilisation du travail de laboratoire. Pour Millar (2004) les idées et les explications n'émergent pas spontanément des données expérimentales, les enseignants doivent guider les élèves pour que ces derniers établissent ces liens.

La question qui nous intéresse ici est la modalité de la mise en tension entre le monde des objets et le monde des modèles. Plusieurs voies ont été explorées, comme l'organisation de débats scientifiques en classe (Lhoste 2006). Pour Peterfalvi et Jacobi (2003), le langage, particulièrement l'écrit, instrumente la construction des savoirs. La formalisation écrite a aussi été justifiée par de

nombreux travaux sur « *écrire pour comprendre ou écrire pour apprendre* » (Catel 2001) et étudiée par de nombreux auteurs anglo-saxons sous l'appellation *« writing-to-learn strategies»* (Glynn 1994, Keys 1999). Les résultats de ces travaux indiquent que la mise en place de situations de rédaction par les élèves participe à leur apprentissage.

La conception de protocoles expérimentaux par les élèves

Notre proposition est de demander à des élèves de rédiger des protocoles expérimentaux dans le cadre d'une question et d'un modèle scientifique donnés. Il s'agit soit d'un protocole construit par anticipation où les élèves rédigent leur texte avant de réaliser les mesures ou les expériences, soit d'un protocole qu'ils rédigent simultanément à l'expérimentation. Nous définissons le protocole d'une expérience comme une liste de tâches expérimentales organisées de façon temporelle et/ou logique, dont l'objectif est de déterminer des valeurs spécifiques en relation avec les hypothèses scientifiques qui sous-tendent l'expérience. Chaque tâche est caractérisée par une intention explicite, par une procédure et par un ensemble de paramètres dont les valeurs doivent être fixées. Le niveau de détail adéquat pour décrire le protocole est lié au niveau de connaissance de la personne devant exécuter le protocole expérimental. Les élèves disposent de critères d'évaluation du protocole qu'ils conçoivent : le protocole doit être pertinent (il répond à la question posée), il doit être exécutable (il est adapté aux objet qui constituent son champ d'application), il doit être reproductible (permet d'obtenir des résultats identiques lorsqu'il est utilisé dans les mêmes conditions) et communicable (avec un niveau de précision adapté à son destinataire).

Pour analyser cette tâche nous utilisons un arbre des tâches qui structure l'activité en une liste organisée et concrète de tâches en lien avec une question initiale et des objectifs intermédiaires (Wajeman 2005). L'organisation en arbre des tâches repose sur une analyse descendante de la résolution du problème posé. La question initiale à résoudre est divisée en tâches principales puis en sous-tâches, et ainsi de suite jusqu'au niveau de détail requis. À ce niveau la tâche est appelée action (figure 2). Chaque tâche est reliée à un réseau de concepts qui interviennent dans la résolution du problème (d'Ham 2004).

Les questions que nous nous posons dans cet article sont les suivantes : comment les élèves conçoivent-ils un protocole expérimental ? Quelles sont les variables didactiques de la situation, les conditions à mettre en œuvre pour guider les élèves dans cette activité ?

La finalité du projet CoPEX (Concevoir des Protocoles EXpérimentaux pour apprendre les sciences expérimentales) est de fournir des préconisations pour la réalisation d'un EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) qui assiste les enseignants et les élèves dans les tâches de conception de protocoles expérimentaux en biologie, chimie, géologie et physique.

Un arbre des tâches pour concevoir des situations pédagogiques et organiser le travail des élèves : un T.P. de physique et un T.P. de chimie

Introduction

L'objectif de ce paragraphe est de montrer comment un arbre des tâches décrivant l'expérimentation d'un T.P. peut aider à concevoir des situations d'apprentissage en T.P. Lors de la construction d'une telle situation d'apprentissage, nous nous appuyons sur un arbre des tâches de référence qui correspond à une organisation possible d'un (ou des) protocole(s) possible(s) répondant au problème posé. Nous interrogeons la situation d'apprentissage en mettant en perspective cet arbre des tâches avec divers autres éléments de la situation. Nous traitons ici deux exemples, un premier qui montre comment la mise en regard de l'arbre avec les connaissances en jeu pour chaque tâche permet d'identifier et de situer a priori des besoins éventuels des élèves, et d'améliorer le guidage de l'activité de l'apprenant. Le second exemple, dans lequel l'arbre des tâches est considéré au regard des connaissances et compétences des élèves d'une part, et des objectifs d'apprentissage choisis pour la situation d'autre part ; nous montrons comment cela permet de décider des tâches qui seront dévolues aux élèves ou non, tout en mettant en évidence les motivations des choix effectués.

Les deux exemples de T.P. présentés ici, l'un en physique, l'autre en chimie, ont été conçus avec deux enseignants en classe de Terminale S dans deux lycées différents. Chaque classe était divisée

en deux sous-groupes, les élèves travaillant par trois (ou éventuellement par deux). Les séances de T.P. duraient deux heures et nous avons collecté les productions écrites des trinômes et enregistré leurs échanges verbaux.

Guider les élèves : un T.P. de chimie sur un indicateur coloré

Méthodologie et conditions de l'expérimentation

Nous avons conçu une situation de T.P. dans laquelle il était demandé aux élèves de construire par spectrophotométrie le diagramme de prédominance du bleu de bromothymol (BBT) dans le but de déterminer avec précision son pKa. Le modèle scientifique correspondant (Figure 1) a été donné et discuté avec l'enseignant. Les élèves devaient concevoir une expérience permettant de vérifier ce modèle. Ils devaient écrire le protocole détaillé de l'expérience avant de réaliser l'expérience correspondante. 65 élèves français de terminale S, repartis en 23 trinômes (ou binômes) ont participé à cette expérimentation. Une séance préliminaire a été dédiée à l'introduction du T.P. et du modèle utilisé, ainsi qu'à un travail spécifique pour faciliter l'exploitation des données par les élèves.

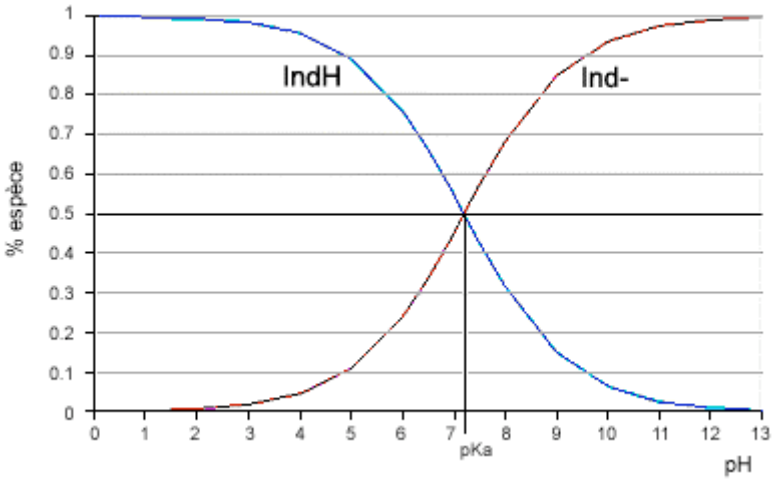

Fig. 1 : Diagramme de prédominance des espèces acides (IndH) et basiques (Ind-) du BBT, en fonction du pH.

Analyse a priori du milieu didactique pour identifier les besoins des élèves et organiser le guidage de leur travail

Lors de la conception du T.P., la situation a été analysée en terme de tâches à réaliser grâce à un arbre des tâches. La figure 2 montre l'organisation générale des tâches de ce T.P.. Le problème est décomposé en 4 sous tâches principales, qui peuvent à leur tour être découpées jusqu'à un niveau d'actions élémentaires.

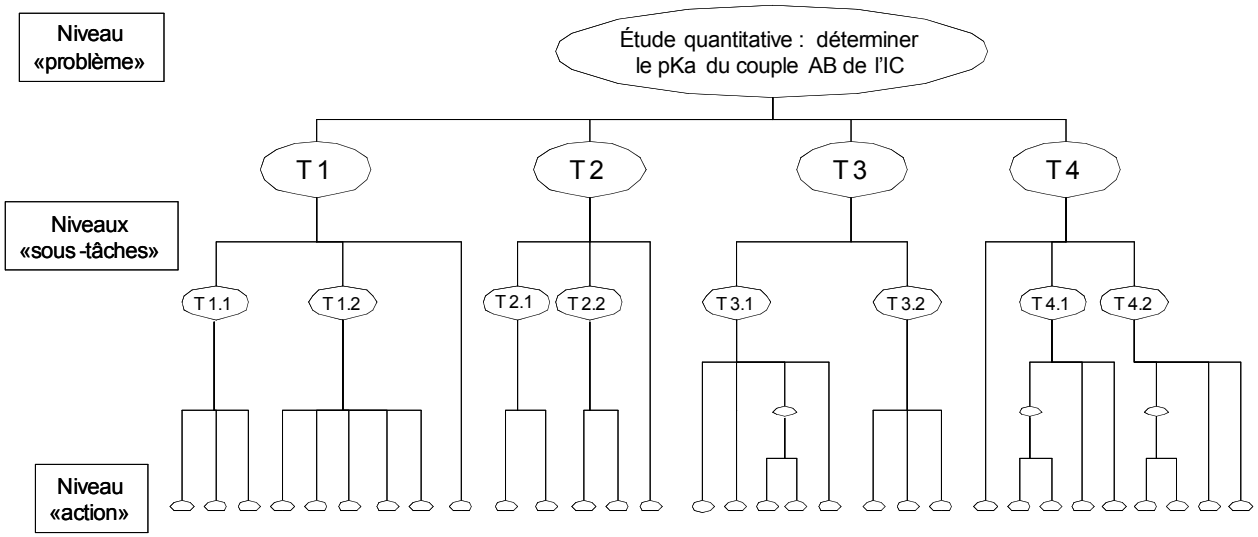

Fig. 2 : Arbre des tâches correspondant à différentes possibilités d'agencement des actions du T.P. «Un indicateur coloré

acide-base : le bleu de bromothymol (BBT). » Les tâches principales sont les suivantes : T1 (Faire une gamme de solutions de pH différents), T2 (Ajouter une quantité fixe de BBT à chaque solution de la gamme), T3 (Déterminer le pH des solutions au pH-mètre, T4 (Déterminer l'absorbance des solutions),

Dans le but d'analyser les aides apportées à l'élève dans la phase de conception de protocole, nous avons utilisé la théorie des situations didactiques de Brousseau (1998). Ceci va nous permettre de caractériser le milieu présent lors de l'étape de conception du T.P. Indicateur Coloré. Tel que défini par Brousseau (1998) le milieu joue un rôle fondamental pour la situation d'action. Lors de la phase de conception du T.P., les élèves disposaient du matériel présent sur la paillasse (ils ne pouvaient pas le manipuler, mais pouvaient le voir) et de la fiche élève (pour laquelle nous distinguerons d'une part le schéma représentant le modèle et d'autre part la partie « aides techniques »). Dans leur classeur, les élèves avaient des fiches techniques distribuées lors de T.P. précédents (pH-mètre et spectrophotomètre). La figure 3 représente les informations données par le milieu aux élèves.

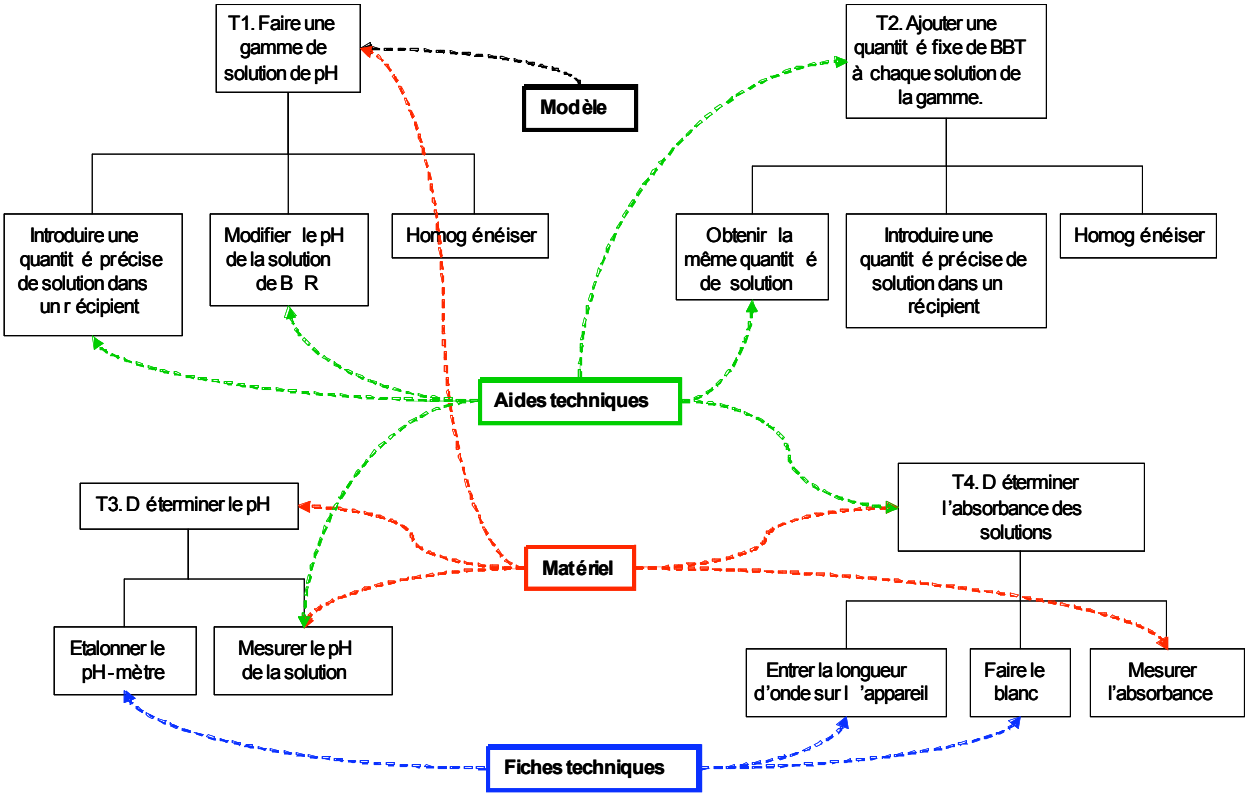

Fig. 3 : Informations renvoyées par le milieu aux élèves concernant l'identification de chaque tâche du T.P.

La figure 3 indique que le milieu ne fournit aucune information concernant les sous-tâches « Homogénéiser » et « Introduire une quantité précise de solution dans un récipient (T2) ». Il est intéressant de noter que ces sous tâches ont posé des problèmes aux élèves lors de l'écriture du protocole. La figure nous montre que presque chaque sous-tâche se trouve concernée par une information donnée par le milieu. Pour certaines tâches, les élèves sont susceptibles de recevoir des informations provenant de deux « sources » différentes.

Décider des tâches dévolues aux élèves : un T.P. d'électricité

Situation d'enseignement

Il s'agit d'un T.P. sur l'étude des régimes transitoires en électricité, conçu comme un T.P. de révision. La question posée aux élèves était de déterminer et de caractériser un dipôle inconnu, pris dans un ensemble possible de dipôles connus (R, RL ou C).

Méthodologie

A partir des connaissances et des compétences des élèves, nous avons construit deux arbres de tâches de référence, qui permettent de prendre en compte l'ensemble des protocoles les plus probables permettant d'atteindre l'objectif fixé. Le fait de construire ces protocoles suivant une organisation en tâches fait émerger le pourquoi et le comment des tâches, de leurs composants, des choix des valeurs de paramètres, de leur organisation; cela révèle également les implicites de la démarche et des complexités cachées. On identifie ensuite les connaissances et compétences requises pour mettre au point et effectuer ces tâches, ou pour justifier l'organisation entre les différentes tâches. Dans un contexte d'enseignement, il est également nécessaire d'examiner la manière dont ce protocole va être abordé dans la situation d'enseignement. La question des connaissances et compétences en jeu pour une tâche donnée, devient alors : l'élève dispose-t-il des connaissances et compétences nécessaires ? Ces connaissances et compétences sont-elles pertinentes au regard des apprentissages visés ?
Un résultat récurrent que nous avons rencontré dans l'analyse de ces T.P., c'est que la conception du protocole fait apparaître un certain nombre de tâches qui ne sont pas habituellement à la charge de l'apprenant.

Quelques exemples
Prenons comme exemple un des protocoles de référence envisagé pour ce T.P. d'électricité. Les tâches principales (ou étapes) sont les suivantes : - (T1) "mesurer la résistance du dipôle à l'ohmmètre" (objectif : identifier les dipôles contenant un condensateur et mesurer la résistance du dipôle si il n'y a pas de condensateur) - (T2) "explorer le comportement du dipôle à l'oscilloscope avec une tension créneau - pour ceux-ci, estimer la durée T de l'enregistrement nécessaire pour l'étape suivante" (objectif : identifier les dipôles présentant un régime transitoire) - (T3) "enregistrer le régime transitoire à l'ordinateur, mesurer la constante de temps du régime transitoire, ..." .
Parmi les sous-étapes de ce protocole, voici trois exemples types de tâches qui ne sont pas ordinairement à la charge de l'élève : (a) "pour assurer la sécurité électrique du circuit, introduire une résistance de sécurité dans le circuit et fixer sa valeur" (dans T1) - (b) "estimer la plage de fréquence du GBF (générateur de basse fréquence) pour laquelle il faut explorer les signaux à l'oscillo" (dans T2)- (c) "utiliser un relais pour permettre le déclenchement de l'enregistrement sur l'ordinateur" (dans T3).
Dans le cas (a) la tâche est totalement à la portée des élèves du point de vue des connaissances théoriques et des compétences expérimentales, mais la raison d'être de la tâche (technologie au sens de Chevallard, 1985) ne leur est pas familière. Le choix de laisser cette tâche à la charge de l'apprenant demande donc l'aménagement d'un guidage. Cependant elle pourra être abandonnée lors de l'estimation globale de la durée de l'activité et de sa charge cognitive, car elle n'a pas été jugée ici d'un intérêt majeur au regard des objectifs d'apprentissage.
Dans le cas (c) la tâche est hors de portée de l'élève par les connaissances et compétences en jeu, par le temps nécessaire à son élaboration, etc. De plus elle ne présente pas d'intérêt du point de vue des apprentissages visés. Le choix est alors de signaler aux élèves l'existence de ce problème et de leur donner le protocole au moment où ils conçoivent le protocole de la tâche T3.
Dans le cas (b) les élèves possèdent des connaissances suffisantes pour estimer les valeurs de fréquences, et la tâche présente un intérêt du point de vue des apprentissages car elle mobilise les connaissances théoriques et expérimentales qui sont en cours d'apprentissage. Par contre, il est peu probable que les élèves perçoivent ce qui motive cette tâche, et pour cette raison il est vraisemblable qu'ils ne l'envisageront pas. Lors de l'expérimentation en classe, c'est ce qui s'est effectivement passé, et les élèves perçoivent que l'absence de signal à l'écran qui en résulte est dû à un problème de réglage des appareils dont ils ne comprennent pas la raison ni la complexité. Ce type de tâche a été classé comme une tâche qu'il faut laisser à la charge aux élèves, mais qui demande un gros effort d'aménagement.

Pour des questions de pertinence avec les objectifs d'apprentissage du T.P., de compétences dépassant celles des élèves, de gestion du temps, de charge cognitive, etc., nous sommes donc amené lors de l'organisation de l'activité des élèves, à faire des choix de ce qui est mis ou non à la charge de l'élève. Il convient ensuite de situer les tâches dévolues aux élèves dans l'arbre des tâches,

et par rapport à une grille de compétences, de pertinence avec les objectifs du T.P., de gestion du temps, ..., afin de prévoir les aides et les guidages éventuels.

Analyser l'activité de conception de protocole par les élèves : un T.P. de paléontologie

Présentation du T.P. et méthodologie

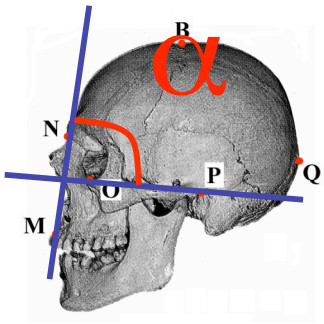

Fig 4: méthode de mesure de l'angle facial

La tâche concrète proposée aux élèves est un T.P. de paléontologie dans lequel ils doivent déterminer l'angle facial de plusieurs crânes d'homininés. Pour résoudre ce problème ils doivent déterminer 4 points caractéristiques sur le crâne et projeter ces points sur un plan, pour obtenir deux segments à partir desquels ils vont mesurer l'angle α (fig. 4). Cette valeur mesure l'angle facial du crâne étudié, qui est un indicateur du prognathisme.

Le modèle scientifique actuellement retenu postule que plus le prognathisme est faible, plus l'angle est grand, plus l'espèce d'homininé à laquelle appartient le crâne est apparue récemment. Nous avons sélectionné ce T.P. dans la banque nationale des sujets pour l'évaluation des capacités expérimentales au baccalauréat en terminale S. Pour effectuer cette tâche les élèves disposent de plusieurs documents qui présentent l'objectif de la séance (la conception d'un protocole), le modèle scientifique en jeu (l'évolution du prognathisme dans la lignée humaine), le problème à résoudre (l'évaluation du prognathisme), des définitions (l'angle facial) et l'explication de la méthode de mesure (projection des points sur un plan). Pour rédiger leur protocole, les élèves peuvent rédiger un texte, compléter le schéma d'un crâne et le légender, ou réaliser un schéma libre. L'expérimentation a été menée pendant deux années scolaires en 2005/2006 et en 2006/2007, elle se poursuit cette année. L'échantillon est composé de cent huit élèves de terminale S. Les élèves sont répartis dans quatre classes, en six groupes de dix-huit élèves, nous avons analysé les productions de trente-six trinômes. Chaque séquence d'enseignement durait quatre-vingt-dix minutes.

Le protocole de référence, tel que nous l'avons défini, est composé de 10 tâches : (T1) identifier les points de mesure possibles, (T2) choisir les 2 couples de points, (T3) coller le transparent sur le plan, (T4) placer le crâne devant le plan, (T5) placer le pointeur laser perpendiculairement au transparent, (T6) viser chaque point, (T7) marquer chaque point sur le transparent, (T8) décoller le transparent, (T9) tracer les droites, (T10) mesurer les angles avec un rapporteur. Le protocole de référence a été élaboré à partir de celui proposé dans le cadre de l'ECE, modifié par le groupe (composé de deux enseignants et de deux chercheurs) qui a élaboré la version testée.
L'expérimentation s'est déroulée en trois étapes.
A. Au cours d'une première phase exploratoire (dix-huit trinômes), nous avons testé la façon dont les étudiants écrivent un protocole expérimental. Les élèves devaient définir et contrôler la totalité des dix tâches.
B. Une nouvelle situation (douze trinômes) a été conçue en éliminant le contrôle de la perpendicularité par les élèves : l'enseignant a pris cette tâche à sa charge et doit la contrôler pour les élèves. Nous avons choisi d'alléger le contrôle de cette tâche car il nous a semblé qu'elle n'était pas en lien direct avec le concept de prognathisme et son contrôle posait beaucoup de problème aux élèves. Nous avons introduit des retours du milieu (au sens de Brousseau) en proposant des crânes sans mandibule et des mesures sur au moins deux crânes présentant des caractéristiques différentes. Ces retours du milieu avaient pour but de renvoyer des informations aux élèves sur leurs critères de choix des points sur le crâne. C'est-à-dire la non-pertinence du choix de points placés sur la mâchoire inférieure (souvent absente) ou sur le bourrelet sus-orbitaire (non en lien direct avec le prognathisme). Les retours du milieu ne portent pas sur le résultat (valeur de l'angle) mais sur la façon de l'obtenir (la pertinence du choix des points) et sur la communicabilité du protocole. En outre, les élèves disposaient des critères d'évaluation d'un protocole (pertinence, reproductibilité et communicabilité). La validation s'est effectuée entre les binômes quand ils ont échangé leurs

protocoles et par la confrontation avec les données expérimentales de références données aux élèves dans la fiche T.P.
C. dans une troisième expérimentation, (six trinômes) nous avons ajouté une situation de communication entre élèves : le protocole devait être rédigé pour un autre groupe d'élèves d'un autre établissement scolaire, qui doivent réaliser les mesures en suivant le protocole. Les résultats présentés ici concernent uniquement l'analyse des traces écrites des élèves. Nous avons comparé les protocoles rédigés par les élèves en référence au protocole de référence.

Résultats
A. La première expérimentation a montré que la plupart des élèves ont réussi à rédiger un protocole expérimental, seulement deux trinômes ne l'ont pas fait. Mais nous avons identifié deux types de problèmes :
- les élèves avaient trop de tâches et des tâches de nature très différentes à gérer, y compris le contrôle des perpendicularités (positionnement des crânes et des pointeurs laser).
- Les élèves n'avaient pas la possibilité de réfléchir à des critères pour choisir les points et il n'y avait rien dans la situation qui leur permettait de savoir si leurs différents choix étaient pertinents ou non.
B. Pour les différentes raisons exposées ci-dessus nous avons choisi de focaliser l'attention des élèves sur le choix des points sur le crâne. Ce choix correspond en effet à une tâche qui conduit spécifiquement les élèves à discuter le modèle scientifique en jeu (prognathisme) alors que des tâches comme le contrôle de la perpendicularité de la visée ne sont pas des tâches spécifiques du travail du paléontologue. La plupart des élèves ont vraiment réfléchi au choix des points et ont exprimé des critères pertinents, mais la plupart d'entre eux n'ont pas eu assez de temps pour rédiger un protocole expérimental : ils ont placé des points sur le schéma du crâne et ont proposé une légende, mais ils n'ont pas rédigé de texte faute de temps.
C. Dans une dernière expérimentation nous avons introduit une situation de communication au cours de laquelle deux trinômes étaient conduits à communiquer pour confronter leurs protocoles et finalement réaliser un protocole commun qu'ils devaient envoyer à un groupe d'élèves d'un autre lycée afin qu'ils réalisent l'expérience. Les six trinômes impliqués ont réfléchi au choix des points et ont proposé un protocole en lien avec les différentes étapes attendues dans l'arbre des tâches : les tâches sont formulées clairement, les protocoles sont communicables et sont pour la plupart pertinents par rapport au problème posé. Toutes les tâches décrites dans l'arbre n'ont pas été rédigées : les tâches T4, T5 et T9 ont été rédigées par tous les élèves. Les tâches T1 et T2 ont été présentées par l'intermédiaire du schéma, mais n'ont pas été rédigées par un texte dans le protocole. Les tâches T8 et T10 (« décoller le transparent » et « mesurer l'angle à l'aide d'un rapporteur ») ont été peu rédigées, elles sont probablement considérées comme inutiles ou trop détaillées par les élèves.

Discussion et conclusion

Au vu de ces expérimentations, il apparaît qu'une grande partie de la problématique de l'enseignant qui souhaite conduire ses élèves à concevoir un protocole expérimental se situe au niveau de la structuration de la tâche expérimentale, parallèlement à l'explicitation des apprentissages visés au cours du T.P. L'analyse de la tâche intervient ainsi lors de la définition du travail proposé aux élèves, mais aussi lors de l'analyse de leurs productions. Nous proposons d'utiliser une visualisation sous forme d'arbres de tâches afin d'aider les enseignants dans leur travail. Dans une autre partie du projet CoPEX non présentée ici, nous faisons l'hypothèse que l'utilisation d'arbres de tâches, facilitée par l'utilisation d'un EIAH adapté, pourrait aussi aider les élèves dans leur travail de conception de protocole. En effet, cette activité leur pose plusieurs types de difficultés, notamment au niveau de l'organisation et de l'écriture des actions de protocole. Le projet CoPEX vise à construire un tel EIAH, dans lequel les enseignants peuvent spécifier une tâche de conception de protocole, c'est-à-dire fournir un arbre de tâches partiel à leurs élèves, et dans lequel les élèves peuvent définir leur protocole dans un cadre structuré. Cette structure devrait pouvoir leur permettre de modifier facilement leur protocole au cours de la production et devrait aussi les inviter à spécifier des protocoles explicites, c'est-à-dire contenant tous les paramètres nécessaires à leur exécution.

Plusieurs expérimentations sont actuellement en cours : un post-test pour le T.P. de paléontologie, un nouveau T.P. en immunologie est en cours de conception et sera testé au printemps 2007. Nous pensons ainsi poursuivre la vérification de nos hypothèses concernant la structuration de la tâche et la modélisation par les élèves et tester les résultats obtenus sur un autre type de T.P.

Remerciements : le projet CoPEX* est soutenu par le MENRT dans le cadre de l'ACI " Education-formation et TICE" 2005), en partenariat avec l'I.N.R.P. qui finance la coopération avec les enseignants. Nous remercions Gilles Baudrant (Lycée Marie Curie-Echirolles) et Martine Biaud (Lycée Claude Bernard. Villefranche-sur-Saône) professeurs de SPC, Daniel Devallois (Lycée Présentation de Marie. Saint-Julien en Genevois) et Réjane Monod-Ansaldi (Lycée Claude Bernard. Villefranche-sur-Saône) professeurs de SVT, pour leur collaboration à ce projet.
* CoPEX : Concevoir des Protocoles EXpérimentaux pour apprendre les sciences expérimentales, à l'aide d'un environnement informatique d'apprentissage humain : prise en compte des usages.

Bibliographie

Brousseau G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée Sauvage.
Committee on High School Science Laboratories (2006). *America's lab report: investigations in high school science*. Washington (D.C.): National Academies Press.
Catel L., 2001. Ecrire pour apprendre ? Ecrire pour comprendre ? Etat de la question. *Aster,* 33, 17-47. Paris : INRP.
Chevallard Y. (1985) *La transposition didactique*. Grenoble: la pensée sauvage.
d'Ham C., de Vries E., Girault I., Marzin P. (2004) Exploiting distance technology to foster experimental design as a neglected learning objective in labwork in chemistry. *J. Sc. Educ. Technol.*, 13, 425-434.
Glynn S. M., & Muth K. D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(9), 1057-1073.
Hodson D (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71 (256), 33-40.
Keys C. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education,* 83, 115-130.
Lhoste Y. (2006) La construction du concept de circulation sanguine dans un débat scientifique en classe de 3ème : problématisation, argumentation et conceptualisation. *Aster,* 42, 79-108. Paris : INRP.
Millar R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *High school science laboratories: Role and vision*. National academy of sciences, Washington, DC.
Orange C. (2000). *Idées et Raisons, construction des problèmes, débats et apprentissages scientifiques en Sciences de la Vie et de la Terre*, Mémoire présenté pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Nantes.
Peterfalvi, B. et Jacobi D (2003). « Les interactions langagières entre processus et matériaux pour la recherche ». *Aster*, 37, 3-15. Paris : INRP.
Séré M.-G. & Beney M. (1997). Le fonctionnement intellectuel d'étudiants réalisant des experiences : observation de séances de travaux pratiques en premier cycle universitaire scientifique. *Didaskalia*, 11, 75-102.
Tiberghien A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4, 71-87.
Tiberghien A., Veillard L., Le Maréchal J-F., Buty C. & Millar R. (2001) An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education,* 85, 483-508.
Wajeman C., Girault I., d'Ham C., Ney M., Sanchez E. (2005). Analysing experimental design tasks in scientific labwork. *ESERA 2005 : contributions of research to enhancing students' interest in learning science*, Barcelona, Spain, August 28 - September 1, 2005, e-book, 1233-1236.