

ÉLABORER L'IDÉE D'EXPÉRIENCE

Martine Szterenbarg

Comment sortir d'un enseignement de la biologie où l'essentiel du temps se passe de plus en plus souvent à justifier des connaissances scientifiques par la présentation d'« expériences-papier » sans que l'enseignant se soit assuré que les concepts méthodologiques d'hypothèse, de résultat ou de conclusion ont un sens pour les élèves ?

Ce texte propose deux progressions didactiques destinées à faire travailler ces concepts. Le principe en est commun : favoriser une réflexion au second degré des élèves sur une expérience qu'ils sont invités à concevoir et réaliser par eux-mêmes. Comment articuler la réflexion permettant la conceptualisation et la réalisation pratique de l'expérience sur laquelle elle s'appuie ? Les deux progressions présentées donnent des réponses différentes.

Après une présentation rapide de conceptions d'élèves de sixième sur ce qu'est une expérience scientifique, seront reliées ici deux modalités pédagogiques différentes empruntées à deux années consécutives ⁽¹⁾ en cours de biologie pour faire travailler les élèves sur ce concept. Le principe commun est le suivant :

- faire réaliser une expérience pour résoudre un problème scientifique, ce qui suppose d'imaginer et de sélectionner des hypothèses plausibles, d'élaborer un montage grandeur nature, d'être confronté aux aléas de la réalisation pratique ;
- prendre du recul par rapport à cette expérience : en anticipant par écrit ses étapes successives, en critiquant la procédure expérimentale projetée pour la remodeler et l'affiner avant de la réaliser, en utilisant des outils graphiques synoptiques.

Dans ce texte, l'accent sera mis sur ces phases de réflexion distanciée des élèves, en montrant comment les confrontations, l'écriture et le retravail contribuent à faciliter la structuration des idées et la conceptualisation.

Ce principe peut être généralisable, et non ses modalités d'application. Celles-ci sont en effet très variables, car s'inscrivant dans le fonctionnement de la classe dépendant des différents acteurs : élèves et enseignants, ensemble unique.

(1) Ce travail a été mené trois années consécutives avec sept classes de sixième d'un collège de banlieue, situé en « Zone d'Éducation Prioritaire », caractérisée par un fort taux d'échec scolaire.

1. UNE NÉCESSITÉ : TRAVAILLER SUR LES CONCEPTS MÉTHODOLOGIQUES CONCERNANT L'EXPÉRIMENTATION

Arrivée au collège... Sixième... Sciences expérimentales... Expérimentales ?

1.1. Constat de départ : la méconnaissance des élèves sur ce qu'est une expérience scientifique

Si l'on demande, à ces élèves arrivant au collège, d'indiquer ce qu'est pour eux, une expérience scientifique, on recueille des formulations renvoyant à des images très différentes concernant le statut de la science et sa place dans l'école ; des représentations dont il nous faut tenir compte si l'on veut travailler sur différents concepts méthodologiques tels l'hypothèse, le résultat ou la conclusion, auxquels notre enseignement fait toujours référence sans qu'ils ne soient abordés en tant que tels.

pour les élèves le domaine de la biologie : l'observation !

- Certaines de ces formulations d'enfants renvoient à une image des **sciences biologiques comme sciences d'observation**, correspondant à une conception ancienne. Peut-être cela est-il dû à des résidus de leur enseignement antérieur.

«Une expérience, c'est dessiner ce qu'on va faire ou ce qu'on fait ; c'est quand on regarde par exemple les muscles d'un animal» Souad.

«Une expérience, c'est regarder à l'aide de diapositives, de films, de photocopiés ; on n'utilise aucun objet.» Séverine.

«Pour moi, une expérience en science, c'est de regarder quelque chose et d'en apprendre quelque chose.» Aurore.

Ces représentations placent l'élève en situation de passivité par rapport aux apprentissages ultérieurs attendus par l'enseignant : science du regard et de la mémoire, et non science de l'expérimentation, de l'intervention sur le réel.

ou la recherche de pointe

- Certains élèves nimbent l'expérience d'un halo de mystère qui la met hors de leur portée tout en la survalorisant : **domaine du savant, de la recherche médicale...**

«Pour moi, une expérience, c'est quelque chose de nouveau quelque chose d'important.» Lutfi.

«C'est comme si on était des savants, cherchant des réponses à des questions.» Pollen.

«Une expérience, c'est par exemple si je recherche une solution contre une maladie grave.» Neary.

De telles représentations éloignent l'expérience du possible scolaire, du champ d'investigation et d'apprentissage de ces élèves.

... ce qui peut rendre l'élève passif

Par ailleurs, elles semblent d'autant plus fortes que ces enfants sont issus de classe défavorisée, d'origine immigrée où la science conserve peut-être un statut social mythifié ; la science, solution de tous nos maux...

- Seuls certains perçoivent l'expérience comme à leur portée, **s'inscrivant, en quelque sorte, dans le projet de l'école et le travail en classe** : construire de la connaissance en intervenant sur un réel complexe pour le comprendre,

«Une expérience, c'est découvrir de nouvelles choses, car, à l'école, on peut faire une expérience.» Hallma.

«Une expérience est une chose qu'on imagine et qu'on vérifie si cette chose marche, et grâce à cela, on connaît beaucoup de choses.» Farah.

Dans ce cas, l'élève se place comme un acteur dans sa quête du savoir, quête prenant pleinement sa place à l'école.

Ceci n'est qu'une présentation succincte des représentations qui ont été recueillies auprès de soixante-dix élèves de sixième. Elle ne se prétend pas exhaustive.

Les regroupements sous lesquels elles sont présentées ici, sciences de l'observation, science du savant et science de la découverte possible à l'école, ne sont pas les seuls possibles. Ils nous ont semblés néanmoins intéressants, les deux premiers groupes de représentations montrant bien le **fossé qui peut exister entre les contenus spécifiques à notre discipline, son enseignement et les attentes qu'en ont les élèves.**

Ignorer ces représentations, de la part de l'enseignant, serait travailler avec un contrat didactique, fondé sur un malentendu, source d'erreurs, entre les projections des élèves quant à l'enseignement qu'ils vont recevoir en biologie au collège, et les objectifs que poursuit l'enseignant.

... et entraîner des malentendus entre élèves et enseignants

1.2. En tirer les conséquences

Un tel constat ne peut que renforcer la nécessité de faire travailler les élèves sur l'objet spécifique aux sciences expérimentales : **l'expérience** et les concepts qui la sous-tendent tels que l'hypothèse, la variable, le résultat...

être confronté à un problème scientifique

- Pour permettre la naissance d'une dynamique intellectuelle et modifier l'image que certains élèves ont de l'activité scientifique, il s'agit non seulement de leur demander d'analyser des expériences faites par d'autres, mais d'abord de privilégier leur activité propre en leur soumettant un problème biologique à résoudre.

- Enfin, il s'agit de provoquer chez eux, une **distanciation** susceptible de les amener à réfléchir sur la démarche qu'ils mettent en œuvre dans la résolution de ce problème.

Cette distanciation peut être obtenue par l'**anticipation** sous forme écrite de l'expérience à réaliser, ce qui permet de la percevoir comme un tout articulé logiquement.

se distancier

- Par ailleurs, en soumettant certains écrits au **regard critique de la classe**, les élèves peuvent comparer, confronter, échanger et discuter sur l'expérience. Ils peuvent ensuite **repren**dre leurs travaux, les corriger, les améliorer.

L'anticipation, la confrontation, les reprises successives des écrits, enrichis par ces phases réflexives, «où l'on se voit penser et dire l'expérience», peuvent être des procédés

didactiques permettant des apprentissages plus solides sur l'idée d'expérience que ceux obtenus en se «lançant» dans l'action, tentation immédiate des élèves.

C'est dans cette optique que différentes procédures pédagogiques peuvent être mises en place. En voici deux exemples.

2. ARTICULER RÉFLEXION PRÉALABLE ET RÉALISATION CONCRÈTE D'UNE EXPÉRIENCE POUR EN COMPRENDRE LE PRINCIPE

La première série de travaux que nous décrivons concerne des élèves ayant eu peu ou pas d'activité scientifique auparavant, comme c'est le cas malheureusement pour la plupart des élèves de sixième.

Les élèves sont donc particulièrement neufs en ce qui concerne l'expérience et les procédures qu'elle peut utiliser.

Pour les initier à ce type d'activité, il a semblé pertinent de mettre en œuvre le procédé décrit plus haut comme suit :

on leur propose de réaliser une expérience pour résoudre un problème qu'on leur soumet. Auparavant, on leur demande d'écrire un document préparatoire, prévoyant les étapes de l'expérience. Certains documents, sélectionnés par l'enseignant, sont projetés et soumis à la critique collective de la classe. Deux nouvelles versions successives de ce document préparatoire sont rédigées, avant leur utilisation effective pour la réalisation de l'expérience. Celle-ci, faisant surgir des problèmes inattendus, oblige à de nouveaux remaniements.

2.1. Sensibiliser les élèves à l'expérimentation et poser le problème à résoudre

Je leur avais projeté antérieurement un film portant sur «l'étude expérimentale du vol de la chauve-souris.»

être sensibilisé à l'expérimentation

L'analyse de cette expérimentation m'avait semblé correctement faite par les élèves : ils avaient bien distingué les objectifs poursuivis par l'expérimentateur lorsqu'il supprimait la possibilité d'utilisation de la vue ou de l'ouïe chez l'animal, ils avaient su indiquer les résultats obtenus et tirer les conclusions de ces expériences tout en ayant des difficultés quant à leur interprétation et il fallut leur donner des informations sur les ultrasons émis par la chauve-souris et captés par les oreilles. Les élèves me semblaient mûrs pour réaliser une expérience analogue.

A cette fin, **je pose à la classe un problème concret :**

«Avec quel(s) organe(s) des sens le lapin repère sa nourriture ?» Je leur spécifie qu'ils auront à réaliser des expériences pour trouver les réponses mais qu'avant de les réaliser, il s'agit de bien savoir ce que l'on va mettre en œuvre.

le problème biologique est posé

La première idée des élèves est d'aller chercher les lapins (nous avons un élevage au collège) et de regarder ; rappelons-le, les

sciences sont souvent pour eux sciences de l'observation (cf. paragraphe 1.1.). Ma tâche est de freiner le désir immédiat en leur demandant de réfléchir auparavant à ce qu'ils recherchent. La classe, peut-être influencée par la projection antérieure, sélectionne, pour répondre au problème posé, trois hypothèses : la vue, l'odorat et l'ouïe, comme sens impliqués dans ce repérage.

d'abord, émettre
des hypothèses
plausibles

On pourrait s'étonner de voir l'ouïe sélectionnée, je l'ai été moi-même ! Mais comme a dit Steeve, un élève de cette classe : *«oui, je garderai l'ouïe, comme hypothèse... Peut-être que c'est comme l'écureuil, il remue la noisette, et si il entend, c'est qu'elle est mûre !»*.

C'était donc pour lui, une hypothèse plausible et pas une simple recondiction mécanique de la situation présentée dans le film, liée à l'étonnement qu'ils avaient éprouvé à propos de l'utilisation de ce sens par la chauve-souris.

Quoiqu'il en soit, il m'a semblé plus intéressant de laisser ces trois hypothèses, au lieu des deux auxquelles on pourrait s'attendre : ceci obligeait les élèves à sortir d'un choix binaire et à bien comprendre qu'il était nécessaire d'isoler une variable pour pouvoir conclure.

puis créer des
documents
anticipatoires

Avant de se lancer dans l'expérimentation, il est utile de se faire une idée précise de la marche à suivre, donc d'émettre des hypothèses et de prévoir les actions nécessaires à la production d'éléments de réponses au problème posé.

C'est même là un des premiers éléments de situation qui amène les élèves à considérer l'ensemble d'une démarche d'expérience comme un tout visant un but : répondre à une question en articulant idées, raisonnement et intervention sur le réel. Cette vision d'ensemble permet aussi aux élèves d'accéder à une conception plus générale de ce qu'est une expérience.

Pour aider à la formation de ce raisonnement anticipatoire, je propose aux élèves de préparer, individuellement ou en groupe, un document qui permettra de présenter la marche à suivre et de noter les résultats.

Je ramasse donc ces écrits. Or ce sont, pour la plupart, des monographies sur le lapin ou son alimentation.

Ils illustrent bien la persistance de la méconnaissance de ce qu'est une expérimentation pour ces élèves de sixième, malgré les bonnes réponses données à propos du film sur la chauve-souris.

2.2. Une première séance d'élaboration

Loin d'écarter ces productions des plus imparfaites, j'en sélectionne plusieurs, représentatives des erreurs commises par la classe, qui étaient de trois types :

partir de ses
erreurs...

- incompréhension de la consigne donnée par méconnaissance de ce que représente une expérience scientifique, tel qu'en témoigne le document 1, ci-après ;
- consignation d'un résultat ou d'une conclusion, alors que l'expérimentation n'a pas eu lieu, comme dans le document 2 ;

...pour apprendre grâce au regard de l'autre

- apparition de l'idée de protocole expérimental, mais sans que les variables, organes des sens en jeu, ne soient isolées comme on pourra le voir dans le document 3.

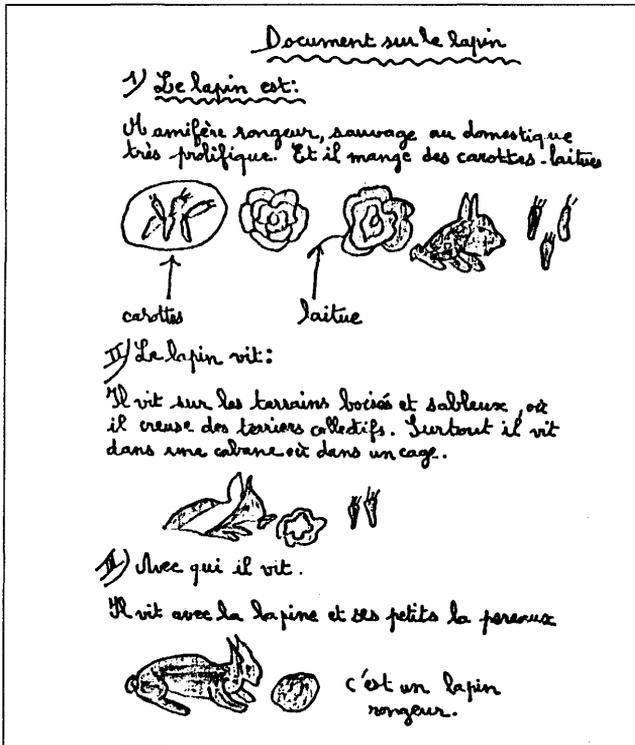
Je décide donc, après les avoir reproduits sur transparents, de les projeter à la classe et de les soumettre à sa critique, en débutant par le plus éloigné de la compréhension de la tâche (doc. 1) pour terminer par celui qui tente le plus de s'en approcher (doc. 3).

La discussion à propos de ces documents concernera l'ensemble des élèves qui y retrouveront quelque chose de semblable à ce qu'ils ont produit. Par ailleurs, elle pourra préciser et affiner le concept d'expérience au long des projections des documents en éliminant les erreurs les plus criantes du doc. 1 pour approcher l'idée de variable grâce au doc. 3.

• le document 1

trois écrits anticipatoires sont sélectionnés

Ce document porte bien son nom : «document sur le lapin» ; c'est, en réduction, une monographie sur cet animal, et seuls les dessins concernent le problème posé : l'alimentation. Par ailleurs, l'élève auteur de cet écrit ne semble pas concevoir que la classe puisse être un lieu où l'on puisse réaliser des expériences. (cf. 1.1).



Document 1

• le document 2

Ce deuxième document projeté porte plus que le précédent sur l'objet du travail de la classe : les trois hypothèses à tester y figurent d'une certaine façon, mais les dessins semblent plutôt les concrétiser, comme si l'élève, par ces figurations, se les appropriait ; les légendes renforcent cette concrétisation en mettant l'accent sur la matérialisation des trois hypothèses par les organes des sens en jeu.

La phrase qui suit les dessins va aussi dans ce sens : verbalisation des situations plausibles ; l'ouïe ne pouvant être conçue que pour la défense de l'animal et non dans le choix de la nourriture, aucun aliment ne figure ici devant l'animal.

Expérience pour savoir grâce à quel sens le lapin choisit sa nourriture

Hypothèse

odorat



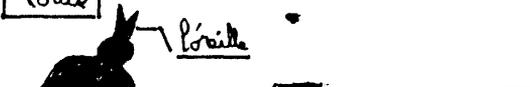
Il flairé de la nourriture.

La vue



Il regarde si il y a de la nourriture au loin.

l'ouïe



Il écoute si il n'entend pas des animaux pour les attraper.

• le document 3

je cache	Expérience
	Je mets une feuille de laitue devant le lapin blanc, elle la mange. Je mets une carotte devant le lapin et j'attache ses yeux et je mets un crayon de couleur orange.
	Résultat
	Le lapin mange la carotte et laisse le crayon.
	Conclusion
	Le lapin a senti l'odeur du crayon et de la carotte.

Document 3

Là, l'élève a bien imaginé une procédure expérimentale dans le sens d'une intervention concrète sur une situation (cf. 1.1.). Après s'être assuré que le lapin mange, donc a faim (première phrase et première phase expérimentale), il envisage d'une part de lui présenter deux objets différant par l'odeur mais non par la couleur, et d'autre part, simultanément de supprimer la vue permettant la discrimination de ces deux objets. La chaîne logique semble embrouillée, certaines actions paraissant redondantes. Souhaite-t-il s'assurer que vraiment seul l'odorat peut intervenir ?

C'est la seule des trois hypothèses qui ait été envisagée. Est-ce la seule qui lui ait semblé plausible ?

Pour organiser la discussion collective de la classe

- les consignes du travail demandé ont été réécrites au tableau :

- fabriquer un document sur lequel on indiquera les expériences à réaliser, pour savoir avec quel(s) organe(s) le lapin repère sa nourriture ;
- sur ce document, il faut prévoir de la place pour indiquer les résultats des expériences une fois faites et la conclusion.

et soumis au regard des élèves de la classe

- les documents, reproduits sur transparents, sont projetés à la classe.

EXTRAITS DE LA DISCUSSION AUTOUR DU DOCUMENT N°1

<i>Professeur</i>	<i>Vous êtes professeur, vous voulez aider l'élève à améliorer son travail. Que lui direz-vous ?</i>
<i>Lynda</i>	<i>Ce n'est pas le travail demandé : on ne sait pas si elle veut parler de l'ouïe, de la vue... des expériences que vous avez demandées.</i>
<i>Mohamed Rabbah</i>	<i>On ne sait pas comment le lapin repère sa nourriture. Les dessins qu'elle fait expliquent mal comment le lapin fait pour repérer sa nourriture.</i>
<i>Stéphane</i>	<i>Les carottes, on dirait un petit chou.</i>
<i>Fabrice</i>	<i>Elle n'a pas fait d'expériences.</i>
<i>Steeve</i>	<i>Elle n'a pas compris ce que vous aviez demandé. Vous n'avez pas demandé ce qu'il mangeait, mais comment il repérait.</i>
<i>Fatima</i>	<i>Vous n'avez pas demandé où il vit.</i>
<i>Brahim</i>	<i>Vous avez demandé comment il repère.</i>
<i>Alain</i>	<i>Vous avez demandé comment il repérait sa nourriture, le document donne d'autres renseignements.</i>
<i>Frantz-Wildad</i>	<i>Elle a marqué des choses, oui, mais elle n'a pas compris, écouté ce que vous avez demandé.</i>
<i>Mourat</i>	<i>Dans l'expérience, on ne sait pas si il voit, si il sent, ou si il entend.</i>

qui les critiquent
oralement

Outre quelques remarques d'ordre général ou formel formulées par Stéphane et Frantz-Wildad, la plupart des interventions des enfants portent sur la non-adéquation du document produit à la consigne donnée : il ne s'agit pas d'expériences (2 remarques) et cela ne concerne pas le repérage (5 remarques). Seuls deux intervenants, Lynda et Mourat, mettent l'accent en les rappelant, sur les hypothèses choisies et à traiter.

Je passe alors à la projection du document n° 2 et la discussion de la classe reprend.

De cette discussion sont extraites ici les phrases exprimant une idée nouvelle ou complémentaire des formulations de la discussion précédente. Pour avoir une indication sur leur proportion par rapport à l'ensemble des remarques des élèves, on pourra se reporter au tableau du paragraphe 2.5. Il en sera de même pour toutes les discussions ultérieures.

- *Il n'a pas inventé d'expériences, mais il a fait des schémas, des hypothèses.*
- *Madame, vous n'avez pas demandé comment il fait pour repérer les animaux qui vont l'attaquer.*
- *Dans les schémas, il a écrit, marqué l'ouïe, la vue, l'odorat mais il n'a pas montré comment le lapin ferait pour repérer sa nourriture.*
- *On voit que dans la première il marque «il sent», mais il ne lui a pas caché les oreilles, les yeux ne sont pas bandés.*
Dans toutes le lapin peut voir, entendre, sentir.

Dans ces interventions, on peut noter que, maintenant, la tâche des élèves semble mieux appréhendée, certains énonçant le statut que doit avoir l'expérience : il s'agit de l'inventer, de traiter les hypothèses sélectionnées, et, pour les traiter correctement, il faut les isoler.

Dernière discussion de cette première séance, avec la projection du document 3.

Le fait que, dans ce dernier document présenté à cette séance, figurent un résultat et une conclusion écrite, alors que l'expérience n'a pas encore été réalisée, va permettre aux élèves de clarifier leur compréhension de ces deux concepts.

- Avec ce document, on sait avec quel organe le lapin repère sa nourriture. Le document donne la réponse.
- Le sujet est mélangé. C'est moins clair que les autres feuilles. Il met résultat, conclusion...
- A la conclusion, il parle d'odeurs.
- Conclusion, c'est dire quelque chose qu'on a écrit ?
- Moi je pense que cela ne montre pas tous les organes, tout ce qui est demandé.
- Cela ne montre que l'odorat.
- Cela montre seulement certaines expériences, mais pas tout.

Les élèves abordent ici des questions concernant le statut du résultat et de la conclusion (on ne peut pas connaître un résultat ni en tirer une conclusion avant d'avoir fait l'expérience) et la nécessité de prendre en compte chacune des trois hypothèses sélectionnées.

des acquis...

Si l'on essaie de suivre, au fil de cette séance, les points abordés concernant l'expérimentation, **on peut s'apercevoir que petit à petit, les élèves passent du problème posé (le repérage), à la notion d'expérience qui peut permettre de tester des hypothèses (surtout dans la discussion 1) ; ils abordent ensuite la nécessité d'isoler les variables pour tester ces hypothèses (discussion 2), pour pouvoir obtenir un résultat et tirer une conclusion qui réponde au problème posé (discussion 3).**

... mais le sont-ils bien pour tous ?

Néanmoins, même s'il y avait eu verbalisation des caractéristiques de l'expérimentation par certains élèves, il m'était nécessaire de savoir si elles étaient reprises par l'ensemble des élèves de la classe.

Aussi, après cette première séance d'élaboration, je leur demande de reprendre en groupe leurs travaux, de les corriger, de les améliorer en se servant des critiques émises à propos des documents projetés.

A nouveau, je ramasse ces deuxièmes moutures anticipatoires de l'expérience à réaliser.

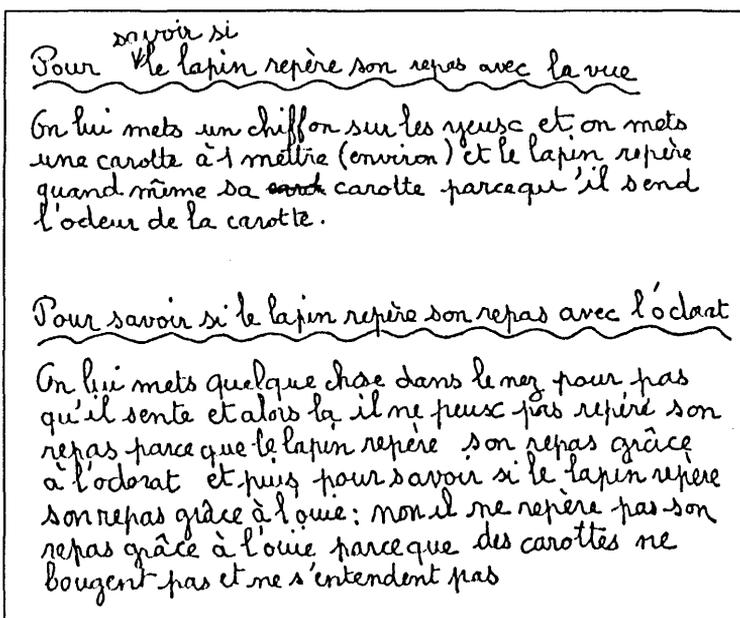
2.3. Affiner la compréhension et les apprentissages grâce au retravail écrit, au regard critique et distancié des élèves sur ces deuxièmes productions anticipatoires

des erreurs
subsistent dans
ces 2^{èmes}
documents

Dans ces deuxièmes moutures, la plupart des élèves ont bien prévu la réalisation de montages expérimentaux.

Néanmoins, il subsiste des erreurs dans la plupart des documents. Le statut de l'expérience est souvent en cause : même si l'on a des idées, des attentes ou des convictions, on ne peut préjuger du résultat ou de la conclusion d'une expérience non réalisée. Seule cette dernière, une fois faite, peut permettre de confirmer ou d'infirmar ces convictions.

Le document 4 est donc projeté pour clarifier ces points.



Document 4

elles permettent
de clarifier aux
yeux de tous...

Les auteurs de ce document, qui la première fois avaient présenté des documents de type monographique (semblables au premier document projeté à la séance précédente), ont intégré la nécessité de l'intervention de l'expérimentateur, pour séparer les variables.

Néanmoins ils n'ont sélectionné que deux hypothèses sur les trois demandées, éliminant l'ouïe qui leur semble une hypothèse aberrante : «les carottes ne bougent pas et ne s'entendent pas». Aucune place n'est prévue pour noter le résultat et la conclusion, une fois l'expérience faite, comme la consigne de ce deuxième travail le spécifiait ; en effet ceux-ci sont déjà indiqués alors qu'aucune expérience n'a eu lieu.

ce qu'est un
résultat, une
conclusion

La discussion qui accompagne la projection du document reprend les concepts abordés à la séance précédente en les explicitant et en clarifiant le raisonnement et la procédure à mettre en œuvre lors de la réalisation d'une expérimentation : prévoir une expérience pour chacune des hypothèses envisagées, même si l'une d'entre elles semble peu plausible ; ne pouvoir obtenir des résultats et en tirer des conclusions que lorsque l'expérience a eu lieu.

- Dans la première, elle dit ce qu'elle va faire, puis elle dit le résultat.
- Ils ont bien marqué les hypothèses, bien souligné les énoncés mais ils ont oublié de prévoir les expériences.
- Il ne faut pas mettre la conclusion avant l'hypothèse ; ne pas écrire la conclusion avant d'avoir fait l'expérience.
- Elle n'a pas fait toutes les expériences demandées, elle a fait l'expérience pour la vue et pour l'odorat, sans les prévoir.
Elle n'a rien prévu pour l'ouïe.

Quelques erreurs, dans ces deuxièmes documents anticipatoires de classe, concernaient la chaîne logique du raisonnement. Même s'ils étaient minoritaires, il me semblait utile de présenter à toute la classe un de ces documents, pour corriger ces erreurs de raisonnement.

Ce fut fait par l'intermédiaire du document 5.

document: indiquer les expériences à faire avec hypothèses
- vue, odorat, ouïe

Dalida: dit que c'est grâce à l'ouïe qu'il repère sa nourriture.

Virginie: dit que c'est grâce à l'odorat et à la vue, mais surtout grâce à l'odorat.

Johice: dit pareil que Virginie.

1^{er}) expérience



Je bouche et je bande
ses yeux et je
cache une carotte



Je bande et je
bouche le nez
et je cache
la carotte



Je bouche le nez et
bouche les oreilles
et je cache la
carotte.

ou bien de
démêler
la chaîne logique
du raisonnement
à tenir...

pour isoler une
variable

Avant de présenter les expériences envisagées sous forme de dessins, le groupe qui a rédigé ce document a ressenti le besoin d'énoncer les différentes «convictions-conclusions» de ses membres. Les expériences viennent après, comme moyen de départager les différents avis.

Les résultats et conclusions ne sont pas indiqués, le rôle de l'expérience étant bien de pouvoir trancher entre les différents avis, par les résultats qu'elle permettra d'obtenir et les conclusions qu'ils pourront en tirer.

Néanmoins, la chaîne logique de raisonnement est parfois confuse : certaines actions sont redondantes : cacher la carotte et bander les yeux, ou bien s'annulent : seuls les yeux de l'animal sont disponibles dans la dernière expérience envisagée alors que l'aliment est caché.

C'est sur ces points que vont porter, en classe entière, mes questions. Elles vont permettre aux élèves du groupe de revenir sur leurs erreurs de pensée, et de corriger leur procédure.

Prof Oreilles bouchées, cacher les yeux, cacher la carotte...!
Virginie Quand je disais les yeux bandés et la carotte cachée, ce n'était pas la peine.
Prof Et s'il n'avait pas les yeux bandés, est-ce que ce serait utile ?
Virginie Oui, alors ça ferait le même résultat !

revoir une
dernière fois sa
procédure
expérimentale

et les
raisonnements qui
la sous-tendent

Séance suivante, derniers moments avant l'expérimentation... Les élèves, une dernière fois, confrontent leurs raisonnements, explicitent en groupe leurs démarches, mettent au point les dernières retouches.

Dans l'extrait suivant de conversation d'un groupe d'élèves retravaillant leur document anticipatoire, la chaîne logique du raisonnement nécessaire pour réaliser une expérience correcte est maintenant construite : **on voit apparaître certains connecteurs logiques** quasiment absents dans la première phase du travail - ils sont soulignés intentionnellement dans cet extrait. Ils témoignent de l'avancée des élèves dans la construction et la compréhension de ce que représente, du point de vue scientifique, une hypothèse, un résultat... dans une expérience.

Alain Là, on prend l'odorat...
Alors on lui cache les yeux et les oreilles...
Murat Pour qu'il sente.
Rabbah Alors, on a dessiné un lapin, on lui a caché les oreilles et on lui a caché les yeux donc il reste l'odorat.
Alain On voit qu'il peut sentir... On ne sait pas. Maintenant, on va faire la vue
Murat On va lui boucher le nez et bander les yeux...
Zakaria Après on voit si...
Alain Pas les yeux, puisque c'est la vue.
Murat Ah ! oui, le nez et puis les oreilles, pour ne pas qu'il sente et pour ne pas qu'il écoute.
Alain ... Et donc pour savoir s'il voit la carotte qui est devant lui.
[...]
Rabbah Non, alors conclusion...
Alain Conclusion : on ne sait pas ce qui va se passer puisque on n'a pas fait encore l'expérience !

2.4. Éprouver la pertinence de son raisonnement et de son anticipation en passant «aux actes»

enfin ! On va réaliser l'expérience projetée

Enfin, jour J pour les enfants !

On va chercher les lapins ; nous avons un élevage au collège. Chaque groupe a apporté son matériel, sait ce qu'il recherche, ce qu'il va mettre en œuvre, ce qu'il pourra en apprendre.

Hélas ! Le lapin ne tolère pas de bandeau sur les yeux !

Comment faire ? Le passage à la réalité oblige à revoir la procédure, tout en gardant son sens.

mais la réalité résiste !

Quelques élèves pensent à intervenir sur l'aliment présenté plutôt que sur le lapin puisqu'il ne se laisse pas faire. L'idée fait vite le tour des différents groupes, et les élèves relèvent bientôt les résultats expérimentaux.

La confrontation à la situation concrète et l'impossibilité dans laquelle se trouvaient les élèves de réaliser le protocole expérimental qu'ils avaient envisagé, les a obligé à **trouver des équivalents logiques à leurs actions.**

Peut-être la discussion ayant eu lieu à propos du document 5, (dans laquelle Virginie signalait que cacher la carotte ou bander les yeux du lapin revenait au même), les y a-t-elle aidés. Quoiqu'il en soit, le passage à la réalité a renforcé, de ce fait, **la compréhension de la chaîne logique du raisonnement à tenir.**

et cela renforce les apprentissages

Les compte-rendus des expériences réalisées sont ensuite rédigés à partir des derniers documents anticipatoires.

Ainsi, Zakaria, un élève du groupe dont la discussion a été reprise au paragraphe précédent, et qui y semblait particulièrement passif, a intégré de nombreux connecteurs logiques dans son compte-rendu qui forme un tout structuré logiquement et qui témoigne de la rigueur du raisonnement tenu, comme on pourra le voir dans ce court extrait.

On a bouchées les oreilles du lapin pour qu'il n'entende pas la nourriture
 - Et comme on ne pouvait pas bander les yeux du lapin la nourriture a été enveloppée par une serviette blanche pour qu'il ne voit pas la nourriture.
 - Conclusion à la fin de la première expérience le lapin a fini par trouver la nourriture. Je pense pour lors ^{que} restant le lapin se dirige avec l'odorat

Document 6

ultérieurement faire des reprises

Ces phases de construction de l'idée d'expérience ont été reprises, réinvesties ultérieurement dans l'année, et ce, à plusieurs reprises à propos de l'analyse et la compréhension d'expériences présentées sur d'autres sujets d'étude tels la respiration ou la nutrition des plantes.

2.5. Quelles avancées des élèves ? Éléments d'analyse et d'évaluation

- Évolution des productions écrites

des écrits...

Outre les remarques formulées lors de la présentation des différentes phases du travail des élèves, quant à l'évolution de leurs raisonnements (par exemple sur l'expression de liens logiques d'ordre déductif), on peut essayer d'appréhender les progrès des enfants en comparant les erreurs commises dans les premières puis les secondes moutures des documents anticipatoires qui ont fait l'objet de réflexions critiques de la classe ; ces documents étaient en effet assez représentatifs de ceux de l'ensemble de la classe.

	Documents				
	1	2	3	4	5
	1 ^{ères} moutures			2 ^{èmes} moutures	
Dans les productions écrites, erreurs commises (ou absence de prise en compte) en ce qui concerne :					
le repérage	X				
la notion d'expérience.....	X	X			
les hypothèses à tester	X		X		
la nécessité d'isoler les variables	X	X			
le plan expérimental	X	X	X	X	
le résultat expérimental	X	X	X	X	
la conclusion d'une expérience.....	X	X	X	X	
la chaîne logique du raisonnement.....	X				X

...qui permettent de suivre l'évolution des apprentissages

La critique de plus en plus fine des élèves de la classe oblige chacun à expliciter pour autrui ses conceptions, à prendre du recul par rapport à ses idées. Ce regard distancié qu'ont alors les enfants sur leurs productions permet des avancées significatives dans les écrits et les concepts qui les sous-tendent.

- La nature des interventions verbales des élèves

... et font l'objet des réflexions des élèves

Elle a, elle aussi, évolué dans cette classe de sixième ; les interventions portant sur la forme du document produit diminuent au profit de celles concernant des concepts précis de la notion d'expérience ou la rigueur du raisonnement, comme le tableau suivant permet de le percevoir.

Ce tableau reprend l'intégralité des interventions orales des enfants dans les discussions dont les extraits cités plus haut avaient été tirés. Chaque barre verticale représente une intervention d'enfant.

Interventions des enfants portant sur :	à propos des documents					
	1	2	3	4	5	6
	1 ^{re} moutures			2 ^{es} moutures		3 ^{es} moutures
la consigne non comprise	■	■				
le repérage	■					
la notion d'expérience						■
les hypothèses à tester	■	■			■	■
la nécessité d'isoler la variable				■		■
le plan expérimental			■	■		■
le résultat expérimental					■	■
la conclusion d'une expérience			■	■		■
la logique du raisonnement		■			■	■

les paroles influencent à leur tour les écrits

Les interventions et les productions écrites des élèves suivent des évolutions semblables.

Elles sont reliées de façon dialectique : ce sont les interventions verbales qui permettent l'évolution des productions écrites, et ces interventions ne sont elles-mêmes possibles que grâce aux productions écrites.

Donc, **grâce à la création d'outils graphiques** anticipatoires de l'action à réaliser, leurs remodelages successifs pour aboutir à la rédaction d'un compte-rendu, **la rigueur du raisonnement se met en place progressivement**, presque sur le papier, pourrait-on dire, et les élèves ont pu passer du stade informel des débuts, à un stade beaucoup plus élaboré pour la plupart d'entre eux, des concepts d'expérience, d'hypothèse, de variable, de résultat, de conclusion, **grâce à l'organisation de moments «où l'on se voit penser», et où l'erreur peut devenir tremplin d'une construction collective de savoir.**

Par ailleurs, tout en percevant bien l'aspect limité des expérimentations réalisées par les élèves, (peut-on généraliser en ne partant que d'une dizaine d'essais avec trois lapins différents ? ⁽²⁾), **tout ce travail a enchanté les élèves.**

Son aspect bénéfique s'est ressenti tout au long de l'année, que ce soit en ce qui concerne **leur curiosité, leur questionnement ou leur avidité à faire des expériences pour trouver des réponses et comprendre.**

Il faut signaler néanmoins des avancées inégales des élèves dans leurs acquisitions et leur maîtrise des concepts concer-

un bilan positif pour le travail en classe

(2) Cette question ne me semblait pas pouvoir être abordée à ce moment par la classe.

bien qu'inégal
quant à la
maîtrise des
concepts

nant l'expérience. Une phase de régression a été observée lors d'un réinvestissement ultérieur dans un travail sur une expérience relatée, non réalisée par eux-mêmes.

Doit-on y voir une difficulté à saisir toute la complexité de la situation expérimentale pour des élèves de sixième ? Est-ce lié aux difficultés que ces élèves (définis pour la plupart comme étant en échec scolaire) éprouvent face à l'écrit dont ils se sentent exclus et qui les rebute ?

Quelles qu'en soient les raisons exactes, cela met en évidence la nécessité d'une **pédagogie de reprise**, qui ne considère pas qu'une fois travaillés, les concepts sont acquis ; la nécessité aussi d'**articuler le travail sur l'écrit avec la réalisation concrète de l'expérimentation**, sans penser qu'il s'agit d'une perte de temps mais en la concevant plutôt comme une étape utile permettant aux élèves d'accéder à l'abstraction des situations expérimentales écrites.

3. UNE AUTRE PROGRESSION : TRAVAILLER D'ABORD DIFFÉRENTES FORMES GRAPHIQUES POUR COMPRENDRE L'ORGANISATION D'UNE EXPÉRIENCE

autre année, ...

Cette année-là, la classe de sixième intégrait de nombreux élèves venant de classe non-francophone : enfants ayant peu été scolarisés dans leur pays d'origine et maîtrisant peu la langue française. Ces données ne doivent pas être perdues de vue pour lire le travail qui suit. La procédure mise en place vise les mêmes objectifs que précédemment :

autres élèves, ...

- acquisition et maîtrise de la notion d'expérience
 - capacité à concevoir et réaliser une expérience pour répondre à un problème donné
 - capacité à théoriser ses apprentissages
- le tout, par distanciation vis-à-vis de son travail, de ses écrits, en les remodelant, les modifiant pour les améliorer en même temps que ses idées.

Pour répondre à deux préoccupations,

- la difficulté de ces élèves, présentée plus haut,
- le fait que dans la procédure précédente j'avais observé une phase de recul dans les acquis concernant les concepts de l'expérience lors d'un réinvestissement (peut-être pouvait-on réduire cette régression apparente ?),

autre procédure
pédagogique à
mettre en œuvre

je décidai, cette année-là et avec ces élèves, de faire précéder la phase de conception et de réalisation d'une expérience par une **phase d'analyse plus poussée de l'expérience** présentée dans le film sur la chauve-souris. Par ailleurs, je systématisai les **formulations écrites des concepts de l'expérience** après l'expérimentation, pour renforcer les apprentissages chez ces élèves en difficulté.

Ce sont donc **ces deux nouvelles étapes** qui seront plus détaillées ci-après, celle portant sur la réalisation de l'expérience s'étant déroulée selon les mêmes modalités que lors de la progression précédente, bien que plus rapidement.

Je tiens en outre à signaler que les séquences se sont tenues en demi-groupe, moyens octroyés par l'établissement pour répondre aux difficultés des élèves.

3.1. Apparition du problème scientifique et des expériences à analyser

Après un rappel sur nos organes des sens, je pose, a priori, le problème suivant : *«Quels sont les organes des sens que la chauve-souris utilise pour se diriger la nuit ?»*

Les idées de la classe sont notées : yeux pour la vue, museau pour l'odorat et oreilles pour l'ouïe.

Un nouveau problème se pose alors : comment départager les différents avis : l'un suggère de lire des documents, un autre de faire des expériences et un troisième enfin d'observer la chauve-souris.

On va chercher l'animal empaillé, et certains élèves mettent en doute l'utilisation des yeux pour se diriger, étonnés par leur petitesse.

Je propose de regarder un film présentant des expériences réalisées avec cet animal et parallèlement leur est distribué un questionnaire pour en faire l'analyse, comme dans la première progression.

Comme précédemment, les élèves y répondent correctement, mais la discussion, lors de la correction, fait bientôt ressortir que les notions d'hypothèses testées par l'expérimentateur, des résultats qu'il obtient et des conclusions qu'il faut en tirer, semblent des plus confuses !

3.2. Analyser une expérience à l'aide de différents outils graphiques

Je distribue en fin de séance, **un premier outil graphique (un tableau)**, que les élèves doivent remplir en utilisant les données du film et du questionnaire. La consigne spécifique qu'il s'agit d'inventer une manière adéquate pour le remplir et d'utiliser des codes.

Une grande inventivité quant aux codes créés apparaît bientôt dans les tableaux, dont les deux suivants rendent peu compte.

l'expérience : un moyen de départager les avis

n° expérience	hypothèses		résultat	conclusion
	vue	ouïe		
Christina 1	/	/	+	// avec oo ?
2	· /	/	+	(P) n'est pas oo
3	/	· /	-	sans P (P)

oo vue
? ouïe

les codes
/ non caché
· / oui //

+ se dirige bien
- se dirige mal

// il vole bien
(P) il vole mal.

Document 7

n° expérience	hypothèses	testés	Résultat	conclusion
Hayet 1	—	—	+	elle vole bien
2	∩	∩	=	se cogne un peu
3	—	∩	—	vole mal

— : porte rien ; ∩ : elle porte quelque chose
+ : elle vole bien = : vole pas très bien - vole mal

Document 8

voir sur écran sa production...

Plusieurs de ces tableaux, choisis pour leur diversité, l'explicitation présente ou non de codes de lecture, les erreurs commises notamment dans la confusion qui existe entre résultat et conclusion, ont été reproduits sur transparent.

Ils sont projetés au groupe et chaque auteur présente et explicite son travail aux autres.

C'est souvent l'occasion pour cet auteur de s'apercevoir de ses erreurs, comme si la projection, agrandissant et permettant le regard critique des autres élèves, agissait comme révélateur.

...permet d'en percevoir les imperfections et de s'autocorriger

Ainsi, Hayet allant présenter son tableau, le corrige ainsi ; en s'exclamant « je me suis trompée, pour la deuxième expérience, j'avais mélangé... j'avais oublié qu'elle (la chauve souris) ne portait qu'un bandeau sur les yeux, et qu'elle volait bien. »

n° expérience	hypothèses	testés	Résultat	conclusion
Hayet 1	—	—	+	elle vole bien
2	∩	∩	= +	se cogne un peu
3	—	∩	—	vole mal

— : porte rien ; ∩ : elle porte quelque chose
+ : elle vole bien = : vole pas très bien - vole mal

Document 9

voir d'autres productions d'élèves...

...en faire la critique...

... change le statut de l'erreur

Durant ce temps, les autres élèves ne doivent pas interrompre le présentateur, même s'ils sont en désaccord avec lui.

Ils repèrent puis notent par écrit, ce qu'ils trouvent bien, intéressant dans le travail projeté et parallèlement ce qui ne va pas, ce qu'il faudrait changer.

Ce n'est qu'une fois leurs remarques écrites qu'ils peuvent oralement les retourner à l'élève qui présentait son travail pour qu'il l'améliore.

C'est alors l'occasion de clarifications et, aidée par les remarques de Christina, Hayet peut mieux faire la distinction entre résultat et conclusion.

En contre-partie, Christina qui utilisait des codes très créatifs mais un peu complexes aux dires des autres, se servira du travail d'Hayet pour les simplifier.

Cette phase du travail a permis un **enrichissement des modes d'utilisation graphique d'un tableau, un entraînement à sa lecture**, tout en amorçant une construction des concepts d'hypothèse, de résultat et de conclusion.

Par ailleurs, elle a permis de **sortir de la problématique souvent préjudiciable du «tout bon» ou du «tout faux», qui fait que les élèves rejettent d'un bloc leur travail au lieu de le reprendre, de le transformer en corrigeant ce qui doit être amélioré.**

feuille
de
critique
de
Christina

Tableau appartenant à	Ce qui est bien, ce que me donne des idées pour améliorer mon travail	Ce qui ne va pas, ce qu'il faudrait changer.
Véronique	La conclusion est assez bien.	C'est se t-et- qui ne va pas, dans sa légende elle a mis t-ven se dire bien; elle aurait dû mettre t-mon ca hée.
Fabrice		Il a fait 2 tableaux 1 tableau pour la conclusion; il faudrait lire le 2 ^{ème} . On pourrait enlever le 1 ^{er} .
Fatima	t-et- sont les deux signes compréhensibles	Trop compliqué. Il faudrait que la légende soit moins écrite
Hayet	Le code est bien.	Elle est trompée. Pour la conclusion c'est un peu Résultat
Hardim		Conclusion trop d'écriture. seulement 3 codes.
Christina		Il y a beaucoup de signes donc légende trop longue

et incite au
retravail

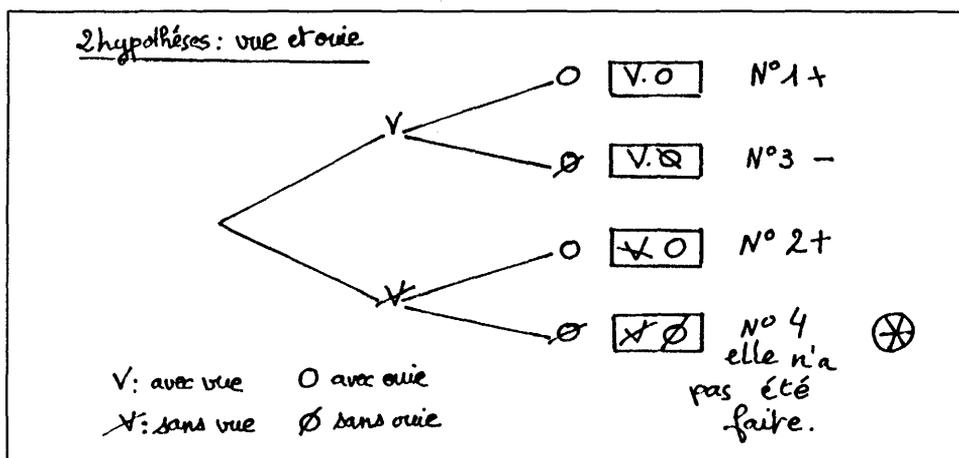
Chacun, a donc pour tâche, d'intégrer les remarques de l'ensemble de la classe, d'utiliser ce qu'il a trouvé intéressant dans les travaux projetés **pour reprendre son tableau et l'améliorer**.

Ces tableaux améliorés présentent une simplification du mode de remplissage et des codes. Cela a permis de dégager l'essence de la signification de l'intitulé des colonnes : hypothèse, résultat conclusion qui, peut-être, se noyait dans la riche diversité graphique utilisée.

un autre outil
graphique

Pour renforcer les apprentissages sur les concepts de l'expérience, **un autre outil graphique est proposé : un schéma en arbre**.

Chacun s'essaye à le remplir, et doit indiquer le numéro de l'expérience du film au bout de chaque branche.



Document 11

pour réinvestir et
transférer

Cela suppose deux types de compétences : compétence de lecture et compétence de transfert : donner du sens à une forme graphique nouvelle et à des codes imposés en les référant à ce qui a été vu dans un film et à ce qui a déjà été travaillé à travers un autre graphisme.

La branche de l'arbre comportant un astérisque pose problème aux élèves : « nous n'avons pas vu quatre expériences, quel serait son intérêt ? »

...la
compréhension
des concepts de
l'expérience

Apparaît alors, dans la discussion qui s'instaure, la possibilité d'une autre hypothèse, d'un autre sens qui n'aurait pas été testé et qui pourrait intervenir avec l'ouïe dans la perception des obstacles par la chauve-souris ; sens nécessaire mais non suffisant. Seule cette expérience non faite permettrait d'affirmer que l'ouïe est responsable du bon déplacement de l'animal, la nuit.

Ainsi est posée la question de la sélection des hypothèses de départ et celle du plan expérimental.

3.3. Réaliser une expérience : une tâche déjà bien déblayée

Après ces quatre séquences, la classe ouvre un «dossier d'étude» intitulé : «avec quels organes des sens le lapin choisit sa nourriture, expérience que nous réalisons.»

- Phase préparatoire

face au
problème

Il n'y a alors pas comme l'année précédente d'incompréhension sur le sens du travail à faire (il s'agit de faire une expérience en classe), comme si la phase précédente avait clarifié l'objet du cours de biologie.

Les élèves débattent des hypothèses plausibles et n'en retiennent que deux : l'odorat et la vue.

anticiper
individuellement
son action

Ils doivent alors faire un **document anticipatoire** qui présente l'expérience envisagée et laisse de la place pour pouvoir noter les résultats et la conclusion.

Et là, aucune recherche documentaire, mais la réutilisation de tableaux et le réinvestissement des codes mis au point dans la première phase du travail sur l'expérience.

mais se mettre
d'accord avec
d'autres

Ces documents sont le résultat d'un travail individuel le plus souvent réalisé à la maison, aussi, de retour en classe, **les élèves d'un même groupe doivent-ils les confronter et se mettre d'accord sur une production collective.**

En regardant de près la production d'Hayet, élève d'un niveau moyen, on peut suivre les étapes de sa pensée et de son travail.

<p>En 1^{er} on laisse la carotte devant le lapin En 2^e on cache la carotte pour savoir si c'est avec la vue ou l'odorat qu'il trouve la nourriture En 3^e on enlève l'odeur de la carotte mais seulement si il on faim</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>n°</th> <th>Vue</th> <th>l'odorat</th> <th>Résultats</th> <th>Conclusion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>+</td> <td>+</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>∩</td> <td>+</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+</td> <td>∩</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					n°	Vue	l'odorat	Résultats	Conclusion	1	+	+			2	∩	+			3	+	∩			<p>TRAVAIL INDIVIDUEL D'HAYET</p>
n°	Vue	l'odorat	Résultats	Conclusion																					
1	+	+																							
2	∩	+																							
3	+	∩																							
					<p>TRAVAIL DU GROUPE : AJOUT</p>																				

Dans la première étape individuelle, Hayet a semble-t-il réutilisé le cadre du tableau mis au point pour traiter un autre problème (chauve-souris), ainsi que ses symboles.

Néanmoins, celui-ci n'est pas une simple copie du tableau antérieur. Elle a spécifié en effet au dessus le sens de la première expérience qu'elle a prévue : savoir si le lapin a faim.

des dessins
permettant de
concrétiser
l'expérience
projetée

Dans une deuxième étape, les membres du groupe ont ajouté des dessins sous le tableau. Ceci a permis de concrétiser la réalisation des expériences prévues, les aspects figuratifs des dessins permettant aux élèves de visualiser les aspects matériels à mettre en œuvre. Ceci s'est retrouvé dans les productions de plusieurs groupes.

Il n'y a qu'un groupe qui ait envisagé de faire une expérience dans laquelle la vue et l'odorat n'étaient plus disponibles pour le lapin. Il faut ici signaler que, lors du choix des hypothèses à retenir, l'un des élèves du groupe souhaitait que l'on teste aussi l'ouïe. Il arguait du fait que le vent bruissait différemment dans les herbes, selon leur nature. On retrouvait là la même hypothèse que celle de la classe (présentée en 2) de l'année précédente.

Il est donc vraisemblable que le but de cette troisième situation expérimentale - tester l'intervention d'organes des sens autres que la vue et l'ouïe - était présent dans l'esprit de ces élèves qui réinvestissaient ainsi la discussion ayant eu lieu à propos du schéma en arbre.

• Phase de réalisation

Les élèves vont chercher les lapins : quatre animaux.

Hélas, les lapins apportés en classe sont paralysés et ne songent qu'à se cacher dans les coins !

à nouveau la
réalisation oblige
à revoir son
anticipation

Il nous faut donc revoir les procédures expérimentales : expérimenter dans l'unique grand clapier au sol du local à lapins, endroit familier aux animaux. Il est donc décidé que chaque groupe utilisera la procédure qu'il a prévue, avec successivement tous les lapins de l'élevage.

A nouveau, les contraintes et aléas matériels obligent les élèves à progresser : s'ils souhaitaient utiliser l'ensemble des lapins, ce n'est pas seulement par curiosité, mais parce que, disaient-ils, certains animaux pouvaient être moins gourmands, tous pouvaient ne pas se servir des mêmes sens...

et oblige à un
recueil statistique
des résultats

On peut noter, chez eux, dans cette phase de réalisation concrète, un souci de rigueur scientifique qui seul permet de pouvoir généraliser et conclure.

Pendant qu'un groupe met en œuvre son expérience, les autres élèves doivent noter tout ce qui se passe. L'expérience devient donc la somme des essais des différents groupes avec les différents lapins.

Les élèves doivent, alors, pour le cours suivant, rédiger un écrit qui rende compte des nouvelles conditions d'expérience

mises en œuvre. Ils ne peuvent se servir tel quel, de leur document anticipatoire, la réalité les ayant contraints à modifier leurs prévisions. Différentes procédures sont utilisées :

- Certains élèves ont, comme Hayet, inventé **une nouvelle présentation graphique**, le document préparatoire ayant surtout servi à conceptualiser l'expérience dans ses principes.
- D'autres, comme Christina, ont **complété leur document anticipatoire** par des subdivisions, une pour chacun des quatre animaux.
- Certains, comme Murat, ont tiré les conclusions des résultats obtenus, et les ont fait entrer, en généralisant, dans leur document anticipatoire, sans rendre compte des nouvelles procédures expérimentales ni des différents résultats chiffrés obtenus.

différentes
confrontations

Les confrontations ont joué un rôle important dans l'ensemble de ce travail. Ici, c'est la confrontation avec la réalité qui entraîne un saut qualitatif. Les aléas de l'expérimentation et la résistance qu'elle oppose aux projets ont permis de passer d'une expérimentation prévue le plus souvent avec trois essais à une autre, plus généralisable, de plus d'une trentaine d'essais.

ont facilité les
apprentissages

Cela a permis de mieux comprendre le caractère parfois abusif de l'expérience type présentée dans les manuels, dont on ne voit pas si elle est unique ou un résultat statistique d'une multitude d'essais.

3.4. Essai d'analyse de l'évolution des apprentissages pour trois élèves : Christina, Murat et Hayet

Les documents écrits sont une aide appréciable pour l'enseignant qui souhaite avoir une idée précise des apprentissages des élèves à travers les activités qu'il leur propose.

Voici un essai d'analyse des écrits successifs de trois élèves.

des élèves
différents...

Ces trois élèves ont été choisis pour la diversité de leur profil scolaire. Christina, bien que d'origine étrangère maîtrise bien la langue française et on la qualifie de «bonne élève». Hayet, n'ayant pas de problème particulier, est peu scolaire comme le sont souvent les élèves de ce collège. Murat, enfin, est arrivé en France depuis seulement trois ans ; c'est un élève dit intelligent, faisant beaucoup d'efforts mais maîtrisant mal la langue française.

Au départ les acquis de ces élèves sont hétérogènes en ce qui concerne :

des
connaissances de
départ différentes

- **l'utilisation d'un tableau**, le maniement de symboles abstraits
- **la maîtrise des notions de résultat et de conclusion.**

Le regard critique porté par la classe sur certaines des productions des élèves a permis une amélioration sensible de l'ensemble des travaux. Pour les trois élèves suivis, on peut observer :

les progrès sont d'ordre différent...

- une simplification du code utilisé par **Christina** ce qui renforce l'aspect synoptique et visuel du tableau,
- un enrichissement dans son utilisation par **Murat** qui s'essaye ensuite à mettre au point une symbolisation plus abstraite,
- la correction de certaines erreurs commises par **Hayet**, dans les rubriques concernant une des trois expériences du film, même si elle prend encore le résultat pour la conclusion.

Au moment de la constitution des documents préparatoires à la réalisation de l'expérience, les élèves ont réemployé systématiquement des tableaux. Mais les réinvestissements de la phase antérieure sont différents selon les élèves :

et peuvent être «lus» dans les écrits

- ainsi, **Christina** abandonne la structure du tableau utilisé pour analyser l'expérience de la chauve-souris, et en crée une autre, répondant mieux à la nouvelle tâche ;
- **Murat** semble reprendre le même tableau, mais il y intègre une nouvelle expérience qui lui a été inspirée par l'utilisation du schéma en arbre et la discussion qui a suivi ;
- enfin, **Hayet**, qui reprend tel quel le tableau initial semble, par les phrases qui y sont annexées, mieux faire la distinction entre le résultat (trouver sa nourriture) et la conclusion (le sens qui intervient).

La façon d'adapter (dans les compte-rendus) les tableaux anticipatoires à la situation expérimentale réelle, différente de ce qui avait été prévu, témoigne aussi des avancées et des obstacles qui subsistent.

de même que les difficultés qui subsistent

- **Murat** évite le problème en ignorant la présentation de la diversité des essais et des résultats obtenus, il conserve son écrit tel qu'il l'avait prévu en y faisant entrer ce qu'il a tiré de l'expérience réalisée.
- **Hayet** ignore son document anticipatoire au profit d'un autre répondant mieux à la consigne donnée. Ce qui souligne une indépendance acquise face à un outil graphique, ce qui ne semblait pas le cas dans son document anticipatoire qui reproduisait le tableau antérieur.
- Seule des trois, **Christina** modifie son tableau initial de manière à le rendre apte à intégrer les nouvelles informations non prévues.

Donc des chemins et des apprentissages différents selon les élèves et leurs difficultés initiales.

L'ensemble de ces deux phases du travail de classe leur a permis de progresser à la fois dans l'utilisation de tableaux et dans la maîtrise de ce qu'est une expérience.

3.5. Théoriser, grâce à des écrits successifs, ce qu'est une expérience scientifique

Les concepts méthodologiques travaillés m'avaient semblé moins explicités sur le plan verbal dans cette deuxième procédure pédagogique qu'ils ne l'avaient été dans la première et je craignais par ailleurs que les élèves ne se soient trop exclusivement centrés sur la maîtrise des outils graphiques. Je cherchais aussi à réduire dans la mesure du possible les régressions observées l'année précédente.

C'est avec cet ensemble de préoccupations que j'engageai cette nouvelle phase de travail.

expliciter par écrit les concepts

Je distribue aux élèves une fiche leur demandant de spécifier ce qu'est pour eux une hypothèse, un résultat expérimental, une conclusion et une interprétation.

Lors de la rédaction de ces formulations, les élèves soulignent la difficulté qu'ils éprouvent à pouvoir mettre des mots derrière ce qu'ils disent avoir compris.

se ressourcer pour les enrichir

Face à cette difficulté, je leur propose deux exercices susceptibles de consolider leur conceptualisation et d'enrichir leur mode d'expression. Le premier leur demande de colorier dans un texte les phrases qui à leur avis expriment une hypothèse. Le second leur demande, dans un autre texte, de colorier les phrases indiquant un résultat, de les interpréter et de justifier leur interprétation. La correction de ces exercices permet aux élèves de repérer les éléments verbaux qui dans une phrase indiquent l'aspect hypothétique, ce qui représente une aide importante pour ces enfants en difficulté pour maîtriser la langue française et son écrit. Après ces exercices, les élèves sont invités à rédiger une nouvelle série de formulations des concepts d'hypothèse, résultat, interprétation.

un exercice réussi

Un contrôle suit : je demande, après un repérage d'hypothèses dans un texte d'indiquer la différence qu'ils font entre une hypothèse, un résultat et son interprétation. Il a été relativement bien réussi, comme en témoignent ces quelques réponses : *«Une hypothèse, pour moi, c'est une supposition, une idée qu'on ne sait pas si elles sont vraies, qu'on vérifie par une expérience»*. Ou bien : *«Un résultat indique ce qu'on voit, ce qui se passe. Une conclusion, c'est là où on peut dire si nos hypothèses sont fausses ou justes, par rapport aux résultats des expériences.»*

dégager une formulation commune des concepts

- A l'issue de cet ensemble d'exercices, les élèves confrontent leurs formulations, et la classe se met d'accord sur une série de formulations communes, que chacun reprend sur sa fiche individuelle.

date	pour moi, une <u>hypothèse</u> c'est...	pour moi, le <u>résultat</u> d'une expérience c'est...	pour moi, la <u>conclusion</u> ou l' <u>interprétation</u> c'est...
4/03/89 (après les expériences)	Une hypothèse c'est une idée	De l'avoir élaboré, de l'avoir vue.	Expliquer pourquoi, comment.
23/05/89 (après les exercices)	c'est une supposition sur quelque chose	C'est ce que donne la fin l'expérience	la conclusion affirme l'hypothèse et le résultat de l'expérience.
26/05/89 (classe)	une hypothèse est un essai d'explication ce que l'on suppose juste possible pour expliquer ce que l'on observe. On ne sait pas si elle est juste	C'est ce que l'on voit ce qui se produit à la fin de l'expérience Ce n'est pas une explication.	c'est l'affirmation ou l'infirmité de l'hypothèse en fonction du résultat obtenu c'est une explication, c'est ce qu'on pense.

Document 13

écrire exige une
construction
mentale plus
importante

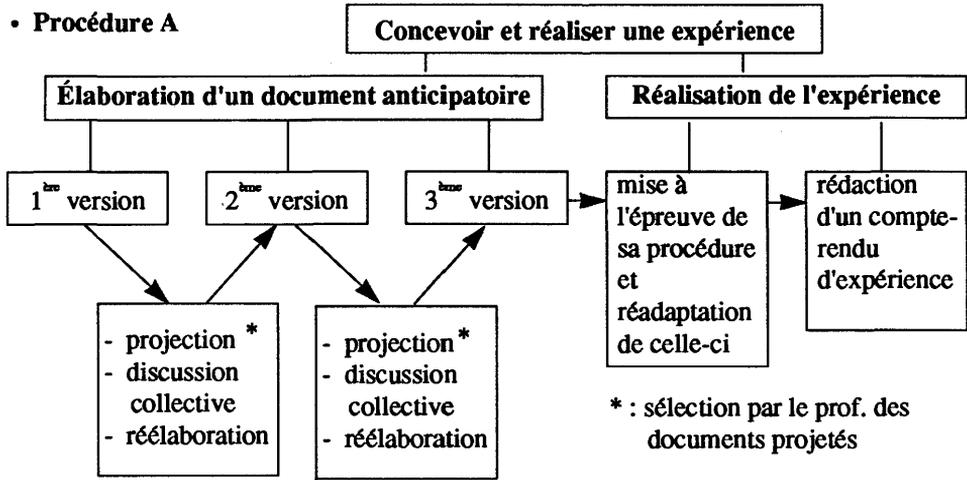
Ce travail a permis de mettre des mots derrière les conceptualisations des enfants. Il y a un saut entre mettre en œuvre une idée et la conceptualiser. L'écrit, par la forme définitive qu'il peut prendre et son aspect distancié - faire sortir de soi ses idées et les regarder sur le papier - oblige à un effort de construction mentale plus rigoureuse. Par ailleurs obliger l'élève à formuler par écrit ses concepts, les lui faire travailler lui montre d'une part l'importance que nous, en tant qu'enseignants, leur accordons, et lui permet d'autre part, d'évaluer ses acquis.

4. COMPARAISON DES DEUX PROGRESSIONS

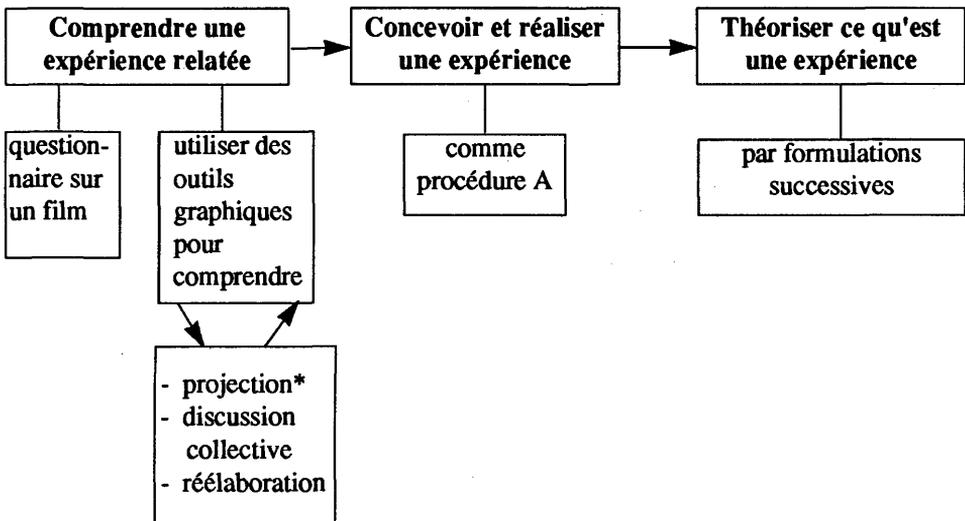
des étapes de
travail différentes

Pour faire apparaître les points communs et les divergences entre ces deux procédures pédagogiques, on peut mettre en parallèle ces présentations synoptiques de l'enchaînement des étapes de chacune d'entre elles :

• Procédure A



• Procédure B



mais toujours articulation entre phases de réflexion, de réalisation, de confrontation

Les deux progressions font alterner des phases d'action, de réalisation pratique et des phases de réflexion avec pour support des écrits et des confrontations.

Toutes deux proposent des reprises successives assez nombreuses et misent sur les réélaborations. Mais la seconde ajoute des phases supplémentaires par rapport à la première.

Une première différence réside dans le fait que dans la première procédure, les élèves élaborent d'emblée une expérience, alors que dans la seconde, cette phase est précédée d'un travail sur des outils graphiques structurants (tableau et schéma en arbre).

entrer
directement ou
en «différé» dans
l'expérience

Dans la première, la structure de l'expérience émerge progressivement à partir des apports successifs des élèves et des rectifications qu'ils proposent, alors que dans la seconde, la structure de l'expérience est donnée par l'enseignant, par les outils graphiques qu'il propose et l'inventivité des élèves ne s'exprime qu'à l'intérieur de ces cadres imposés.

Dans cette dernière, une phase d'explicitation des concepts méthodologiques, qui n'existait pas dans la première, est introduite pour consolider les apprentissages.

Ces modifications dans la progression répondent à deux préoccupations principales :

- une adaptation à la présence importante d'élèves non-franco-phones, qui parallèlement à leurs difficultés à manier la langue française ont plus de mal à utiliser des outils graphiques
- le souci d'éviter la régression observée l'année précédente, lors d'essais de réinvestissements.

les aléas
expérimentaux
entraînent des
apprentissages
uniques

Une autre différence est, quant à elle, attribuable au hasard de la situation expérimentale : les difficultés de la réalisation pratique de l'expérience la deuxième année ont conduit à introduire un aspect statistique inattendu. La multiplicité des essais et des résultats s'est imposée aux élèves et les a amenés à réfléchir sur le rôle du nombre d'essais par rapport au raisonnement à mener. Ce qui n'avait pas du tout été abordé la première année.

difficile
évaluation qui
interdit de porter
un jugement

Peut-on émettre un jugement comparatif entre les deux procédures ? La deuxième tente en effet de résoudre certains problèmes rencontrés dans la première. Lors de cette seconde procédure, les élèves, plus en difficulté scolaire, font en effet moins d'erreurs, trouvent d'emblée une structure relativement satisfaisante pour l'expérience qu'ils proposent. Mais cette procédure est beaucoup plus guidée par l'enseignant. Se sont-ils réellement approprié la structure en question qui est celle qui leur a été donnée par le professeur ? Se sont-ils contentés de la reproduire ? Les apprentissages sont-ils plus solides ? Il est difficile de trancher.

En effet, d'une année sur l'autre, la procédure pédagogique tente de résoudre les problèmes rencontrés précédemment, tout en cherchant à s'adapter aux particularités du public de chaque année et de chaque classe.

et d'ériger un
modèle

En conséquence, les résultats obtenus auprès des élèves dépendent à la fois de la procédure employée et des particularités des populations d'élèves. Comme il s'agit de situations réelles, on ne peut séparer ces deux variables et en conséquence, **on doit se garder de juger de la supériorité intrinsèque d'une procédure par rapport à l'autre.**

On ne peut en ériger une en modèle à reproduire tel quel, quelles que soient les situations de classe et d'enseignement.

5. CONCLUSION

L'ensemble du travail présenté, que ce soit les représentations des élèves sur l'objet de notre enseignement, leurs attentes, ou bien leurs difficultés à maîtriser ce qui constitue notre spécificité (l'aspect expérimental), tout ceci ne peut que **nous inciter à faire construire par les élèves des concepts tels que ceux d'hypothèse, variable, conclusion.**

Si l'on souhaite rendre **cette construction solide**, c'est-à-dire faire qu'elle s'inscrive dans le réseau des schèmes de pensées et de concepts de l'enfant, ce travail doit se mener à partir de ce que sont nos élèves, en leur laissant la possibilité d'emprunter des chemins diversifiés dans leurs apprentissages.

Cette construction sera aidée et plus rapide si nous acceptons de les laisser se livrer à ce qui pourrait apparaître comme des détours : confronter, échanger avec d'autres qui peuvent enrichir, déstabiliser et permettre de réelles structurations des savoirs, permettre enfin à chacun d'entre eux de construire ses modes d'apprentissage et de les théoriser.

Martine SZTERENBARG
Collège Romain Rolland,
Clichy-sous-Bois

BIBLIOGRAPHIE

Équipe de recherche ASTER. *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Rapport de recherche. Paris. INRP à paraître.

Équipe de recherche INRP. *Éveil scientifique et modes de communication*. Paris. INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 117, 1983. Chap. 2 : «Rôle des langages dans la construction de la pensée scientifique».

Évelyne CAUZINILLE-MARMÈCHE, Jacques MATHIEU, Annick WEIL-BARAIS, *Les savants en herbe*. Berne. Peter Lang. 1983.

Gabriel GOHAU. «Faut-il raisonner logiquement ?» *Cahiers Pédagogiques*, n° 214, mai 1983.

Seymour PAPERT. *Jaillissement de l'esprit*. Paris. Flammarion. 1981 (traduction française). New York. Basic Books. 1980 (1^{ère} édition).

Marcel PAULIN. «Comment les enfants sont-ils conduits à séparer les variables dans des activités scientifiques scolaires ?» In : *Les démarches scientifiques expérimentales, théorie et pratique*. Actes des premières Journées sur l'Éducation Scientifique de Chamonix. Paris. Univ. Paris VII. 1979.

Martine SZTERENBARG. «Sur les traces du lapin blanc», «*L'enseignement scientifique*», *Cahiers pédagogiques*, 278, 1989.