

Enquête sur la pratique des enseignants de lycée dans le domaine des incertitudes

par Marie-Geneviève SÉRÉ, Roger JOURNEAUX et Jean WINTHER
Groupe de Didactique des Sciences d'Orsay
Université Paris Sud - Bâtiment 333 - 91405 Orsay Cedex

RÉSUMÉ

Par cette enquête nous souhaitons faire le point sur ce qui se dit et ce qui se fait pendant les travaux pratiques de physique au lycée quand enseignants et étudiants sont confrontés à l'imperfection des mesures. Au fil des années, une importance plus ou moins grande a été donnée au problème de la dispersion des mesures et à celui des écarts entre l'expérience et la théorie, bien que souvent les mesures réalisées en TP aient pour enjeu une confrontation avec un modèle donné. Ce type de problèmes était présents dans les programmes de 1987 des classes de seconde, première et terminale. Il n'apparaît plus en tant que tel dans les nouveaux programmes.

Le problème du traitement des données étant complexe, on ne peut s'étonner que beaucoup d'enseignants éprouvent des difficultés à l'introduire simplement et clairement dans leurs séances de TP. S'ils n'ont pas le temps de «faire» toute la démarche, que peuvent-ils «dire» pour favoriser ultérieurement une compréhension réelle ? C'est ce que nous avons tenté de savoir par un questionnaire en deux parties. La première : «parler des incertitudes», voulait cerner l'attitude des enseignants à travers leur discours, ainsi que le vocabulaire qu'ils utilisent, la deuxième étant plus proche de la pratique, bien que les deux ne puissent pas toujours être distinguées. Cette deuxième partie s'est attachée en particulier à comprendre si la pratique des enseignants dépend du thème traité. De la même façon nous avons tenté dans une première enquête (BUP n° 796) de savoir dans quelle mesure certaines décisions quant aux places respectives de l'expérience et de la théorie dépendent du thème lui-même.

1. PARLER DES INCERTITUDES

Dans tous les tableaux de résultats présentés, nous indiquons le nombre de réponses positives (sur un échantillon de trente-sept personnes).

■ *Vous vous arrangez pour ne pas en parler du tout.*

Niveau			
Seconde	Première	Terminale S	Pas de réponse
1	0	1	35

■ *Quand il se présente une occasion où il faudrait en parler (exemples : des points ne sont pas alignés, il y a une dispersion pour les résultats de toute une classe...), vous contournez le problème en disant :*

– «recommencez», ou «il faudrait recommencer»

Seconde	Première	Terminale S	Pas de réponse
3	2	3	29

– *les appareils ne sont pas excellents*

Seconde	Première	Terminale S	Pas de réponse
5	3	4	25

– *autre :*

22 ne donnent pas de réponse, les autres évoquent la qualité des appareils (6), le rôle des élèves (3) ou d'autres raisons variées (6).

Cette première question semble indiquer chez les enseignants une réticence certaine à aborder avec leurs élèves le problème des incertitudes, (ou à en parler !) ce qui est en partie en contradiction avec la suite du questionnaire. Peut être le mot «incertitude», pourtant classique, est évité, ce qui n'interdit pas à l'enseignant d'aborder le problème mais avec un vocabulaire plus flou et adapté aux situations.

■ *Vous en profitez pour dire quelque chose. Quoi ?*

Une majorité (14) dit qu'il y a toujours des incertitudes, alors que 7 enseignants parlent des appareils et 6 autres de la dispersion. Parmi les autres arguments évoqués citons la notion d'encadrement (4), la multiplication des mesures (4) et même une approche statistique (3). Contrairement à ce que laisse penser la première question, ce problème n'est donc pas ignoré mais est abordé avec un vocabulaire et des arguments variés. Il semble bien que sur ce sujet délicat la pratique enseignante ait du mal à se stabiliser et laisse beaucoup de place à l'initiative personnelle.

■ *Insistez-vous sur le nombre de chiffres significatifs ?*

Oui : 34	Non : 1
----------	---------

– *si oui, quels critères adoptez-vous ?*

Ceux de l'énoncé	13
Selon incertitudes	7
Précision des appareils	7
Incertitudes ou appareils, sans explications	7
Autre	6

Si la notion de «chiffres significatifs» fait l'unanimité, les raisons invoquées sont ici encore variées, avec une importante proportion d'arguments liés à l'exercice («ceux de l'énoncé»), donc en dehors de la pratique expérimentale.

■ *Utilisez-vous l'expression «confiance qu'on peut avoir dans une mesure» (ou quelque chose d'équivalent) ? Expression retenue.*

Oui : 6	Non : 2
---------	---------

2 répondent «oui et non» et 4 ne donnent pas de réponse. Aucun ne donne d'indication sur l'expression utilisée même quand la réponse est positive. Ce concept fondamental de l'approche statistique est donc très largement absent ou jugé trop problématique pour être évoqué à ce niveau.

■ *Avez-vous pu saisir l'occasion de lier l'incertitude sur une mesure au fait que, si on la recommence, on trouve autre chose (dispersion) ?*

Oui : 28	Non : 9
----------	---------

– *si oui : en seconde, manipulation(s) :*

Électricité	Acoustique	Mécanique	Optique	Autre
16	6	1	3	3

– *en première, manipulation(s) :*

Mécanique	Chimie	Autre
5	5	5

– en terminale, manipulation(s) :

Dosages	Mécanique	Autre
8	5	6

■ Plus simplement, vous arrive-t-il de mettre en évidence la dispersion des résultats quand on répète les mesures ?

Oui	Non	Pas de réponse
22	8	7

– si oui, en seconde, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 13

– en première, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 7

– en terminale S, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 13

Les réponses positives à ces deux questions indiquent que les précurseurs statistiques sont bien présents dans la pratique des enseignants. Seule la première permet de dégager quelques tendances (électricité en seconde, mécanique et chimie en première et terminale S). Il semble que ces deux questions ont paru redondantes aux enseignants, ce qui est en partie vrai car la première, par l'évocation de l'incertitude, n'est qu'une restriction de la seconde.

2. PRATIQUE À PROPOS DES INCERTITUDES

■ Vous arrive-t-il de faire la moyenne de plusieurs valeurs ?

Oui : 34	Non : 3
----------	---------

– si oui : moyenne des valeurs obtenues par toute la classe :

29 réponses positives (un même enseignant répond positivement dans plusieurs rubriques).

– en seconde, manipulation(s) :

Son	Optique	Électricité	Volume molaire	Autre
11	5	5	4	4

– en première, manipulation(s) :

Thermo	Dosages	Mécanique
5	4	5

– en terminale S, manipulation(s) :

Dosages	pH	Mécanique	Autre
13	4	5	4

■ Moyenne des mesures d'une grandeur, obtenues par un même élève (ou binôme) par différentes méthodes :

Nombre de réponses positives : 6

– en seconde, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 6

– en première, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 5

– en terminale S, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 10

dont 4 en optique et 4 pour les dosages.

■ Moyenne des valeurs obtenues lors de la répétition de la même mesure par un même élève (ou binôme) :

Nombre de réponses positives : 14

– en seconde, manipulation(s) :

Nombre de réponses : 5

– en première, manipulation(s) :

Dosage	Autre
4	4

– en terminale S, manipulation(s) :

Dosage	Autre
6	4

La moyenne semble bien le moyen le plus utilisé pour la mise en commun des résultats. Mais cette mise en commun porte le plus souvent sur des résultats obtenus par la même méthode, surtout au niveau de la classe (29 réponses) plus qu'au niveau d'un seul élève (14 réponses). La confrontation des méthodes est en revanche peu évoquée et sur des exemples très disparates. Il faudrait une étude plus fine pour connaître les raisons profondes de ces choix, mais on peut penser que le problème du temps est la restriction la plus prégnante. C'est bien le «mélange» au niveau d'une classe qui est en effet le plus efficace, à condition que la mise en commun ait un sens, c'est-à-dire que la grandeur mesurée soit bien la même pour tous. La présence massive des dosages ou du son (mesure de la célérité par exemple) conforte cette idée.

■ *Que pensez-vous de la pratique qui consiste à évaluer l'incertitude par ± 1 division de l'appareil de mesure ?*

Acceptée	6
Acceptée avec limites	9
Rejetée sans commentaires	5
Opposée aux autres causes	12

Les avis sont partagés sur cette pratique très critiquable. Une faible proportion l'accepte avec plus ou moins de réticences, parfois faute de mieux. Mais la majorité ne l'accepte pas telle quelle et insiste sur le fait qu'il est important de bien analyser les causes d'incertitude.

■ *On peut rendre assez bien compte des causes d'erreur par les deux catégories écrites sur la première ligne. En colonne nous avons mis des domaines de la physique. Pouvez-vous mettre une croix dans certaines cases quand il vous semble que les erreurs viennent principalement, dans ce domaine, de la cause correspondante.*

	Maladresse de l'expérimentateur, parallaxe, etc.	Appareil de mesure (précision, distorsion)	Autre (explicitiez)
Optique géométrique	25	6	6
Mesures électriques	5	27	6
Dosages	30	11	1
Cinématique (mobile autoporteur)	17	12	9

Remarques éventuelles : 6 seulement ont commenté leur réponse.

Les trois premiers domaines sont nettement caractérisés. Ils correspondent en effet à des pratiques où l'expérimentateur ou l'appareil de mesure intervient de façon prépondérante. La mécanique est plus partagée, certainement à cause de la variété des dispositifs avec en particulier la présence éventuelle de l'ordinateur qui complique l'analyse des incertitudes. L'absence de commentaires rend difficile toute analyse plus détaillée.

■ *A la fin de la terminale S, pensez-vous que les élèves (compte tenu des enseignants qu'ils ont eus et de leur expérience accumulée en TP) ont plus ou moins confusément l'idée qu'il y a «transmission» ou «propagation» des incertitudes toutes les fois qu'une grandeur est calculée à partir d'une (ou plusieurs) autre(s) ?*

Oui	Non	Autre	Pas de réponse
19	12	3	3

Une faible majorité pense que cette notion de «propagation» est présente chez les élèves de terminale, mais le libellé vague de la question laisse entière la question de savoir si cette notion a un caractère opérationnel même sommaire (il n'est évidemment pas question à ce niveau de parler de dérivation partielle ou logarithmique et appliquer les formules classiques).

CONCLUSION

On peut donc noter une contradiction, apparente au moins, entre la première partie de l'enquête et la seconde. Les enseignants ont exprimé massivement par des non-réponses qu'ils répugnent à exprimer des positions générales. «Parler des incertitudes» ne serait pas pour eux un but en soi. Ils ont beaucoup plus à dire sur les expériences qu'ils choisissent comme occasions de se servir des notions de dispersion ou d'incertitude, ou de donner une signification au nombre de chiffres du résultat. Dès les premières questions cependant, on voit que les enseignants ont en tête un traitement statistique des mesures, même s'il peut rarement être mené de bout en bout. Ils sont nombreux à faire la moyenne dans des situations dûment repérées, et pour eux l'analyse des causes d'erreur est beaucoup plus qu'un discours automatique qui suivrait une mesure. Il semble bien qu'il est fréquent pour eux de provoquer chez leurs élèves une attitude telle que le protocole de chaque expérience est considéré pour lui-même.

La situation des enseignants n'est donc pas confortable. Comment en effet donner à la physique et à la chimie son véritable statut ? Comment faire cohabiter les théories bien établies qui lui donnent un air de vérité, et les expériences qui mettent en jeu les imperfections des appareils et des manipulations ? Comment définir un accord raisonnable et justifié entre ce qu'on attend et ce qu'on obtient ? Pour l'instant les enseignants

peuvent «dire» une attitude raisonnable, différenciée d'une situation à l'autre, et exprimer ce qu'il faudrait «faire», en se gardant cependant de le faire par manque de temps et aussi des concepts indispensables. Il reste à trouver des situations qui se prêtent particulièrement à l'introduction efficace et rapide de ces concepts, pour qu'on puisse, au lycée, jeter les premiers jalons d'un authentique traitement des mesures.

BIBLIOGRAPHIE

– M.-G. SÉRÉ, R. JOURNEAUX, J. WINTHER : «*Enquête sur les objectifs des travaux pratiques dans les classes de seconde, de première S et de terminale S*» - BUP n° 796.