

Réflexions sur l'enseignement des sciences physiques au lycée:  
Une mission impossible ?  
Par Gérard Weisbuch



*La route de l'enfer est pavée de bonnes intentions*

La lecture des manuels de sciences physiques laisse perplexe un parent d'élève scientifique :

- Que peuvent comprendre les lycéens à la lecture d'informations aussi disparates?
- Quelle distance entre le contenu encyclopédique de ces manuels et ce qu'en retiennent les lycéens?
- En quoi ces manuels sont-ils adaptés à leurs besoins futurs?

Bien entendu, la question des manuels renvoie aussi à celle des programmes, à l'origine des manuels. Comment en est-on arrivé là?

Cet article est basé sur ma vision de parent d'élève dont la seule expérience directe de la classe remonte à mes années de lycéen et à l'agrégation. Par contre mon expérience d'enseignant dans le cadre universitaire, de chercheur en Physique et d'auteur me permet un certain recul par rapport aux manuels et par rapport à l'enseignement dispensé aujourd'hui à nos enfants. C'est à partir de l'étude des manuels<sup>[1]</sup> et de quelques interviews que je développerai mes thèses.

Chacun sait que la physique se propose au départ d'expliquer les phénomènes naturels et qu'elle a évolué depuis l'Antiquité jusqu'à permettre la construction de machines qui ont changé la face du monde. Mais pour en comprendre les vertus pédagogiques il faut aller plus loin. La physique est aussi une explication du monde basée sur quelques principes fondamentaux et sur des outils mathématiques; à partir de ces bases, l'homme moderne est capable de construire une représentation du monde suffisamment précise et efficace pour mesurer, construire, prédire, interpréter les phénomènes, même les plus éloignés de notre perception immédiate. La physique contemporaine a cependant un champ d'application si étendu qu'il est nécessaire d'en limiter l'exposé aux fondamentaux dans le cadre du lycée.

La physique avait longtemps été enseignée, jusqu'aux années 70, dans un esprit semblable à celui des mathématiques, c'est-à-dire comme une science hypothético-déductive. En partant de notions fondamentales, comme celle de force, de courant, de foyer, les élèves apprenaient par exemple à calculer les forces impliquées dans un équilibre ou dans un mouvement, ou bien la trajectoire d'un mobile. Les mêmes aspects calculatoires étaient appliqués en électricité dans le calcul des courants dans un circuit ou dans la trajectoire des rayons lumineux défléchis par une lentille. L'exposé de notions simples et le calcul de leurs conséquences illustraient la démarche du physicien, en physique fondamentale ou appliquée, qu'il s'agisse de théorie ou d'expérience. A ce titre, cet enseignement permettait aussi bien de débiter la formation des scientifiques et des ingénieurs que de proposer à un public plus large une certaine culture scientifique qui inclut le mode de raisonnement des physiciens.

Certains enseignants et chercheurs ont remis en cause cette pédagogie à partir de considérations qui ne manquaient pas forcément de bon sens :

- La physique enseignée devait elle se réduire à une sous-mathématique (les calculs)?

- La physique est avant tout une science expérimentale, dans le sens où les théories sont multiples et seules les expériences permettent de trancher. Or la pratique de la recherche expérimentale implique l'inférence plutôt que la déduction: l'expérimentateur observe un phénomène qu'interprète le théoricien, l'expérience précède et prime sur la théorie.
- Quels liens entre des travaux pratiques alors basés sur les poulies et les ressorts, les lentilles minces, les rhéostats ... et la physique moderne? Quels liens avec les observations de la vie courante? Avec les technologies qui ont façonné notre monde? Il paraissait indispensable d'établir des ponts entre la physique enseignée au lycée, les frontières de la recherche actuelle et la technologie.

La réorganisation de l'enseignement qui s'est imposée jusqu'à aujourd'hui est basée sur certaines réponses à ces questions. Voici une courte liste de "principes" réels ou supposés qui ont conduit aux programmes et aux manuels d'aujourd'hui:

- Limiter l'impact des compétences requises en mathématiques et en calcul. Cette contrainte a été imposée par l'évolution de l'enseignement des mathématiques au lycée. Les cours comprennent donc bien plus de texte que de calculs; les exercices ont une large part de paraphrase à partir de documents et les calculs demandés aux élèves sont le plus souvent réduits à l'application numérique directe d'une formule.
- La physique est avant tout une science expérimentale: l'enseignement doit partir de l'expérience et de ses résultats. Les notions enseignées s'inspirent donc de l'expérience et non de déductions à partir de lois fondamentales même si celles-ci sont parfois énoncées. Mais on aboutit assez facilement à une situation où la description de l'expérience prend plus de place dans l'esprit de l'enseignant et de l'élève que celle des conclusions plus générales qui en découlent. Comme dans d'autres disciplines, on suppose trop facilement que l'élève sera en mesure de réaliser la synthèse d'un ensemble de récits d'expériences, d'articles de vulgarisation, de notices etc. lui permettant ainsi de construire une culture scientifique.
- Dans le but de rapprocher les domaines de recherche actuels de l'enseignement secondaire, on a introduit au lycée des notions autrefois développées dans l'enseignement supérieur. On y a introduit aussi plus de technologie dans le même esprit de modernisation. C'est la mise en pratique de ces principes qui a causé les dégâts que nous nous proposons de détailler plus loin.
- On peut aussi se demander dans quelle mesure les buts de l'enseignement de la physique n'ont pas été profondément modifiés: on se proposait auparavant de démarrer au lycée la formation de scientifiques, ingénieurs, chercheurs, enseignants. On a l'impression qu'il s'agit aujourd'hui de sensibiliser et d'intéresser les jeunes à la physique, le début de leur formation étant en fait repoussé aux classes préparatoires aux Grandes Écoles et à l'Université.

Bien entendu le contexte des réformes successives a joué un rôle lui aussi.

- Elles ont été faites dans le contexte de la massification de l'enseignement secondaire ce qui a accru les difficultés rencontrées.

- La rapidité des réformes et la généralisation de la gratuité des manuels ont eu des effets néfastes que nous détaillerons.
- Le principe de la liberté pédagogique de l'enseignant ne facilite pas non plus la construction d'un savoir cohérent à acquérir au cours des 7 années de l'enseignement secondaire, sans compter l'influence des réformes à répétition.
- Enfin on attend de l'enseignement actuel qu'il prépare des citoyens. Cette préoccupation n'est pas nouvelle, mais notre société et son école ont du mal à concilier l'expertise scientifique et technologique avec la décision démocratique par l'ensemble des citoyens. La contradiction entre expertise et démocratie est exacerbée aujourd'hui par la complexité des défis et des solutions possibles. Le fait que les défis rencontrés aujourd'hui soient très souvent de nature technologique comme en finance (comment réformer le système financier pour limiter les crises et leur impact), en environnement (comment faire face aux futurs déficits énergétiques, comment limiter les pollutions ...), ou dans le domaine de la santé, suscite en pratique plus de méfiance que d'intérêt pour la science. L'école est forcément traversée par cette méfiance, ce qui rend l'objectif de formation des citoyens plus difficile à atteindre.

Voyons maintenant plus en détail comment les nouveaux principes et les nouveaux programmes ont abouti à un enseignement déstructuré, ressemblant à un ensemble de leçons de choses plus qu'aux sciences physiques et à des manuels d'un niveau pédagogique (et quelquefois scientifique) consternant malgré leur prétention.

## 1 - De l'expérience vers la théorie

Les manuels actuels tentent de faire découvrir à l'enfant la science à partir de l'expérience. Bien entendu il ne s'agit que rarement d'expériences scientifiques pratiquées par les lycéens mais plutôt de "documents" variés, 3 ou 4 par page. Très souvent ces documents n'ont pas été écrits pour l'enseignement; un article de vulgarisation par exemple, insiste sur la nouveauté ou le sensationnel à partir d'explications sommaires. L'annonce d'un résultat de recherche par un service de presse institutionnel peut en exagérer l'importance. Certaines métaphores peuvent être trompeuses pour un lycéen: dans un interview, une astrophysicienne explique "Dans le proche infrarouge... la poussière laisse passer le rayonnement et ces régions inaccessibles se révèlent à nos yeux<sup>[2]</sup>." Mais, dans tous les cas il est très difficile d'en inférer une théorie scientifique ou même simplement la compréhension structurée d'un ensemble de phénomènes.

Le principe suivant lequel l'élève construit lui-même sa culture à partir d'éléments concrets, en réalité surtout des fragments de texte, est l'une des dominantes du lycée actuel. Personne ne se pose la question de savoir si les adolescents d'aujourd'hui seraient plus capables de telles synthèses que ceux d'hier. Une telle compétence n'est pourtant accessible qu'à des individus déjà suffisamment cultivés pour intégrer de nouvelles informations dans un ensemble dense et cohérent, une véritable culture scientifique.

En voici un exemple caractéristique: en première, un exercice propose aux élèves de remplir un tableau reliant des formes d'énergie observables à notre échelle aux interactions fondamentales qui en sont la cause. Mais on ne tente même pas d'expliquer ces liens aux élèves; par exemple, comment la compression d'un ressort fait appel aux interactions électromagnétiques. C'est

logique: ces explications feraient appel à une chaîne de notions qui ne leur ont jamais été présentées (il n'est même pas sûr qu'un étudiant en licence soit capable d'établir cette chaîne et d'en expliquer les maillons). Par conséquent le tableau comparatif basé sur une dizaine d'exemples du même type entre les formes de l'énergie observables à notre échelle et les interactions fondamentales ne sera ni compris, ni retenu. On voit mal l'intérêt de demander cet effort aux élèves.

Plus généralement, les énumérations de notions, de phénomènes ou dispositifs qui n'ont pas été définis sont malheureusement fréquentes.

## 2 - Une physique moderne

Les programmes actuels tentent de rapprocher l'enseignement secondaire des frontières de la physique en introduisant en particulier des notions autrefois enseignées à l'Université.

Les exemples sont nombreux, l'un d'eux est la dualité onde/particule, une avancée majeure de la physique du XX<sup>ème</sup> siècle. En fait la complémentarité des deux descriptions ne se comprend bien qu'après que l'on ait compris ce qu'est une particule, notion simple, et ce qu'est une onde, notion beaucoup moins évidente. Mais ce n'est pas du tout l'option choisie en terminale où le chapitre correspondant mélange ondes et particules. On aboutit alors dans un manuel<sup>[3]</sup> à un tissu d'erreurs pédagogiques et scientifiques.

On lit dans l'introduction "Qu'est-ce qu'une onde? Quelle différence présente-elle avec une particule en mouvement? " Mais plus loin, ondes et flux de particules sont joyeusement mélangés dans la section rayonnements! Un tableau de 8 particules élémentaires figure en encadré à côté de la description des ondes électromagnétiques. En quelques lignes, on apprend que les rayonnements ionisants X ou gamma proviennent sur Terre des corps radioactifs (en oubliant que le bombardement d'une anti-cathode par des électrons d'énergie dans le domaine des 10 keV est la source de rayons X couramment utilisée); on cite sans explication pyromètre et bolomètre. Une antenne de télévision classique dite Yagi est présentée comme un détecteur alors que sa fonction est de filtrer en fréquence et en direction les ondes électromagnétiques.

Plus loin, "Si la propagation ... nécessite un milieu matériel, l'onde est dite mécanique". En réalité il existe des ondes nécessitant un milieu matériel qui ne sont pas mécaniques (exemple les magnons, sans parler du fait que la mécanique quantique interprète les électrons du milieu comme des ondes).

Le résultat illustre bien des défauts rencontrés trop fréquemment: on a abouti à une juxtaposition d'objets, de concepts, de définitions sans véritable structure malgré ce que prétend le texte. Des définitions maladroitement imposées aux élèves comme celle des ondes électromagnétiques (ondes se propageant dans le vide) ou des ondes mécaniques (ondes dont la propagation nécessite un milieu matériel). Ces définitions, inexactes si on creuse un peu et de faible valeur explicative, n'ont probablement été introduites que pour pouvoir les transformer en questions. A ce compte, pourquoi les donner? On pourrait très bien dire qu'une onde électromagnétique est constituée d'un champ électrique et d'un champs magnétique oscillants et que les ondes sonores appartiennent à une classe plus large d'ondes mécaniques, incluant les ondes sismiques et les vagues. Pourquoi dans ce cas ne pas se contenter d'exemples au lieu de définitions qui n'ont que la prétention d'être rigoureuses?

Autre exemple, la notion d'équilibre chimique et les notions de constante d'équilibre et de pH. Ces notions ne sont pas nouvelles et s'apprenaient autrefois dans les classes préparatoires ou à l'Université. Elles jouent un rôle important en chimie comme en physiologie. Leur exposé devant des élèves mieux préparés prenait autrefois plusieurs mois, avec une perspective plus générale, la loi d'action de masse et des démonstrations comme celle de l'effet tampon par exemple. On se contente aujourd'hui d'énoncés simplifiés du type "une solution tampon est constituée d'un mélange d'acide faible et de sa base conjuguée en concentration du même ordre de grandeur" que l'on retrouve dans tous les manuels de chimie; ceci permet au professeur d'aborder ces notions en un mois. On est donc passé d'un savoir construit et de caractère général applicable aussi bien aux réactions à l'état gazeux qu'aux équilibres ioniques en solution à une leçon de chose spécifique au pH et aux acides en solutions. Les programmes d'aujourd'hui sont plus étendus, les élèves voient plus de choses mais au détriment de la profondeur: les élèves comprennent moins, et retiennent probablement moins. D'une certaine manière, on est passé des sciences à la technique, même dans l'enseignement général.

### 3 - Vers les technologies d'aujourd'hui

Ceci renvoie à plusieurs questions: quelle part de techniques enseigner? L'enseignement secondaire doit-il se cantonner aux disciplines fondamentales ou bien doit-il aborder les applications et la technologie? Quels liens souligner entre phénomènes fondamentaux et la technologie? Quelles techniques doivent être enseignées? A quel niveau d'études? A qui? A tous les élèves, ou bien seulement à ceux qui utiliseront ces techniques?

Je ne prétends pas répondre à toutes ces questions. Je ne pense même pas qu'il soit simple de trancher. Néanmoins certaines considérations devraient permettre d'orienter le débat.

Tout d'abord c'est la science qui permet la compréhension des objets technologiques. Si nous acceptons la métaphore du savoir construit comme un arbre, c'est le savoir scientifique qui en constitue les racines, le tronc et les branches maîtresses. Les objets technologiques découlent aujourd'hui de la mise en œuvre de concepts scientifiques. De plus au lycée les élèves disposent en principe d'un maître capable de les guider dans la compréhension de concepts difficiles et fondamentaux. A partir de cette formation initiale, il leur sera plus facile plus tard de suivre les détails d'un manuel technologique adapté à leurs besoins et à leur époque : la technologie évolue plus rapidement que la science.

Mais je suis aussi préoccupé par la distance que l'on laisse s'établir entre science et technologie (la question "Quels liens souligner entre phénomènes fondamentaux et technologie?"). Les élèves de terminale S apprennent des notions de spectroscopie en chimie analytique; c'est d'autant plus indispensable que les analyses par spectroscopie sont aujourd'hui bien plus employées que les dosages classiques. Mais on ne parle jamais aux élèves du principe de base derrière presque toutes les spectroscopies, celui de la résonance. Un pic permettant d'identifier telle ou telle partie d'une molécule est un pic de résonance; cette notion de transfert maximum d'énergie à la fréquence propre d'un oscillateur pourtant facile à expliquer et à démontrer expérimentalement éclairerait considérablement le principe du spectromètre bien plus que les schémas de principe proposés.

Il faudrait aussi tenir compte du fait que les appareils scientifiques actuels sont bien moins transparents qu'autrefois. Le galvanomètre à cadre mobile permettant de mesurer les courants

laissait voir son cadre et son aimant, et l'élève pouvait en comprendre le principe fondé sur la force exercé par un aimant sur le cadre traversé par le courant électrique. Si aujourd'hui un élève ouvre le boîtier d'un multimètre numérique, il n'y trouvera qu'un circuit intégré opaque et ce n'est pas le fait de savoir qu'un convertisseur analogique/digital en est la base qui lui permettrait d'en comprendre la physique.

A l'époque de l'électronique à lampes, l'élève pouvait voir les composantes d'une triode et en comprendre le fonctionnement. Le caractère ubiquitaire de l'électronique intégrée d'aujourd'hui rend opaque les appareils de mesure; il faudrait en tenir compte, en ne prétendant pas, par exemple, qu'un schéma de boîtes noires connectées explique la physique de l'instrument. C'est pourtant un exercice demandé fréquemment aux élèves.

## 4 - La chaîne, des programmes aux professeurs

### Des programmes aux manuels

Il va de soi que s'il était simple de construire les programmes, d'écrire les manuels et d'enseigner, les solutions seraient évidentes et tout le monde les adopterait dans l'enthousiasme général. Ce n'est pas ce que nous observons aujourd'hui quelque soit le pays. Toutes les sociétés du monde occidental comme des pays en voie de développement remettent en cause leur enseignement scientifique et tentent de l'améliorer<sup>[4]</sup>. Bien des mesures prometteuses n'ont pas produit les effets escomptés. Cette constatation suggère une certaine humilité aux réformateurs, comme aux critiques d'ailleurs.

La prudence est donc de rigueur. Les "bonnes idées" devraient être d'abord soigneusement testées avant d'être imposées. C'est souvent le contraire qui se produit en France: le Ministère semble conscient des problèmes de l'enseignement mais sous-estime complètement les difficultés de l'implémentation d'une réforme. Il semble considérer que les principales proviennent du conformisme de la profession. Par conséquent le temps et les moyens pédagogiques nécessaires à la conception de nouveaux programmes et à leur mise en place est largement sous-estimé.

Une des conséquences les plus catastrophiques de cette précipitation est la mauvaise qualité des manuels scolaires évoquée plus haut. Elle est d'autant plus grave que de bons manuels permettraient de compenser en partie les différences entre enseignants. Ceci est le résultat d'un enchaînement de circonstances. Le Ministère est trop pressé de réformer: les nouveaux programmes sont publiés tard dans l'année, la réforme est programmée pour la rentrée suivante (Le B.O. pour la première S est publié le 30/9/2010 pour la rentrée 2011, celui de la Terminale S le 13/10/2011 pour 2012). Or les manuels doivent être disponibles à la rentrée. Ils sont donc rédigés en quelques mois (de six à neuf mois) par des équipes nombreuses, plus de dix auteurs et quelques fois vingt! Cette hâte a pour conséquence de nombreuses erreurs, factuelles ou pédagogiques, et un manque de cohérence qui ne facilite pas leur apprentissage par les élèves. Le problème des manuels est encore exacerbé par la manière dont ils sont distribués: très souvent c'est la région qui les paie et le même exemplaire est distribué aux élèves pendant plusieurs années consécutives. Par conséquent les erreurs ne sont pas corrigées, et les nouvelles éditions qui auraient permis d'améliorer les contenus n'apparaissent pas, d'autant plus qu'aujourd'hui l'intervalle entre réformes est comparable à la durée de vie des exemplaires distribués. Dans ces conditions, même si de meilleurs manuels, fruits d'un travail en profondeur, sont publiés plus tard, il ne peuvent plus être adoptés par les lycées.

## Et les professeurs?

Les documents du Ministère insistent sur la liberté pédagogique des enseignants. Liberté impliquant responsabilité, c'est à eux de ramasser les morceaux: si les manuels posent problèmes, c'est à eux de choisir, ou de construire, cours, exercices et travaux pratiques. C'est ce qui ressort des pratiques observées dans les lycées (nombreuses photocopies utilisées) ou des interviews. Les exercices sont pris dans les manuels mais souvent les professeurs utilisent des documents différents pour le cours et les travaux pratiques. Mais la construction de documents originaux peut prendre un temps considérable: un ou deux jours pour une séance. Il ne s'agit pas de faire du copier coller à partir de l'existant puisque l'information n'est pas toujours dans les manuels du secondaire. La plupart du temps elle n'est pas directement disponible dans ceux du supérieur. Les grands traités de Physique ou de Chimie (les Bruhat, Grignard, Pascal) qui servaient de référence aux étudiants d'il y a 50 ans ne sont plus utilisables. Bien que les Anglo-Saxons aient continué cette tradition (les Feynman, les Berkeley, les Kittel) et que leurs ouvrages soient traduits, l'édition française n'est plus au même niveau et diverses pratiques, comme le fait que chaque professeur d'Université fasse *son* cours et pose *son* examen n'incitent plus les étudiants, futurs enseignants, à acheter ces traités et à s'y référer. De plus les ouvrages français publiés récemment insistent sur le formalisme et ne fournissent pas les exemples concrets dont auraient besoin les professeurs du lycée. (Bien entendu ces propos ne constituent nullement une critique à l'égard des auteurs et de éditeurs français actifs aujourd'hui!) Autrement dit les professeurs eux-mêmes peuvent manquer des références leur permettant le recul nécessaire à la construction d'un cours cohérent. Chacun pense alors à Internet et Wikipedia comme nouvelles ressources, mais ces sources ont leurs limites. On y trouve facilement certaines données factuelles en histoire ou en informatique par exemple, mais les concepts scientifiques sont loin d'y être clairement exposés.

## 5 - Que faire?

### Revenir à un édifice pédagogique au lieu d'une mosaïque

Le caractère disparate des différentes notions au programme de la première S est le principal reproche mentionné dans l'enquête réalisée l'an dernier auprès des enseignants de sciences physiques (BUP, mars 2013<sup>[1]</sup>). Même constat en Mathématiques: "Les mathématiques actuelles de Lycée, se limitent dans les faits à une collection de résultats disparates, de notions sans lien les unes avec les autres" (B. Rungaldier dans Shkole, 2013). Il faut revenir à un enseignement plus structuré.

La notion de force était autrefois au centre de l'enseignement traditionnel de la physique. Les notions d'équilibre, de travail, de puissance, de pression etc. s'en déduisaient "naturellement". La relation fondamentale de la dynamique,  $F=mg$ , était la base des calculs dynamiques. Ces notions sont aujourd'hui noyées dans un tissu de faits divers à tel point que leur caractère central et fondateur disparaît. Il en est de même pour la loi d'Ohm  $U=RI$  qui s'applique pourtant à n'importe quelle portion d'un circuit. Autrement dit les grands repères généraux disparaissent alors qu'ils sont souvent le ressort nécessaire pour démarrer l'analyse. On peut imaginer les raisons à l'origine de cet abandon: ce sont des notions macroscopiques donc peu "modernes". Les notions d'énergie et de puissance se prêtent mieux à l'énoncé des équivalences entre les différentes formes de l'énergie. Sauf que ces équivalences peuvent être énoncées mais non expliquées aux lycéens.



Bien entendu, nous en revenons au rôle de la théorie. Le fait que la théorie soit le lien entre les phénomènes observés dans les différents champs de la physique et des sciences naturelles est complètement occulté. L'enseignement se prétend fondamental voire pluridisciplinaire. Mais en pratique, l'unité de la physique basée sur les concepts communs, par exemple résonance, impédance, propagation des ondes, champs etc. applicables aux différents domaines de la physique, mécanique, électricité, optique disparaît en l'absence de théorie. Et ceci reste vrai aujourd'hui: bien des avancées de la recherche actuelle sont dues à la découverte de concepts unificateurs, transitions de phase, universalité, percolation... La physique moderne ne se serait pas imposée si l'importance des symétries n'avait pas été reconnue dès la découverte de la mécanique quantique.

Un enseignement construit et donc plus facilement assimilable doit réintégrer la théorie et les "lois physiques" comme éléments de base facilitant la compréhension des élèves et le travail des professeurs.

Il n'est pas nécessaire pour cela d'abandonner les aspects expérimentation, découverte, technologie ou controverses. Mais si l'on veut que les élèves en comprennent le sens il faut leur donner des documents plus conséquents donc plus longs, leur en situer le contexte, les relier à la culture scientifique qu'ils peuvent déjà posséder. Une certaine profondeur est donc nécessaire pour ce type d'enseignement qui doit aller au delà du saupoudrage. Étant donné les contraintes de temps, cela veut dire ne donner que quelques exemples au cours de l'année scolaire et ne pas prétendre construire tout le savoir des élèves sur ces seules bases.

Compte tenu des difficultés que j'ai évoquées plus haut, rapprocher l'enseignement et la physique « microscopique » est en fait un formidable challenge dont on sous-estime la difficulté. La tâche n'est peut-être pas impossible, mais elle nécessiterait des efforts soutenus tant au niveau de l'élaboration des contenus à enseigner que des modalités de présentation.

### Les manuels

Il faut bien admettre que la construction d'un manuel nécessite beaucoup plus que les quelques mois qu'autorisent aujourd'hui les réformes. Pour bien faire, il est indispensable d'assurer la continuité de la formation en science par des manuels cohérents dont le contenu a été testé au préalable. Les bons manuels universitaires sont d'abord testés auprès des étudiants sous forme de photocopiés corrigés et réactualisés pendant plusieurs années. L'édition informatique favorise considérablement cette pratique aujourd'hui. L'utilisation de tablettes numériques permettrait que les élèves disposent de manuels à jour sans compter l'intérêt de l'hypertexte pour les renvois. Par ailleurs, on ne voit pas pourquoi les manuels scolaires ne font pas l'objet de revues dans la presse, générale ou spécialisée, comme cela est fait pour les autres livres en France et à l'étranger, y compris pour les manuels universitaires. Tests et revues après usage devraient permettre aux équipes enseignantes de faire de véritables choix suffisamment documentés. Donner plus de temps aux auteurs et aux éditeurs permettrait aussi de diminuer le stress et d'augmenter la qualité de leur travail.

### Conclusion

Des ambitions légitimes et des moyens humains et financiers considérables n'ont abouti qu'à des manuels en mosaïque ne permettant ni la compréhension des phénomènes physiques, ni la

construction d'une véritable culture scientifique. La solution à ces problèmes n'est ni simple ni unique. J'ai essayé d'expliquer en quoi la qualité des manuels est le résultat d'un effet boule de neige par lequel les conséquences des défauts sont amplifiées à chaque étape. On comprend mal pourquoi le système scolaire Français persiste dans une approche hiérarchique et strictement séquentielle dans la mise au point des programmes et des manuels sans véritable feedback (retour d'expérience) entre les lycées et le Ministère. Pourquoi ne pas s'inspirer des méthodes "spirales" des théories de l'innovation: plusieurs cycles de développement permettant une interaction entre tous les acteurs du système et la prise en compte des conditions réelles de l'enseignement dans les classes?

En tout cas, de meilleurs manuels faciliteraient considérablement le travail des enseignants et permettraient aux enfants de travailler avec plus d'efficacité et d'intérêt, voire même pour certains avec plus de plaisir.

## Gérard Weisbuch

Gérard Weisbuch part de sa condition et de son expérience de parent d'élève. C'est aussi un physicien, ex-normalien, ex-agrégé, ex-professeur à l'Université d'Aix-Marseille II et chercheur au département de Physique de l'ENS. Bien que n'ayant enseigné au lycée que lors de son stage d'agrégation, il a une expérience de création de programmes d'enseignement à l'université comme dans plusieurs écoles d'été et de rédaction de cours polycopiés et de manuels publiés.

---

<sup>[1]</sup> Essentiellement le manuel de Physique TS, édition Belin, 2012 pris à titre d'exemple. Une consultation rapide de manuels publiés par d'autres éditeurs révèle des problèmes semblables.

<sup>[2]</sup> L'infra-rouge, comme son nom l'indique, est invisible à l'œil nu !

<sup>[3]</sup> Encore une fois le Belin de physique de TS, mais les mêmes difficultés se rencontrent dans d'autres manuels ; elles sont liées au programme de terminale S qui impose de commencer l'étude des ondes par leur rôle en astrophysique.

<sup>[4]</sup> Voir par exemple <http://www.sciencemag.org/site/special/education2013/>

<sup>[5]</sup> [http://www.udppc.asso.fr/national/attachments/Actualits/pp\\_265-278.pdf](http://www.udppc.asso.fr/national/attachments/Actualits/pp_265-278.pdf)

<http://www.udppc.asso.fr/national/index.php/actualites-udppc/593-resultats-de-lenquete-sur-le-programme-de-premiere-s>