

Le Petit Oral de Sciences ... 3 déclinaisons

Thème : « **Mathématiques et Physique** »

DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AU PROFESSEUR

Objectif(s) généraux de formation	<ul style="list-style-type: none">* <i>Aborder avec les élèves des sujets scientifiques (parfois d'actualité) afin d'acquérir (ou renforcer) une culture scientifique solide, gage d'objectivité dans leurs choix futurs de citoyens.</i>* <i>Développer les capacités et compétences liées principalement :</i><ul style="list-style-type: none">⊕ <i>À l'analyse de ressources scientifiques diverses et variées.</i>⊕ <i>À la préparation et la réalisation d'une présentation orale structurée (Grand Oral)</i>⊕ <i>Au travail de groupe.</i>
Type d'activités	<ul style="list-style-type: none">* <i>Analyse et synthèse de ressources diverses (Articles, vidéos, images).</i>* <i>Préparation puis réalisation d'une présentation orale (Individuellement ou en groupes).</i>* <i>Évaluation d'une présentation orale par les élèves.</i>
Description succincte	<p><u>1^{ère} proposition d'organisation</u> : Travail individuel</p> <ul style="list-style-type: none">* <i>Un élève volontaire se voit remettre un « dossier » contenant différentes ressources (plusieurs documents écrits, liens vers des vidéos, images ... pas forcément tous pertinents) sur un sujet scientifique qu'il ne choisit pas (en lien avec sa spécialité).</i>* <i>Il dispose alors de plusieurs jours pour préparer une présentation orale sur le sujet proposé. Selon l'avancement de l'année et donc de l'acquisition des compétences visées on pourra moduler le cadre de la présentation : une question possible sur le sujet est donnée ou non, une durée de présentation allant de 1 à 5 minutes, avec ou sans notes, devant l'auditoire ou à sa place ...</i>* <i>Lors de la séance de passage l'élève réalise sa présentation orale tandis que plusieurs petits groupes d'élèves sont assignés à l'évaluation d'une « brique » de la grille d'évaluation proposée par Eduscol (en annexe). À la suite de la présentation, chaque groupe évaluateur désigne un rapporteur qui propose un avis sur le degré de maîtrise des compétences évaluées.</i>* <i>La classe propose ensuite un bilan des points forts et fragiles assortis de quelques conseils.</i> <p><u>2^{nde} proposition d'organisation</u> : Travail individuel comparé</p> <ul style="list-style-type: none">* <i>On propose à 2 élèves de traiter un même sujet.</i>* <i>Même organisation que précédemment sur les délais, sur les exigences et l'évaluation MAIS dans ce cas-là les deux élèves passent à la suite l'un de l'autre (le second peut préférer ne pas assister à la présentation afin de ne pas être influencé). L'idée forte est de discuter ensuite des différents choix effectués par les deux élèves et d'étudier la pertinence et l'efficacité de chacun.</i> <p>Remarque : <i>lors de ce choix d'organisation il est conseillé de ne pas donner de propositions de questions aux élèves afin d'examiner les choix qu'ils auront fait.</i></p> <ul style="list-style-type: none">* <i>Même organisation sur l'évaluation.</i>

	<p>3^{ème} proposition d'organisation : Travail de groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> * On propose à un groupe d'élève de travailler ensemble sur un sujet, sur un temps de cours. * Chaque membre du groupe doit analyser les différentes ressources puis discuter/débattre/écouter/argumenter/proposer/convaincre ses camarades ... afin qu'un consensus se fasse sur les choix à faire pour préparer une présentation orale efficace. Comme précédemment on peut moduler le niveau d'exigence en donnant ou non une question possible ... * L'un des membres du groupe est désigné pour réaliser la présentation orale. * Même organisation sur l'évaluation.
Compétences travaillées	Toutes les compétences caractérisant la démarche scientifique sont travaillées (S'approprier, Analyser / Raisonner, Réaliser, Valider, Communiquer) ainsi que celles associées à l'oral (Qualités orales, mise à portée du discours, construction de l'argumentation, prise de parole en continu)
Mise en œuvre	Dès que possible, en alternance avec des Fast FlashBack (cf fiche activité) de façon à ce que chaque élève bénéficie d'un temps de passage sur l'exercice qu'il préfère (Présentation d'un sujet inconnu ou présentation d'une notion vue en cours / d'un TP).
Sources	Notes personnelles prises lors de diverses conférences : Cours introduction de Philosophie des sciences (9 cours) – Etienne Klein – Centrale Paris Formation enseignants « La science en marche » - CEA SACLAY – 25 au 27 février 2019 Revue « Rue Descartes » 2012/2 (n°74), p 62 à 80, Les mathématiques de/dans la Physique
Auteur(s)	Mercier Sylvain - LPO Thérèse Planiol – Loches

Les documents mis à disposition :

- Un dossier avec les consignes et ressources sur la thématique « Mathématiques et Physique ».
- Une fiche d'évaluation des capacités liées à l'oral.
- Une fiche méthode sur le travail de groupe.

Dossier : « Mathématiques et Physique »

➤ Consignes de travail

Organisation retenue	Durée retenue	Présentation	La « Question »	Descriptif de l'organisation
<input type="checkbox"/> Travail individuel				Vous disposez d'un porte documents contenant plusieurs ressources. Ces ressources vous permettent d'élaborer une présentation orale portant sur une question en rapport avec le sujet proposé. Cette présentation sera réalisée puis commentée en classe.
<input type="checkbox"/> Travail individuel comparé				
<input type="checkbox"/> Travail de groupe	<input type="checkbox"/> 1 min <input type="checkbox"/> 3 min <input type="checkbox"/> 5 min	<input type="checkbox"/> Avec notes <input type="checkbox"/> Sans notes	<input type="checkbox"/> À trouver <input type="checkbox"/> Proposée	Votre groupe dispose d'un porte documents contenant plusieurs ressources. Vous devez élaborer collectivement une présentation orale, à l'aide des ressources disponibles, portant sur une question en rapport avec le sujet proposé. Un (ou plusieurs) membre du groupe réalisera la présentation orale, qui sera ensuite commentée, en classe.

➤ Le « pitch ».

Galilée est considéré comme le père de la physique moderne. C'est le premier à s'être attaqué méthodiquement à la citadelle aristotélicienne qui perdurait depuis presque 2000 ans. Galilée va montrer une nouvelle voie où il idéalise les phénomènes pour pouvoir les mathématiser. Une révolution s'opère, la physique devient prédictive et efficace, on la qualifie alors de moderne. L'expérimentation et la mise en équation permettent des avancées immenses, les mathématiques prédisent le devenir mais aussi l'existence d'objets inconnus ... mais tous ces succès ont un coût. La physique devient une affaire de spécialistes, il faut être initié aux mathématiques pour la comprendre et beaucoup vont se trouver priver de cette culture pourtant fondamentale qui permet de comprendre le monde.

➤ Questions possibles (À fournir, ou non, selon le niveau d'acquisition des élèves et les objectifs pédagogiques visés)

↳ **En quoi les Mathématiques constituent un véritable treuil ontologique pour la Physique ?**

↳ **Qu'est-ce que la « Révolution Galiléenne » ?**

➤ Le porte documents.

Document n°1 : Galilée et la physique moderne

Aristote nous a laissé un héritage absolument incroyable : la philosophie naturelle, que l'on appelle physique aujourd'hui. Cette physique est celle de l'observation et de l'intuition. Elle est accessible à chacun puisque rédigée et dénuée de toutes mathématiques.

Aristote énonce par exemple que le Soleil nous tourne autour ... et comment en douter lorsque chaque matin nous voyons effectivement cet astre décrire un arc de cercle autour de nous ? Il dit aussi que les corps lourds tombent plus vite que les corps légers. Ce que nous pouvons aisément vérifier en laissant tomber une pierre et une plume de notre main. Pour finir et varier les exemples, il dit aussi qu'un corps nécessite d'être poussé pour être mis en mouvement ... poussons un meuble et arrêtons-nous d'exercer notre action ... le meuble arrête immédiatement son mouvement.

Tout ce qui vient d'être énoncé est bien sûr faux et pourtant cette physique, si complète, a perduré environ 2000 ans, jusqu'à ce qu'un Pisan, Galilée, décide de la faire vaciller : une révolution est en marche !

Pourquoi en Italie, à Pise ? C'est difficile à dire. La ville est tenue par les artisans, elle fourmille d'activités manuelles et c'est un carrefour marchand très important où les idées circulent et s'échangent. C'est dans cette effervescence que Galilée commence à travailler sur la chute des corps. Il expérimente, mesure, met tous ses talents au service d'une idée : trouver une loi, c'est-à-dire sélectionner les grandeurs pertinentes du phénomène qui l'intéresse et les relier dans une équation.

Cette façon d'opérer peut sembler évidente aujourd'hui mais elle est totalement contraire à celle prônée par Aristote. Pour le savant antique, la physique peut tout expliquer, elle est totalisante et sans limite. Ce que comprend Galilée c'est qu'il faut commencer par admettre que les objets ont certaines propriétés qui ne sont pas importantes, la tension ressentie quand un orage approche, le parfum d'une rose ... ces propriétés ne sont pas dans les choses elles-mêmes mais dans l'interaction que nous avons avec ces choses car nous ne pouvons pas en tirer des lois ou des propositions scientifiques.

À force de travail et d'ingéniosité, Galilée, vers 1604, découvre la loi de la chute des corps dans le vide : dans le champ de gravitation terrestre, les corps chutent verticalement, indépendamment de leur masse. Puis en 1609, à force d'observations, il aperçoit la surface accidentée de la Lune et les satellites de Vénus. Le ciel n'est plus la sphère parfaite, lisse et immuable que l'on croyait jusque-là. Il propose alors de renoncer à la distinction aristotélicienne entre le monde proche (celui sur lequel nous vivons, imparfait et corruptible) et le monde lointain (composé des astres au-delà de la Lune, parfait et immuable). Pour la première fois le ciel et la terre se rejoignent dans la tête d'un homme. Galilée invente ici le concept d'Univers, une entité au sein de laquelle les lois qu'il compte trouver sont universelles.

Il a posé les bases théoriques et expérimentales de la physique moderne. Sa façon de penser la nature a ouvert une brèche épistémologique dans lequel nous sommes encore.

Le revers de la médaille c'est que, comme le langage de la physique est les mathématiques, il devient très difficile de dire avec des mots ce que les équations disent. Si la physique est si peu répandue dans l'esprit général c'est que nous n'avons pas suffisamment travaillé la question de la traduction des équations. Il y a une rupture entre les connaissances communes et la connaissance scientifique.

**Notes personnelles prises lors de diverses conférences
Cours introduction de Philosophie des sciences (9 cours) – Etienne Klein – Centrale Paris
Formation enseignants « La science en marche » - CEA SACLAY - 25 au 27 février 2019**

Document n°2 : Les équations comme « treuil ontologique »

□ Neptune.

Au début du XIXe siècle, le cadre théorique incontesté de l'époque est celui de la mécanique Newtonienne. D'innombrables expériences lui confèrent une robustesse sans équivoque et nombreux sont ceux qui pensent ces lois comme universelles. Ce cadre permet de prédire facilement la période de révolution des planètes du système solaire. Les calculs sont corroborés par l'observation ... sauf pour Uranus, la dernière planète connue du système solaire à l'époque.

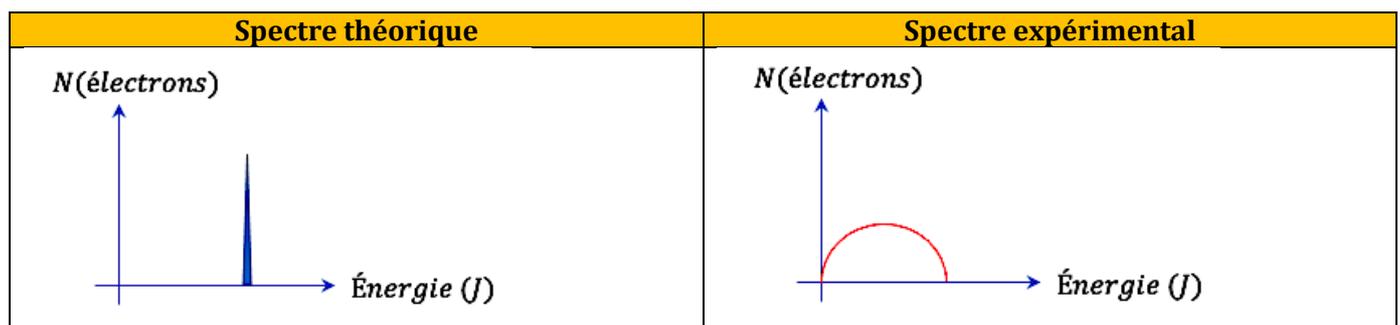
Lorsque la physique est confrontée à ce type de problème deux solutions sont envisageables : l'une est législative et l'autre ontologique. La première consiste à sceller le cadre théorique précédent et à en trouver un nouveau qui explique les phénomènes observés. La seconde consiste à invoquer un objet nouveau afin de rendre compte de la différence observée. C'est cette seconde option qui fut choisie par la grande majorité des scientifiques de l'époque, compte tenu de l'extraordinaire renommée de la théorie newtonienne. Les scientifiques postulèrent donc l'existence d'une nouvelle planète, plus éloignée qu'Uranus, qui perturberait le mouvement d'Uranus et expliquerait le décalage constaté.

C'est le scientifique Urbain Le Verrier qui mena les calculs en 1846. Sous son crayon, et armé des lois de Newton, il fit apparaître Neptune. Il envoya ensuite ses calculs qui prédisaient la position de Neptune dans le ciel. Les télescopes scrutèrent le ciel à l'endroit indiqué par Le Verrier ... et découvrirent un petit point bleu : Neptune.

□ Le neutrino.

La radioactivité consiste en une transformation d'un noyau avec émission de particules. Dans le cas de la radioactivité β , un noyau se transforme en un autre noyau avec émission d'un électron. On peut citer par exemple la désintégration du potassium 40 : ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{20}Ca + {}^{-1}_1e$ (Dans ce processus, un neutron se transforme en proton).

La conservation de l'énergie, pilier de la physique moderne, impose à l'électron émis de posséder une énergie cinétique précise. Lorsque l'on mesure l'énergie des électrons émis par désintégration, on doit donc obtenir le spectre suivant, à gauche (la largeur du pic est due aux incertitudes de mesure). L'expérience est réalisée et on obtient le spectre de droite ... c'est-à-dire une distribution des valeurs d'énergies : les électrons sont émis avec des valeurs d'énergie très différentes, en totale contradiction avec la conservation de l'énergie.



La solution législative va être choisie par certains ... et d'autres, très minoritaires, comme Wolfgang Pauli (physicien Suisse), vont postuler l'existence d'une particule inconnue qui serait émise lors de la désintégration. Cette explication permettait de « sauver » la conservation de l'énergie puisque l'énergie « manquante » de l'électron émis serait emportée par la nouvelle particule.

Personne ne crût Pauli, sous prétexte que personne n'avait jamais détecté une telle particule (elle devait être neutre et de masse très faible !) ... Jusqu'en 1956 où la particule fut détectée ... et appelée le neutrino (le petit du neutron). Finalement : ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{20}Ca + {}^{-1}_1e + \nu$

Document n°3 : Extraits d'un entretien entre Jean-Marc Lévy-Leblond et Françoise Balibar.

Jean-Marc Lévy-Leblond est physicien, professeur émérite de l'université de Nice, essayiste et éditeur.

Physicienne et philosophe, Françoise Balibar est professeure émérite de physique à l'université Paris-VII - Denis Diderot.

FRANÇOISE BALIBAR : Sous ce titre, un peu bizarre, « Les mathématiques hors d'elles-mêmes », sont rassemblées des réflexions portant sur le statut des mathématiques lorsqu'elles sont, comme l'on dit, « appliquées ».

JEAN-MARC LÉVY-LEBLOND : Je ne sais pas si je suis vraiment habilité à « représenter » la physique, et ce que je vais dire ne devrait certainement pas être considéré comme faisant consensus chez les physiciens. En tout cas, pour moi, le problème de la physique est tout à fait spécifique : certes, les mathématiques y sont hors d'elles-mêmes mais je ne suis pas sûr qu'on puisse les considérer comme « appliquées ». Parce que si l'on pense en termes d'« application », on admet *ipso facto* qu'il s'agit d'un rapport d'extériorité : les mathématiques sont alors une espèce d'outil dont on se sert pour travailler dans un domaine complètement différent. Pour prendre un exemple trivial, à la fois du point de vue mathématique et aussi du point de vue de son intérêt, considère le décompte de... je ne sais pas... des vaches dans un pré, par exemple. Dans ce cas, on a d'un côté la mathématique des nombres entiers, et d'un autre, l'application de cette arithmétique au comptage des vaches. Les vaches du pré n'ont, elles, rien de mathématique ; par contre, la question qu'on se pose à leur sujet est une question mathématique et pour y répondre, on a recours à cet outil qu'est l'arithmétique des nombres entiers. À mon avis, en physique, il n'y a pas deux temps comme dans l'exemple des vaches : d'abord des questions, préalables à la mise en œuvre de l'outil mathématique et ensuite des réponses, grâce à l'utilisation de cet outil. La physique est pour ainsi dire d'emblée traversée par les mathématiques – depuis qu'elle est ce qu'elle est, au sens moderne du terme, essentiellement depuis la « coupure galiléenne » au XVII^e siècle. Il n'y a pas entre la mathématique et la physique un rapport d'extériorité. Pour ma part, je ressens plutôt leur relation comme un rapport d'intériorisation des mathématiques au sein de la physique ; on pourrait d'ailleurs, par opposition à « application », parler d'« implication » des mathématiques dans la physique. Autrement dit, on ne peut pas penser la physique sans passer par (penser par) les mathématiques. Ce qui caractérise la physique, c'est qu'aucun concept n'y échappe à une formulation mathématique.

F. BALIBAR : D'accord ; mais alors, d'où vient que les grandeurs de la physique puissent acquérir cette conceptualisation mathématique, et que les grandeurs de la biologie ne le puissent pas ?

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Il faudrait demander aux biologistes ce qu'ils en pensent ; mais en tant que physicien, il me semble effectivement que la plupart des concepts fondamentaux de la biologie ne sont pas mathématisés, ne sont même pas numérisés. Quand on parle du gène, par exemple, il n'y a pas de structure mathématique qui correspond à cette notion.

F. BALIBAR : [...] à quelle caractéristique de la biologie et de la physique respectivement attribuer l'origine d'une telle différence dans leurs rapports aux mathématiques ? Cela tient-il à leur objet : l'inanimé/l'animé ? Ce ne peut pas être ça !

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Non en effet, c'est trop trivial. Les biologistes travaillent aussi sur des objets qui ne sont pas vivants – une molécule d'ADN, ce n'est pas vivant, un gène, ce n'est pas vivant. Ce n'est donc pas cette distinction simpliste – l'inanimé/l'animé, le vivant/le pas vivant –, qui distingue la biologie de la physique. Cette question relève d'un problème beaucoup plus général : existe-t-il une détermination intrinsèque des disciplines scientifiques ? Peut-on caractériser la physique ou la biologie ou la chimie par des critères qui ne se réfèrent qu'à l'« objet » de la science en question, comme on disait autrefois ? Je ne le pense pas.

F. BALIBAR : Peux-tu en dire plus ?

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Il me semble qu'il existe entre disciplines des interfaces qui ne se réduisent pas à des frontières, mais qui sont plutôt des zones floues. L'exemple le plus simple est celui de la physique et de la chimie. On voit bien qu'il existe un large domaine, que les physiciens appellent « physique moléculaire » et les chimistes « chimie moléculaire », où l'on s'occupe des mêmes objets. Certes, les techniques, à la fois expérimentales et

théoriques, avec lesquelles les uns et les autres s'occupent de ces objets, ne sont pas tout à fait les mêmes – en général du moins. Mais ces différences, quand elles existent, ont des déterminations contingentes, historiques, sociologiques, non intrinsèques aux objets d'étude.

F. BALIBAR : Je réitère ma question en la précisant : d'où vient qu'il ne soit pas possible d'effectuer à propos des concepts de la biologie, de certains d'entre eux au moins, le même travail d'« explication » ou de « transcription » que celui effectué à propos de la valence chimique ?

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Je répondrais de la façon suivante : parce que ce travail est d'autant plus difficile que la science considérée s'occupe d'objets compliqués. Je dis « compliqués » plutôt que « complexes » parce que je ne veux pas m'embarquer dans une discussion sur la complexité – qui à mon avis est un non-concept. Le moindre virus est un objet incroyablement plus compliqué que l'atome le plus gros. Et du coup, la précision et l'acuité des notions mathématiques n'ont pas prise (ou ont mal prise) sur des objets aussi compliqués que ceux qu'étudie la biologie. Pour utiliser une métaphore simpliste, je dirais que les mathématiques offrent un instrument d'analyse d'une finesse incomparable – qui, par là-même, est extrêmement fragile. C'est un peu comme si on cherchait à couper un arbre avec un scalpel. Avec un scalpel, on ne peut faire que des dissections très fines, sur des morceaux d'objets déjà réduits et soigneusement nettoyés.

F. BALIBAR : Pourquoi dis-tu que l'analyse mathématique est très « fine » ? « Fine » en quel sens ?

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Il me semble que pour qu'un objet mathématique soit digne de ce nom, il faut qu'il soit vraiment minimal, que la réalité concrète ou l'idée abstraite dont on est parti ait été épurée, que l'objet de départ ait été privé de toute une série de qualités... Pour prendre l'exemple le plus trivial : le nombre, et même le simple nombre entier, c'est ce qu'on obtient quand on décide de ne plus s'intéresser à ce que l'on compte, et de se concentrer sur ce qu'il y a de commun à des collections de vaches, de fleurs ou de cailloux. Si on s'intéresse vraiment à deux vaches pour elles-mêmes, le concept même de « deux » perd une partie de sa pertinence parce que pour compter 2, il faut que le 1 et le 1 que l'on ajoute soient absolument identiques l'un à l'autre. Or on n'a jamais deux vaches absolument identiques.

Cet exemple très élémentaire montre bien ce qu'exige toute procédure mathématique. Pour pouvoir compter, utiliser les nombres entiers, il faut avoir déjà viré un certain nombre d'aspects intéressants et ne conserver qu'une identité minimale : pour déterminer le nombre de ces bestioles que l'on cherche à décompter, il faut oublier quelles sont ces bestioles, quelles sont leurs propriétés et quelles sont leurs différences. Il me semble – encore une fois sous réserve de ce que pourront dire les biologistes eux-mêmes – que les biologistes s'intéressent à des objets tellement compliqués qu'une telle procédure préparatoire n'a, pour eux, guère de sens. Les fonctions biologiques mettent en jeu des phénomènes d'une complication bien plus grande que n'importe quel phénomène physique. Je n'affirme pas que les mathématiques ne pourraient pas trouver en biologie un rôle analogue à celui qu'elles ont en physique. Je dis simplement que, pour l'instant en tout cas, je ne vois pas comment définir ce rôle et comment le déterminer – et il y a de bonnes raisons pour penser que c'est là une tâche extrêmement difficile... et pas forcément possible. D'ailleurs, le fait que les mathématiques « marchent » si bien en physique n'était pas prévisible *a priori*. Aristote avait de bonnes raisons d'en douter. Et il a fallu un sacré culot à Galilée pour en faire un fondement de la physique.

F. BALIBAR : Des objets « compliqués »... mais les objets de la physique sont-ils si simples ?

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Oui, je crois que la plupart des objets de la physique sont vraiment simples. Ils peuvent être sophistiqués. Si tu veux, la structure d'un atome met en jeu des concepts qui ne sont pas du tout intuitifs, mais un atome ce n'est quand même pas vraiment compliqué : un noyau et quelques électrons – même si les concepts qui les décrivent sont relativement élaborés, en tout cas beaucoup plus sophistiqués que la simple notion de nombre entier par exemple. Donc dans le cas de l'atome, les notions mathématiques sont raffinées mais l'objet est très simple.

F. BALIBAR : Si je te suis bien, l'étonnante sûreté avec laquelle la physique, sans jamais en faire un principe, s'est arrangée pour éliminer le vivant – alors même que pour Galilée ce qui est écrit dans le grand livre de la Nature inclut tout autant le vivant que l'inanimé –, s'expliquerait par la nécessité, propre à la physique mathématique (post-galiléenne), d'épurer au maximum les objets dont elle parle – pour pouvoir en parler justement. Si la physique ne traite pas du vivant, ce n'est pas en raison d'une

caractéristique propre à « la vie » qu'il lui serait impossible d'intégrer à son système de pensée, mais tout simplement parce que le vivant est trop compliqué pour que le travail préparatoire d'élagage dont on parlait tout à l'heure soit seulement envisageable : débroussailler un petit bois de chênes c'est possible ; débroussailler la forêt tropicale, ça ne l'est pas : elle est trop touffue.

J.-M. LÉVY-LEBLOND : La physique n'écarte pas que le vivant, elle écarte aussi la finalité et bien d'autres questions justement dites *métaphysiques*. Voir par exemple comment elle réduit la notion de cause par rapport à la subtile typologie aristotélicienne. En fait, on en revient à la question du « miracle » de l'adéquation des mathématiques au monde réel. Et une fois de plus, se pose la question de Wigner, ce grand physicien théoricien du siècle passé, comment dit-il déjà ?

F. BALIBAR: *The unreasonable effectiveness of mathematics...*

J.-M. LÉVY-LEBLOND : *The unreasonable effectiveness...* C'est ça. L'efficacité déraisonnable...

F. BALIBAR : Non : « déraisonnable » tirerait du côté de la folie et ne convient donc pas ; *unreasonable* : non-raisonnable. C'est un intraduisible.

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Irraisonnable ?

F. BALIBAR : Oui.

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Et Wigner affirme l'efficacité irraisonnable des mathématiques par rapport au monde réel en général.

F. BALIBAR : Oui. *In the natural sciences, dit-il.*

J.-M. LÉVY-LEBLOND : C'est bien ça, « dans les sciences naturelles ». Mais je tiens cet énoncé pour erroné. Les mathématiques n'ont pas dans les sciences naturelles en général l'efficacité, irraisonnable ou pas, qu'elles montrent en physique. Elles n'ont pas d'efficacité semblable en biologie. Ni en géologie, par exemple. La géologie n'est pas une science mathématisée : tel ou tel aspect de la géologie moderne, la tectonique des plaques par exemple, peut certes utiliser des modèles géométriques, mais la plupart des concepts de la géologie – synclinal et anticlinal, failles et dorsales, cycles biogéochimiques, etc. – ne sont pas des notions mathématisables. Elles n'ont d'ailleurs pas besoin de l'être.

F. BALIBAR: *And so what ?*

J.-M. LÉVY-LEBLOND : Eh bien, alors le domaine où s'exerce l'irraisonnable efficacité de Wigner est considérablement réduit : on est passé de l'ensemble des sciences naturelles à la seule physique ! Reste à se demander d'où vient cette irraisonnable efficacité des mathématiques en physique. Je propose en fait d'inverser la question et de la transformer en définition : en première approximation, la physique est précisément le domaine où les mathématiques ont cette efficacité. C'est une définition de degré zéro. Comme je l'ai dit, *a priori*, rien ne prouve qu'une telle forme de science naturelle doive exister. D'ailleurs, que Galilée ait eu besoin d'en donner une affirmation de principe est bien la preuve que ce n'était pas évident.

F. BALIBAR : Ah bon ? Mais Galilée n'a jamais manifesté, du moins dans ses écrits, le moindre doute quant à l'efficacité de sa méthode !

J.-M. LÉVY-LEBLOND: Justement ! Il donne un énoncé bien trop absolu, et cela a été suffisamment relevé au cours des siècles. Galilée va trop loin quand il parle du grand livre *de la Nature*. Certes, à cette époque, la distinction entre nature animée et nature inanimée n'est pas encore faite ; Galilée inclut dans « la nature » la croissance en pot d'un petit oranger obtenu en enfouissant un pépin dans la terre. D'ailleurs, le mot important pour Galilée, n'est pas « physique » mais « philosophie naturelle ». Il croit possible de développer une philosophie naturelle des sciences de la nature sur le modèle général de sa mécanique naissante. La suite ne lui donnera pas raison.

➤ **La grille d'évaluation de votre présentation orale.**

	Très satisfaisant	Satisfaisant	Insuffisant	Très insuffisant
Qualité orale	La voix soutient efficacement le discours. Débit, fluidité, variations et nuances pertinentes, ... Candidat pleinement engagé dans sa parole. Vocabulaire riche et précis	Quelques variations dans l'utilisation de la voix. Prise de parole affirmée. Il utilise un lexique adapté. Le candidat parvient à susciter l'intérêt.	La voix devient plus audible et intelligible au fil de l'épreuve mais demeure monocorde. Vocabulaire limité ou approximatif.	Difficilement audible sur l'ensemble de la prestation. Le candidat ne parvient pas à capter l'attention.
Qualité de la prise de parole en continu	Discours fluide, efficace, tirant pleinement profit du temps et développant ses propositions	Discours articulé et pertinent, énoncés bien construits.	Discours assez clair mais vocabulaire limité et énoncés schématiques.	Énoncés courts, ponctués de pauses et de faux démarrages ou énoncés longs, à la syntaxe mal maîtrisée.
Qualité des connaissances	Connaissances maîtrisées, les réponses aux questions du jury témoignent d'une capacité à mobiliser ses connaissances à bon escient et à les exposer clairement.	Connaissances précises, une capacité à les mobiliser en réponses aux questions du jury avec éventuellement quelques relances.	Connaissances réelles, mais difficulté à les mobiliser en situation à l'occasion des questions du jury.	Connaissances imprécises, incapacité à répondre aux questions, même avec une aide et des relances.
Qualité de l'interaction	S'engage dans sa parole, réagit de façon pertinente. Prend l'initiative dans l'échange. Exploite judicieusement les éléments fournis par la situation d'interaction.	Répond, contribue, réagit. Se reprend, reformule en s'aidant des propositions du jury.	L'entretien permet une amorce d'échange. L'interaction reste limitée.	Réponses courtes ou rares. La communication repose principalement sur l'évaluateur.
Qualité de la construction et de l'argumentation	Maîtrise des enjeux du sujet, capacité à conduire et exprimer et une argumentation personnelle, bien construite et raisonnée.	Démonstration construite et appuyée sur des arguments précis et pertinents.	Début de la démonstration mais raisonnement lacunaire. Discours insuffisamment structuré.	Pas de compréhension du sujet, discours non argumenté et décousu.

➤ **Fiche méthodologique sur le travail en groupe.**

Le travail en groupe

Quelques compétences sociales à acquérir

1. Écouter et prendre en considération les autres.
2. Prendre des initiatives.
3. Savoir quand il est pertinent de se mettre en avant mais aussi en retrait.
4. Coordonner le travail dans une équipe.
5. Résoudre des conflits.
6. Ne pas abandonner à la moindre difficulté.
7. Être prêt à prendre les responsabilités des autres.
8. Écouter et discuter de toutes les opinions.
9. Savoir gérer un temps imparti.

Les erreurs à ne pas faire si l'on veut réussir à travailler efficacement en groupe

1. Le groupe met du temps à s'installer.
2. Des membres du groupe n'ont pas leur matériel.
3. Le groupe ne se met pas au travail immédiatement et prend rapidement du retard.
4. Chaque membre parle quand il en a envie et personne n'écoute les autres.
5. Un membre du groupe fait tout le travail, les autres sont oubliés. D'autres ne font rien du tout et se contentent de regarder.
6. À la moindre difficulté le groupe appelle l'enseignant.
7. Un seul membre du groupe écrit, les autres ne notent rien et seront incapables de présenter les réponses à l'enseignant.
8. Les membres du groupe se chamaillent entre eux et avec d'autres élèves d'un autre groupe.