

Physique de/pour l'environnement

Florence ELIAS - PMMH
CS UFR de Physique SU

Journées Hors Les Murs du Conseil Scientifique de l'UFR de Physique,
Sorbonne Université

 14 mars 2024, 09:00 → 15 mars 2024, 21:15 Europe/Paris

 Centre Port-Royal

Menace, danger climatique

Constat :

↑ GES dans l'atmosphère -> dérèglement climatique.

Biodiversité s'effondre, sécheresses, événements climatiques extrêmes, réfugiés climatiques.

Il faut faire quelque chose ! Il y a **urgence**.

Quelle est la responsabilité des scientifiques ?

- La crise est due aux progrès techniques ? la technique peut-elle apporter la solution ?
- Mais la pratique de la recherche elle-même a un impact (labo 1.5)
- Citoyens : Réduire les déplacements en voiture, en avion....

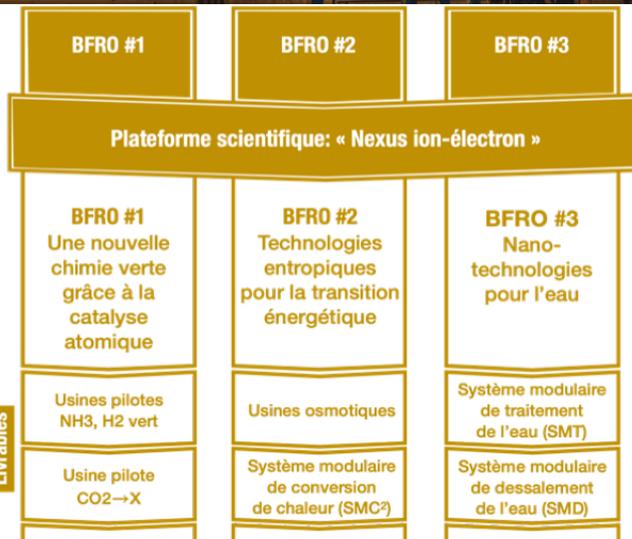
Que doit/peut faire la physique ?



Solution technologique

Pour un projet Manhattan de la transition écologique

Un appel à construire ensemble les briques scientifiques et technologiques de la transition



Il faut mettre en œuvre un projet Manhattan écologique

Afin d'accélérer la transition vers des technologies décarbonées, un collectif de scientifiques plaide pour la création d'un centre de recherche et d'innovation en lien direct avec l'industrie, à l'image du colossal investissement américain pour mettre au point la première bombe atomique pendant la seconde guerre mondiale

Le récent film biographique *Oppenheimer*, de Christopher Nolan, nous rappelait que, face à une urgence mondiale, l'homme est capable d'une action collective incroyablement rapide et efficace – aussi funeste soit son objet. Cinq ans après son déclenchement, le projet Manhattan [qui a permis la fabrication de la première bombe atomique] a été une réussite technique sans précédent. Il a embrassé la science la plus avancée de l'époque et a réalisé son industrialisation à grande échelle, impliquant plus de 130 000 hommes et femmes, des laboratoires de recherche jusqu'aux usines de raffinage.

Or, si l'homme est capable de telles prouesses pour la destruction, il peut l'être aussi pour le bien commun en temps de paix. Alors que les catastrophes climatiques s'enchaînent – incendies, inondations, canicules, sécheresses... –, il est maintenant indéniable que le réchauffement climatique est une menace existentielle. Limiter ce réchauffement et nous y adapter est un devoir impératif et supérieur: voilà le plus grand défi de l'histoire humaine. Dans l'agriculture, l'industrie, le transport, les énergies fossiles constituent la base même de la société moderne et industrielle. S'en passer implique une nouvelle organisation collective, et en particulier une transformation profonde de nos outils techniques et industriels. Décarboner les procédés énergétiques, physiques, chimiques et agricoles qui sous-tendent le monde industrialisé afin d'éviter des millions de morts: telle est notre responsabilité historique.

Pourtant, l'Agence internationale de l'énergie (IEA) nous alerte: 40 % des technologies nécessaires à la transition environnementale ne sont pas à un niveau

de maturité suffisant. L'agence donne l'exemple de l'électrolyse de l'eau de mer pour la production d'hydrogène, des batteries au sodium, de la captation ou conversion du CO₂, ou encore du stockage de la chaleur. Malheureusement, bien loin de contribuer à la transition, nombre de ces « technologies stratégiques » sont encore au stade d'expériences de laboratoire menées par quelques scientifiques aux moyens modestes.

Nous sommes en train d'échouer

Malgré l'urgence, la transition n'a de facto pas vraiment commencé: les émissions continuent d'augmenter. Nous sommes en train d'échouer et de condamner nos enfants. Pour relever ce défi dans l'urgence, il est impératif de coupler des avancées scientifiques rapides à des transformations industrielles massives. Nous, scientifiques de tous horizons, appelons à la mise en œuvre d'un projet Manhattan de la transition écologique. La France, et plus largement l'Europe, peut le réaliser.

Nous appelons à bâtir un centre de recherche et d'innovation, chargé de développer les outils scientifiques et technologiques pour la transition, en lien direct avec l'industrie. A l'instar du CERN, l'organisation européenne pour la recherche nucléaire, il collaborera avec l'en-



POUR RÉUSSIR LA TRANSITION, DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES RAPIDES DOIVENT ÊTRE COUPLÉES À DES TRANSFORMATIONS INDUSTRIELLES MASSIVES

semble du tissu académique et industriel international, y compris des pays émergents et moins avancés, et agira comme un hub scientifique et technologique ouvert. Ce hub rassemblera les meilleurs scientifiques et ingénieurs avec les moyens d'aller vite. L'ensemble de la recherche sera notamment dirigé vers le développement des procédés décarbonés et leur déploiement rapide à grande échelle en les faisant passer des laboratoires aux industries capables

d'implémenter la transition. Pour atteindre les objectifs de neutralité carbone en 2050 prévus par la COP 21, nous prévoyons une durée de vie du projet de vingt-cinq ans.

Ce projet à l'interface entre recherche et industrie à l'ambition de faire de la France et de l'Europe des leaders des technologies de la transition écologique. Le financement doit être à la hauteur de l'ambition et de la menace. Alors que le projet Manhattan historique coûta plus de 1 % du PIB américain, celui de la transition requiert un niveau d'investissement comparable et sur la durée de vie du centre. Si les délais sont courts, l'ambition est immense: créer les briques scientifiques et techniques des nouvelles structures industrielles décarbonées.

La base d'un modèle sobre et résilient

Face à l'urgence climatique, nous appelons à démarrer ce projet sans attendre, en abondant un premier budget d'amorçage de 1 milliard d'euros. Cet investissement en recherche et technologie est à mettre en regard des 70 milliards ou 66 milliards estimés (dont 30 milliards à 35 milliards d'investissements publics) nécessaires à la transition française chaque année, selon les économistes Jean Pisani-Ferry et Selma Mahfouz... C'est un coût infime face aux dégâts gigantes-

ques que génèrent déjà les aléas climatiques, et qui nous conduisent vers un monde non assurable. De plus, cet investissement, vital pour les générations futures, construit un avantage décisif pour les souverainetés industrielles française et européenne.

Avec ce projet Manhattan écologique, c'est la base scientifique d'un modèle industriel à la fois sobre en ressources, résilient et décarboné que nous appelons à construire. Réunissons nos forces vives techniques afin de contribuer à surmonter l'immense défi de la transition. Nous voulons croire que rassembler les nations, notamment européennes, pour la préservation de la planète est encore possible. Les moyens humains et techniques de mener la transition existent, ce projet Manhattan écologique propose d'en construire les fondations scientifiques et technologiques. **Chiche!** ■

Premiers signataires: Alain Aspect, physicien, Prix Nobel, Académie des sciences; **Lydéric Bocquet**, physicien, Académie des sciences; **Patricia Crifo**, économiste; **François Gemme**, politologue; **Eric Kar-senti**, biologiste, médaille d'or du CNRS, Académie des sciences; **Yves Lazzio**, mathématicien; **Mathieu Élizée**, physicien; **Isabel Marrey-Semper**, docteure en neurobiologie, administratrice indépendante; **Isabelle Méjean**, économiste; **Jean-Marie Tarascon**, chimiste, médaille d'or du CNRS, Académie des sciences. Liste complète sur Lemonde.fr

Effet rebond / paradoxe de Jevons

L'effet rebond

François Schneider

Article paru dans *l'Ecologiste*, Edition française de *The Ecologist*
n°11 Octobre 2003, Vol 4, n°3, p45

$$\text{rebound} = 1 - \frac{\text{économies réalisées}}{\text{économies prévues}}$$

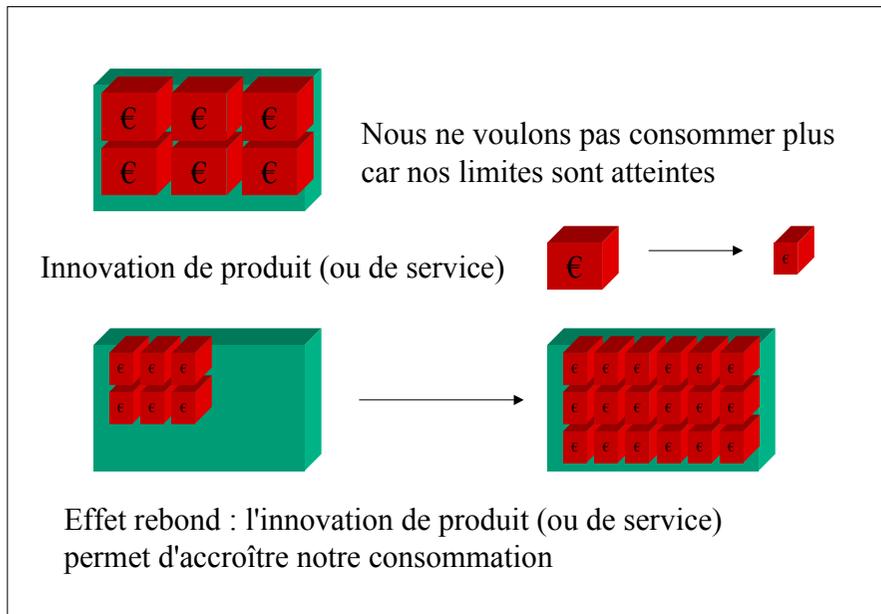


Figure 1 : Mécanisme de l'effet rebond

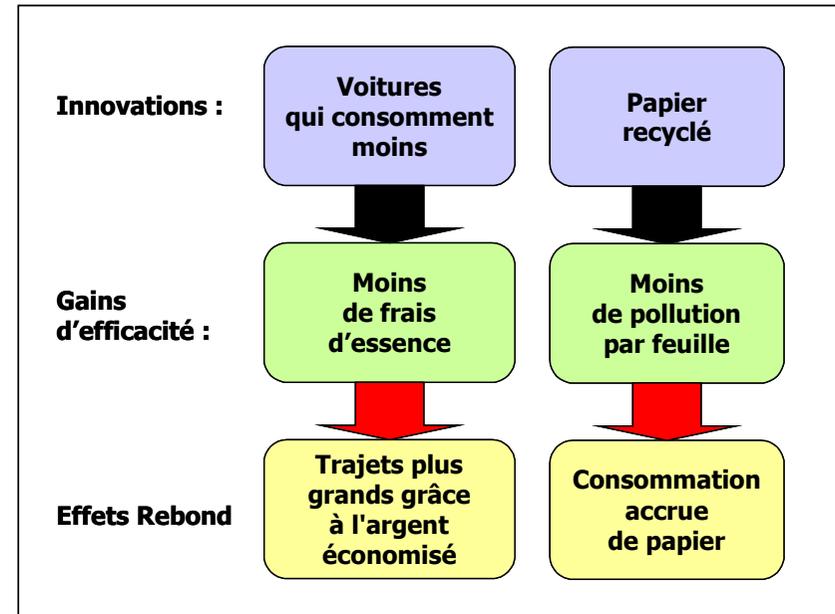


Figure 2 : Exemples d'effets rebond

Effet rebond / paradoxe de Jevons

L'effet rebond

François Schneider

Article paru dans *l'Ecologiste*, Edition française de *The Ecologist*
n°11 Octobre 2003, Vol 4, n°3, p45

$$\text{rebond} = 1 - \frac{\text{économies réalisées}}{\text{économies prévues}}$$

Effet « débond »

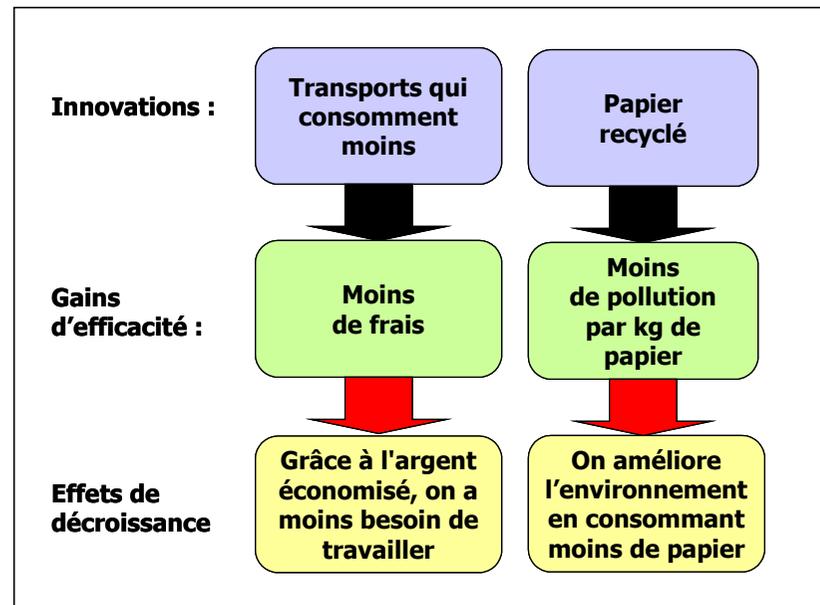


Figure 3 : Exemples d'effets de décroissance (ou « débond »).

-> problème de société (adaptation)

- Économie circulaire
- Décarbonation de l'industrie

Décarbonation versus production de batteries, extraction des minerais, etc.

Complexité !



Système complexe

1 solution -> plusieurs problèmes, non encore maîtrisés

La recherche fondamentale/académique est importante.

Diversifier les recherches, ouvrir le débat, explorer large, dans toutes les sciences y compris les sciences sociales.

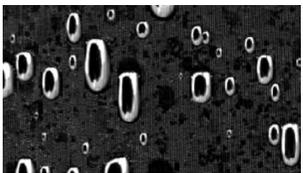
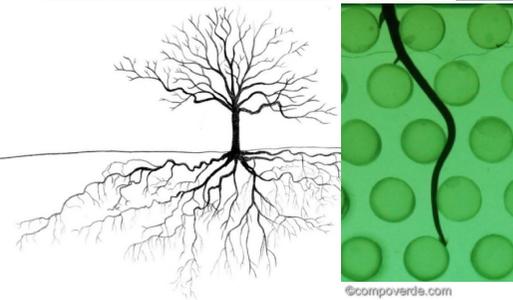
Comprendre l'environnement : ***physique de*** l'environnement

Alliance Sorbonne Université : Institut de la Transition Environnementale

dynamiques interdisciplinaires de formation et de recherche aptes à contribuer à la transition environnementale de nos sociétés.

Liens avec la Physique :

Plusieurs labos ont répondu: **PMMH, LERMA, IMPMC, INSP, LPENS**



Diodes électroluminescentes à base de nanocristaux

spectroscopie moléculaire appliquée aux atmosphères

Aciers allégés pour réduire consommation voitures

Pluie et nuage en laboratoire

croissance des racines dans les sols granulaires

Science des matériaux et vitrages à contrôle thermique

Cellules solaires à base de nanocristaux

mesure la composition atmosphérique au dessus de Paris

collecte de rosée en laboratoire

aval de l'exploitation minière

verres technologiques

observer les colonnes de gaz à effet de serres

dispersion des métaux dans l'environnement

techniques de désalinisation

conversion/absorption de l'énergie des vagues

Alliance Sorbonne Université : Institut de la Transition Environnementale

Série de séminaires/dialogues entre un physicien et un chercheur autre discipline, sur des sujets liés, par des angles différents

1. Jeudi 15 avril 2021: **“Les vagues et le littoral à l’heure des changements climatiques”**

Alexis Merigaud (PMMH): *Transmission, réflexion et absorption des vagues par des structures*
Axel Créach (Laboratoire Géographie Physique, LGP): *Impacts des vagues sur les installations humaines, et des installations humaines sur les vagues*

2. Jeudi 20 mai 2021: **“Quand l’environnement ne manque pas de sel”**

Lyderic Bocquet (LPENS): *L’eau de mer, une source d’énergie renouvelable pour demain*
Juliette Mignot (LOCEAN): *Du sel dans le climat ? Salinité, Gulf stream et courants marins*

3. Jeudi 17 juin 2021: **“Quels matériaux pour l’électricité renouvelable ?”**

Nadine Witkowski (INSP): *Matériaux pour le photovoltaïque : enjeux et limitations*
Mathieu Salanne (PHENIX): *Stockage électrochimique de l’énergie : les batteries Li-ion et au-delà*

4. Jeudi 8 juillet 2021: **“L’extraction des minéraux et ses impacts”**

Mathieu Chassé (IMPMC): *De la formation et la valorisation des matières premières minérales aux perspectives d’approvisionnement*
Raphaëlle Chevrillon-Guibert (PROGIG): *Dynamiques territoriales et enjeux des régulations de l’exploitation minière : orpaillage en Afrique*

5. Jeudi 7 octobre 2021: **“La pollution urbaine vue d’en haut et d’en bas”**

Yao Té, Christof Janssen (LERMA): *La composition atmosphérique et l’évolution des polluants urbains et des gaz à effet de serre étudiées par télédétection FTIR*
Florence Huguenin-Richard (Lab Mediations): *Cartographier la pollution à l’échelle du piéton par une expérimentation participative (projet Expo’PED)*

Conclusion / perspectives

- Danger climatique : notion d'urgence
- Chercher des solutions techniques
- La technique ne résout pas tout le problème :
 - Manque de connaissances (e.g. pollution des sols)
 - Enjeux de pouvoir (utilisation des ressources naturelles)
 - Effet rebond
 - Problème de fond relation **science-société**
- **Problème complexe** : faire de l'environnement un objet de recherche pluridisciplinaire
- La physique a toute sa place
- Recherche appliquée / fondamentale
- Importance de cet objet dans **l'enseignement**.

