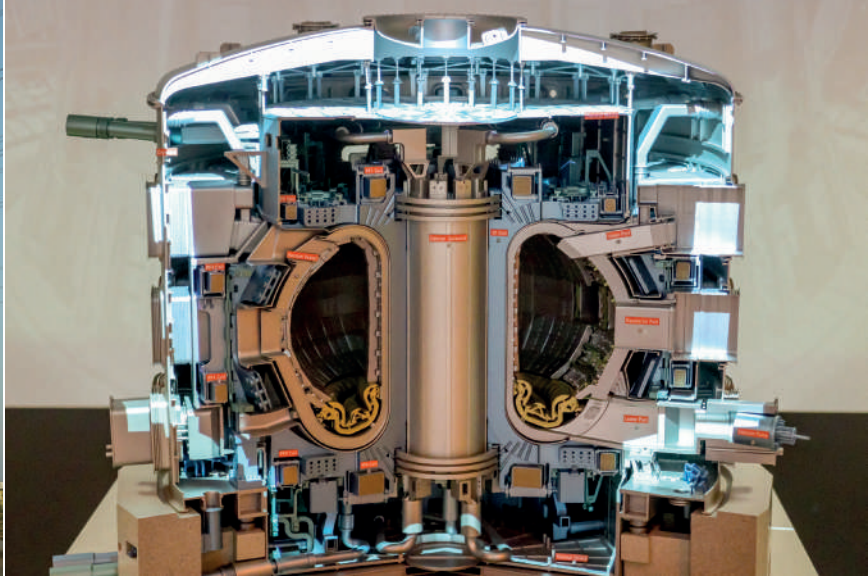


Dossier de presse



Sortie du numéro spécial des *Reflète de la Physique*
« Transition énergétique - Les défis de la défossilisation »
le 14 février 2024





Sommaire

Présentation du numéro	page 5
La Société Française de Physique	page 7
Les Reflets de la Physique	page 8
Prendre la mesure des enjeux et des défis	page 9
Les principales sources d'électricité et de chaleur bas carbone	page 11
Quelques pistes de défossilisation en cours d'exploration	page 13
Gestion des sources électrogènes non pilotables	page 15
Impacts environnementaux et risques des filières énergétiques	page 17
Informations pratiques et événement de lancement	page 19
Contact	page 20

De quelles énergies avons-nous besoin ? Et de combien ?

Sur quelles énergies pourrons-nous compter pour demain ou même pour tout de suite ?

Sommes-nous condamnés à autant consommer ?

Y a-t-il un rapport entre consommation d'énergie et niveau de vie ?

Que prévoient les différents scénarios énergétiques ?

Réseau électrique : quelles contraintes ?

Où en sommes-nous des ressources minérales ?

Le nucléaire est-il une solution durable ?

...

“Transition énergétique Les défis de la défossilisation”

Ce numéro spécial est le fruit de **plusieurs années de travail** en collaboration avec les meilleurs spécialistes du domaine.

Conçu comme un **recueil de données factuelles et de savoirs scientifiques** sur le thème de l'énergie, ce numéro des *Reflets de la Physique*, revue de la Société Française de Physique, sortira le **14 février 2024**.

Il s'adresse principalement à toutes les personnes souhaitant **parfaire leurs connaissances et compréhension des enjeux de la transition énergétique** - décideurs, journalistes, enseignants, représentants d'ONG, étudiants, citoyens etc. - pour être en mesure de se forger une opinion.

Un recueil de données
factuelles et de
savoirs scientifiques

La majeure partie du document est accessible à tout esprit curieux.



Présentation

Atteindre l'objectif de la neutralité carbone en 2050 nécessite inévitablement l'abandon progressif des combustibles fossiles, qui représentent actuellement plus de 80% des ressources en énergie primaire au niveau mondial.

Le **défi est colossal** car il impose de modifier radicalement nos usages et modes d'approvisionnement en énergie et ressources minérales. Le **rôle de l'énergie** est absolument central pour toutes les sociétés humaines, et il n'existe aucune solution miracle pour répondre à ce défi majeur. Les questions scientifiques et les enjeux sociétaux d'un tel renoncement aux ressources fossiles ne peuvent laisser les physiciens indifférents.

80% des ressources en
énergie au niveau
mondial proviennent
des combustibles
fossiles

La Société Française de Physique, auteure de ce numéro spécial, et la communauté des scientifiques en général ont vocation à **éclairer ces débats en les alimentant d'éléments factuels et d'analyses objectives**. Elles sont d'autant plus nécessaires pour des sujets sur lesquels les opinions peuvent être fortement influencées par des choix politiques, voire idéologiques.

Un examen objectif et lucide des contraintes et des limites physiques est indispensable.



La Société Française de Physique

Créée en 1873 avec pour objectif principal de créer un espace de discussion et de diffusion des connaissances entre les physiciennes et physiciens de tout le territoire, la Société Française de Physique (SFP) a conservé son **rôle fédérateur de la communauté**.

La SFP a aujourd'hui pour but de :

- **Stimuler le développement des connaissances en physique**, par l'organisation de colloques, de conférences, de journées stratégiques, la remise de prix...
- **Fédérer la communauté des physiciennes et physiciens**, à travers des rencontres, les activités de son Réseau jeunes, ses prises de position...
- **Promouvoir et faire rayonner la physique**, via la tenue de manifestations grand public, l'organisation de tournois de physique, publication d'ouvrages etc.

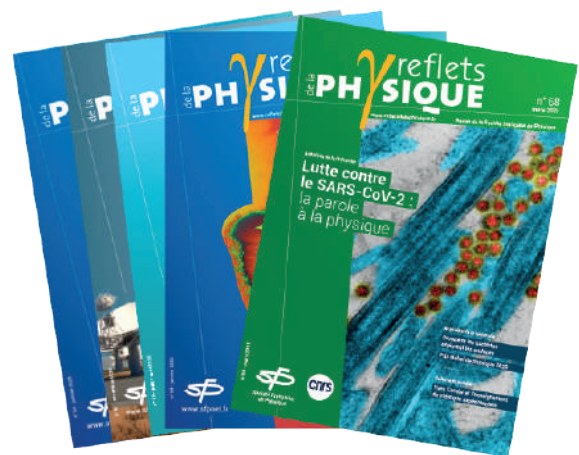
La SFP s'investit également sur différents **sujets de société** : culture scientifique, organisation de la recherche, valorisation du doctorat, science ouverte, enseignement des sciences, parité, histoire des sciences.

www.sfpnet.fr



Les Reflets de la Physique

La revue de la Société Française de Physique, les Reflets de la Physique, est publiée à hauteur de quatre numéros par an en moyenne. Elle s'adresse principalement aux chercheurs, enseignants, ingénieurs, étudiants ou tout simplement passionnés de physique. La revue rend compte des **dernières découvertes**, dresse des **portraits de femmes et d'hommes** contribuant aux avancées de la recherche. Elle aborde également les **liens entre la physique et la société**, les **applications** et **l'histoire de la physique**.



Les Reflets de la physique sont envoyés aux membres de la Société Française de physique en version papier et est rendue accessible à tous en version numérique sur le site www.refletsdelaphysique.fr.

La revue est éditée avec le soutien du CNRS.

Avec ce numéro spécial "Transition énergétique - Les défis de la fossilisation", la revue élargit son audience en se rendant majoritairement accessible à tout esprit curieux. **L'objectif de ce numéro est de dresser un état des lieux clair en écartant tout présupposé idéologique, avec pour seul parti pris, celui de la rigueur scientifique.** Le caractère urgent, complexe et contradictoire des débats sur ce sujet est révélateur de la **nécessité de prendre en compte les données scientifiques de base afin que chaque citoyen puisse se construire une idée aussi exacte et objective que possible.**

Ecarter tout
présupposé
idéologique

Prendre la mesure des enjeux et des défis

Le thème de la transition énergétique est aujourd'hui **omniprésent dans les médias et dans le champ politique**. Cependant le concept d'énergie, central en physique et dans l'histoire de son développement recouvre une **réalité multiforme** : il est **souvent mal appréhendé**, en particulier lorsqu'il s'agit d'estimations d'ordres de grandeur et de besoins en relation avec le fonctionnement des sociétés et l'économie.

Cette partie introductive rappelle **toutes les notions indispensables permettant de préciser les défis et d'éclairer le débat sociétal sur la transition énergétique**. Elle présente les questions essentielles qui seront développées dans la suite : énergie de stock, énergie de flux, énergie primaire, finale, unités et ordre de grandeurs ; épuisement et disponibilité des ressources ; économie et énergie ; concept de taux de retour en énergie (EROI) ; scénarios.



À la suite d'un court texte illustrant, par des exemples concrets, les différentes unités et ordres de grandeurs, les deux premiers articles montrent comment le concept d'énergie introduit par les physiciens permet de **quantifier toutes les transformations** et mises en mouvement de la matière dans les sociétés humaines, sans oublier la production de chaleur.

La **question de l'approvisionnement** à partir de sources primaires relevant soit d'énergies de stock, soit d'énergies de flux, est abordée dans l'article de Jacques Treiner. Ce premier article ouvre la discussion sur l'épuisement des ressources, et introduit la question de l'équilibre des réseaux électriques. Il est suivi d'un encadré précisant et illustrant les notions d'énergies primaire, finale et utile.

Le second article, de Gérard Bonhomme et Henri Safa, interroge et confirme l'étroite relation objective entre **développements humain et économique**, et consommation d'énergie.

Ensuite, l'article de Gérard Bonhomme et Jacques Treiner discute de **critères physiques d'évaluation et de comparaison des systèmes de transformation** et d'approvisionnement en énergie, en se concentrant sur le taux de retour en énergie, ou EROI.

L'ouverture aux aspects économiques est assurée par l'article de Jacques Percebois et Stanislas Pommeret, qui introduit les défis à relever pour que nos sociétés puissent fournir, à un coût accessible à tous, une énergie fiable et suffisante pour les usages domestiques, industriels et commerciaux.

Enfin, la question des scénarios de transition vers des économies décarbonées et beaucoup plus économes en utilisation de ressources naturelles est abordée dans l'article de Jean-Louis Bobin. Un encadré sur les projections énergétiques au niveau mondial complète ce tableau prospectif.

Liste des articles de cette rubrique

Unités et ordre de grandeur

Énergie, mode d'emploi – Énergies de stock, énergies de flux

Par Jacques Treiner (Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain, Université Paris-Cité ; Shift Project, Comité d'Experts) - jtreiner@orange.fr

Énergie primaire, énergie finale, énergie utile

Par Jacques Treiner et Gérard Bonhomme (Institut Jean Lamour, CNRS/Université de Lorraine et Président de la Commission Énergie et Environnement de la Société Française de Physique) - gerard.bonhomme@univ-lorraine.fr

L'impact de l'énergie sur le développement des sociétés humaines et l'économie globale

Par Gérard Bonhomme et Henri Safa (CEA, Direction des programmes) - henri.safa@cea.fr

Le taux de retour énergétique (EROI) et son importance dans l'évaluation des performances des systèmes énergétiques

Par Gérard Bonhomme et Jacques Treiner

Les nouveaux défis de la politique énergétique française

Par Jacques Percebois (Centre de Recherche en Économie et Droit de l'Énergie (CRE-DEN), CNRS/Université de Montpellier) - jacques.percebois@umontpellier.fr - et Stanislas Pommeret (CEA, Direction de la recherche fondamentale ; président de la Société Chimique de France) - stanislas.pommeret@societechimiquedefrance.fr

Scénarios pour une transition énergétique

Par Jean Louis Bobin (Sorbonne Université) - jean-louis.bobin@sorbonne-universite.fr

Les principales sources d'électricité et de chaleur bas carbone

Cette deuxième partie est dédiée aux **technologies matures pour défossiliser la production d'électricité et de chaleur**. Elle est introduite par un texte sur le rôle croissant de l'électricité.

La **biomasse** est la seule énergie renouvelable de stock contenant du carbone. Une discussion sur les possibilités de son usage énergétique et de son réel impact sur la baisse des gaz à effet de serre est abordée dans l'article de Guillaume Boissonnet. Dans le **cas du solaire**, deux technologies sont disponibles : photovoltaïque et solaire à concentration. Les deux solutions sont considérées dans les articles de Daniel Suchet et Jean-François Guillemoles, puis de Gilles Flamant.

L'**énergie éolienne** est également présentée dans cette partie dans l'article de Joachim Peinke et André Fuchs. Enfin, la récupération de l'énergie perdue des **centrales nucléaires** pour des usages industriels ou de chaleur urbaine offre des perspectives très intéressantes en termes de réduction des gaz à effet de serre, comme discuté dans la dernière contribution de Martin Leurent et Henri Safa.



Liste des articles de cette rubrique



Energie et rôle croissant de l'électricité



Usages énergétiques des biomasses

Par Guillaume Boissonnet (CEA, Direction des Énergies) - guillaume.boissonnet@cea.fr



200 ans d'électricité solaire

Par Daniel Suchet (Institut Photovoltaïque d'Ile de France (IPVF), CNRS/École polytechnique) - daniel.suchet@polytechnique.org -, et Jean-François Guillemoles (Centre interdisciplinaire Energy for Climate (E4C), Institut Polytechnique de Paris) - jfguillemoles@cnrs.fr -



L'autre technologie, le solaire à concentration

Par Gilles Flamant (Laboratoire Procédés, Matériaux et Énergie Solaire (PROMES) CNRS/ Université de Perpignan) - gilles.flamant@promes.cnrs.fr



La chaleur solaire à basse température

Par Bernard Tamain (ENSICAEN) - bernard.tamain@free.fr



L'énergie éolienne, du point de vue de la physique

Par Joachim Peinke - peinke@uol.de - et André Fuchs (Universität Oldenburg, Institut für Physik & ForWind, Allemagne)



Valoriser la chaleur nucléaire : vers une utilisation plus efficace des centrales nucléaires ?

Par Martin Leurent (CEA) et Henri Safa (CEA, Direction des programmes) - henri.safa@cea.fr

Quelques pistes de défossilisation en cours d'exploration

Dans cette troisième partie sont présentées quelques unes des **technologies** dont la mise en oeuvre, lorsqu'elles arriveront à maturité industrielle, pourra se révéler utile pour relever le défi colossal que représente l'objectif de la neutralité carbone au niveau mondial.

Les premières de ces technologies sont celles du **captage et de la séquestration du carbone**. Leur utilisation sera sans doute indispensable à court terme, compte tenu du temps de déploiement des technologies bas carbone. Elles sont présentées dans l'article de Florence Delprat-Jannaud. L'article d'Aurélien Babarit et al., complété par celui de Jean-Christophe Gilloteaux et Sandrine Aubrun, couvrent l'ensemble des technologies qu'il sera possible de mettre en oeuvre pour exploiter les sources d'énergies marines.

Les deux derniers articles, d'Elsa Merle et al. et de Gérard Bonhomme, concernent les **technologies nucléaires** (fission et fusion). Ils font l'objet d'une introduction spécifique par Bernard Tamain.



Liste des articles de cette rubrique



Le captage et le stockage du CO2

Par Florence Delprat-Jannaud (IFP Energies nouvelles (IFPEN)) - florence.delprat-jannaud@ifpen.fr



Energies océaniques

Par Aurélien Babarit (Laboratoire d'Hydrodynamique, d'énergétique et d'environnement atmosphérique, CNRS/Centrale Nantes) - aurelien.Babarit@ec-nantes.fr -, Grégory Pinon (Laboratoire d'ondes et milieux complexes, CNRS/Université du Havre), Jean-Luc Achard (Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels, Université Grenoble Alpes/CNRS) et Christophe Corre (Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, École Centrale de Lyon/INSA Lyon)



Eolien en mer : du fixe au flottant

Par Jean-Christophe Gilloteaux (INNOSEA) - jeanchristophe.gilloteaux@innosea.fr - et Sandrine Aubrun (Laboratoire de Recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique, École Centrale Nantes/Nantes Université/CNRS) - sandrine.aubrun@ec-nantes.fr



L'avenir et le nucléaire

Par Bernard Tamain (ENSICAEN) - bernard.tamain@free.fr



Des sels fondus pour la 4e génération de réacteurs nucléaires ?

Par Elsa Merle - merle@lpsc.in2p3.fr -, Michel Allibert, Daniel Heuer et Axel Laureau (Laboratoire de Physique Subatomique et Cosmologie, CNRS et Université Grenoble Alpes)



La fusion nucléaire par confinement magnétique

Par Gérard Bonhomme (Institut Jean Lamour, CNRS/Université de Lorraine - Président de la Commission Energie et Environnement de la Société Française de Physique) - gerard.bonhomme@univ-lorraine.fr

Gestion des sources électrogènes non pilotables

Les perspectives de recours accru à l'électricité imposent de considérer le problème de la **gestion de l'intermittence et du stockage**, en traitant de la gestion des réseaux électriques, des batteries, du 'Power-to-gaz' et de l'hydrogène.

Après une introduction présentant les **enjeux et les défis des sources renouvelables électrogènes non pilotables**, cette quatrième partie aborde

d'abord les **ordres de grandeur et les contraintes posées** par l'augmentation de la part des énergies renouvelables intermittentes (essentiellement le solaire photovoltaïque

et l'éolien) dans le mix électrique (article de Dominique Grand et al.). Les **batteries électrochimiques** sont l'un des moyens privilégiés de stockage. Elles apportent en outre une solution à l'électrification des véhicules et des transports. **L'état de l'art pour ce type de stockage**, ainsi que les **perspectives de développement** sont discutés dans le deuxième article de cette partie, proposé par Fabien Perdu. Une alternative au stockage électrochimique pourrait résider dans la **conversion de l'énergie électrique en fluides combustibles**. Ceci est discuté par Georges Sapy dans le troisième article. Le cas particulier de l'hydrogène, dont le rôle en tant que vecteur énergétique est amené à croître, est présenté à part.

Un impact majeur sur le système électrique dans son ensemble est à attendre en cas de fort développement des sources renouvelables électrogènes. Les modalités et les dynamiques de production impliqueraient en effet de **grandes modifications dans les infrastructures et la gestion dynamique du réseau électrique**, sous peine de mettre en danger la stabilité de l'ensemble. Cet autre défi majeur, ainsi que les **réseaux intelligents**, sont discutés par Georges Sapy dans les deux derniers articles de cette quatrième partie.



Liste des articles de cette rubrique



Sources renouvelables électrogènes non pilotables : enjeux et défis



Dans quelles conditions fonctionnerait le mix électrique prévu pour la France par la loi de la transition énergétique ?

Dominique Grand - dominiquegrand@gmail.com -, Christian Le Brun, André Latrobe et Roland Vidil (Groupe pour une expertise indépendante et rationnelle sur l'énergie (GIRE))



Quelle place pour les batteries dans une transition bas carbone ?

Par Fabien Perdu, Département de l'électricité et de l'hydrogène pour les transports, LITEN, CEA) - fabien.perdu@cea.fr



Stockage de l'énergie via les gaz combustibles de synthèse dans les systèmes électriques

Par Georges Sapy (ex EDF ; Sauvons Le Climat, conseil scientifique) - sapygeorges@gmail.com



Un vecteur énergétique dans l'air du temps : l'hydrogène



L'électricité intermittente met-elle en cause la stabilité des réseaux ?

Par George Sapy



Smart grids ou réseaux intelligents : de quoi s'agit-il ?

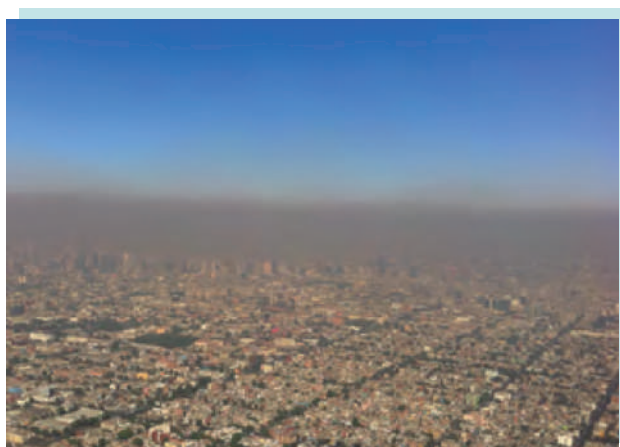
Par George Sapy

Impact environnementaux et risques des filières énergétiques

Cette dernière partie aborde les questions importantes des impacts environnementaux, notamment en termes de **besoins en ressources minérales, économiques et sanitaires des filières énergétiques**.

Le premier article, de Gérard Bonhomme, Jacques Treiner et Olivier Vidal, s'intéresse au sujet crucial du poids des ressources minérales dans les systèmes énergétiques.

Le second article, de Marc Bidan et al., est dédié aux conséquences du développement des technologies du numérique. Les **coûts cachés** de l'électricité sont ensuite analysés par Jacques Percebois et Stanislas Pommeret. Enfin, l'article de Roland Masse traite de l'impact et du coût sanitaires des différentes formes de production et de consommation d'énergie.



Liste des articles de cette rubrique



Le poids des ressources minérales dans les systèmes énergétiques

Par Gérard Bonhomme, Jacques Treiner et Olivier Vidal (Institut des Sciences de la Terre, Université Grenoble-Alpes/CNRS) - olivier.vidal@univ-grenoble-alpes.fr



Le numérique est une industrie de plus en plus lourde

Par Marc Bidan (Laboratoire d'économie et de management de Nantes-Atlantique (LEM-NA) - marc.Bidan@univ-nantes.fr -, Hugues Ferreboeuf (The Shift Project), Laurie Marraud (Arènes, CNRS) et Florence Rodhain (Montpellier Research in Management)



Les coûts cachés de l'électricité

Par Jacques Percebois (Centre de Recherche en Economie et Droit de l'Energie (CRE-DEN), CNRS/Université de Montpellier) - jacques.percebois@umontpellier.fr - et Stanislas Pommeret (CEA, Direction de la recherche fondamentale ; président de la Société Chimique de France) - stanislas.pommeret@societechimiquedefrance.fr



Coût sanitaire de l'énergie

Par Roland Masse (Académie des technologies) - roland.masse2@wanadoo.fr

Informations pratiques et événements associés

En dépit de sa taille, ce dossier ne pouvait être exhaustif, de sorte que certains sujets pourtant cruciaux tels ceux relevant en particulier de la thermique des bâtiments et du génie civil (matériaux, pompes à chaleur et géothermie, etc..) n'ont pas pu y être développés. Ils pourront faire l'objet d'un autre dossier ou d'articles spécifiques, comme du reste la thématique complexe de la sobriété énergétique.

Une seconde limitation tient au fait que nous nous sommes pour l'essentiel limités, sauf exception, au contexte national ou européen. La Société Française de Physique espère cependant que le contenu de ce numéro apportera un éclairage utile au lecteur sur nombre d'aspects, de données scientifiques et techniques, relevant de la transition énergétique.

Sortie du numéro «Transition énergétique - Les défis de la défos-silisation»

Sortie le 14 février 2024

Version papier distribuée aux membres de la Société Française de Physique (et disponible sur demande par la presse) et version numérique **accessible à tous** sur le site www.refletsdelaphysique.fr

Conférence de presse (sur invitation) le 14 février à 11h à l'Hôtel Bedford, Paris 8^e.

Événement associé

Le **16 mars 2024**, à la suite de son Assemblée Générale, la Société Française de Physique proposera une demi-journée accessible à tous sur le thème de la transition énergétique.

Elle s'articulera autour d'une table-ronde et de conférences thématiques en faisant intervenir des autrices et auteurs de ce numéro spécial.

Le programme détaillé sera prochainement communiqué sur le site www.sfpnet.fr



Société Française
de Physique

Contacts

Presse : Mayline Verguin
contact@sfpnet.fr - 01 44 08 67 13

Commission Energie et Environnement de la Société Française de Physique :
Gérard Bonhomme - gerard.bonhomme@univ-lorraine.fr

www.refletsdelaphysique.fr

