



→ www.pourlascience.fr/emplois

Connectez-vous au service
d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA
SCIENCE

en partenariat avec
naturejobs



- Chaque semaine, plus de **8000 offres d'emploi** dans le secteur des sciences.
- En un clic la **sélection des postes à pourvoir en France** et dans les pays francophones ou voisins.
- Une équipe Naturejobs spécialisée, **au service des recruteurs francophones**.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence
de l'actualité scientifique

si bien que le reste du parc devra faire face à des variations de production accrues et un peu plus imprévisibles. Cela implique une utilisation plus fréquente des moyens de production les plus flexibles (telles les turbines à gaz), dont le fonctionnement coûte plus cher. Les estimations du surcoût restent modérées, de l'ordre de deux à cinq euros par mégawattheure de production intermittente.

Le dernier type d'adaptation concerne les réseaux, qui devront être renforcés et étendus. Il s'agira de raccorder de multiples sources d'énergie parfois éloignées des centres de consommation (telles des éoliennes marines). Dans certains cas, d'importantes redistributions seront nécessaires : s'il y a du vent seulement dans le Sud du pays, par exemple, on doit pouvoir acheminer une partie suffisante de la

production vers le Nord. Enfin, pour éviter de trop grandes variations de tension et de fréquence, il faudra équiper le réseau de moyens de régulation supplémentaires.

L'idée que des énergies renouvelables locales permettraient d'éviter des dépenses liées au réseau électrique est donc erronée, sauf dans certains cas où production et consommation varient de conserve (comme en Californie, où un plus fort ensoleillement entraîne l'augmentation à la fois de la production photovoltaïque et de la consommation électrique, conditionnée par les climatiseurs).

Le chiffrage des coûts associés au renforcement des réseaux est encore peu fiable. En France, les investissements nécessaires d'ici 2020 représenteront entre 3 et 10 euros par mégawattheure intermittent. En revanche, en Allemagne, ils seront de 30 à 50 euros par mégawattheure sur la même période, pour un objectif de 25 pour cent de la production électrique assuré par les énergies solaire et éolienne. Un tel surcoût ne peut être extrapolé directement aux autres pays, car chacun a ses spécificités, mais il pourrait indiquer des effets de seuil, mal identifiés pour l'instant : à partir d'un certain niveau d'intermittence, le coût du renforcement des réseaux augmenterait notablement.

Au total, l'insertion des productions solaire et éolienne dans le système élec-

trique, à hauteur de 10 à 15 pour cent de la production totale, pourrait occasionner des surcoûts moyens de l'ordre de 10 à 30 euros par mégawattheure intermittent. En comparaison, le prix de détail de l'électricité est de l'ordre de 140 euros par mégawattheure en France. Les surcoûts subiront des variations propres à chaque pays, en fonction des capacités hydrauliques, de l'état du réseau initial, des interconnexions avec les pays voisins, etc.

Au-delà de 20 pour cent d'énergies renouvelables intermittentes, le coût pourrait augmenter rapidement, même si les estimations sont peu précises. Aujourd'hui, seul le Danemark est au-delà de cette propor-

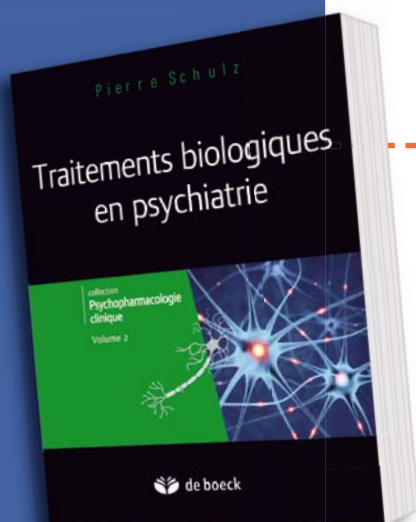
DES ÉNERGIES RENOUVELABLES locales ne permettent pas forcément d'éviter des dépenses liées au réseau.

tion, puisque l'électricité d'origine éolienne y représente entre 30 et 40 pour cent de la production totale, mais c'est un cas particulier : la gestion de l'intermittence est assurée grâce à ses multiples connexions avec ses voisins, notamment la Suède et la Norvège. Ces pays ont de nombreux barrages hydrauliques et des stations de pompage, qui fournissent un moyen de stockage massif de l'électricité : elles pompent l'eau en altitude lors des périodes de surproduction et la font redescendre à travers des turbines hydroélectriques quand les besoins augmentent.

L'intermittence de l'éolien et du solaire représente donc un nouveau défi technique et économique. D'ici 2020, il devrait être gérable en optimisant le déploiement de ces énergies (par exemple, en concentrant les éoliennes là où le réseau est déjà assez solide pour gérer l'intermittence sans être trop renforcé). Au-delà, il faudra réaliser des ruptures technologiques, par exemple sur le stockage ou sur les réseaux intelligents (qui permettront de mieux moduler la demande), pour limiter les surcoûts. ■

Renaud CRASSOUS est ingénieur et économiste à la Direction de la stratégie et de la prospective d'EDF. Fabien ROQUES est économiste au sein du cabinet de conseil Compass Lexecon.

L'EXCELLENCE EN SCIENCES



TRAITEMENTS BIOLOGIQUES EN PSYCHIATRIE

Pierre Schulz

Novembre 2013 • 800 pages • 62 €

■ Cet ouvrage propose une synthèse des connaissances contemporaines sur les traitements biologiques en psychiatrie, avec une sélection d'informations en neurosciences cliniques et des recommandations pour la pratique médicale.



BIOSTATISTIQUE

Harvey J. Motulsky

Traduction : Michèle Dramaix-Wilmet

Septembre 2013 • 512 pages • 49 €

■ Un texte clair, accessible à tous, qui explique de manière facilement compréhensible les méthodes statistiques et détaille l'interprétation des résultats issus des analyses.



CHIMIE ORGANIQUE

Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren

Traduction André Pousse

Avril 2013 • 1280 pages • 120 €

■ Un manuel de chimie organique rigoureux et captivant, qui permet à l'étudiant de comprendre comment on passe des principes fondamentaux aux synthèses les plus innovantes.



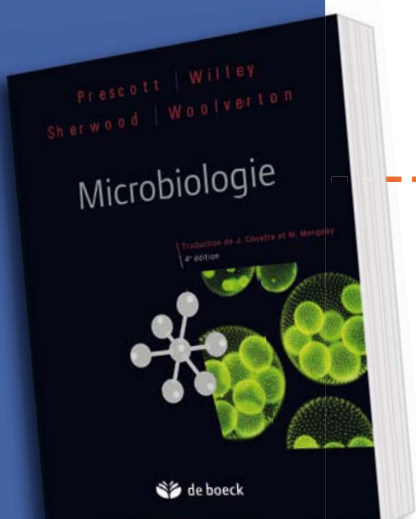
QUANTIQUE, FONDEMENTS ET APPLICATIONS

Avec 250 exercices et problèmes résolus

José-Philippe Perez, Robert Carles, Olivier Pujol

Septembre 2013 • 1120 pages • 54 €

■ Cet ouvrage met l'accent sur les fondements scientifiques et sur les applications concrètes et quantitatives de la physique quantique, en 20 leçons structurées, illustrées par de nombreux exemples et prolongées par 250 exercices et problèmes résolus.



MICROBIOLOGIE

Joanne M. Willey, Linda M. Sherwood, Christopher J. Woolverton

Traduction Jacques Coyette, Max Mergeay

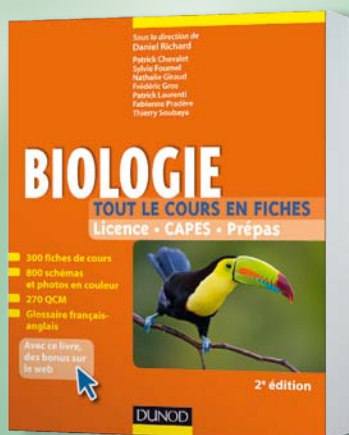
Octobre 2013 • 1200 pages • 120 €

■ Microbiologie est la traduction de la 8^e édition du Prescott's Microbiology, l'ouvrage américain de référence sur la microbiologie, décrite dans ses aspects fondamentaux, médicaux, écologiques, alimentaires et industriels.

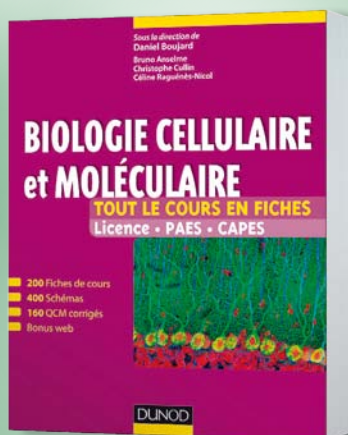
La rentrée des sciences chez DUNOD

Collection **Tout le cours en fiches**

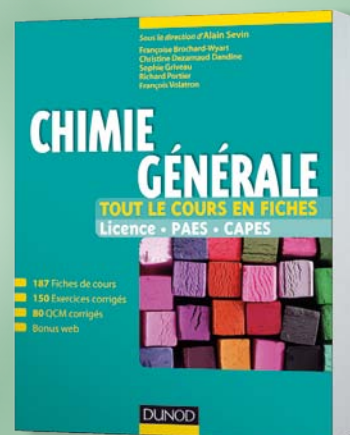
- Des fiches de cours synthétiques pour retenir l'essentiel
- Des QCM pour s'évaluer
- Des exercices et des sujets de synthèse pour s'entraîner
- Des focus pour compléter ses connaissances
- Des ressources numériques complémentaires



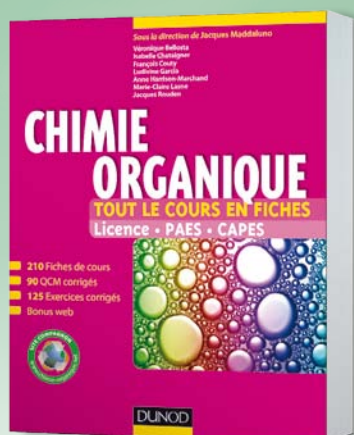
Sous la dir. de **D. Richard, et al.**
9782100582235 • **45 €**



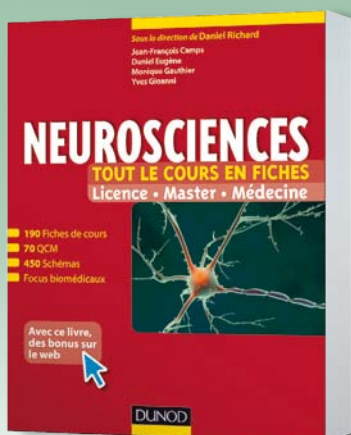
Sous la dir. de **D. Boujard, et al.**
9782100564255 • **35 €**



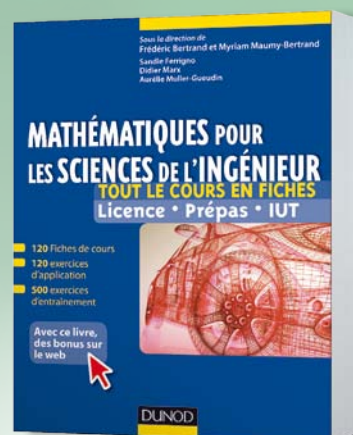
Sous la dir. de **A. Sevin, et al.**
9782100570201 • **35 €**



Sous la dir. de **J. Maddaluno, et al.**
9782100581641 • **35 €**



Sous la dir. de **D. Richard, et al.**
9782100585045 • **49 €**

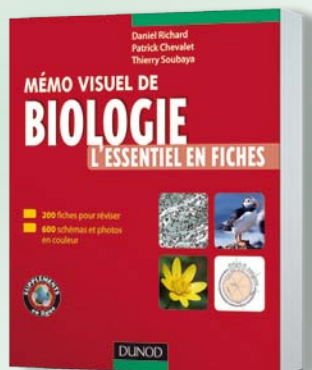


Sous la dir. de **F. Bertrand, M. Maumy Bertrand, et al.**
9782100570614 • **29 €**

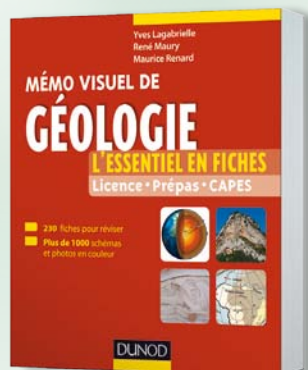
Collection **Mémo visuels**



Pour réviser
d'un seul
coup d'œil



D. Richard, P. Chevalet, T. Soubaya
9782100564118 • **22,90 €**



Y. Lagabrielle, R. Maury, M. Renard
9782100584994 • **22,90 €**