

Electricité d'origine renouvelable : ressources et enjeux pour la France



ifen

LE CADRE POLITIQUE ET LÉGISLATIF

AU NIVEAU COMMUNAUTAIRE

- ✓ Livre blanc établissant une stratégie et un plan d'action communautaire pour les sources d'énergie renouvelables (COM(97)599).
- ✓ Proposition modifiée de Directive du Parlement européen et du Conseil relative à la promotion de l'électricité produite à partir de SER, adoptée le 5/12/00 (COM(2000)884 final).
- ✓ Livre vert "Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique", présenté par la Commission le 29/11/00 (COM(2000)769).
- ✓ Le 21/12/00, la Commission a adopté une approche favorable pour les aides d'Etat en faveur des énergies renouvelables.
- ✓ Directive 96/92/CE du Parlement européen et du Conseil, du 19/12/96, concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité.

EN FRANCE

- ✓ Plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) adopté en janvier 2000.
- ✓ Rapport remis au Premier ministre par Yves Cochet, vice-président de l'Assemblée Nationale, le 12/09/00 : 137 mesures en faveur des SER (notamment en matière de fiscalité et de tarification d'achat de l'électricité).
- ✓ Programme national d'amélioration de l'efficacité énergétique présenté par le Gouvernement le 6/12/00 : 30,5 millions € d'autorisations de programmes de l'ADEME, rachat de l'électricité éolienne : 0,084 €/kWh.
- ✓ Loi n° 2000-108 du 10/02/00 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité : projet de loi d'orientation sur l'énergie, obligation d'achat pour les installations E-SER de moins de 12MW.
- ✓ Loi n° 99-533 du 25/06/99 d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire (LOADTT).

L'exploitation des gisements d'énergie renouvelables et la maîtrise de la demande constituent une alternative durable pour répondre aux besoins en électricité. La France, dans le contexte européen, a intégré cette dimension dans sa stratégie énergétique et se propose d'accroître significativement la part de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables : éolien, solaire, hydraulique et biomasse. L'ampleur des mesures programmées permettrait seulement de soutenir cette part à environ 15%, à l'horizon 2010. La prise en compte de ces enjeux dans les schémas de services collectifs et les contrats de plan Etat-Région porte, néanmoins, les germes d'un essor des énergies renouvelables comme composante du développement local.

Jean-Marie Bouchereau et Cécile Dormoy, IFEN

Le contexte général

Depuis 5 ans, un cadre favorable est mis en place en Europe et en France pour développer les sources d'énergie renouvelables (SER), en particulier pour produire de l'électricité. En relation avec la politique de maîtrise de l'énergie, ces stratégies s'appuient sur trois arguments majeurs :

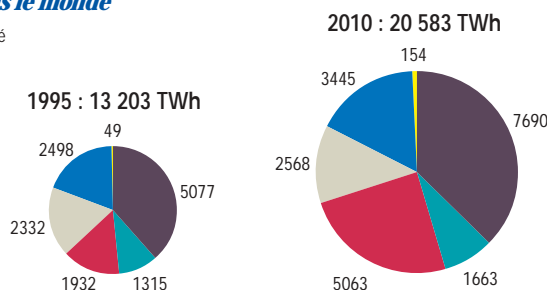
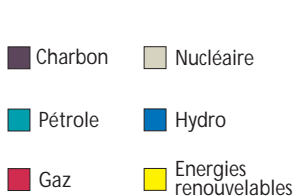
• **La sécurité énergétique** : en France, le paysage énergétique est dominé par le pétrole (41% des besoins en 1999) et l'électricité (37%), dont la majeure partie est d'origine

nucléaire. Les SER constituent une composante de la stratégie de diversification des approvisionnements. La Commission européenne souhaite doubler à l'horizon 2010 la part des SER dans le bilan énergétique de l'Union, au moyen notamment de la production d'électricité à partir de SER.

• **La protection de l'environnement** : le Gouvernement a fixé l'objectif de diminuer de 13 millions de tonnes de carbone les émissions de gaz à effet de serre, d'ici 2010. Pour les SER, l'effet attendu est d'environ 1 million de tonnes (7%).

La production d'électricité dans le monde

Evolution de la production mondiale d'électricité
Source : AIE1998



Sur 13 203 TWh d'électricité produite dans le monde en 1995, 18,9% provenait de sources d'énergie renouvelables, parmi lesquelles l'hydroélectricité représentait 2 498 TWh, soit 98%. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit pour 2010 une production de 20 583 TWh, dont 70% seraient assurés par des combustibles fossiles (contre 63% en 1995). Cette dépendance accrue par rapport aux énergies fossiles est synonyme d'émissions supplémentaires de gaz à effet de serre.

La Commission européenne considère que les SER constituent, en complément des mesures de sobriété énergétique, une réponse durable à la demande d'énergie.

• **L'enjeu économique et le développement local** : la libéralisation du marché de l'électricité offre une opportunité aux SER. Au niveau local, la survenue en décembre 1999 de deux tempêtes majeures a fait apparaître l'intérêt d'une gestion plus décentralisée de l'énergie. Les prérogatives des autorités locales en la matière pourraient être renforcées.

Energies renouvelables : un enjeu local

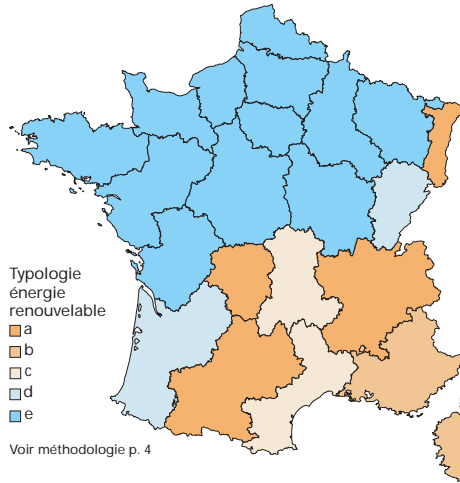
La France n'est pas dotée d'importantes ressources énergétiques fossiles. En revanche, elle dispose d'un gisement renouvelable important, mais inégalement réparti selon les régions et en fonction des types d'énergie. Le bilan de l'énergie dans les régions dressé par l'Observatoire de l'énergie (voir carte ci-contre) indique qu'en 1997, seulement 4 régions parvenaient à produire plus de 50% de leur électricité à partir d'énergies renouvelables, en l'occurrence l'hydroélectricité. De ce fait, elles couvraient plus de 30% de leurs besoins grâce aux énergies renouvelables (hydroélectricité et bois). Il s'agit des régions Alsace, Limousin, Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Corse et, dans une moindre mesure, l'Auvergne et le Languedoc-Roussillon réalisaient des performances supérieures à la moyenne nationale. Aujourd'hui, il y a donc un net clivage entre le Nord et le Sud de la France. Néanmoins, les disponibilités théoriques permettent d'envisager un certain rééquilibrage en fonction des énergies.

Pour l'éolien (45 MW installés, 0,037 TWh produit en 1999), les possibilités sont estimées respectivement à 66 TWh sur le continent et à 97 TWh en mer, essentiellement dans le Sud-Est et le Nord-Ouest. La production serait limitée à 10-20% de l'énergie appelée en France (400 TWh environ), mais permettrait de combler localement les déficits en moyens de production.

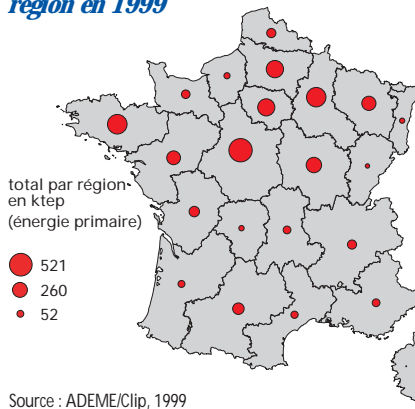
Pour le solaire, l'énergie reçue par m² est en moyenne de 1 200 à 1 700 kWh. Actuellement, cette énergie constitue un substitut à l'énergie de réseau pour les sites isolés, alors que le potentiel est réel, en particulier sur le Sud-Est, la Corse, la vallée du Rhône et le littoral atlantique (Vendée, Deux-Sèvres, Charente, Gironde). La capacité installée est aujourd'hui de 2,5 MWc, produisant environ 2 GWh.

En matière d'hydroélectricité, 90% de la production est assurée par des équipements de plus de 10 MW de puissance. Néanmoins 54% de cette production est assurée par des centrales au fil de l'eau, situées sur les fleuves et qui ne font pas appel à des retenues. La moitié

Géographie des énergies renouvelables



Ressources mobilisables de biogaz par région en 1999

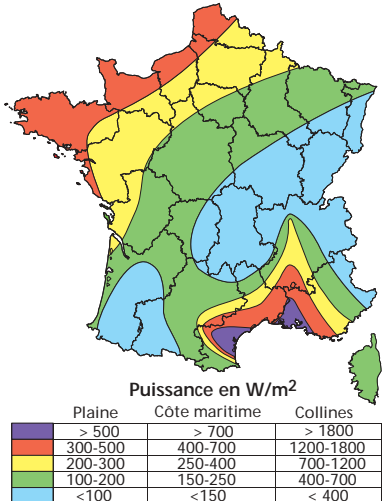


Sud compte 70% des petites centrales hydrauliques (<10 MW) produisant 7,3 TWh en 1999. L'installation de micro-centrales permettrait de porter la production raccordée au réseau à 12 TWh en 2010.

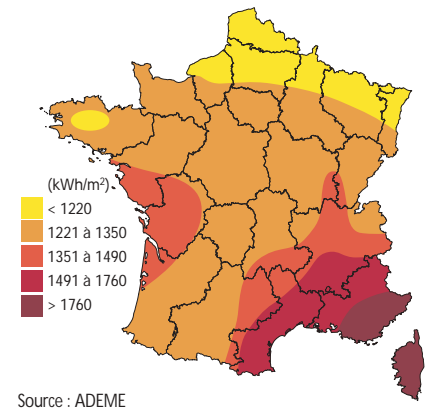
Enfin, et notamment pour la moitié Nord, le biogaz constitue un potentiel pour la production d'électricité : biogaz de déchets agricoles dans les régions Centre, Champagne-Ardenne, Picardie, Bourgogne, Ile-de-France ; biogaz de déjections animales en Bretagne et Pays-de-la-Loire. Le potentiel pour le biogaz de décharges est estimé à 1,8 TWh sur un total valorisable d'environ 3 TWh, envisagé à l'horizon 2010.

La production d'énergie au niveau régional, pour des besoins locaux à partir de ressources renouvelables, permet d'exploiter efficacement

Gisement éolien en France



Gisement solaire en France



LES PLANS ETAT-RÉGIONS-ADEME

Au titre des contrats de plan Etat-Région (CPER), chaque région a signé avec l'ADEME, et pour 7 ans, un engagement d'investissement dans le domaine des énergies renouvelables. Le total des budgets annuels qui y seront consacrés est de l'ordre de 200 millions de francs, les partenaires participant environ pour la moitié de l'enveloppe. La production d'électricité (éolien, photovoltaïque, petite hydraulique, biomasse) totalise 21% des budgets, essentiellement dans les régions suivantes : Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Aquitaine et Alsace.

les gisements énergétiques et de limiter les pertes en conversion et en transport. Ainsi, dans le cadre de la Loi de 1999 sur l'aménagement et le développement durable du territoire (LOADDT), la France s'est dotée d'un schéma de services collectifs de l'énergie qui s'intéresse notamment à la valorisation des ressources locales d'énergies renouvelables et au développement de la production décentralisée. Ce schéma propose de compléter les mesures nationales en associant les collectivités territoriales à la politique de l'énergie et au développement durable du territoire. Les résultats de la consultation qui a eu lieu en région, atten-

LES RÉGIONS INSULAIRES (CORSE ET DOM)

Les départements d'Outre-mer et la Corse, de par leur situation géographique et leurs conditions climatiques constituent un terrain particulièrement propice au développement de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

Chacune de ces îles produit aujourd'hui une grande partie de son électricité à partir de combustibles fossiles. Les surcoûts de ce type de production conduisent à favoriser les actions de maîtrise de la demande d'électricité et à développer les ressources alternatives : géothermie, éolien principalement.

Les départements d'Outre-mer connaissent également un fort accroissement démographique et un développement économique soutenu, qui demande d'accroître les moyens de production locaux.

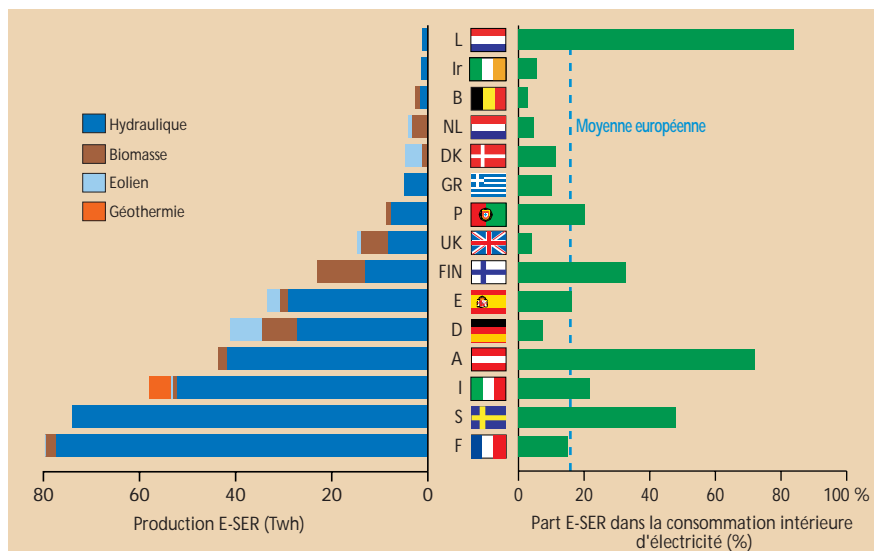
dus à la fin du mois d'avril, se concrétiseront par l'adoption, à l'automne 2001, d'orientations générales pour la mise en œuvre des contrats de plans Etat-Régions.

La France et l'Europe

Le projet de Directive sur la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables (E-SER) vise à couvrir 22,1% de la consommation intérieure en électricité de l'Union européenne par des SER. Les Etats membres seraient invités à publier dès 2002, puis tous les 5 ans, leurs objectifs nationaux annuels jusqu'en 2010. Ces objectifs nationaux devraient être compatibles avec l'objectif communautaire.

Dans ce projet, l'objectif indicatif suggéré pour la France consisterait à faire passer la part de l'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute d'électricité de 15% en 1997 à 21% en 2010, pour aboutir à une production de 112,9 TWh.

Production d'électricité d'origine renouvelable dans l'UE en 1999



Source : Observ'ER, 2000

Selon Observ'ER, en France, l'électricité d'origine renouvelable couvre 15,2 % de la consommation intérieure. Cette part se situe dans la moyenne des pays de l'Union européenne (15,8 %). Contrairement aux autres SER, la production d'énergie électrique solaire ne peut figurer dans le graphique tant elle est faible : de 54 GWh en Allemagne, elle n'est que de 16 GWh en Espagne, 14 GWh en Italie, insignifiante ailleurs.

Production d'électricité d'origine renouvelable en France métropolitaine

(en GWh)

	1997	1998	1999	2010
Hydraulique (>10MW)	56 205	55 570	65 745	59 000
Hydraulique (<10MW)	6 647	7 131	7 284	12 000
Eolien	26	35	37	8 000
Solaire	2	2	2	17
Bois	1 500	1 500	1 485	1 500
Biogaz	146	146	146	3 000
Total E-SER	64 526	64 384	74 699	83 517
Consommation intérieure	410 310	423 849	430 000	537 900
% E-SER	16%	15%	17%	15,5%

Source : IFEN d'après Observatoire de l'Energie, PNLCC, CGP

En 1999, la production d'électricité d'origine renouvelable atteignait 74,7 TWh et représentait 17,4% de la consommation intérieure brute (Ifen d'après l'Observatoire de l'énergie). Les filières prises en compte sont l'hydraulique (hors pompage), l'éolien et le photovoltaïque (raccordés et non raccordés), le bois et les déchets de bois, ainsi que le biogaz de décharges et de stations d'épuration. En l'état actuel du projet de Directive, la production d'électricité à partir de l'incinération des ordures ménagères n'est pas considérée (voir méthodologie page 4).

Perspectives

Les mesures préconisées dans le Plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) et les scénarii énergétiques publiés par le Commissariat Général du Plan (CGP) donnent des indications qui permettent d'évaluer la capacité de la France à répondre à l'ob-

jectif communautaire à l'horizon 2010 (voir tableau ci-dessus).

- Le PNLCC prévoit une augmentation de la petite hydraulique (+4 TWh), de l'éolien (8 TWh), et le développement du biogaz (3 TWh). La production E-SER serait alors de 83,5 TWh. Ces prévisions tiennent compte des actions soutenues notamment par l'ADEME dans le cadre de son programme 1999-2006 : programme EOLE 2005 (objectif : 250 à 500 MW, engagés fin 1999 : 325 MW) ; plan "Biomasse électricité" (objectif : 10 MWe) ; programme "Biogaz" (engagé 12,9 MWe).
- Le CGP estime à 537,9 TWh la consommation intérieure d'électricité (scénario "société de marché"), valeur d'ailleurs reprise par la Commission européenne dans l'annexe du projet de Directive E-SER.

Au vu de ces éléments, la part de la production d'électricité d'origine renouvelable est estimée à seulement 15,5% en 2010.

Pour se rapprocher de l'objectif de la

Commission européenne, tel qu'il est formulé (en % de la consommation intérieure d'électricité), les efforts doivent porter sur deux paramètres : maîtriser la demande d'électricité et accroître significativement la production E-SER, l'éolien et le biogaz étant les deux filières privilégiées à court terme.

Si l'on reprend les propositions du rapport Cochet, qui vise à produire en 2010, 25 TWh d'électricité d'origine éolienne, on atteindrait une production E-SER de 100,8 TWh. Le scénario "Etat protecteur de l'environnement" du CGP, retenu dans le PNLCC, prévoit une consommation d'électricité de 480 TWh en 2010. En combinant ces deux hypothèses, la France parviendrait à atteindre l'objectif de 21%.

L'OPINION DES FRANÇAIS

Selon une étude CREDOC-EDF (2000), les Français seraient plutôt défavorables à payer plus cher pour une électricité obtenue à partir d'énergies renouvelables.

52% d'entre eux estiment en effet ne pas souscrire à une option d'achat d'électricité provenant, par exemple, d'énergie éolienne.

Ils sont néanmoins 42% à se déclarer ouverts à une telle possibilité, notamment chez les moins de 25 ans, les plus diplômés, les personnes disposant de revenus supérieurs à 15 000 F, ainsi que parmi les étudiants, les indépendants et les professions intermédiaires.

Enfin, les Français sont particulièrement enclins à aller dans ce sens, lorsqu'ils se déclarent sensibles aux préoccupations environnementales, et lorsqu'ils ont intégré des pratiques écologiques (tri sélectif, achats de produits bio, etc.).

Generating electricity from renewables: opportunities and issues

Developing renewable energy is an issue at global, European, national and local level. Renewable resources and rational use of energy constitute sustainable alternatives to meet the growing demand for electricity. The EU and France have integrated this dimension into their energy strategies and are proposing to significantly increase the

share of electricity generated from renewable sources (wind, solar and hydropower, as well as biomass).

In France, as a result of recent measures adopted, it is estimated that this share will rise to around 15% in 2010. At subnational level, energy production from renewable sources has been taken into account in the

Public Service Plans, currently being prepared, and in the recently adopted 2000-2006 State-Region Planning Contracts. This can be seen as a step towards developing renewables on a scale that is more in line with the resources available in France ■

Définition du champ des énergies renouvelables

La nature des énergies prises en compte sous la dénomination "énergies renouvelables" varie suivant les contextes. On retient généralement :

- **L'énergie solaire**, divisée elle-même en solaire thermique pour les applications de chauffe-eau solaire ou de plancher solaire chauffant et en solaire photovoltaïque pour les applications de production d'énergie électrique ;
- **L'énergie éolienne** avec deux variantes : l'éolien terrestre ou *on-shore* et l'éolien en mer ou *off-shore* ;
- **La géothermie**, consiste à exploiter des gisements d'eau à moyenne ou haute température situés dans le sous-sol ;
- **L'énergie hydraulique** regroupe les installations placées en aval de réservoirs, sur le cours des fleuves et des rivières, et aussi l'énergie houlomotrice (force de vagues) et l'énergie marémotrice (énergie des marées). On distingue des installations de plus de 10 MW (centrales de lac, d'éclusée, etc.) des installations de moins de 10 MW qui constituent la moyenne, petite ou encore pico-hydraulique.
- **La biomasse** recouvre un champ très large : bois, déchets des industries de transformation du bois, déchets agricoles (pailles, etc.) et des industries agro-alimentaires, biocarburants, biogaz de décharge ou produits de la méthanisation (lisiers, boues de stations d'épuration, etc.), énergie récupérée par incinération des ordures ménagères ou valorisation des déchets industriels. A noter que cette dernière catégorie n'est retenue, dans la proposition de la Commission, que pour la partie fermentescible des déchets.
- **Unités** : puissance exprimée en watt (MW : 10^6 W) ; production exprimée en wattheure (1 GWh = 10^9 Wh et 1 TWh = 10^{12} Wh).

Méthodologie

L'Observatoire de l'énergie publie périodiquement des bilans énergétiques régionaux (voir "L'énergie dans les régions, édition 2000"). Ces bilans rassemblent les données publiées par différents services statistiques liées aux producteurs et distributeurs d'énergie.

- Pour établir la carte de la page 2 intitulée "Géographie des énergies renouvelables", les régions ont été rassemblées en classes sur la base de deux critères : la part de l'électricité produite régionalement à partir d'énergie renouvelable (% E-SER) et la part de la consommation régionale d'énergie couverte par des énergies renouvelables (% SER). Les différentes classes ont été constituées comme le mentionne le tableau ci-dessous.

% SER	% E-SER				
	< 10	10 < x < 12	12 < x < 15	15 < x < 20	20 < x < 30
< 10	e	d	c	b	a
10 < x < 12					
12 < x < 15					
15 < x < 20					
20 < x < 30					

- Les cartes des gisements d'énergie solaire, éolienne et de biogaz sont issues des documents annexés au schéma de services collectifs de l'énergie (www.datar.gouv.fr).

POUR EN SAVOIR PLUS

L'Observatoire de l'énergie a établi en avril 2000 un bilan des énergies renouvelables en France pour 1998 et 1999 (<http://www.industrie.gouv.fr>). L'ADEME dispose de nombreuses données quant à ses interventions dans le domaine des énergies renouvelables (<http://www.ademe.fr>). L'Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER) a publié en 2000 un baromètre européen sur les énergies renouvelables dans le cadre du projet EurObserv'ER (<http://www.observ-er.org>).

VIENT DE PARAÎTRE

- Cédérom "EIDER : Base de données statistiques sur l'environnement dans les régions et départements" Edition 2000. Ifen, mars 2001, 290 F (44,21 €). S'adresser à l'Ifen.
- "Tourisme, environnement, territoires : les indicateurs". Ifen, décembre 2000, 225 F (34,30 €).
- "La sensibilité écologique des Français à travers l'opinion publique". Ifen, collection "dossiers", novembre 2000, 200 F (30,49 €).

L'ifen élabore et diffuse documentations et informations scientifiques et statistiques sur tous les domaines de l'environnement. Pour remplir sa mission, cet établissement public créé en 1991 s'appuie sur un important réseau de partenaires : services statistiques de l'Etat, établissements publics scientifiques et organismes spécialistes de l'environnement.

les données de l'environnement

La lettre thématique mensuelle de l'Institut français de l'environnement
Abonnement : 8 numéros, 100 F (15,24 €)

61, boulevard Alexandre Martin
45058 Orléans Cedex 1
Tél : 02 38 79 78 78 Fax : 02 38 79 78 70
E-mail : ifen@ifen.fr Web : <http://www.ifen.fr>

Directeur de la publication
Vincent Jacques le Seigneur
Rédactrice en chef
Marie-Paule Maillet (service des éditions)
Auteurs
Jean-Marie Bouchereau et Cécile Dormoy
Equipe de rédaction
Francis Bertrand, Jérémy Ferrand (cartographie),
Denise Juin, Michel Lacaze, Nathalie Sailleau

Traducteur
Mark Tuddenham
Maquette-Réalisation
BL Communication
Impression
Instaprint
Dépôt légal
ISSN 1250-8616

N° CPPAP 8-3086