

LA NOTION DE ZONE DE CONNEXION BIOLOGIQUE SON APPLICATION EN AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Philippe Ménard *, Philippe Clergeau **

RÉSUMÉ. La notion de zone de connexion biologique a été définie comme un espace fonctionnel d'échange biologique permettant le maintien des biodiversités locales. Nous avons testé son intérêt et son application dans le cas d'un paysage complexe très fragmenté, traversé par un projet autoroutier.

ABSTRACT. The concept of biological connection zone has been defined as a functional space of biological exchange that fosters the conservation of local biodiversity. We have tested its validity and application in the case of a complex landscape, crossed by a motorway project.

RESUMEN. La noción de zona de conexión biológica se define como un espacio funcional de intercambio biológico que permite la conservación de las biodiversidades locales. Hemos testado su interés y su aplicación en el caso de un paisaje complejo, muy fragmentado, atravesado por un proyecto de autopista.

• AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE •
ÉCOLOGIE • GESTION DE LA BIODIVERSITÉ • PAYSAGE

• BIODIVERSITY MANAGEMENT •
ECOLOGY • LANDSCAPE • REGIONAL PLANNING

• ECOLOGÍA • GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD • ORDENACIÓN DEL TERRITORIO • PAISAJE

Développée à la fin des années 1970, l'écologie du paysage reconnaît le paysage comme un niveau d'organisation des flux d'énergie et d'espèces sur un territoire. Divers travaux ont montré que le maintien de la biodiversité dépend non seulement de la préservation des habitats (espaces dans lesquels résident le plus grand nombre d'espèces animales et végétales), mais aussi des espaces interstitiels qui permettent les échanges biologiques entre ces habitats (synthèse dans Burel et Baudry, 1999)

Ces échanges se font préférentiellement au sein des corridors, éléments paysagers linéaires permettant la dispersion des espèces animales et végétales entre deux habitats (ou taches), au sein d'un environnement plus ou moins hostile, la matrice (Forman et Godron, 1981). Les corridors

peuvent être des haies, bandes boisées, chemins creux, ripisylves ; ils jouent un rôle dans les échanges biologiques pour une espèce, ou pour un groupe d'espèces.

Il est par ailleurs apparu nécessaire, pour la compréhension du fonctionnement écologique d'un territoire étendu, de prendre en compte les zones dans lesquelles les corridors sont insérés. C'est ainsi qu'a été définie la notion de zone de connexion (ou de continuité) biologique (Clergeau et Désiré, 1999), espace dans lequel existent plusieurs corridors ; c'est une matrice complexe, hétérogène, présentant une mosaïque d'habitats multiples, associant par exemple haies, chemins creux, bandes enherbées, ruisseaux, à des zones de prairies et de cultures. Les zones de connexion biologique sont des espaces susceptibles d'être utilisés par des espèces animales

* Institut d'Aménagement de Tourisme et d'Urbanisme, Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3, 33607 Pessac CEDEX.
E-mail : amenagement@montaigne.u-bordeaux.fr

** INRA Faune sauvage et UMR CNRS Ecobio, avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes CEDEX. E-mail : clergeau@univ-rennes1.fr

aux diverses exigences. Les espaces bocagers en constituent un excellent exemple : les haies et bosquets permettent les flux d'espèces forestières, tandis que les espaces ouverts sont utilisés par des espèces différentes (Pothin, 1996).

La préservation de ces espaces apparaît donc utile au maintien des échanges biologiques et, plus globalement, au maintien de la biodiversité. Ils doivent donc être mieux pris en compte dans les décisions d'aménagement, notamment dans l'élaboration de projets d'infrastructure.

Applications de la notion de zone de connexion biologique

Les infrastructures linéaires de transport fragmentent ces habitats et ces connexions. Les conséquences peuvent être redoutables pour les espèces vivant en noyaux de populations plus ou moins reliés entre eux, ou métapopulations (Lévins, 1970), jusqu'à l'extinction des noyaux les plus fragiles. La reconnaissance des zones de connexion biologique permet de proposer des ouvrages de traversée, au droit des liaisons les plus efficaces.

Le cas de la traversée du massif forestier des Marches de Bretagne par l'autoroute A 84 Rennes-Avranches a donné l'occasion de proposer une méthode opérationnelle d'évaluation de l'intérêt des connexions, pouvant s'appliquer au paysage très bien structuré du nord-est de Rennes, comprenant des taches de grande taille peu fragmentées (boisements), plus ou moins éloignées les unes des autres, et séparées par des bocages plus ou moins denses (Clergeau, Lefeuvre, 1992).

Les zones de connexion ont alors été cartographiées et leur intérêt a été estimé à partir des distances séparant les fragments boisés et de l'intérêt des zones bocagères situées entre les boisements, intégrant le maillage et la qualité des haies. On a pu différencier les « bonnes » connexions, liées à la faible distance séparant les fragments boisés ou à la présence d'une zone de bocage dense, et les connexions moins actives où l'éloignement entre les fragments était plus grand, mais où la présence de ripisylves et d'un bocage assez dense permettait la diffusion des espèces entre les massifs. Les principales voies de déplacement de grands mammifères recensées sur le terrain confirmaient ces liaisons.

Cette représentation permet d'identifier des entités de fonctionnement à préserver, mettant en évidence les enjeux

écologiques du territoire avant la prise de décision sur la localisation du tracé. Il était intéressant de vérifier l'intérêt et la validité de cette démarche dans des types de paysage plus complexes, très fragmentés, et de proposer un modèle cartographique applicable à l'ensemble du territoire, au stade de la définition des projets d'infrastructures (avant-projet autoroutier, projet de route nationale).

Validation de la méthode dans un paysage très fragmenté

Le projet de traversée de l'ouest du département de la Dordogne par l'autoroute A 89 (Bordeaux-Clermont-Ferrand) a permis de tester la validité de la méthode dans un paysage où fragments boisés, espaces agricoles plus ou moins bocagers, urbanisation diffuse s'entremêlaient. La problématique consistait à réaliser une analyse fonctionnelle des espaces traversés par le projet afin d'identifier ses impacts selon la fragmentation des habitats et la coupure des continuités biologiques, et ainsi proposer des mesures réductrices des impacts (construction de passages à faune). Les propositions relatives au nombre et à la position de ces ouvrages peuvent alors reposer, non seulement sur les « dire d'experts » (Fédérations de chasseurs, Office national de la chasse et de la faune sauvage, universitaires, etc.) mais aussi sur l'analyse précise de la structure et du fonctionnement du paysage.

L'espace considéré, à l'ouest de Périgueux, est une zone d'interface entre la vallée de l'Isle au nord et le grand massif boisé du Landais (plus de 55 000 ha), au sud. On y trouve du nord au sud (fig. 2A) : la plaine inondable de l'Isle, composée en majorité de prairies humides ; une zone étroite fortement urbanisée le long de la RN 89 (route Bordeaux-Lyon) et de la voie ferrée Bordeaux-Périgueux ; une zone mixte composée d'une mosaïque de milieux différents, cultures, prairies, boisements morcelés, urbanisation diffuse, et que parcourt le tracé de l'A89 ; la frange nord du massif forestier du Landais, grande forêt mixte feuillus-résineux associant chêne pédonculé (*Quercus robur*), chêne tauzin (*Quercus pireaica*) et pin maritime (*Pinus pinaster*).

À partir de la lecture des cartes IGN et de l'interprétation des photos aériennes, une cartographie du fonctionnement écologique à l'échelle du 1/25 000 a été réalisée sur un linéaire de plus de 30 km entre la limite du département de la Dordogne à l'ouest et l'échangeur de Mussidan, à l'est. Afin de bien mettre en évidence le fonctionnement de la

Distance entre les taches	Faible <1 km	Plus forte de 1 à 3 km
Qualité des réseaux de connexions		
Bonne	+++	++
Moyenne	++	+
Pas de zones de connexion	+	0
+++ : Connexion forte entre les taches + : Connexion moyenne entre les taches	++ : Connexion assez forte 0 : Pas de connexion	

1. Mode d'évaluation de l'intérêt des connexions biologiques tenant compte de la distance et de la qualité des sites

zone, il a été nécessaire de couvrir une bande suffisamment large de part et d'autre du tracé, fixée à environ 10 km. À l'intérieur de cette aire, et s'inspirant des concepts de l'écologie du paysage, nous avons différencié :

1) *les taches*, habitats dans lesquels résident la plupart des espèces animales et végétales ; leur intérêt patrimonial a été évalué à partir des inventaires déjà existants (ZNIEFF, ZICO) et par les méthodes classiques de reconnaissance sur le terrain (relevés floristiques, inventaires de la faune). Sur le territoire étudié, plusieurs types de taches sont différenciés :

- *la plaine inondable de l'Isle* : large de 300 m environ, elle est recouverte principalement de prairies humides parsemées de petits boisements alluviaux résiduels et de plantations de peupliers ; l'intérêt patrimonial de cet ensemble est élevé du fait de la présence d'espèces végétales spécialisées (plantes des zones humides) et de son intérêt ornithologique (le rôle des genêts était signalé il y a encore quelques années) ;
- *les landes atlantiques relictuelles* : il s'agit des derniers vestiges de vastes landes qui occupaient les franges de la vallée de l'Isle au début du siècle, comprenant des habitats et des espèces végétales spécialisées des landes humides acidiphiles ;
- *les boisements* : la forêt est fragmentée par de nombreux îlots agricoles au sein desquels on trouve aussi un habitat diffus, surtout au nord, près de la plaine de l'Isle ; d'une manière générale, les taches de grande taille, peu fragmentées, sont favorables aux populations animales à grand domaine vital et aux exigences écologiques plus élevées ; les taches moins étendues sont l'habitat d'espèces plus banales et à domaine vital plus étroit ;

2) *les zones de connexion biologique* sont les réseaux de haies, bosquets, ripisylves, mêlés aux parcelles de prairies et cultures ; l'évaluation de l'intérêt des continuités

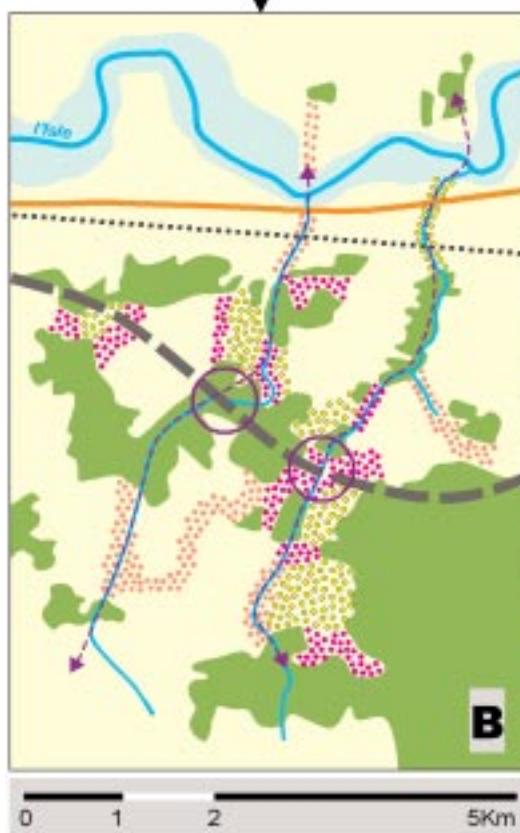
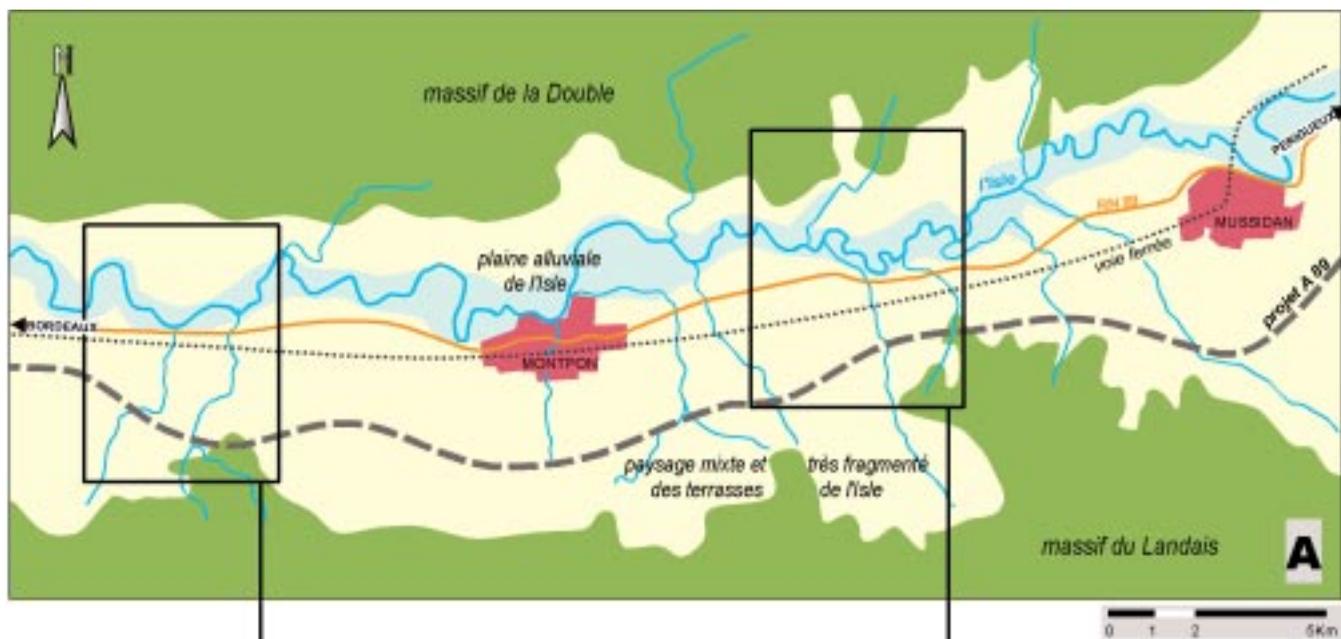
biologiques a été effectuée à partir du croisement de plusieurs critères : distances entre les taches, qualité des réseaux de corridors, largeur et complexité des structures végétales, densité des réseaux (fig. 1) ;

3) *les barrières* : il s'agit des espaces qui inhibent les échanges faunistiques en raison de leur caractère inhospitalier ou de l'obstacle physique qu'ils constituent : espaces urbanisés, RN 89 avec son trafic élevé. La rivière l'Isle, de par sa largeur, est aussi une barrière pour de nombreuses espèces.

Nous avons illustré le résultat pour deux secteurs différents impliquant plus particulièrement les lisières du massif du Landais (fig. 2B et 2C). La cartographie permet un bon repérage des secteurs où les échanges faunistiques sont possibles (zones de connexion biologique). Ils peuvent être différenciés en deux grandes catégories :

- *des espaces agricoles* (cultures et prairies), de petite dimension, qui séparent les taches : ils ont été qualifiés d'intérêt moyen bien que la distance entre les taches reste faible (<1 km), mais ils possèdent peu de structures végétales linaires reliant les taches et pouvant jouer le rôle de corridor ; on y trouve cependant des arbres isolés et des petits bosquets qui assurent une fonction de relais dans les déplacements entre les taches ; d'une manière générale, les espèces à grand territoire (grands mammifères, oiseaux, certains petits mammifères) pourront s'y déplacer facilement, ce qui ne sera pas le cas des espèces à petit territoire ou à déplacement lent (amphibiens, invertébrés) qui pourront craindre les prédateurs, ou manqueront de disponibilités alimentaires ;
- *les petits vallons* des ruisseaux affluents de l'Isle ont plus d'intérêt ; la végétation est plus luxuriante, comportant un bon recouvrement d'arbustes à baies et à bois tendre (cornouiller, troène, fusain, bourdaine) ; ils relient entre elles les taches forestières, et le massif forestier du Landais avec la plaine de l'Isle, assurant même aux espèces auxquelles l'Isle n'oppose pas une barrière, la liaison avec un autre grand massif boisé, au nord de la vallée, la Double ; ces vallons boisés apparaissent cependant de qualité variable en fonction de la structure de la végétation : certains sont moins intéressants en raison de l'étroitesse des corridors ou de la présence, en leur sein, de discontinuités ; d'autres le sont davantage grâce à la densité et à la continuité de la végétation.

La lecture de la figure 2B et 2C permet d'identifier les effets de morcellement et de coupure induits par l'autoroute.



légende

Matrice

■ Espaces agricoles

Taches

■ Boisements

■ Prairies humides bocagères

Zones de connexion

■ Connexions fortes

■ Connexions moyennes

■ Connexions faibles

○ Coupure d'un axe d'échange important : aménagement d'un passage pour la faune



2. Présentation schématique de la région étudiée, montrant les différents secteurs paysagers (A). L'identification des zones de connexion est illustrée à l'ouest (B) et au centre de la région (C).

1. Repérage des entités naturelles majeures

Identification des espaces d'intérêt patrimonial ou bénéficiant d'une protection réglementaire
Enquêtes auprès des administrations, associations, experts scientifiques, relevés sur le terrain...

2. Cartographie des continuités biologiques

Cartographie dans un espace dépassant largement les abords du projet, à l'échelle du 1/50 000 ou du 1/25 000, des taches, barrières et zones de connexion biologique
Analyse des cartes IGN, interprétation des photos aériennes

3. Hiérarchisation des taches et des zones de connexion biologique

Hiérarchisation des taches en fonction de leur intérêt patrimonial (degré de rareté des habitats et des espèces), de leur taille, de leur fragmentation
Hiérarchisation des zones de connexion biologique en fonction de leur linéaire et de la qualité des corridors, de la complexité de la mosaïque qui compose la zone de connexion
Photo-interprétation, analyse de la qualité des taches et corridors sur le terrain

4. Analyse du fonctionnement écologique du territoire

Mise en évidence des zones d'habitats importantes et des fonctions biologiques assurées pour les espèces (reproduction, alimentation, repos...)
Mise en évidence des axes de déplacements et d'échanges
Interprétation de la carte d'analyse du territoire

5. Validation du modèle auprès des gestionnaires de la faune sauvage et à partir de repérages sur le terrain

Vérification sur le terrain de l'intérêt des zones de connexion biologique pour les espèces animales
Enquêtes auprès des fédérations de chasse, de l'ONF, de l'ONC... ; repérage sur le terrain des traces de passages d'animaux ; identification des zones de collision véhicules-animaux...

6. Prise en compte des continuités biologiques dans le projet routier

Recherche du tracé du moindre impact sur les zones de connexion biologique
Proposition de mesures réductrices et compensatoires telles que la construction d'ouvrages de traversée pour la faune

3. Organigramme des différentes étapes méthodologiques permettant l'identification et la gestion des connexions biologiques

Celle-ci créera en effet une coupure nouvelle entre le massif forestier du Landais au sud, et la vallée de l'Isle et le massif de la Double au nord. Cet effet sera préjudiciable aux échanges faunistiques entre les deux forêts, notamment pour le cerf, qui vit en petits noyaux de populations dans chacun des deux massifs. L'autoroute peut aussi créer une barrière infranchissable pour des espèces liées au milieu aquatique et de fort intérêt patrimonial, comme la loutre et le vison d'Europe. Plus localement, il apparaît qu'une petite frange d'espaces boisés très fragmentés mêlés à des espaces cultivés, au nord du massif du Landais, va se trouver isolée du reste de la forêt par le tracé de l'autoroute. Les populations animales seront alors séparées entre deux obstacles difficilement franchissables : l'autoroute au sud, la RN89 et son urbanisation linéaire ainsi que l'Isle, au nord ; les espèces à petit territoire seront peu affectées par cet impact,

pour d'autres, comme le chevreuil ou certains petits mammifères, les noyaux de populations compris dans cet espace seront fragilisés (petits effectifs, présence de milieux hostiles).

Pour réduire ces effets, des ouvrages de traversée pour la faune ont été proposés au droit des zones de connexion biologique estimées de plus grand intérêt, soit principalement au niveau des petits vallons des ruisseaux affluents de l'Isle. Ces ouvrages sont des passages mixtes hydraulique-grande faune, ou des ouvrages pour la petite faune. Afin d'optimiser leur efficacité et permettre à tout un éventail d'espèces, forestières ou non, de franchir l'infrastructure, on s'assure de leur mise en connexion avec des espaces naturels existants (Clergeau, 1993). Ces propositions, acceptées par le maître d'ouvrage, ont ensuite été intégrées dans le dossier final de l'Avant-Projet Autoroutier.

L'ensemble de la démarche peut être définie à travers plusieurs étapes permettant d'identifier et hiérarchiser les enjeux biologiques, et de proposer des mesures compensatoires tenant compte des valeurs des connexions (fig. 3).

Conclusion

Après reconnaissance des zones de connexion par photos aériennes et visites sur le terrain, une évaluation de la qualité de celles-ci par la méthode proposée par Clergeau et Désiré (1999) apparaît bien adaptée, non seulement à des paysages simples et bien structurés, mais aussi à des paysages complexes et très fragmentés. Cette méthode devrait être systématisée dans les cahiers des charges des études environnementales des projets d'infrastructure : au stade

des études préliminaires et des avants-projets sommaires, afin de rechercher des tracés qui épargnent les zones de connexion de plus grand intérêt, et au stade de la définition précise des projets, pour la localisation des ouvrages de traversée de la faune.

Références bibliographiques

BAUDRY J., BUREL F., 1999, *Écologie du paysage, concepts, méthodes et applications*, Paris : Éd. Tec et Doc, 359 p.

BUREL F. 1991., *Dynamique d'un paysage, réseaux et flux biologiques*, thèse de doctorat, Université de Rennes I, 235 p.

CLERGEAU P., 1993, «Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune» *Gibier Faune Sauvage*, n° 10, p. 47-57.

CLERGEAU P., LEFEUVRE J.-C., 1992, *Impact biologique de la fragmentation forestière : application à un projet autoroutier dans les massifs forestiers de Haute-Bretagne*, Rapport ONF, 32 p.

CLERGEAU P., DÉsirÉ G., 1999, «Biodiversité, paysage et aménagement : du corridor à la zone de connexion biologique», *Mappemonde*, n° 55, p. 19-23.

FORMAN R.T.T., GODRON M., 1981, «Patches and structural components for a landscape ecology», *Bioscience* n° 31, p. 733-740.

FORMAN R.T.T., GORDON M., 1986, *Landscape Ecology*, New York : Wiley, 619 p.

LIÉNARD S., 1995, *Prise en compte des milieux naturels dans le positionnement d'une infrastructure linéaire : intérêt de l'écologie du paysage*, mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome Paris Grignon, 68 p.

POTHIN K., 1996, *Les Outils de protection des zones de connexion biologique*, mémoire de DESS Aménagement, environnement, urbanisme, collectivités locales, Université de Nantes, 133 p.

EN LIBRAIRIE

Un beau tableau

Consacrer une monographie au Tableau de la géographie de la France de Paul Vidal de la Blache est une excellente initiative (1). Les auteurs, qui n'oublient pas que la géographie est une pratique scientifique et sociale historicisée, approchent le travail de ce géographe majeur avec des points de vue différenciés mais complémentaires. Parallèlement à une analyse épistémologique du texte vidalien, ils soulignent notamment l'aspect littéraire de celui-ci (en le comparant au *Tableau de la France* de Michelet). L'iconographie est aussi étudiée avec précision. Réflexion de qualité et mise en forme impeccable font du livre dirigé par Marie-Claire Robic un modèle du genre. Tous les lecteurs avides d'une solide culture historique de la géographie le consulteront avec bonheur. – **Laurent Grison**

(1) M.-C. ROBIC (dir.), 2000, *Le Tableau de la géographie de la France de Paul Vidal de la Blache. Dans le labyrinthe des*

formes, Paris : Éd. du CTHS (section de géographie physique et humaine), 301 p.

Enseigner l'Europe

Dans le cadre d'une recherche initiée par l'INRP, les auteurs de ce rapport s'interrogent sur les enjeux et les tensions propres à l'enseignement de l'Europe, « objet scolarisé » (1). Partant de données recueillies auprès d'élèves de collège et de lycée, ils mettent en évidence les difficultés à enseigner l'Europe comme « réalité en devenir ». Analysant contenus et pratiques didactiques, ils proposent des pistes de réflexion assurément utiles aux professeurs d'histoire-géographie du secondaire. – **Laurent Grison**

(1) N. TUTIAUX-GUILLON (dir.), 2000, *L'Europe entre projet politique et objet scolaire au collège et au lycée*, Paris : INRP, coll. Didactiques des disciplines.

OFFRE SPÉCIALE

À l'occasion de la sortie du dernier volume de l'*Atlas de France*, la Documentation française propose la **collection complète des 14 volumes** au prix de : **300 euros** (soit 1967,87 F au lieu de 3080 F)

Commande : La Documentation française, 124 rue Henri-Barbusse, 93308 Aubervilliers. Tél. 01 48 39 56 00