

Corsi, F., Boitani, L., and Sinibaldi, I. 2002. Ecological corridors and species: Large carnivores in the Alpine region / Corridors ecologiques et especes: Grands carnivores dans la region alpine. Nature and environment: 127, 1-17. Council of Europe Publishing.

Keywords: Alps/carnivores/corridor/corridors/environment/knowledge/large carnivores/
Malme/management/nature/population/region/species

Abstract: This report addresses the problem of developing knowledge tools capable of driving for an informed management of large carnivore populations. It is based on the results obtained by the Istituto di Ecologia Applicata (IEA) of Rome.

CORRIDORS ECOLOGIQUES ET ESPECES : GRANDS CARNIVORES DANS LA REGION ALPINE

Fabio Corsi, Luigi Boitani, Iacopo Sinibaldi

Comité pour les activités du Conseil de l'Europe
dans le domaine de la diversité biologique et paysagère

Sauvegarde de la nature, n° 127

ISBN 92-871-4988-7

© Editions du Conseil de l'Europe, 2002

Edition anglaise:

Ecological corridors and species: large carnivores in the Alpine region

ISBN 92-871-4989-5

Tous droits réservés. Aucun extrait de cette publication ne peut être reproduit, enregistré ou transmis, sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit – électronique (CD-Rom, Internet, etc.), mécanique, photocopie, enregistrement ou de toute autre manière – sans l'autorisation préalable écrite de la Division des éditions, Direction de la communication et de la recherche.

Les vues exprimées dans cette étude sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Conseil de l'Europe.

Table des matières

Avant-propos.....	5
Introduction.....	7
Méthode.....	8
Réalisation du modèle synthétique.....	8
Résultats.....	9
Discussion.....	12
Recommandation.....	14
Bibliographie.....	15

Avant-propos

Le présent rapport est issu de la fusion de plusieurs modèles de la qualité de l'environnement mis au point par l'*Istituto di Ecologia Applicata* (IEA) de Rome pour le projet sur les zones de conservation des grands carnivores d'Europe (*Large Carnivore Conservation Areas in Europe*, LCCA), financé par le Fonds mondial pour la nature (WWF). Ces modèles ont été utilisés dans le cadre de l'initiative pour les grands carnivores d'Europe (*Large Carnivore Initiative for Europe*, LCIE) pour élaborer des plans d'action en faveur des trois espèces analysées.

La synthèse des résultats obtenus dans le cadre du projet LCCA et la définition d'un modèle « global » de la qualité de l'environnement pour l'ensemble des trois espèces ont été possibles grâce au soutien de la Direction de l'environnement et des pouvoirs locaux du Conseil de l'Europe.

Une version préliminaire de ce rapport a été diffusée lors de la réunion du Comité d'experts pour la constitution du réseau écologique paneuropéen, tenue à Strasbourg du 29 septembre au 1er octobre 1999. La présente version tient compte des observations formulées par les participants.

Les auteurs remercient les Organisations qui ont permis la réalisation de ce projet ainsi que tous les membres du Comité d'experts sur le REP pour leurs commentaires fort pertinents.

Introduction

Le Conseil de l'Europe encourage la constitution d'un Réseau écologique paneuropéen. Dans le cadre de cette activité, le présent rapport porte sur la mise au point d'outils de connaissance destinés à étayer le processus de gestion des populations de grands carnivores.

Ce rapport s'appuie sur les résultats obtenus dans le cadre du projet sur les zones de conservation des grands carnivores d'Europe (*Large Carnivore Conservation Areas in Europe*, LCCA), mis en œuvre par l'*Istituto di Ecologia Applicata* (IEA) de Rome pour le compte de l'initiative pour les grands carnivores d'Europe (*Large Carnivore Initiative for Europe*, LCIE) et grâce à un financement du Fonds mondial pour la nature (WWF).

Le projet LCCA vise à concevoir des modèles de l'adéquation des milieux à l'ours, au lynx et au loup dans la chaîne alpine en vue de recenser les zones sensibles (zones particulièrement favorables à la survie de ces espèces, d'une part; surfaces étendues de milieux défavorables, d'autre part) et de délimiter des corridors de communication.

La chaîne alpine a été choisie en raison de circonstances particulièrement intéressantes: en effet, bien qu'aucune des trois espèces n'y soit actuellement présente sous forme de population stable, elle devrait devenir une zone de conservation importante une fois qu'elle aura été intégrée à leur aire de répartition. D'ici peu, nous aurons la possibilité de mesurer la fiabilité des modèles conçus pour le projet LCCA, car les aires de répartition des trois espèces sont en extension vers le cœur de la chaîne alpine (l'ours depuis l'est, le lynx depuis l'ouest et le loup depuis le sud et peut-être l'est).

Pour simplifier, nous dirons que ces modèles ont été conçus de manière à tirer le meilleur parti des connaissances existantes sur les espèces considérées. A partir des territoires connus des trois espèces, on a déduit leurs exigences écologiques des variables environnementales dont on disposait. Chaque site de la zone étudiée a ensuite été classé en fonction de son degré d'adéquation environnementale, au moyen d'une mesure de la distance entre ses caractéristiques écologiques et les exigences écologiques de l'espèce.

Les résultats sont présentés sous forme de cartes figurant des zones d'adéquation croissante. On a choisi comme classe d'origine la zone centrale de l'aire de répartition de l'espèce considérée et sa matrice de connexion. Les classes suivantes correspondent à des zones de qualité décroissante, avec au bas de l'échelle les sites d'agriculture intensive et les secteurs à forte densité de population.

Un résumé du rapport final établi pour le projet LCCA figure en annexe; il fait partie intégrante du présent rapport.

Bien que le projet LCCA ait livré de précieuses informations, qui permettaient de fixer des priorités en matière de conservation pour chacune des espèces analysées, la conception d'une stratégie conjointe et synergique de conservation englobant les trois espèces (et potentiellement beaucoup d'autres, l'ours, le lynx et le loup étant généralement considérés comme des espèces "parapluies") ne constituait pas son objectif principal et n'est pas allée au-delà d'une comparaison visuelle des trois cartes.

Le présent rapport comble cette lacune, dans la mesure où il se propose de créer un modèle dérivé associant les trois autres et permettant d'élaborer des stratégies de conservation plus synergiques.

Avant d'entrer dans le détail de la méthode employée, il est peut-être bon de dire quelques mots sur le concept de corridor et ce que l'on entend par ce terme dans le présent rapport. Bien que la notion de corridor écologique soit couramment utilisée en biologie de la conservation, il n'en existe que des définitions vagues et, ce qui est plus fâcheux, il n'y a pas de méthode communément admise pour « concevoir » de tels corridors.

On peut classer les méthodes de conception des corridors écologiques en deux grandes catégories, qui découlent de l'intérêt convergent de deux grandes branches de l'écologie pour le problème de la

conservation de la nature: l'écologie paysagère, d'une part, l'écologie animale et comportementale, d'autre part. Pour le spécialiste de l'écologie paysagère, un corridor écologique est une portion du paysage (généralement de forme allongée) présentant une certaine proportion de milieux vierges et reliant de plus grandes étendues de milieux vierges. Pour le spécialiste de l'écologie animale et/ou comportementale, toute portion du paysage peut fonctionner comme un corridor pour une espèce donnée dans la mesure où elle présente un degré de qualité environnementale suffisant pour permettre à des individus de cette espèce de l'emprunter au cours de sa dispersion.

Les deux approches comportent des avantages et des inconvénients. Si la première facilite l'identification des éléments du paysage (par exemple, la végétation ripicole) susceptibles d'être classés comme « corridors », elle n'est qu'approximativement liée au processus effectif de dispersion de l'espèce et laisse la porte ouverte à une interprétation subjective de la notion de « milieu vierge ». La seconde approche, en revanche, est davantage « orientée vers le processus », car elle tente de prendre en compte la perception de l'environnement par l'espèce, mais elle a l'inconvénient de rendre plus complexe la conception des corridors, puisqu'elle ne fait pas le lien avec des éléments spécifiques du paysage et ne peut être appliquée qu'espèce par espèce, étant donné que chacune a ses propres exigences écologiques et sa propre perception de l'environnement.

Les modèles utilisés pour ce rapport adoptent la seconde approche. Se fondant sur le degré d'adéquation des milieux, ils permettent de tracer un réseau de communication axé sur les zones de présence connues des trois espèces et de prévoir, par déduction, l'expansion possible de leurs aires de répartition. De plus, la méthode décrite à la section suivante peut offrir une solution opérationnelle au problème de la spécificité des modèles de la qualité de l'environnement établis pour une espèce donnée.

Méthode

Dans l'espace multidimensionnel défini par les indices d'adéquation du milieu à chacune des trois espèces analysées, chaque site de la zone étudiée peut être représenté par un point. Ainsi, l'ensemble des sites forment un nuage de points à l'intérieur du même espace. En analysant ce nuage, on peut extraire la variable de synthèse récapitulant le maximum d'informations et utilisable, dans certaines conditions, pour dresser une carte du degré d'adéquation environnementale conjointe pour les trois espèces analysées. La section suivante présente les étapes générales de la mise en œuvre des modèles; le lecteur trouvera dans le rapport complet du projet sur les zones de conservation des grands carnivores (IEA, 1998) une description plus détaillée de la méthode appliquée pour synthétiser les modèles de l'adéquation établis pour chacune des trois espèces, ainsi que des caractéristiques des variables initiales de l'environnement utilisées pour cette analyse.

Réalisation du modèle synthétique

Ce modèle a été réalisé en trois étapes.

Les modèles initiaux d'adéquation du milieu ont été standardisés par soustraction de la valeur moyenne de l'adéquation environnementale dans les territoires connus de l'espèce et division par l'écart type. Les modèles résultants avaient exactement les mêmes caractéristiques que les modèles initiaux, à ceci près qu'ils présentaient une valeur moyenne nulle (à l'intérieur des territoires connus) et que le degré d'adéquation était mesuré par l'écart type par rapport à leur moyenne respective.

Cette première étape a permis de limiter le problème lié au fait que chaque modèle initial est spécifique à une espèce donnée. Selon Corsi *et al.* (1999), un modèle reposant sur la distance écologique par rapport aux préférences écologiques connues d'une espèce ne peut être interprété que comme une mesure relative de l'adéquation à l'intérieur de ce modèle; en d'autres termes, une valeur de 100 dans un modèle donné n'est pas équivalente à une valeur de 100 dans un autre modèle. Une standardisation fondée sur les distances écologiques observées à l'intérieur des territoires connus atténue ce problème, car elle définit une unité de mesure commune (écarts types des distances écologiques observées à l'intérieur des territoires connus) ainsi qu'un point d'origine objectif (moyenne des distances écologiques observées à l'intérieur des territoires connus).

Dans un deuxième temps, on a procédé, à partir des trois modèles standardisés, à une analyse en composantes principales (ACP). L'ACP permet d'extraire des variables de synthèse qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales (en l'occurrence, les indices d'adéquation du milieu aux trois espèces). Chaque variable de synthèse est sans corrélation avec les autres et intervient à hauteur d'un certain pourcentage dans la variabilité totale du nuage initial. Les variables de synthèse qui interviennent à hauteur d'un pourcentage élevé dans la variabilité initiale conservent la plus grande partie du contenu informatif original du nuage et peuvent donc être interprétées à la place de celui-ci.

En raison du caractère très particulier du modèle que l'on se propose d'élaborer, il ne suffit pas que la variable de synthèse rende compte de la plus grande partie de la variabilité totale du nuage initial: elle doit en outre être en corrélation homogène avec chacune des variables. Si la variable de synthèse était directement corrélée à deux variables et inversement corrélée à la troisième, son interprétation n'aurait guère de signification sur le plan écologique. Fort heureusement, nos modèles initiaux de l'adéquation du milieu aux trois espèces mettent en évidence de vastes zones de milieux défavorables qui se superposent plus ou moins, de sorte qu'on obtient à l'issue du processus d'ACP un degré élevé de corrélation homogène entre la variable résultante et les trois variables de départ.

Enfin, la variable de synthèse a été découpée afin d'établir une carte de l'adéquation environnementale conjointe pour les trois espèces. Comme pour les cartes LCCA, on a choisi de définir sept classes d'adéquation. Dans le cas présent, toutefois, le découpage a été effectué à partir d'une comparaison entre les niveaux d'adéquation conjointe observés et les zones centrales des aires de répartition déterminées par les modèles initiaux. Ainsi, la première classe comprend tous les niveaux d'adéquation conjointe jusqu'à la valeur moyenne observée dans les zones très favorables (première classe du modèle initial) pour les trois espèces, la deuxième va jusqu'à cette valeur moyenne plus un écart type. La troisième va jusqu'à la valeur moyenne observée dans les secteurs très favorables pour deux espèces sur trois (la quatrième allant jusqu'à la même valeur plus un écart type) et la cinquième jusqu'à la valeur moyenne observée dans les secteurs très favorables pour une espèce sur trois (la sixième allant jusqu'à cette dernière valeur plus un écart type). Enfin, la septième classe comprend toutes les autres valeurs obtenues.

En dépit d'une certaine circularité, ce processus de détermination des classes s'avère extrêmement pratique pour l'interprétation ultérieure des modèles: en effet, chaque classe correspond à des possibilités croissantes de mettre en œuvre des approches synergiques en vue de la conservation des trois espèces.

Afin d'évaluer les possibilités d'application du modèle, on l'a superposé aux zones protégées ainsi qu'aux zones de conflit potentiel entre les trois carnivores et l'homme. La caractérisation de ces zones à partir des résultats du modèle peut aider à définir des mesures de gestion destinées à accroître les chances de conservation.

Résultats

Lors de l'interprétation du modèle, il convient de ne pas perdre de vue les points suivants:

- Bien que le modèle puisse donner des résultats très détaillés, compte tenu de la nature et des limites des données et de la méthode d'analyse, l'interprétation devrait s'en tenir à l'échelle régionale et se concentrer sur les tendances générales observées dans la région.
- La dernière classe d'adéquation (classe 7) englobe des distances écologiques très élevées (jusqu'à l'infini) issues des modèles initiaux. Il faut donc prendre en compte d'autres paramètres, notamment si l'on considère cette classe comme un obstacle potentiel. Ainsi, les périmètres des grandes villes et les zones glaciaires entrent généralement dans cette catégorie; or, l'interprétation écologique de ces deux obstacles peut être très différente. En effet, il faut considérer que les perturbations résultant de l'activité humaine sont dynamiques et actives, et par conséquent ont une incidence au-delà de la zone effectivement occupée par l'homme, alors que celles créées par des conditions écologiques extrêmes sont statiques et passives, ce qui cantonne leur influence

défavorable à la zone où règnent ces conditions. Les cartes font la distinction entre les grandes villes et les zones situées à plus de 2 500 m d'altitude, afin de faciliter l'interprétation.

- Dans beaucoup de pays, les données relatives à l'efficacité des zones protégées présentent de nombreuses lacunes, et il convient donc d'être très prudent dans l'interprétation des résultats.
- On a supposé que toutes les variables qui ont une influence sur la répartition de l'espèce, mais sont difficiles à prendre en compte dans une analyse spatiale, comme les contraintes historiques ou les habitudes comportementales de l'espèce, étaient représentées par la zone de présence (ZP). Dans le cas présent, il convient de lire les données figurées sur les cartes à l'intérieur de la ZP comme des niveaux d'adéquation attendus et à l'extérieur de cette zone comme des niveaux potentiels.

Par suite de la méthode employée et de la nature des données considérées (voir méthode, observation sur la corrélation entre les variables initiales et la variable de synthèse), l'ACP a produit des résultats fortement significatifs. La première composante principale (ACP1) intervient à plus de 74 % dans la variance totale et est directement corrélée aux indices d'adéquation des trois espèces. De plus, le coefficient de corrélation est élevé pour chacune de ces espèces: 0,91 pour l'ours, 0,83 pour le lynx et 0,85 pour le loup.

Pour faciliter l'interprétation des résultats décrits dans les paragraphes qui suivent, le Tableau 1 indique quelle portion du territoire de chaque pays est comprise dans la zone étudiée.

Tableau 1 Portion du territoire de chaque pays comprise dans la zone étudiée

Pays	%
Autriche	74
France	13
Allemagne	6
Italie	32
Suisse	100

Lorsqu'on reporte sur une carte les résultats de l'ACP (Figure 1), on retrouve grosso modo la même structure que celle observée dans les modèles par espèce (voir "*Large Carnivore Conservation Areas*" – IEA, 1998), à savoir une étroite bande de milieux favorables orientée vers le sud, reliant les Alpes aux Apennins, et un élargissement des zones favorables, doublé d'un accroissement général de leur degré d'adéquation, le long de la chaîne alpine en direction de l'est. Les zones favorables à l'ensemble des trois espèces (deux premières classes d'adéquation) représentent un peu moins de 7,5 % de la zone étudiée, soit un peu plus de 22 000 km²; si l'on considère les zones favorables à au moins une espèce, ce pourcentage est légèrement supérieur à 60 % (environ 183 000 km²).

La carte met en évidence de vastes zones critiques au nord de Gênes, dans le corridor reliant les Apennins aux Alpes; dans les Alpes occidentales, le long des frontières franco-italienne et suisse-italienne, où la présence de hauts sommets contribue à la fragmentation de la zone; en Suisse centrale, qui sépare la chaîne du Jura du reste des Alpes; et enfin dans la vallée de l'Adige, qui s'enfonce profondément à l'intérieur des zones favorables des Alpes orientales.

Les zones très favorables à l'ensemble des trois espèces qui se situent dans la partie occidentale de la chaîne alpine présentent un intérêt particulier. Bien que la plupart de ces zones n'héberge aucune de ces espèces, beaucoup d'entre elles se trouvent à portée au moins du lynx et du loup, et quelques-unes sont déjà intégrées dans des zones protégées (p. ex. le parc national du Vercors et les parcs naturels du Haut-Jura et de la Chartreuse sur le versant français des Alpes). De même, la présence de poches des deux premières classes d'adéquation au sein d'espaces plus étendus appartenant aux quatre classes suivantes semble favorable à une expansion future de l'aire de répartition des espèces dans les parties centrale et orientale de la zone étudiée.

Pour analyser la superposition entre le modèle et les autres couches GIS disponibles, il a été décidé d'établir des tableaux regroupant les données des classes 1-2, 3-4 et 5-6. En effet, si les six classes

définies à l'origine améliorent considérablement la lisibilité des cartes, elles auraient l'effet inverse dans les tableaux. Il convient de ne pas perdre de vue, en étudiant ces tableaux, que le seuil des classes paires (2, 4 et 6) est égal à celui des classes impaires (1, 3 et 5) plus un écart type. En combinant les deux classes, on rend compte d'un peu plus de 68 % de la variabilité totale du degré d'adéquation conjointe dans les zones optimales pour 3, 2 et 1 espèce(s) respectivement.

Tableau 2 : Superficie absolue et relative des différentes classes d'adéquation conjointe dans la zone de présence (ZP) connue des trois espèces

		1-2	3-4	5-6	7	Total
Ours	km ²	1 697	2 959	879	26	5 561
	%	30,52	53,21	15,80	0,46	
Lynx	km ²	4 566	8 133	13 295	3 726	29 720
	%	15,36	27,37	44,73	12,54	
Loup	km ²	177	1 045	2 607	157	3 987
	%	4,45	26,21	65,39	3,95	

L'analyse détaillée de la superposition de la zone de présence connue des trois espèces et du modèle de l'adéquation conjointe (Tableau 2) montre que l'aire actuelle de répartition des espèces s'étend pour l'essentiel dans des zones favorables (classes 1 à 6).

Dans le cas du lynx seulement, un pourcentage assez élevé de la ZP (12,54 %) entre dans la classe défavorable, ce qui traduit probablement une situation encore instable, peut-être due au fait que les populations utilisées pour la caractérisation écologique sont issues de réintroductions. On observera d'autre part que la forte proportion de la ZP de l'ours relevant des deux premières classes s'explique par la forte sélectivité de cette espèce; vu la façon dont ont été définies les classes, c'est l'espèce qui a les exigences écologiques les plus strictes qui détermine les principales contraintes pesant sur l'indice d'adéquation conjointe. De fait, le loup, qui est la plus opportuniste des trois espèces, présente un registre d'adaptation plus étendu, avec une prédominance des classes 5 et 6.

Tableau 3 :

Superposition du modèle et des zones protégées existant dans la zone étudiée:

- a) **proportion de la superficie totale des zones protégées relevant de chaque classe d'adéquation;**
- b) **proportion de chaque classe d'adéquation se trouvant en zone protégée.**

		1-2	3-4	5-6	7	Total
a	km ²	3 553	6 684	7 795	5 400	23 431
	%	15,16	28,52	33,27	23,05	
b	km ²	22 102	62 937	98 121	113 931	
	%	16,07	10,62	7,94	4,74	

Malheureusement, cette superposition pâtit de la très mauvaise qualité des données relatives aux zones protégées (Figure 2). Le Tableau 3 n'est donc présenté ici que pour donner une idée générale de l'efficacité des zones protégées. La répartition assez homogène de ces zones entre les différentes classes d'adéquation du modèle témoigne des nombreux paramètres qui président à la création d'une zone protégée. Beaucoup de ces zones visent à préserver le patrimoine naturel et les sites culturels, ce qui limite leur efficacité en matière de protection de la faune et de la flore. Néanmoins, lorsqu'on analyse la proportion de chaque classe se situant en zone protégée, on constate qu'un pourcentage assez élevé (16 %) des deux premières classes se trouve dans ce cas.

Tableau 4 :

Contribution de chaque pays à la protection dont bénéficient les différentes classes d'adéquation conjointe (%)

	1-2	3-4	5-6	7
Autriche	7,63	10,70	9,82	1,52
France	41,93	23,89	44,04	31,17
Allemagne	0,22	4,98	7,80	1,51
Italie	49,56	58,42	37,94	65,76
Suisse	0,65	2,02	0,39	0,03
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Si l'on observe de plus près la contribution de chaque pays à la protection globale des zones favorables (Tableau 4), le biais induit par les données relatives aux zones protégées apparaît clairement. Ces données peuvent être considérées comme quasi complètes pour l'Italie; or c'est pour ce pays que l'on relève les pourcentages les plus élevés dans toutes les classes sauf une (5-6). Inversement, on ne dispose que de données très limitées pour l'Allemagne et la Suisse (une seule zone protégée en Suisse). Quant à la France, elle présente une situation intéressante: en effet, bien que les données soient loin d'être complètes, les zones protégées semblent très bien situées, eu égard aux résultats du modèle.

Tableau 5 :

Pourcentage

- a) du territoire de chaque pays entrant dans les différentes classes d'adéquation conjointe;
 b) de chaque classe d'adéquation conjointe se situant dans les différents pays

		1-2	3-4	5-6	7		
		a	b	a	b	a	b
Autriche	a	17,46	49,40	33,09	19,88	18,26	10,02
	b						
France	a	6,25	20,51	17,10	30,02	36,04	22,95
	b						
Allemagne	a	0,10	0,10	6,34	49,50	44,06	100,00
	b						
Italie	a	5,82	25,64	18,18	23,77	52,23	44,65
	b						
Suisse	a	2,33	4,35	25,77	14,75	36,87	13,37
	b						
			100,00		100,00		100,00

On peut également examiner la répartition de chaque classe entre les différents pays ainsi que la portion du territoire qu'elle occupe dans chaque pays). Le pays qui présente la plus forte proportion de son territoire en classe 1-2 du modèle est l'Autriche (près de 17,5 %); en outre, ce pays contribue presque pour moitié à la superficie totale de cette classe. De même, il se classe en première position du point de vue de la superficie relative (quelque 33 %). Compte tenu du fait que près de 75 % (Tableau 1) de son territoire est compris dans la zone étudiée, on mesure l'importance de l'Autriche pour la conservation des grands carnivores.

La France et l'Italie présentent des situations intermédiaires. Ces deux pays contribuent à peu près à égalité à la superficie totale des classes 1-2 et 3-4 (à raison d'environ 6 % et 17,5 %, respectivement). En revanche, ils se différencient en ce qui concerne l'étendue (et la contribution en pourcentage) des deux dernières classes; les chiffres de l'Italie s'expliquent en grande partie par l'inclusion de presque toute la plaine du Pô dans la zone étudiée (Tableau 6), ce qui accroît sa contribution globale à la

classe 7 (à hauteur de quelque 45 %) et en fait le pays présentant la plus forte proportion de territoire défavorable (largement plus de 50 %).

La Suisse, dont la totalité du territoire est incluse dans la zone étudiée, présente un assez faible degré d'adéquation globale. Cette situation est probablement liée au mauvais classement de l'ensemble de la Suisse centrale (Tableau 5) et au très faible pourcentage représenté par les zones de classe 1-2 (seulement 2 % du territoire national).

D'après le modèle, la situation de l'Allemagne est encore plus défavorable. Toutefois, seulement 6 % de son territoire est pris en compte dans l'analyse et cette région se situe à la limite septentrionale des Alpes, à la périphérie de la chaîne.

Tableau 6 :

Superficie des zones de conflit potentiel avec les activités humaines et répartition entre les différentes classes d'adéquation conjointe (%)

		1-2	3-4	5-6	7	Total
France	km ²	721	2 587	7 368	5 122	15 798
	%	4.56	16.37	46.64	32.42	
Italie	km ²	223	455	1 244	1 339	3 260
	%	6.84	13.95	38.15	41.06	

Sont définies comme zones de conflit potentiel entre la présence des carnivores et les activités humaines (Tableau 6) celles où la densité du bétail (moutons et chèvres) est supérieure à la moyenne nationale. Le Tableau 6 résulte de la superposition de ces zones et du modèle. Cette analyse est limitée à la France et à l'Italie, seuls pays pour lesquels on disposait de données relatives au bétail. Il est à noter que la superficie totale des zones de conflit diffère considérablement entre les deux pays; alors qu'en France elle représente 22 % de la portion du territoire national comprise dans la zone étudiée, ce chiffre n'est que de 3 % en Italie. Dans ce dernier pays, l'élevage ovin est essentiellement concentré dans le centre et le sud du pays, régions qui ne font pas partie de la zone étudiée. Dans cette dernière, le problème ne semble pas particulièrement important, puisque plus de 40 % des zones de conflit potentiel appartiennent à la classe la plus défavorable.

En France, en revanche, on trouve une forte densité de cheptel ovin et caprin en Provence, jusque dans la région Rhône-Alpes. D'après le modèle, seulement 4,5 % de la superficie totale des zones de conflit potentiel entre dans la classe 1-2, ce qui équivaut néanmoins à près de 16 % de la superficie totale des zones de cette classe en France. De plus, si l'on considère l'ensemble des classes favorables, le pourcentage total des zones alliant une forte densité de bétail avec la présence potentielle de grands carnivores atteint presque 68 %. Si l'on ajoute que l'ensemble de la zone est à la portée d'individus se dispersant à partir des aires actuelles de répartition des populations de loup et de lynx, on voit que les risques de conflit sont très élevés.

Discussion

Les modèles donnent une image simplifiée et partielle de la réalité. Ils visent à donner des clés d'interprétation qui facilitent la compréhension des phénomènes naturels.

En ce sens, le modèle élaboré aux fins du présent rapport a pour but de donner une vision globale de la répartition potentielle des trois espèces de grands carnivores dans la chaîne alpine. En d'autres termes, ce modèle peut servir à déterminer les régions où il conviendra d'approfondir les recherches afin d'évaluer correctement leur place dans le cadre de la conservation des espèces.

Il existe une littérature abondante concernant les divers facteurs qui influent sur la fiabilité et l'application des modèles. On y trouve traitées à la fois des questions générales relatives aux hypothèses et à la validation, qui se posent pour n'importe quel type de modèle, et des questions plus

concrètes portant sur l'échelle, la transposabilité et la spécificité à l'égard des espèces, qui concernent plus directement le modèle présenté ici. Pour un examen plus détaillé de ces questions, nous renvoyons le lecteur à l'une des nombreuses publications consacrées à ce sujet (par exemple Corsi *et al*).

Nous nous pencherons ici sur une question particulière, celle de l'utilité de cette modélisation. La réponse se trouve dans les questions nombreuses et diverses que l'on cherche à résoudre au moyen de ce type de modèles. Et, de toute évidence, ces mêmes questions peuvent nous aider à définir les limites et le champ d'application de ces modèles!

Tout d'abord, il est communément admis que le spécialiste chargé de définir le plan d'action en faveur d'une espèce fasse une synthèse des connaissances accumulées au cours de nombreuses années de pratique. De même, quand il devient nécessaire de coordonner la gestion de plusieurs espèces, il s'agit de trouver le meilleur compromis entre les arguments des différents spécialistes, chacun ayant tendance à défendre « son » espèce.

Sans prétendre constituer une réponse définitive au problème, les modèles peuvent introduire une certaine objectivité dans le débat. Quelles sont les synergies entre les différentes espèces? Est-il possible d'attribuer un poids « statistique » (objectif?) à chaque espèce lorsqu'on les examine conjointement? Peut-on « chiffrer » la valeur globale d'un site donné en matière de conservation d'un certain nombre d'espèces? La réponse à ces questions est probablement qu'il nous faut poursuivre les recherches (ce qui ne fait aucun doute), car nous ignorons même pourquoi une espèce donnée est présente à tel endroit et pas à tel autre. Nous sommes incapables de prévoir si nous trouverons un individu d'une espèce donnée dans un site déterminé; au mieux pouvons-nous, dans certains cas, affirmer que nous ne trouverons pas une espèce donnée « en dehors » de son aire géographique connue.

D'autre part se pose le problème d'agir avant qu'il ne soit trop tard. Si nous pouvions interrompre la succession des événements naturels jusqu'à ce que nous ayons élucidé leurs causes profondes, nous pourrions attendre sans danger le moment où nous serons capables de maîtriser l'ensemble de la biosphère. Malheureusement, nous nous trouvons face à des situations en constante évolution qui ont parfois tôt fait de rendre caduques même les connaissances les mieux établies. Les modèles peuvent nous aider à tirer le meilleur parti des informations dont nous disposons dans l'état de nos connaissances. Etudier et suivre dans son territoire un individu de telle ou telle espèce peut être très riche d'enseignements. Par exemple, on peut comparer les caractéristiques écologiques de ce territoire à celles des zones environnantes. Au moyen de techniques statistiques, il est possible de déterminer des zones « semblables » à celle qui a été étudiée. En supposant que tous les individus de cette espèce se comportent de la même manière que celui qui a été suivi (simplification du modèle!), nous pouvons ainsi repérer d'autres territoires potentiels. Nous obtenons ainsi non pas la réalité, mais une image simplifiée de la réalité, qui, en attirant notre attention sur certaines zones, peut nous guider dans le choix des sites les plus appropriés pour poursuivre nos travaux.

Enfin, pour en revenir à la « vision globale », la gestion des espèces (surtout lorsqu'il s'agit de grands carnivores comme ceux étudiés dans ce rapport) ne peut être traitée à une échelle locale. C'est particulièrement vrai dans un milieu fragmenté et densément peuplé comme l'est le continent européen. La dynamique des populations de carnivores en Europe (occidentale) est fondamentalement celle d'une métapopulation. S'il n'existe aucun moyen d'intégrer les unités de population dans un réseau fonctionnel garantissant les nécessaires échanges d'individus, nous n'aurons aucune chance d'atteindre notre objectif de conservation de l'espèce. Là encore, la « vision globale » permet de cibler les zones les plus critiques pour l'espèce, soit parce qu'elles peuvent servir de zones sources, soit parce qu'elles risquent de constituer un obstacle à la migration des individus.

De plus, nous ne devons pas oublier que, dans les zones densément peuplées telles que l'Europe, il importe au plus haut point de tenir compte des différents besoins des divers acteurs de la gestion des ressources (parmi lesquelles il faut compter la faune et la flore sauvages). Ainsi, il est indispensable de définir des zones prioritaires nécessitant une protection totale et des zones secondaires d'où, en raison d'activités et d'intérêts incompatibles, l'espèce doit être délogée. Pour ce faire, le seul moyen est d'effectuer une analyse régionale afin d'avoir une vue d'ensemble du problème.

Nous espérons avoir suffisamment expliqué la portée et les limites du présent rapport. Les zones mises en évidence dans la section consacrée aux résultats ont été établies par extrapolation de nos connaissances actuelles à l'ensemble de la zone étudiée. Les niveaux de connaissances n'étant pas les mêmes selon les espèces, cela se répercute sur les modèles correspondants. Nous sommes à peu près certains que le modèle établi pour le loup rend correctement compte du degré d'adéquation des milieux à cette espèce. Les données recueillies sur l'expansion de son aire de répartition sont en effet pleinement conformes aux résultats de notre modèle.

Il n'en va pas tout à fait de même pour le lynx et pour l'ours. Ces deux modèles reposent sur des données très limitées et, dans le cas du lynx, concernant uniquement des individus réintroduits. De ce fait, nous ne sommes pas en mesure d'appréhender toute l'étendue des conditions écologiques convenant à l'espèce, ce qui peut se traduire dans les résultats des modèles par une sous-estimation de la qualité des milieux pour l'espèce considérée.

Nous ne cachons pas que la présentation de ces deux derniers modèles a fait l'objet de critiques. Les spécialistes de ces espèces estimaient que de nombreuses zones apparaissant sous-estimées dans le modèle allaient probablement accueillir l'espèce considérée dans un futur proche. Or l'un des objectifs de ces modèles est précisément de mettre en évidence les anomalies, ce qui permet reprendre le processus en amont et de recenser les lacunes des informations existantes. D'autre part, les modèles du type de ceux utilisés pour ce rapport peuvent être constamment améliorés au fur et à mesure que l'on accumule de nouvelles informations.

Naturellement, il faut évaluer l'incidence de ces deux modèles sur la fiabilité globale du modèle synthétique appliqué dans le présent rapport. La forte corrélation observée entre l'ACPI et l'indice d'adéquation à l'ours laisse à penser que cette espèce est celle qui a l'effet le plus important sur le modèle global. Au vu des valeurs absolues obtenues à l'aide du modèle, il se pourrait par conséquent que la qualité des milieux ait été sous-estimée. Toutefois, compte tenu du procédé utilisé pour définir les classes d'adéquation en vue du tracé de la carte, la représentation issue du modèle devrait, au moins pour les deux dernières classes (5 et 6), correspondre à la réalité (en effet, dans la plupart des zones très favorables pour une seule espèce, cette espèce est le loup, probablement la plus opportuniste des trois). En revanche, il est possible que l'étendue réelle des classes supérieures (par exemple 1 et 2) ait été sous-estimée.

Recommandation

Les résultats de nos travaux doivent être un encouragement à entreprendre des études plus approfondies dans les zones dont l'analyse a montré l'intérêt particulier. Pour résumer brièvement les résultats par pays, nous relèverons les quelques points suivants, mis en évidence par le modèle:

- D'après le modèle, la plus grande partie du territoire autrichien se situe dans les classes favorables. L'ensemble de cette zone pourrait devenir une source importante de populations viables de grands carnivores dans la région. Toutefois, certaines données utilisées pour ce pays sont de moindre qualité (par exemple, les données relatives à la population n'étaient disponibles qu'au niveau NUT 3, alors que pour les autres pays on disposait de données jusqu'au niveau NUT 4). Il serait bon de procéder à une analyse plus approfondie des conditions écologiques régnant dans ce pays afin d'améliorer la fiabilité du modèle.
- Bien que la France ne présente pas une situation aussi exceptionnelle que l'Autriche, elle se trouve au cœur de l'expansion actuelle des aires de répartition du loup et peut-être du lynx. La présence de vastes secteurs de milieux très favorables, notamment au sein de zones protégées, semble garantir la survie de populations en bonne santé. Néanmoins, une gestion appropriée des espèces est nécessaire en raison du risque de conflits avec les activités humaines. Des analyses complémentaires devraient être réalisées afin de mesurer plus précisément les risques de conflit.
- Etant donné que l'Allemagne ne figure que de manière marginale dans cette étude, il n'est pas possible de formuler de recommandation particulière à son égard, en dehors des recommandations générales valables pour tous les pays. Toutefois, sa situation à la périphérie des zones favorables

appelle une coordination adéquate avec les pays voisins (par exemple la Suisse et l'Autriche) afin de garantir une efficacité maximale des mesures de conservation.

- Jusqu'à récemment, l'Italie était la source d'une population en loups en expansion. La plupart des problèmes et des questions relatifs à la conservation des grands carnivores se posent dans le centre et le sud du pays. En ce qui concerne la zone comprise dans l'étude, certaines observations laissent à penser que l'aire de répartition du loup s'étendrait à partir de la France vers le nord du Piémont et le Val d'Aoste; une étude analogue, plus détaillée, a été conduite par l'IEA dans le Val d'Aoste pour évaluer les conditions écologiques locales pour l'ours, le lynx et le loup. La situation de la population relique d'ours dans l'Adamello-Brenta semble extrêmement préoccupante.
- En Suisse, la situation apparaît moins favorable que dans les autres pays (hormis l'Allemagne); des études plus précises devraient être menées dans ce pays pour en déterminer les causes. Ce résultat peut s'expliquer par un manque de cohérence entre les données utilisées pour la Suisse et pour les autres pays (il n'existe pas de données Corine standard sur l'occupation du territoire en Suisse), mais il peut aussi avoir des causes plus profondes, davantage liées à la structure de l'utilisation des terres. En raison des attentes suscitées par l'expansion du lynx et d'autres questions connexes, il serait bon d'effectuer une analyse plus précise à l'échelon local afin d'élucider les causes du classement médiocre attribué par le modèle.

En conclusion, nous soulignerons que la méthode présentée ici n'est que l'une des façons possibles d'aborder le problème de la délimitation de corridors écologiques, et donc de la définition de réseaux écologiques. D'autres méthodes recourent à une approche déductive, reposant sur les connaissances des spécialistes concernant les conditions écologiques requises pour créer un corridor pour la faune. Le présent modèle part de l'hypothèse qu'un corridor est spécifique à une espèce donnée et que ce qui constitue un corridor pour telle espèce peut être un obstacle pour telle autre. C'est pourquoi nous recommandons que la mise en œuvre d'un réseau écologique soit précédée d'une modélisation précise de l'adéquation des milieux, fondée sur les informations disponibles pour le plus grand nombre d'espèces possible. Ces modèles permettront de répondre à la question initiale, à savoir quelles parties du territoire affecter au réseau, mais ils seront aussi le point de départ d'une réflexion sur la mise en œuvre d'un réseau fonctionnel répondant aux besoins du plus grand nombre d'espèces possible.

La mise au point de modèles au niveau national, et éventuellement transnational, peut aider à définir des stratégies de conservation permettant de réduire au minimum les interactions défavorables avec les activités humaines et d'accroître au maximum les chances de survie des espèces.

Bibliographie

- Corsi, F., Dupré E. and Boitani L. 1999 A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning. *Conservation Biology*, 13(1): 150-159.
- Corsi F., De Leew I., Skidmore A. *sous presse* Species distribution modelling with GIS. In: Boitani L. and T.K. Fuller (eds.) *Research techniques in animal ecology*. Columbia University Press, New York.
- IEA, 1998 Large carnivores conservation areas in Europe. Discussion Paper for the Large Carnivore Initiative for Europe. Rome

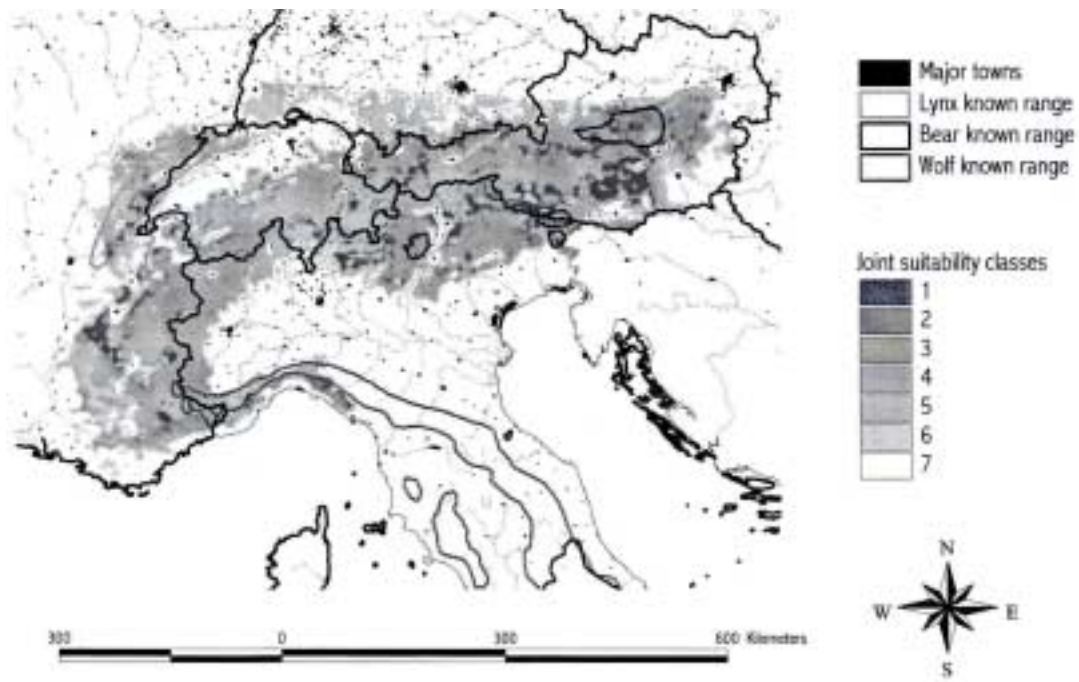


Figure 1 Carte montrant le résultat de l'analyse en composantes principales et la zone étudiée (les secteurs situés hors de cette zone sont cachés par un masque blanc) (grandes villes ; aire de répartition connue du lynx ; aire de répartition connue de l'ours ; aire de répartition connue du loup) – Classes d'adéquation conjointe

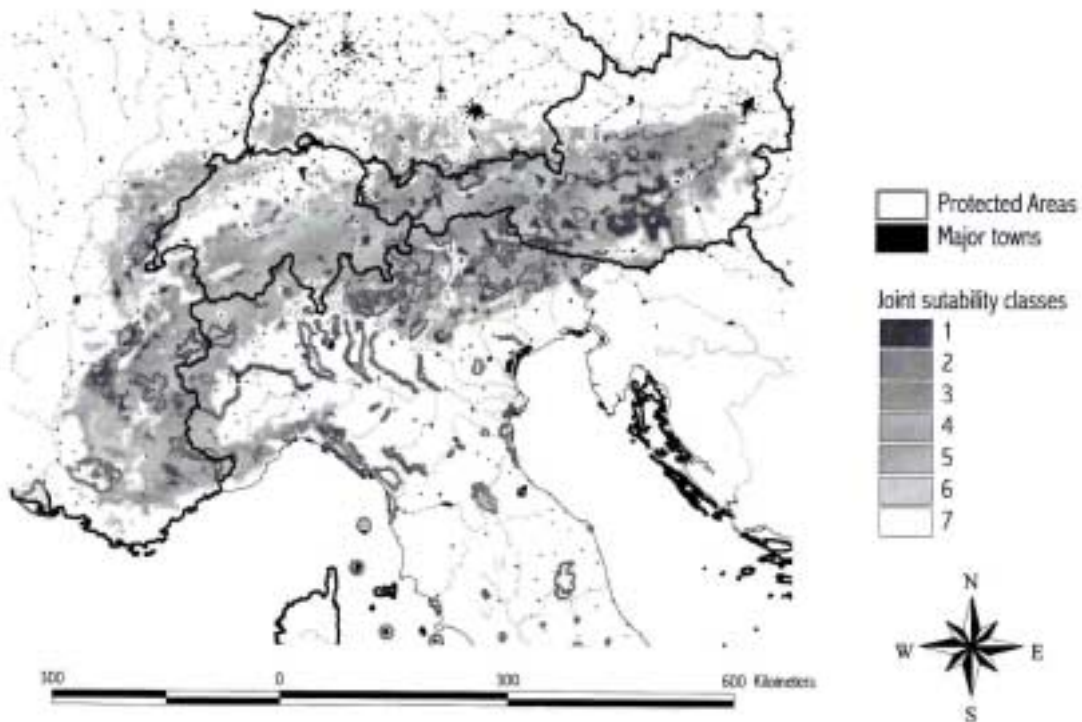


Figure 2 Superposition des données relatives aux zones protégées et du modèle de l'adéquation conjointe des milieux (zones protégées ; grandes villes ; classes d'adéquation conjointe)

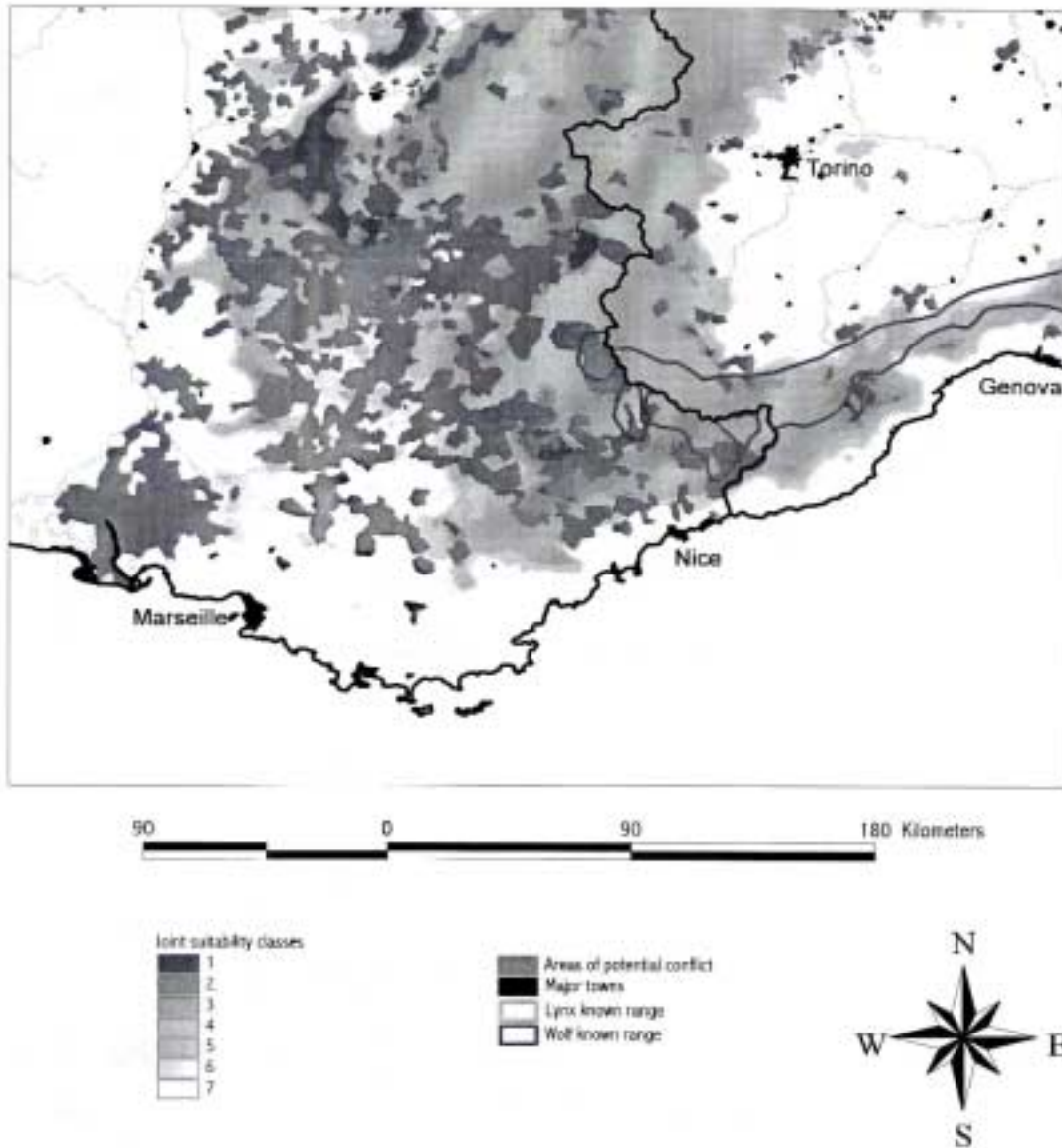


Figure 3: Carte des zones de conflit potentiel entre la présence de grands carnivores et les activités humaines

Classes d'adéquation conjointe
 Zones de conflit potentiel
 Grandes villes
 Aire de répartition connue du lynx
 Aire de répartition connue du loup

Sales agents for publications of the Council of Europe
Agents de vente des publications du Conseil de l'Europe

AUSTRALIA/AUSTRALIE

Hunter Publications, 58A, Gipps Street
AUS-3066 COLLINGWOOD, Victoria
Tel.: (61) 3 9417 5361
Fax: (61) 3 9419 7154
E-mail: Sales@hunter-pubs.com.au
http://www.hunter-pubs.com.au

BELGIUM/BELGIQUE

La Librairie européenne SA
50, avenue A. Jonnart
B-1200 BRUXELLES 20
Tel.: (32) 2 734 0281
Fax: (32) 2 735 0860
E-mail: info@libeurop.be
http://www.libeurop.be
Jean de Lannoy
202, avenue du Roi
B-1190 BRUXELLES
Tel.: (32) 2 538 4308
Fax: (32) 2 538 0841
E-mail: jean.de.lannoy@euronet.be
http://www.jean-de-lannoy.be

CANADA

Renouf Publishing Company Limited
5369 Chemin Canotek Road
CDN-OTTAWA, Ontario, K1J 9J3
Tel.: (1) 613 745 2665
Fax: (1) 613 745 7660
E-mail: order.dept@renoufbooks.com
http://www.renoufbooks.com

CZECH REP./RÉP. TCHÈQUE

Suweco Cz Dovoz Tisku Praha
Ceskomoravska 21
CZ-18021 PRAHA 9
Tel.: (420) 2 660 35 364
Fax: (420) 2 683 30 42
E-mail: import@suweco.cz

DENMARK/DANEMARK

GAD Direct
Fiolstaede 31-33
DK-1171 KOBENHAVN K
Tel.: (45) 33 13 72 33
Fax: (45) 33 12 54 94
E-mail: info@gaddirect.dk

FINLAND/FINLANDE

Akateeminen Kirjakauppa
Keskuskatu 1, PO Box 218
FIN-00381 HELSINKI
Tel.: (358) 9 121 41
Fax: (358) 9 121 4450
E-mail: akatilaus@stockmann.fi
http://www.akatilaus.akateeminen.com

GERMANY/ALLEMAGNE

AUSTRIA/AUTRICHE

UNO Verlag
Am Hofgarten 10
D-53113 BONN
Tel.: (49) 2 28 94 90 20
Fax: (49) 2 28 94 90 222
E-mail: bestellung@uno-verlag.de
http://www.uno-verlag.de

GREECE/GRÈCE

Librairie Kauffmann
Mavrokordatou 9
GR-ATHINAI 106 78
Tel.: (30) 1 38 29 283
Fax: (30) 1 38 33 967
E-mail: ord@otenet.gr

HUNGARY/HONGRIE

Euro Info Service
Hungexpo Europa Kozpont ter 1
H-1101 BUDAPEST
Tel.: (361) 264 8270
Fax: (361) 264 8271
E-mail: euroinfo@euroinfo.hu
http://www.euroinfo.hu

ITALY/ITALIE

Libreria Commissionaria Sansoni
Via Duca di Calabria 1/1, CP 552
I-50125 FIRENZE
Tel.: (39) 556 4831
Fax: (39) 556 41257
E-mail: licosa@licosa.com
http://www.licosa.com

NETHERLANDS/PAYS-BAS

De Lindeboom Internationale Publikaties
PO Box 202, MA de Ruyterstraat 20 A
NL-7480 AE HAAKSBERGEN
Tel.: (31) 53 574 0004
Fax: (31) 53 572 9296
E-mail: lindeboo@worldonline.nl
http://home-1-worldonline.nl/~lindeboo/

NORWAY/NORVÈGE

Akademika, A/S Universitetsbokhandel
PO Box 84, Blindern
N-0314 OSLO
Tel.: (47) 22 85 30 30
Fax: (47) 23 12 24 20

POLAND/POLOGNE

Główna Księgarnia Naukowa
im. B. Prusa
Krakowskie Przedmiescie 7
PL-00-068 WARSZAWA
Tel.: (48) 29 22 66
Fax: (48) 22 26 64 49
E-mail: inter@internews.com.pl
http://www.internews.com.pl

PORTUGAL

Livraria Portugal
Rua do Carmo, 70
P-1200 LISBOA
Tel.: (351) 13 47 49 82
Fax: (351) 13 47 02 64
E-mail: liv.portugal@mail.telepac.pt

SPAIN/ESPAGNE

Mundi-Prensa Libros SA
Castelló 37
E-28001 MADRID
Tel.: (34) 914 36 37 00
Fax: (34) 915 75 39 98
E-mail: libreria@mundiprensa.es
http://www.mundiprensa.com

SWITZERLAND/SUISSE

Bersy
Route de Monteiller
CH-1965 SAVIESE
Tél.: (41) 27 395 53 33
Fax: (41) 27 395 53 34
E-mail: jprausis@netplus.ch
Adeco – Van Diermen
Chemin du Lacuez 41
CH-1807 BLONAY
Tel.: (41) 21 943 26 73
Fax: (41) 21 943 36 05
E-mail: mvandier@ip-worldcom.ch

UNITED KINGDOM/ROYAUME-UNI

TSO (formerly HMSO)
51 Nine Elms Lane
GB-LONDON SW8 5DR
Tel.: (44) 207 873 8372
Fax: (44) 207 873 8200
E-mail: customer.services@theso.co.uk
http://www.the-stationery-office.co.uk
http://www.itsofficial.net

**UNITED STATES and CANADA/
ÉTATS-UNIS et CANADA**

Manhattan Publishing Company
468 Albany Post Road, PO Box 850
CROTON-ON-HUDSON,
NY 10520, USA
Tel.: (1) 914 271 5194
Fax: (1) 914 271 5856
E-mail: Info@manhattanpublishing.com
http://www.manhattanpublishing.com

FRANCE

La Documentation française
(Diffusion / Vente France entière)
124 rue H. Barbusse
93308 Aubervilliers Cedex
Tel.: (33) 01 40 15 70 00
Fax: (33) 01 40 15 68 00
E-mail: vel@ladocfrancaise.gouv.fr
http://www.ladocfrancaise.gouv.fr

Librairie Kléber (Vente Strasbourg)
Palais de l'Europe
F-67075 Strasbourg Cedex
Fax: (33) 03 88 52 91 21
E-mail: librairie.kleber@coe.int

Council of Europe Publishing/Éditions du Conseil de l'Europe

F-67075 Strasbourg Cedex

Tel.: (33) 03 88 41 25 81 – Fax: (33) 03 88 41 39 10 – E-mail: publishing@coe.int – Website: http://book.coe.int