

LES PROJETS D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT SONT SOUMIS À UNE ÉTUDE D'IMPACT QUI ÉVALUE LEURS EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS, TEMPORAIRES ET PERMANENTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET SERT DE SUPPORT AU DÉBAT PUBLIC. OR L'ÉTUDE D'IMPACT SE SITUE TRÈS EN AVAL ET NE PERMET PAS TOUJOURS DE DÉBATTRE DE MANIÈRE SATISFAISANTE SUR L'OPPORTUNITÉ DU PROJET ET SUR LES GRANDES ORIENTATIONS QUI ONT PRÉSIDÉ À SA DÉCISION. POUR QUE CE DÉBAT SOIT ENGAGÉ LE PLUS EN AMONT POSSIBLE, DANS LE SOUCI DE PROJETS ACCEPTABLES AU PLAN DE L'ENVIRONNEMENT ET COMPATIBLES AVEC UN DÉVELOPPEMENT DURABLE, IL EST NÉCESSAIRE DE PROCÉDER EN AMONT À UNE ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES PLANS ET PROGRAMMES DE TRANSPORT.

L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES PLANS ET PROGRAMMES DE TRANSPORT PEUT ÊTRE MENÉE EN DEUX ÉTAPES ESSENTIELLES : L'IDENTIFICATION DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX, TENANT COMPTE DE LA RICHESSE, DE LA FRAGILITÉ ET DES POTENTIALITÉS DES TERRITOIRES CONCERNÉS, PUIS L'ÉVALUATION DES EFFETS DES SCÉNARIOS ENVISAGÉS ET LA DÉFINITION DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ENVIRONNEMENTAL POUR RENDRE LES IMPACTS ACCEPTABLES.

LE MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT PROPOSE DANS CE GUIDE, UNE MÉTHODE D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE REPOSANT SUR UN NOMBRE LIMITÉ D'INDICATEURS QUANTIFIABLES ET CARTOGRAPHIABLES PRENANT EN COMPTE, OUTRE LA POLLUTION DE L'AIR ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIES NON RENOUVELABLES, DES CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX PLUS DIRECTEMENT LIÉS AUX CARACTÉRISTIQUES DES TERRITOIRES TRAVERSÉS : LA BIODIVERSITÉ, L'AMBIANCE SONORE ET LA QUALITÉ DE L'EAU.

LES OUTILS PRATIQUES UTILISÉS POUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES PLANS ET PROGRAMMES DE TRANSPORT EXPLOITENT LES FONCTIONNALITÉS DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG) ET DES SOURCES D'INFORMATION NUMÉRIQUE.

LES PRINCIPAUX TESTS RÉALISÉS VALIDENT L'UTILISATION DE LA MÉTHODE AU NIVEAU NATIONAL, VOIRE INTERNATIONAL, LORSQUE SE PRÉPARENT LES PREMIÈRES ESQUISSES DES SCHÉMAS D'INFRASTRUCTURES.



Enjeux, indicateurs d'effets et outils d'évaluation

L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES PLANS ET PROGRAMMES DE TRANSPORT

Patrick Michel • Thierry Monier • BCEOM

Prendre en compte l'environnement très en amont pour mieux décider	
Avant-propos	3
Une démarche globale	5
Introduction	
Les fondements de l'approche	11
Un champ : tous les modes de transport	
Une démarche : pragmatique et globale	
Un place : en amont des procédures	
Un déroulement : deux étapes et quatre protocoles	
I. Les principes généraux	17
Des méthodes d'évaluation adaptées	
Le profil environnemental	
L'évaluation des effets	
Les indicateurs d'enjeux et d'effets	
II. Une méthode à l'échelle nationale	25
Ses enjeux majeurs	
1. Maintenir la biodiversité	
2. Préserver l'ambiance sonore	
3. Préserver la qualité des eaux	
4. Maintenir la qualité de l'air	
III. Un exemple d'application à l'échelle européenne	57
Méthode générale et indicateurs	
Effet des scénarios sur la fragmentation	
Effet des scénarios sur les zones tranquilles	
IV. Les outils au service de la méthode	63
L'intérêt de la géomatique	
Les sources de données pour la France	
Les sources de données pour l'Europe	
Annexes	
I. Historique des approches, essais et tests d'évaluation	72
II. Bibliographie	78
III. Glossaire	80
IV. Index des tableaux et illustrations	82
V. Notes	84
VI. Résumé en anglais - English abstract	85

La méthode exposée dans ce document a été élaborée par :

BCEOM (Patrick Michel, Thierry Monier et Eric Gilbert) et, pour la partie air, par le CITEPA (Rémy Bouscaren). Les tests de validation ont été réalisés en partenariat avec le CETE de Lyon (Martine Chatain)

Le document a été validé par un groupe de travail placé sous la responsabilité de :

Bruno Depresle, sous-directeur de l'intégration de l'environnement dans les politiques publiques

et comprenant des représentants

- **du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement**
Georges Guignabel (D4E)
Alexandre Dupont (DPPR, Mission bruit)
 - **du ministère de l'équipement, du logement et des transports**
Pierre Scheltz (direction des routes)
C. Deblanc (direction des transports terrestres)
Alain Wauters (DG urbanisme, habitat, construction)
Pierre Skriabine (SETRA)
Martine Chatain (CERTU)
 - **des voies navigables de France**
David Becart
 - **de la SNCF**
Jacques Escaron
Françoise Gambini
 - **de Réseau ferré de France**
Jean Coumel
- de l'Association française des autoroutes**
Philippe Soleau

Les études préalables ont été pilotées par :

Jean-Marc Bernard (Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement)

Prendre en compte l'environnement très en amont pour mieux décider

La mise en place d'un dispositif d'études d'impact a permis d'améliorer l'insertion des projets d'infrastructures de transport dans les territoires traversés, la comparaison de plusieurs variantes contribuant à limiter les impacts dommageables, à les corriger ou à les compenser.

Cette approche a toutefois rencontré certaines limites. A ce stade, en effet, les impacts les plus globaux ne peuvent généralement pas bien être évalués alors que tous les modes de transport prélèvent et artificialisent des espaces, cloisonnent les territoires qu'ils traversent et dégradent leur ambiance sonore et que certains d'entre eux contribuent à l'effet de serre et au changement climatique.

Pour mettre en œuvre une politique des transports soutenable, il est donc indispensable d'intégrer les préoccupations environnementales au moment même où les plans et programmes d'infrastructures de transport s'élaborent.

Dans cet objectif, le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement a initié des réflexions destinées à définir une méthode d'évaluation environnementale des infrastructures de transport au niveau des plans et programmes. BCEOM y a pris une part active, puis il a validé la méthode en partenariat avec le CETE de Lyon - à partir d'un système d'information géographique spécifique - et Patrick Michel, a préparé le présent ouvrage.

Ce guide propose une approche quantifiable et cartographiable d'un nombre limité d'indicateurs prenant en compte, outre les conséquences sur la pollution de l'air et la consommation d'énergies non renouvelables, des critères environnementaux plus directement liés aux caractéristiques des territoires traversés : la biodiversité, l'ambiance sonore et la qualité de l'eau.

Cette approche stratégique trouve toute sa pertinence au niveau national (voire international), lorsque se préparent les premières esquisses des schémas d'infrastructures.

Une démarche globale

L'aménagement du territoire :
une place importante
pour l'environnement
et le développement durable
« La politique d'aménagement
et de développement durable
du territoire permet
un développement équilibré
de l'ensemble du territoire
national alliant le progrès
social, l'efficacité économique
et la protection
de l'environnement ».

Loi d'orientation
pour l'aménagement
et le développement
durable
du territoire

La croissance des besoins de déplacements doit être conciliée avec les exigences de protection de l'environnement et du développement durable. Pour cela, il convient d'intervenir lors de la conception des programmes d'infrastructures de transport, en amont de l'étude d'impact à laquelle sont soumis les projets d'infrastructures que ceux-ci concernent les domaines routier, ferroviaire, aérien ou la navigation.

Transports et aménagement du territoire : des objectifs de protection de l'environnement et de développement durable

La politique nationale d'aménagement et de développement durable du territoire français¹, repose sur deux choix stratégiques :

- le renforcement de pôles de développement à vocation européenne et internationale,
- le développement local organisé sur la complémentarité et la solidarité des territoires ruraux et urbains, l'organisation d'agglomérations et le soutien des territoires en difficulté.

Dans le domaine des transports, ces choix stratégiques sont mis en œuvre :

- à l'échelle nationale,
par les schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de transport de marchandises ;
- dans les grandes aires urbaines,
par des plans de déplacements urbains élaborés ou révisés à l'initiative de l'autorité compétente pour l'organisation des transports urbains sur le territoire qu'il couvre.

**L'étude d'impact :
vingt-cinq ans d'amélioration
de la qualité des projets...**

Depuis sa création,
l'étude d'impact poursuit trois
objectifs essentiels :

- intégrer
les préoccupations
d'environnement
lors de la conception
des projets d'infrastructures,
- éclairer les services
appelés à décider
de l'opportunité d'en
autoriser la réalisation,
- informer le public
en le faisant participer
à la prise de décision.

Dans le domaine des transports, la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire implique de respecter quatre grands principes :

■ **réaliser une évaluation environnementale globale permettant des comparaisons intermodales.**

Les grands projets d'infrastructures et les grands choix technologiques sont évalués sur la base de critères homogènes intégrant les impacts des effets externes des transports sur l'environnement, la sécurité et la santé et permettant de procéder à des comparaisons à l'intérieur d'un même mode de transport et entre différents modes ou combinaisons de modes ;

■ **établir un bilan environnemental de la politique des transports.**

La politique globale des transports de personnes et de marchandises assure le développement harmonieux et complémentaire des divers modes de transport individuels et collectifs, en tenant compte de leurs avantages et inconvénients en matière de développement régional, d'aménagement urbain, de protection de l'environnement, de défense, d'utilisation rationnelle de l'énergie et de sécurité ;

■ **prendre en compte les coûts externes dans le champ social et environnemental.**

La politique globale des transports de personnes et de marchandises tient compte des coûts économiques réels liés à la création, à l'entretien et à l'usage des infrastructures, équipements et matériels de transports et des coûts sociaux et environnementaux, monétaires et non monétaires, supportés par les usagers et les tiers ;

■ **respecter les objectifs de réduction des risques et des nuisances pour l'environnement.**

Le système de transports intérieurs doit satisfaire les besoins des usagers dans les conditions économiques, sociales et environnementales les plus avantageuses pour la collectivité.

Ces besoins sont satisfaits dans le respect des objectifs de limitation ou de réduction des risques, accidents, nuisances notamment sonores, émission de polluants et de gaz à effet de serre.

Tirer les enseignements des études d'impact

L'étude d'impact évalue les effets directs et indirects, temporaires et permanents des projets sur l'environnement et sert de support au débat public².

Elle a généré des améliorations notables dans le choix des corridors, puis des variantes de fuseaux et de tracés pour les infrastructures linéaires, dans l'identification et la quantification des effets, dans l'évaluation des effets sur des composantes de l'environnement jusqu'alors peu étudiées (qualité de l'air, santé), dans la mise en œuvre de mesures réductrices et compensatoires adaptées, dans l'évaluation *ex-post* des projets (bilans) permettant d'intéressants retours d'expérience et aussi dans les pratiques de concertation avec le public.

Mais, se situant très en aval de la décision de réalisation de l'équipement concerné, elle ne permet généralement pas de débattre de manière satisfaisante de l'opportunité du projet et des grandes orientations qui ont présidé à sa préparation.

L'intérêt d'une évaluation environnementale des plans et programmes

Pour que ce débat s'engage le plus tôt possible, dans le souci de parvenir à des projets acceptables pour l'environnement et compatibles avec un développement durable, il est nécessaire d'intervenir plus en amont, c'est-à-dire de procéder à une évaluation environnementale des plans et des programmes de transport.

Or, les méthodes permettant de réaliser une telle évaluation ne peuvent être simplement transposées à partir des méthodes utilisées lors des études d'impact des projets d'infrastructures.

En effet, les enjeux à prendre en compte n'ont ni la même nature, ni la même échelle, ni le même degré de précision et peuvent difficilement être dissociés des dimensions sociale et économique du développement durable.

L'évaluation des plans et programmes s'intéresse à des enjeux globaux couvrant le long terme qui ne peuvent être valablement appréhendés à l'échelle des projets eux-mêmes tels que :

- l'accumulation des gaz à effet de serre, d'ozone à basse atmosphère, de particules fines,
- l'épuisement des ressources énergétiques,
- la destruction d'écosystèmes et l'altération de la biodiversité,
- la dévitalisation de zones économiquement fragiles,
- les risques pour la santé...

... mais des limites

Au cours de la même période, l'étude d'impact a montré des limites :

- les incidences cumulatives et synergiques des multiples projets d'infrastructures développés sur un même territoire sont difficiles à évaluer ;
- l'évaluation environnementale est souvent effectuée à un stade trop avancé du processus de planification pour garantir que les effets sur l'environnement de toutes les solutions de substitution ont bien été étudiées et prises en compte.

Considérer et comparer des scénarios alternatifs de transports

Les scénarios visent à imaginer plusieurs futurs possibles à partir de prolongation de tendances en termes :

- de mobilité,
- de croissance de trafic,
- d'extension urbaine, selon des orientations tout à fait différentes relevant de choix politiques volontaristes en termes d'organisation des déplacements et de développement urbain.

Ces scénarios contrastés doivent intégrer les différents modes de transport et de déplacement des personnes et des marchandises comme vecteurs de l'aménagement du territoire et armature des villes de demain.

Cette évaluation permet d'intégrer ces enjeux très tôt dans la conception des décisions de planification.

Cette approche est d'autant plus nécessaire que :

- les fortes augmentations de trafic sur le réseau existant engendrent des nuisances, principalement le bruit et la pollution de l'air. La réponse apportée consiste à accroître l'offre de transport par la concurrence des réseaux et la multiplication des infrastructures. Ces choix permettent d'améliorer à court terme les conditions des déplacements des personnes et des marchandises mais, faute d'une approche globale sur les déplacements et sur le développement des territoires, ils contribuent finalement à augmenter globalement le trafic et à créer des nuisances additionnelles ;
- tous les nouveaux projets d'infrastructure entraînent des débats locaux souvent difficiles, voire des contentieux ayant souvent pour origine des questions d'environnement et de cadre de vie. Les coûts et les délais de réalisation sont eux aussi de plus en plus pénalisants d'autant qu'il peuvent être alourdis si les enjeux environnementaux n'ont pas été décelés suffisamment à temps et traités progressivement.

Un nouvel outil fondé sur un savoir-faire et de premières expériences

Au sein du processus de la décision publique, l'évaluation environnementale des plans et programmes constitue un nouvel outil favorable à :

- une transparence accrue,
- une meilleure explicitation des étapes de décision,
- un renforcement de la motivation de celle-ci.

En France, la préparation ou la mise en œuvre de programmes ou de décisions de planification de l'État favorise l'émergence d'un savoir-faire en matière d'évaluation environnementale stratégique⁵.

Dans le secteur des transports, plusieurs approches, essais et tests d'évaluation complémentaires ont été menés par différents services du ministère de l'équipement, du logement et des transports et du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Ils ont permis de consolider l'expertise française dans ce domaine (cf. annexe I, p. 72 à 77).

A partir de ces constats, matériaux et savoir-faire, un groupe de travail a accompagné l'élaboration d'une méthode d'évaluation environnementale stratégique spécifique aux plans et programmes de transport.

Le présent document est destiné à présenter cette méthode non seulement aux praticiens qui auront à la mettre en œuvre mais aussi à délivrer une information générale à l'ensemble des responsables politiques, de ceux des grandes administrations déconcentrées, des entreprises, des organismes professionnels, des acteurs des collectivités territoriales, des représentants des associations.

Tous disposeront ainsi d'un repère commun pour travailler à la protection de l'environnement et au développement durable du territoire lorsque s'examinent les grands projets d'infrastructures de transports.

L'évaluation environnementale des plans et programmes :

une question d'actualité

Une directive européenne sur l'évaluation des incidences de certains plans et

programmes sur

l'environnement prévoit que :

- les incidences environnementales seront étudiées,
- le public et les autorités environnementales formuleront leurs opinions sur le rapport environnemental,
- les États membres affectés par les plans et programmes seront consultés.

Les opportunités

d'une évaluation

environnementale stratégique :

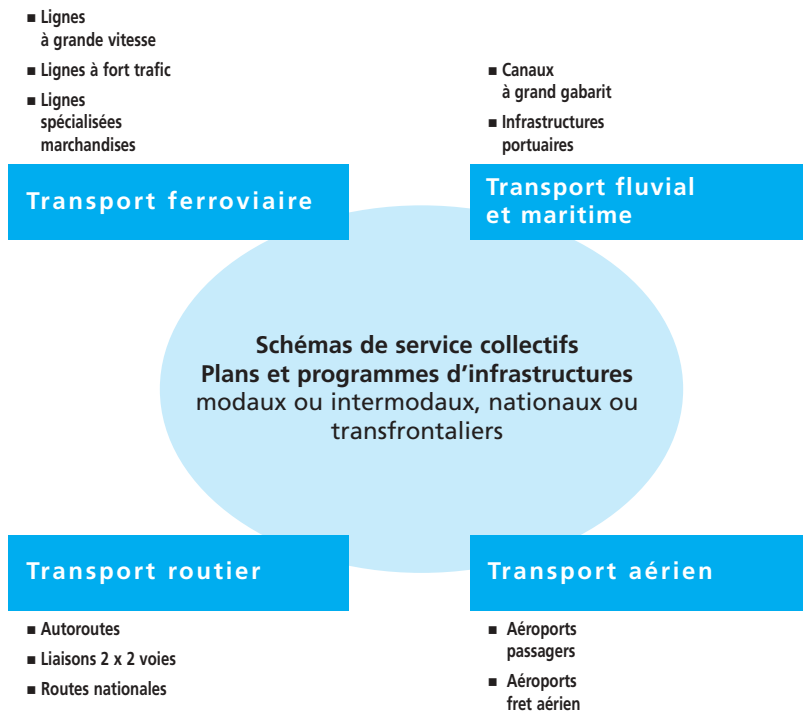
- les contrats de plan Etat-région,
- les documents uniques de planification dans le cadre des fonds structurels européens,
- les documents de planification issus de la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire,
 - directives territoriales d'aménagement,
 - schémas multimodaux de services collectifs de transport,
 - plans de déplacements urbains,
 - dossiers de voiries d'agglomération.

Les fondements de l'approche

Un champ : tous les modes de transport	12
Une démarche : pragmatique et globale	13
Une place : en amont des procédures	14
Un déroulement : deux étapes et quatre protocoles	15

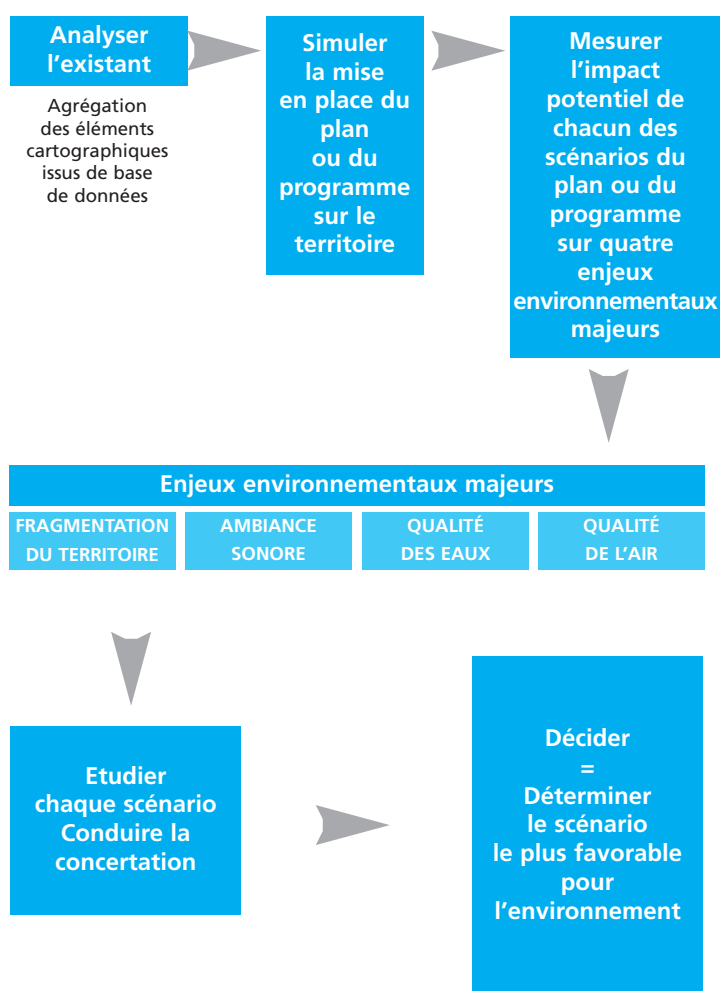
A l'intention des praticiens, des experts, des responsables des services déconcentrés de l'Etat et des collectivités territoriales, des membres d'associations, quatre pages constituant une vue synthétique sur la méthode proposée dans ce guide.

**Un champ :
tous les modes de transport**



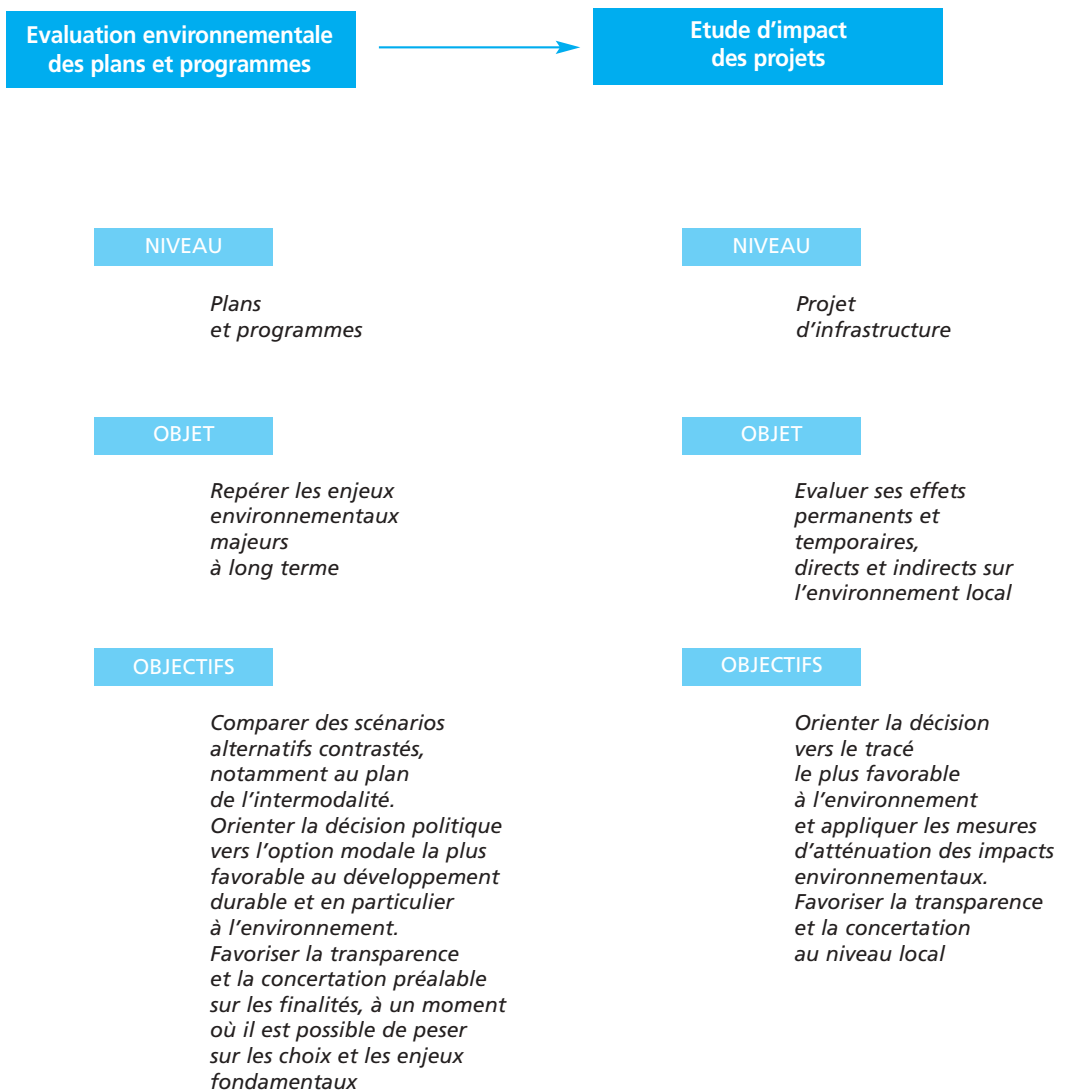
► **Tous les plans et programmes de transports doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale stratégique.**

**Une démarche :
pragmatique et globale**



► L'évaluation environnementale stratégique s'intéresse à des enjeux globaux et constitue un outil favorable à une transparence accrue des processus de décision.

Une place : en amont des procédures



▶ Par ses apports, l'évaluation environnementale des plans et programmes de transport constitue un outil d'aide à la décision et un facteur de transparence.

Un déroulement :
deux étapes et quatre protocoles



I. les principes généraux

Des méthodes d'évaluation adaptées	18
Le profil environnemental	19
L'évaluation des effets	21

Les deux étapes essentielles de l'évaluation environnementale des plans et programmes permettent, pour la première, d'identifier les enjeux environnementaux (richesse, fragilité et potentialités des territoires concernés) et pour la seconde, d'évaluer les effets des scénarios envisagés afin d'orienter le choix vers le scénario le plus favorable.

Des méthodes d'évaluation adaptées à l'échelle stratégique

Les méthodes d'évaluation environnementale des plans et programmes de transport ne peuvent être simplement transposées à partir des méthodes classiques utilisées dans les études d'impact des projets et ce pour deux raisons majeures :

- *les enjeux à prendre en compte* ne sont pas de même nature, n'ont ni la même échelle ni le même degré de précision et s'étendent aux dimensions sociale et économique du développement durable.

L'évaluation :

- s'intéresse à des enjeux globaux (effet de serre, maintien de la biodiversité, conservation des espaces naturels, risque pour la santé) qui ne peuvent plus être appréhendés à l'échelle des projets eux-mêmes,
- intègre ces enjeux en amont dans la conception de la politique des transports et des décisions de planification qui en découlent ;
- *la zone d'étude des programmes* est généralement trop vaste (le territoire national, une région, un ou plusieurs départements, voire un territoire transfrontalier) et les paramètres de l'environnement à analyser sont trop nombreux pour qu'une approche exhaustive, tant de l'état initial de l'environnement que de l'ensemble des impacts, puisse être préconisée.

Une double simplification s'impose pour apporter aux décideurs des informations pertinentes dans des délais et à un coût acceptables :

- une approche particulière de l'état initial de l'environnement à travers un petit nombre d'indicateurs traduisant les enjeux environnementaux ;
- une modélisation des atteintes potentielles de ces interventions sur l'environnement.

Les méthodes d'évaluation quantitative, s'appuyant sur un ensemble d'indicateurs bien choisis doivent être revues dans cette perspective nouvelle.

L'évaluation environnementale pourra être réalisée en deux étapes :

- l'identification des enjeux environnementaux, tenant compte de la richesse, de la fragilité et des potentialités des territoires concernés,
- l'évaluation des effets des scénarios envisagés et la détermination des mesures d'accompagnement environnemental à mettre en œuvre pour rendre les impacts acceptables.

Première étape identification des enjeux environnementaux : le profil environnemental

Parmi le champ des problèmes environnementaux potentiels, on identifie un nombre restreint mais significatif d'enjeux environnementaux.

Au niveau de l'évaluation environnementale des plans et programmes de transport, les enjeux doivent :

- servir d'éléments d'orientation,
- fixer des objectifs à atteindre (par exemple, en matière d'émissions atmosphériques ou de niveau de bruit à ne pas dépasser),
- contribuer à éliminer certaines solutions entraînant des effets irréversibles.

L'enjeu environnemental part d'un diagnostic établissant un inventaire de problèmes (milieux menacés, paysages dégradés, pollution importante) pour arriver à un projet global pouvant orienter ou réorienter les choix : intermodalité, solutions facilitant le développement local ou permettant une requalification du patrimoine naturel et paysager.

Les enjeux environnementaux peuvent être hiérarchisés au regard d'un référentiel spatial :

- *au niveau stratégique,*
on retiendra les enjeux d'ordre national, régional ou d'agglomération,
- *au niveau des projets,*
le référentiel sera d'ordre plus local, sauf pour les projets les plus importants dont l'évaluation environnementale se rapproche de celle des plans et programmes.

Les enjeux peuvent s'apprécier par rapport à diverses valeurs :

- *les valeurs patrimoniales et liées à la biodiversité,*
grands écosystèmes nécessaires aux équilibres biologiques, milieux et paysages remarquables (du fait de leur rareté ou de leur diversité) ;
- *les critères réglementaires,*
en liaison avec les engagements de l'État en matière récentes lois françaises sur l'eau, l'air et le bruit fixant des objectifs de limitation ou de réduction) ;
- *la gestion acceptable du risque,*
eu égard à certains risques majeurs qu'ils soient naturels (inondations, glissements de terrain) ou technologiques (proximité d'une industrie produisant ou stockant des matières dangereuses) ;

Un enjeu environnemental désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard des préoccupations écologiques, patrimoniales, sociologiques, de qualité de la vie et de santé. Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs et fonctions environnementales qu'il n'est pas acceptable de voir disparaître ou se dégrader, disparitions ou dégradations pour lesquelles aucune compensation ne saurait être trouvée.

- *les valeurs sociétales*, en fonction de la valeur accordée par la société à certains grands principes (le principe de précaution, le caractère renouvelable des ressources naturelles, le droit des générations futures à disposer d'un environnement préservé, le droit à la santé et tout principe compatible avec le développement durable).

Comme le montre l'analyse de quelques cas significatifs à l'échelle du territoire européen (cf. 1, tableau ci-dessous), les enjeux majeurs généralement identifiés comme significatifs au regard de l'évaluation environnementale des plans et programmes d'infrastructures de transport sont **le maintien de la biodiversité, la préservation de la qualité de l'ambiance sonore, de la qualité des eaux et de la qualité de l'air, la gestion des ressources primaires et celle des risques naturels et technologiques.**

Enjeux environnementaux majeurs	Prise en compte des enjeux majeurs dans les études référencées ci-dessous						
	CEC 1	INRETS 2	CEMT 3	CEC 4	TEN 5	EPA6	EST-A 7
Biodiversité	■	■	■	■	■	■	■
Qualité de l'ambiance sonore	■	■	■	■	■	■	■
Qualité des eaux			■	■	■	■	
Qualité de l'air	■	■	■	■		■	■
Gestion des ressources primaires	■	■	■	■		■	
Risques naturels et technologiques	■		■			■	

1. Les enjeux environnementaux majeurs

Références :

1. The European High Speed Train Network. Environmental impact assessment. Commission of the european communities, Mens en ruimte, mars 1993.
2. Impact des transports terrestres sur l'environnement. Recherche d'évaluation et coûts sociaux, Synthèse Inrets n° 23, septembre 1993.
3. Evaluation stratégique de l'impact sur l'environnement dans le secteur des transports. Rapport final. Conférence européenne des ministres de transport, avril 1996.
4. State of the art on strategic environmental assessment for transport infrastructure - rapport final, Commission of the european communities, juillet 1996.
5. Spatial and ecological assessment of the TEN : demonstration of indicators and GIS methods. Progress report of the DG VII-DG XI- Eurostat-EEA. Working group of the SEA and the TEN, avril 1998.
6. Indicators of the Environmental Impacts of Transportation US Environmental Protection Agency. EPA 230-R99-001, octobre 1999
7. Transports écologiquement viables dans la région alpine. Le projet pilote de l'OCDE Est-Alpine. Une étude commune de l'Autriche, la France, la Suisse. OCDE, 2000.

Deuxième étape

L'évaluation des effets

des plans et programmes de transport

Evaluer les effets directs et indirects...

Au travers des schémas de services collectifs dans le secteur des transports, la loi d'orientation sur l'aménagement et le développement durable du territoire établit des mesures destinées à améliorer l'efficacité du système de transport. Simultanément, elle programme les principes de liaisons (routières, ferroviaires, fluviales, maritimes et aériennes) réalisables à l'horizon 2015 et venant renforcer le réseau d'infrastructures existant. Ces schémas ne doivent pas être interprétés comme la somme de nouvelles infrastructures mais bien comme l'expression de nouvelles possibilités de déplacements des personnes et des marchandises.

En conséquence, l'évaluation environnementale doit porter sur :

- les effets directs des grands principes de liaison ou de déplacements,
- l'ensemble des effets indirects sur le territoire qu'ils engendrent, tels que les effets structurants se traduisant par l'accélération de l'urbanisation, l'installation de zones d'activités, le fractionnement de l'espace, etc.

...et les effets globaux et territoriaux

Les effets globaux peuvent être évalués en terme de masse de polluants (gaz à effet de serre, matières en suspension...) émis dans les milieux récepteurs (atmosphère, milieux aquatiques).

Les effets territoriaux mesurent l'impact sur les espaces représentant des enjeux environnementaux. On évalue, par exemple,

- la consommation d'espace induite par les infrastructures projetées sur la conservation des espaces les plus intéressants au titre de la biodiversité ;
- les conséquences indirectes des grands couloirs de liaison sur la concentration des équipements et des activités, sur le niveau des nuisances produites (bruit, pollution atmosphérique, banalisation des paysages) et les effets qui en découlent sur la santé et le cadre de vie des populations.

Sur la base de différents indicateurs d'impact, les effets globaux et territoriaux, directs et indirects, peuvent être évalués, selon les outils à disposition :

- *soit quantitativement,*

par exemple en comparant les flux de polluants au regard des seuils acceptables et des objectifs de rejets totaux de pollution fixés par la réglementation française ou par des conventions internationales par lesquelles la France est engagée (cf. page 56) ;

- *soit qualitativement,*

en confrontant les implications des schémas aux objectifs prioritaires de protection de l'environnement.

Par exemple, la consommation ou le fractionnement des espaces naturels par les plans et programmes de transport affectent-ils de manière irréversible les actions entreprises au titre de la politique de conservation des sites désignés selon les directives « Habitats » et « Oiseaux » dans le cadre du réseau Natura 2000 ?

Le dépassement avéré de normes ou de seuils (évaluation quantitative) ou l'incompatibilité avec des enjeux environnementaux majeurs (évaluation qualitative) impliquent alors l'étude et la comparaison de scénarios contrastés proposant des logiques d'aménagement différentes, des changements de paramètres d'accessibilité, le report sur d'autres modes, des variantes d'interconnexion et de grandes options de liaisons, ou encore de régulation de la politique des transports⁴.

Définir des indicateurs d'enjeux et d'effets

Les enjeux environnementaux peuvent être décrits par des **indicateurs d'enjeux** spécifiant la qualité de l'environnement et des ressources naturelles et exprimant les tendances observées dans l'état physique ou biologique du milieu naturel ou humain (cf. 2, tableau ci-contre).

Evaluer les effets de scénarios des plans et programmes de transports nécessite de mettre au point une série **d'indicateurs d'effets** adaptés qui sont des variables ou groupe de variables associées dont certaines valeurs ou certains états permettent d'évaluer l'effet du plan ou du programme sur un enjeu environnemental donné.

Enjeu	Indicateurs d'enjeux	Indicateurs d'effets
Maintenir la biodiversité	Territoires possédant le plus fort intérêt du point de vue de la biodiversité.	Disparition des territoires possédant le plus fort intérêt du point de vue de la biodiversité.
Préserver une ambiance sonore de qualité	Territoires non perturbés par des sources sonores produites par les infrastructures (zones tranquilles).	Disparition de zones tranquilles.
Préserver la qualité des eaux superficielles et souterraines	Territoires caractérisés par des eaux de surface de très bonne qualité. Territoires vulnérables au plan hydrogéologique.	Linéaire d'infrastructures situé dans les territoires désignés. Linéaire d'infrastructures situé dans les territoires désignés.
Maintenir la qualité de l'air	Limites imposées par la réglementation pour le CO ₂ . Limites imposées par la réglementation nationale pour les NO _x . Prévisions de consommation d'énergie primaire en France.	Flux d'émissions de CO ₂ produits. Flux d'émissions de NO _x produits. Consommation d'énergie primaire.

2. Enjeux, indicateurs d'enjeux et indicateurs d'effets retenus dans la méthode d'évaluation des effets des plans et programmes de transport

Comment définir les indicateurs d'effets ?

Ils doivent répondre à plusieurs exigences relatives à :

■ la nature de l'évaluation

Elle ne vise pas des projets d'infrastructures ponctuels mais un principe de liaison stratégique dont la représentation territoriale n'est que schématique ;

■ la pertinence des indicateurs

Ils doivent permettre d'évaluer les effets sur l'ensemble des enjeux environnementaux majeurs ;

■ l'échelle spatiale

L'évaluation peut être menée à une échelle qui se situe entre le 1/1 000 000 et le 1/100 000, ce qui élimine les indicateurs d'effet territoriaux dont la représentation spatiale est négligeable à l'échelle cartographique utilisée ou dont la dimension est si faible qu'elle permet d'être facilement évitée lors de la recherche ultérieure de corridors ou de fuseaux ;

■ la répliquabilité

Les indicateurs doivent être applicables ou adaptables à l'évaluation de l'ensemble des différents modes de transport afin de permettre des comparaisons objectives ;

■ l'échelle temporelle

Elle permet de sélectionner les indicateurs d'effets dont la validité et la pertinence sont pérennes, à l'horizon du développement et de la maturité des plans et programmes.

II. Une méthode à l'échelle nationale

Enjeu majeur 1 Maintenir la biodiversité Objectifs et protocoles	27
Enjeu majeur 2 Préserver une ambiance sonore de qualité Objectifs et protocoles	37
Enjeu majeur 3 Préserver la qualité des eaux superficielles et souterraines Objectifs et protocoles	43
Enjeu majeur 4 Maintenir la qualité de l'air Objectifs et protocoles	47

La méthode vise l'évaluation des effets des plans et programmes de transport sur cinq indicateurs dont quatre concernent des enjeux environnementaux majeurs. Chaque évaluation s'appuie sur un protocole rigoureux présenté en détail.

Une part du territoire national demeure à l'écart de l'urbanisation et de l'aménagement, notamment des grandes infrastructures de transport.

Elle constitue un ensemble d'espaces patrimoniaux ayant pour caractéristiques de n'être ni fragmentés, ni contraints par des nuisances majeures altérant la qualité de la biodiversité, de l'ambiance sonore, de l'eau et de l'air.

L'objectif primordial consiste à préserver un accès démocratique et durable à la nature et au silence, à l'eau propre et à l'air pur, en conservant sur le long terme, les zones nécessaires aux équilibres biologiques, les zones tranquilles et exemptes de pollution de l'eau et de l'air nécessaires au bien-être et à la qualité de vie de la population.

Or, le développement des infrastructures risque de les faire disparaître, à moyen terme, par fragmentations successives.

En conséquence, la méthode proposée favorise l'évaluation des effets des réseaux de transport sur ces espaces au travers de quatre enjeux majeurs :

- maintenir la biodiversité,
- préserver une ambiance sonore de qualité,
- préserver la qualité des eaux superficielles et souterraines,
- maintenir la qualité de l'air.

Enjeu majeur 1

Maintenir la biodiversité

Comment évaluer les effets des plans et programmes de transport sur la fragmentation des milieux naturels ?

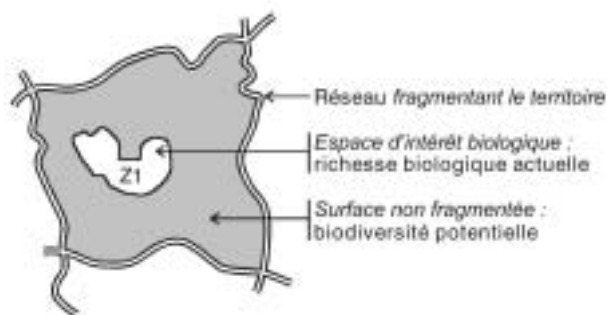
La **biodiversité** représente l'extrême richesse constituée par l'ensemble des organismes vivant de la planète, englobant à la fois les individus et leurs relations fonctionnelles. Tous les niveaux d'organisation du vivant sont concernés par la diversité biologique, du plus complexe au plus simple : les milieux et écosystèmes, les espèces, les individus et les gènes.

Les objectifs

La **fragmentation des habitats naturels** décrit le phénomène de désintégration d'une certaine superficie d'un milieu ou d'un espace donné, en habitats plus petits et séparés les uns des autres.

Les infrastructures linéaires de transport conçues en réseaux ont pour principal effet de fragmenter le territoire et donc de dégrader la biodiversité selon quatre effets différents : le morcellement, l'insularité, l'effet lisière et la coupure.

Mettre en évidence les territoires les plus sensibles aux effets des réseaux d'infrastructures de transport, c'est d'abord identifier les territoires non fragmentés d'un intérêt majeur du point de vue de la biodiversité (cf. 3, figure ci-dessous).



3. Représentation schématique d'une unité de territoire non fragmenté par les infrastructures de transport et incluant des espaces d'intérêt biologique.

La biodiversité

- est en partie liée à la diversité des milieux et des paysages (en considérant comme indice de biodiversité le nombre d'espèces par unité de surface);
- revêt plusieurs fonctions : production (air, sols, eau et ressources énergétiques), stabilisation des grands équilibres et cycles naturels, stockage des ressources énergétiques et «sécurité» en préservant la diversité génétique.

Enjeu majeur 1

Maintenir la biodiversité

LES 4 ÉTAPES DU PROTOCOLE D'ÉVALUATION

des effets sur la fragmentation des milieux naturels

Etape 1

Identification du réseau fragmentant le territoire et calcul des surfaces des zones non fragmentées

Des éléments géographiques, physiques, naturels et artificiels (les grandes frontières naturelles) contribuent à créer un réseau de barrières difficilement franchissables pour la faune sauvage terrestre (cf. 5, carte p. 31) :

- les côtes maritimes,
- les grands fleuves,
- les grandes infrastructures de transport linéaires (autoroutes et routes à fort trafic, lignes ferroviaires à grande vitesse, canaux),
- les zones urbanisées (habitat dense et activités).

Le report cartographique de ces grandes limites naturelles et de ces grandes infrastructures, permet :

- de localiser les zones non encore fragmentées,
- puis de calculer leur surface.

Une carte (cf.5, carte p. 31) met en évidence la rareté des grandes surfaces non fragmentées du territoire national :

- seulement trois unités dépassent 40 000 km²,
- six unités représentent un tiers de la surface totale des unités non fragmentées
- onze unités représentent la moitié de cette même surface.

Etape 2

Calcul de la surface des espaces d'intérêt biologique localisés dans les zones non fragmentées

A l'intérieur de ces zones non fragmentées, dont l'occupation des sols peut être très variée, il convient de préciser la part prise par des espaces présentant un intérêt biologique, afin d'estimer leur biodiversité potentielle.

En accord avec l'échelle de l'évaluation, huit types d'espaces d'intérêt biologique sont retenus :

- les réserves de biosphère,
- les parcs naturels nationaux,
- les parcs naturels régionaux,
- les massifs forestiers à cervidés,
- les zones humides d'intérêt national,
- les ZICO,
- les ZNIEFF de types 1 et 2⁵.

L'ensemble de ces espaces est rassemblé sans double compte pour obtenir une carte des espaces d'intérêt biologique (cf. 6, carte p. 32).

A l'issue de cette étape, la surface des espaces d'intérêt biologique contenus dans chaque espace délimité par le réseau à effet de fragmentation, peut être calculée (cf. 4, figure p. 30).

Pour les applications futures de la méthode proposée, il conviendra de pendre en compte les sites du Réseau Natura 2000, non disponibles au moment des tests⁶.

Étape 3

Hiérarchisation des zones où le maintien de la biodiversité constitue un enjeu national

La surface des espaces d'intérêt biologique contenus dans chaque unité non fragmentée est calculée.

Cette évaluation tient compte de deux paramètres :

- l'état existant, mesuré par la surface des espaces d'intérêt biologique,
- la dynamique du milieu, c'est-à-dire sa potentialité à évoluer vers une biodiversité accrue, qui tendrait théoriquement à s'étendre à l'ensemble de l'unité non fragmentée, en l'absence d'impact significatif.

En d'autres termes, selon le rapport entre la surface des espaces d'intérêt biologique localisés dans une unité non fragmentée et celle de l'unité elle-même, l'enjeu peut être plus ou moins important pour la conservation de la biodiversité.

Ces principes (cf. 7, figure p. 33) et le résultat (cf. 8, figure p. 34) de la hiérarchisation des zones à fort enjeu du point de vue de la biodiversité sont présentés.

Le traitement informatique et cartographique permet le classement automatique des zones à fort enjeu de biodiversité.

Une carte (cf. 10, carte p. 36) illustre ainsi la localisation sur le territoire national des cinquante zones les plus importantes du point de vue de la biodiversité.

Étape 4

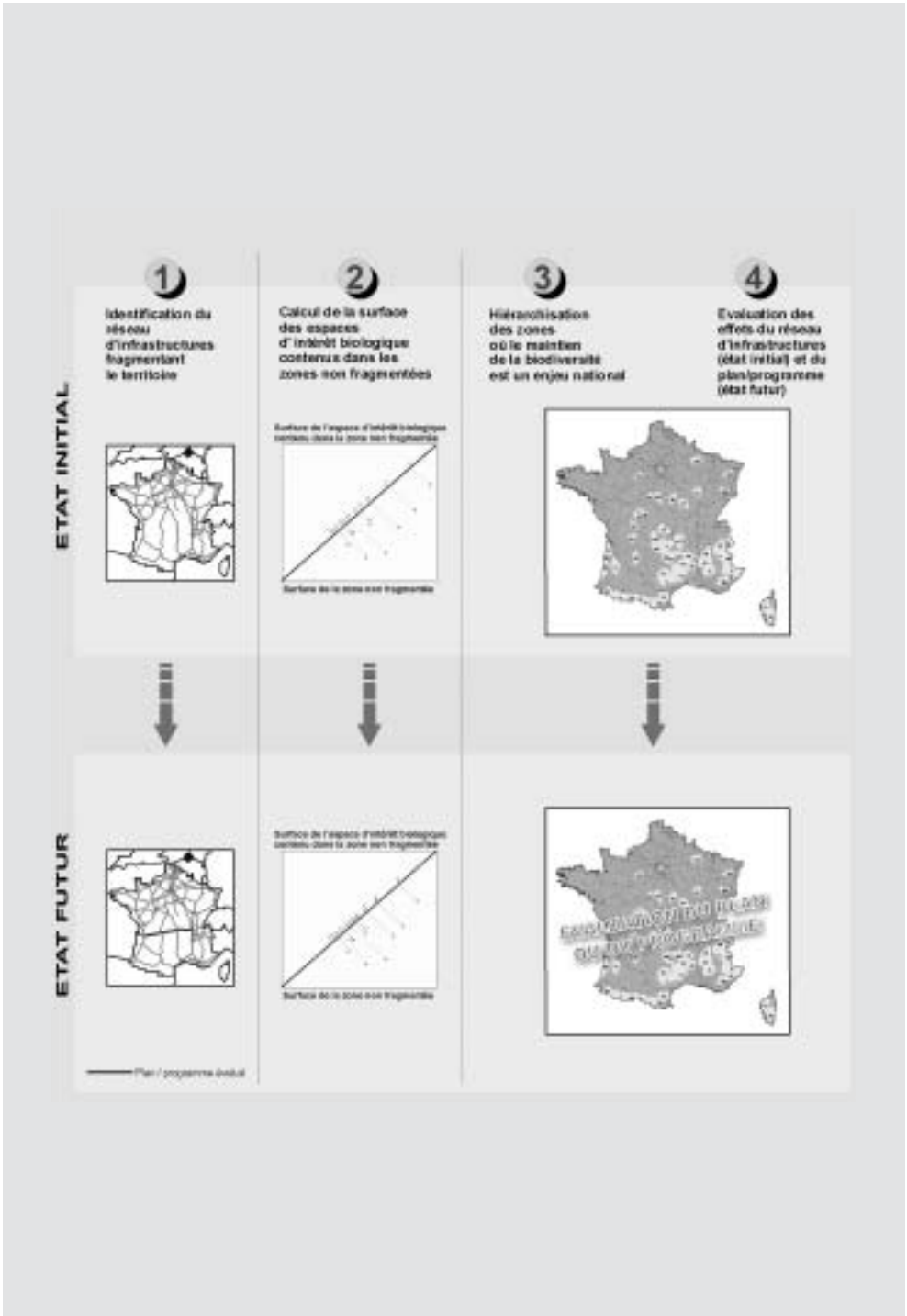
Évaluation des effets du plan ou du programme de transport

L'évaluation des effets consiste à confronter les enjeux territoriaux mis en évidence (zones hiérarchisées du point de vue de la biodiversité) avec les caractéristiques spatiales du plan ou du programme de transport.

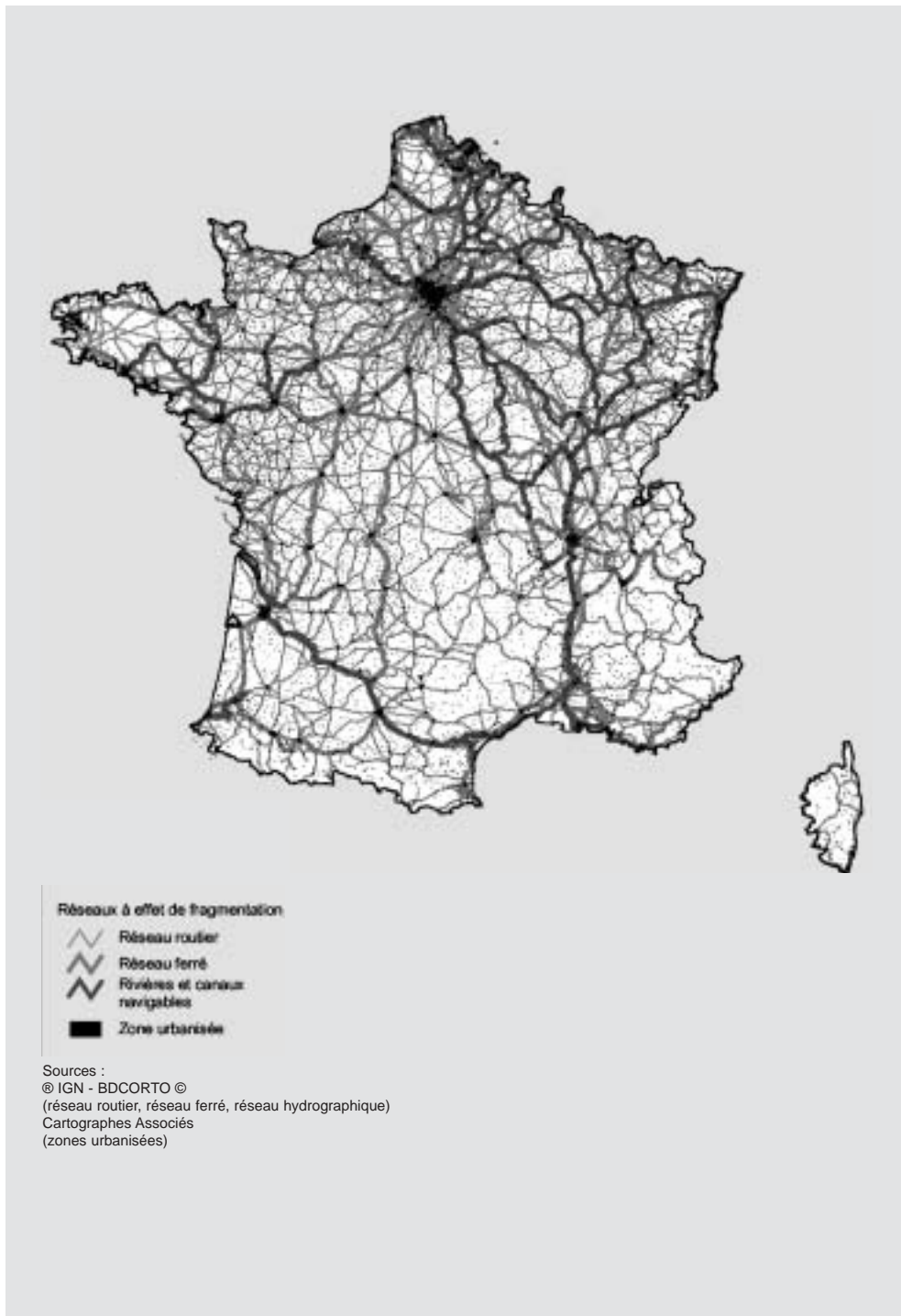
On peut ainsi estimer l'évolution de la fragmentation du territoire par les nouveaux réseaux ainsi que celles des zones à fort enjeu du point de vue de la biodiversité.

L'utilisation de la géomatique permet de représenter cartographiquement ces changements.

Enjeu majeur 1
Maintenir la biodiversité

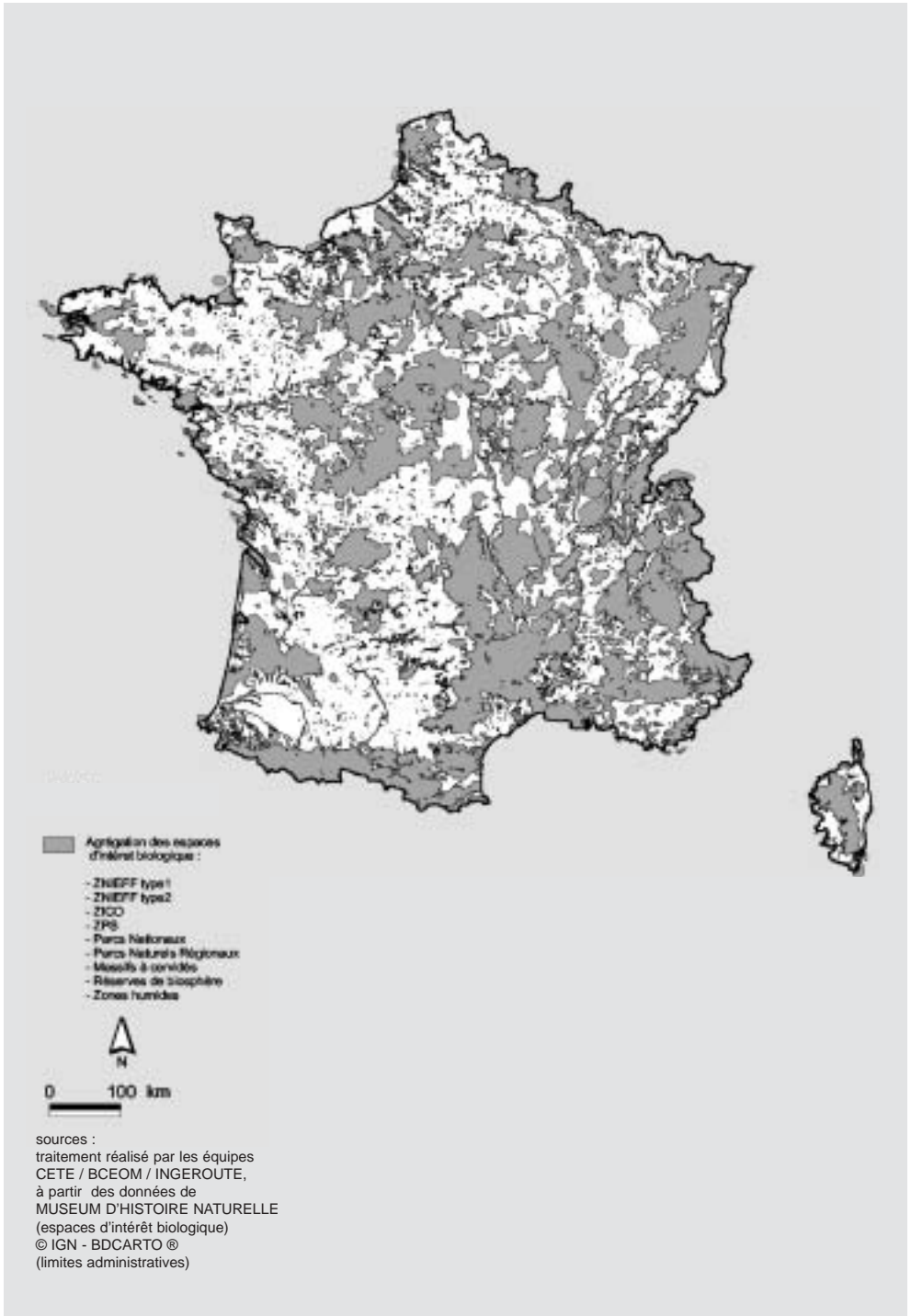


4. Protocole d'évaluation des effets sur la fragmentation des milieux naturels

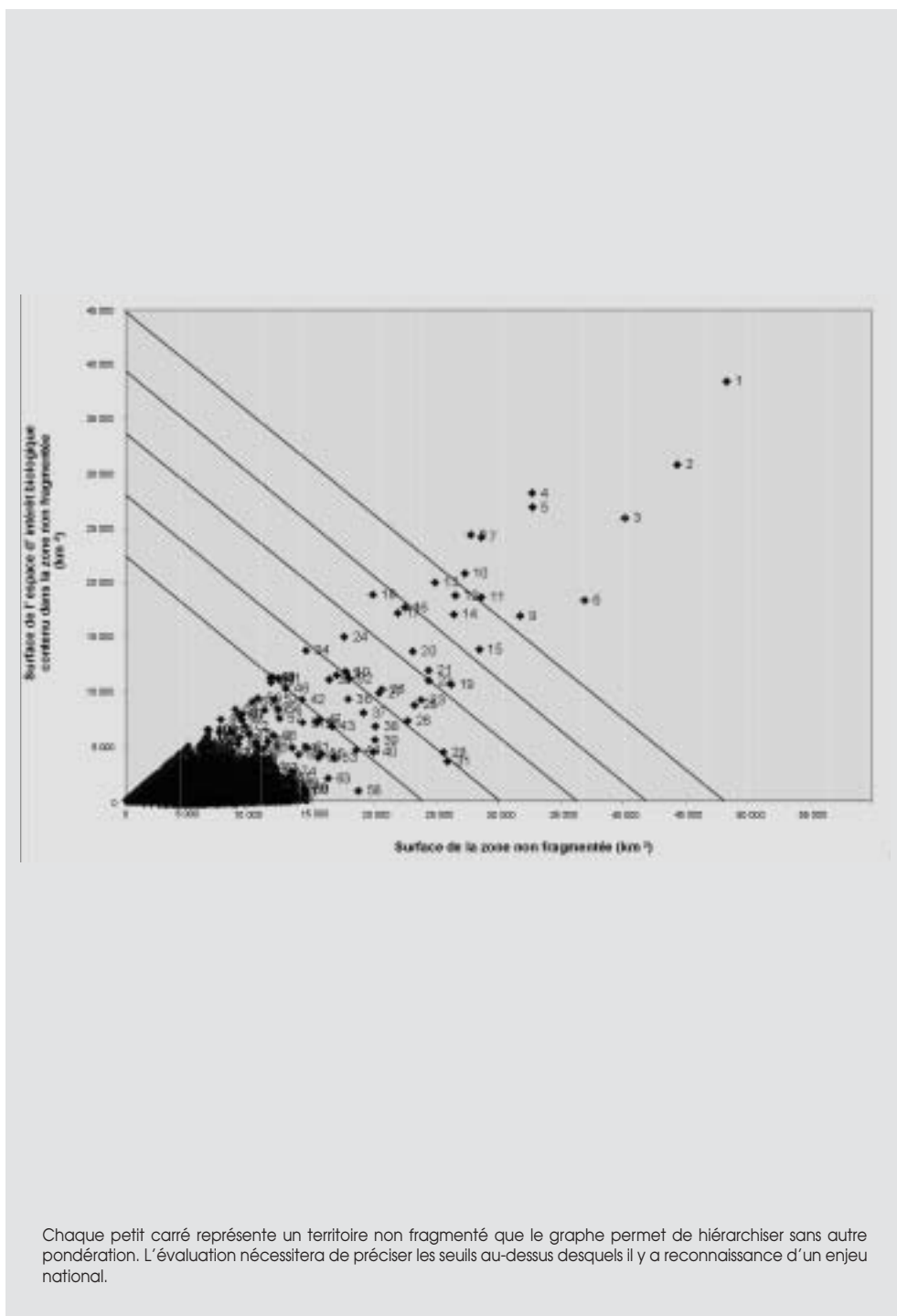


5. Réseaux d'infrastructures fragmentant le territoire

Enjeu majeur 1 Maintenir la biodiversité

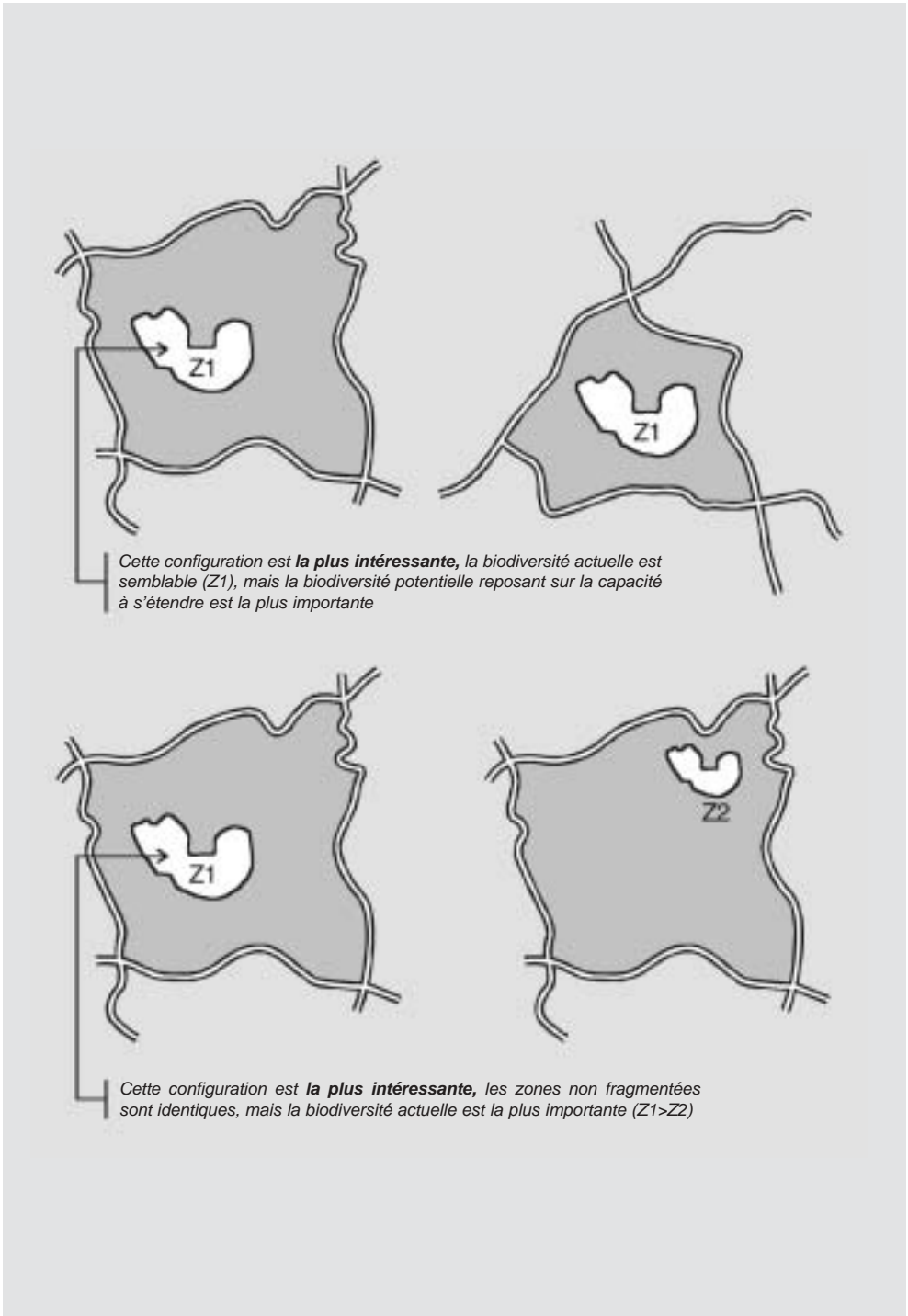


6. Carte des espaces d'intérêt biologique

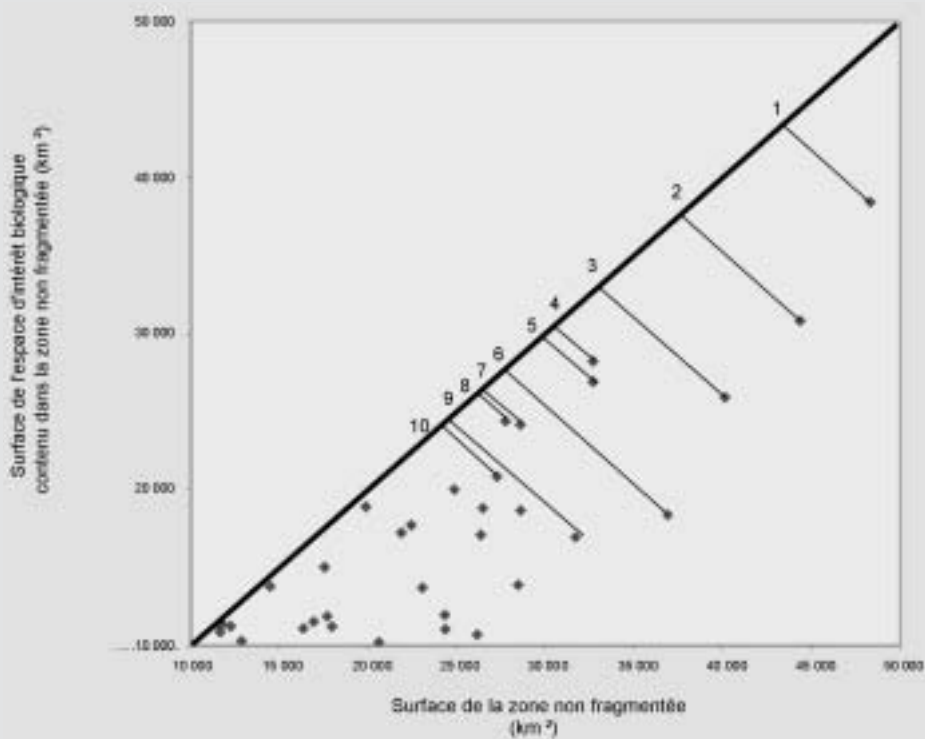


7. Distribution des zones non fragmentées du point de vue de la biodiversité

Enjeu majeur 1 Maintenir la biodiversité



8. Importance des enjeux de la biodiversité dans les unités de territoire non fragmentées selon le rapport entre les surfaces des espaces d'intérêt biologique et de l'unité elle-même

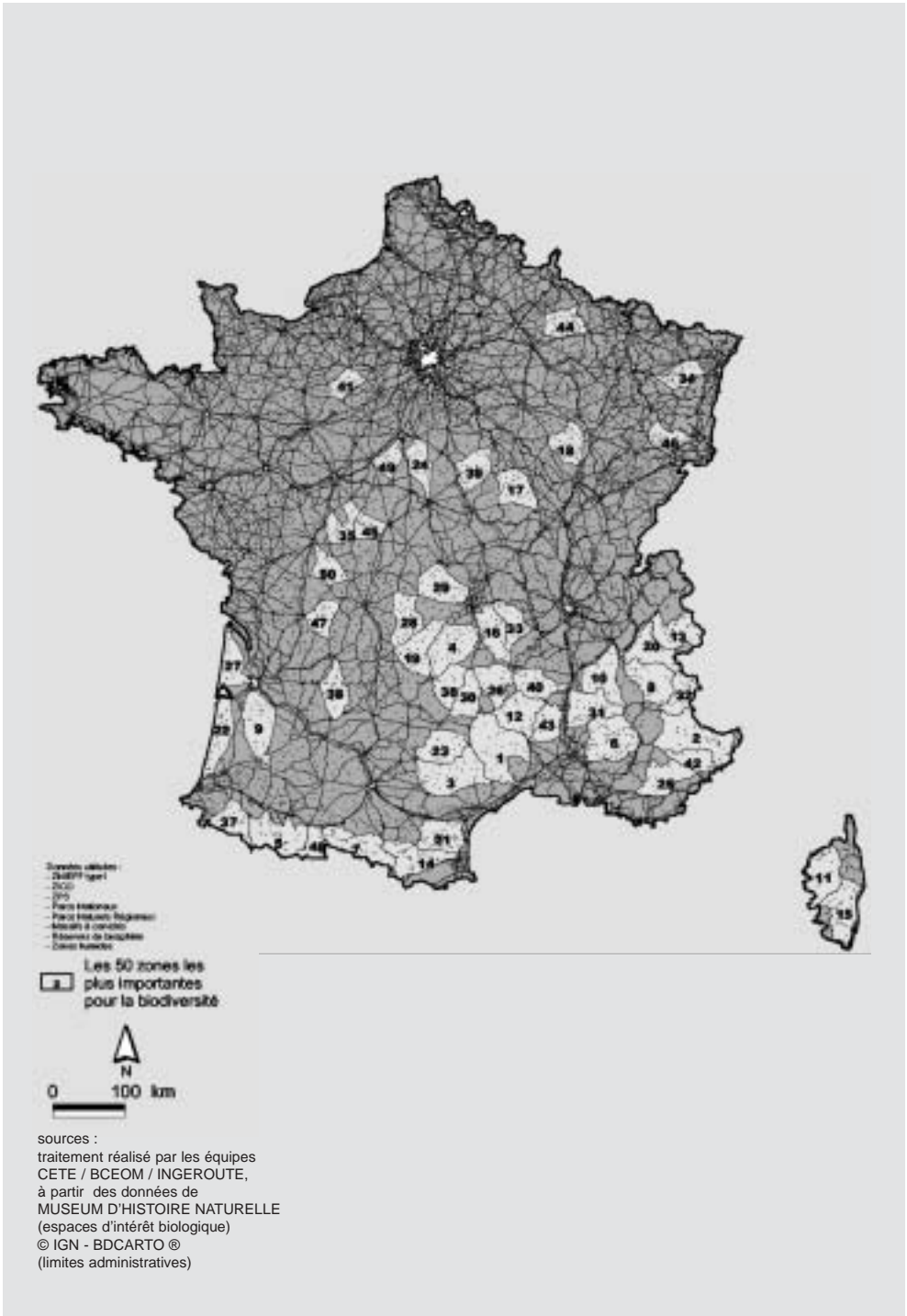


Pour caractériser les zones à fort enjeu de biodiversité, on peut reporter sur un graphe les surfaces des zones non fragmentées (abscisse) et les surfaces correspondantes des espaces d'intérêt biologique contenus dans chaque unité non fragmentée (ordonnée).

La hiérarchisation des zones à fort enjeu du point de vue de la biodiversité s'obtient par une projection orthogonale des points obtenus sur la diagonale du graphe, la zone 1 correspondant à la plus grande unité non fragmentée du territoire français possédant la surface d'intérêt biologique la plus élevée et ainsi de suite dans un ordre décroissant.

9. Classement des zones non fragmentées du point de vue de la biodiversité

Enjeu majeur 1 Maintenir la biodiversité



10. Hiérarchisation des espaces à fort enjeu de biodiversité

Enjeu majeur 2

Préserver la qualité de l'ambiance sonore

Comment évaluer les effets des plans et programmes de transport sur les zones tranquilles ?

Le bruit constitue la nuisance la plus souvent mentionnée dans les enquêtes portant sur l'évaluation de la qualité du cadre de vie en France.

Le bruit des transports y devance les bruits de voisinage comme source de nuisance acoustique la plus importante.

Les objectifs

L'évolution de la qualité de l'ambiance sonore sur notre territoire reste peu favorable si l'on considère les perspectives d'accroissement des trafics routier, ferroviaire et aérien dans les prochaines années.

Aussi, la préservation de zones d'étendues suffisantes ayant vocation à constituer des **zones tranquilles** est-elle le véritable enjeu environnemental et social de demain.

Les zones tranquilles peuvent être définies comme les espaces non fragmentés du territoire qui ne sont pas soumis à la pression sonore des activités humaines.

Les limites de l'évaluation

Compte tenu du caractère conventionnel de l'indicateur retenu dû à l'échelle macroscopique de l'évaluation, les valeurs calculées (superficie des zones tranquilles, par exemple) :

- ne sauraient avoir de valeur dans l'absolu,
- ne peuvent être utilisées qu'à des fins de comparaisons de plusieurs scénarios, au niveau national.

La méthode peut être améliorée en estimant les empreintes sonores et donc, par soustraction, les zones tranquilles, à partir des trafics réels ou estimés et non plus d'une évaluation forfaitaire.

Enjeu majeur 2

Qualité de l'ambiance sonore

LES 4 ÉTAPES DU PROTOCOLE D'ÉVALUATION

des effets sur les zones tranquilles

Etape 1

Identification des infrastructures de transport émettrices de bruit et délimitation de l'empreinte sonore des infrastructures linéaires

Dans le cadre d'une évaluation à l'échelle du territoire, seules les infrastructures linéaires de transports routiers et ferroviaires sont retenues comme sources sonores significatives.

Les tests menés à cette échelle montrent que, dans la majorité des cas, le bruit produit par les infrastructures de transports ponctuelles, les grands sites industriels et d'extraction de matériaux, les agglomérations et les zones d'activités, est masqué par celui des infrastructures de transport linéaires qui les desservent⁷.

Les surfaces affectées par les niveaux sonores provoqués par le trafic sont appelées **empreintes sonores** car elles représentent la trace sonore de l'infrastructure sur le territoire traversé.

Il est proposé de retenir (tout critère étant discutable) le seuil correspondant au Leq_{6h-22h} de 45 dB(A).

Pour représenter cartographiquement l'empreinte sonore, il faut définir la distance à l'infrastructure à laquelle est perçu un niveau de bruit correspondant à cette valeur limite (cf. 12 et 13, tableaux p. 41).

Etape 2

Identification et estimation des surfaces des zones tranquilles

Les zones tranquilles sont, par définition, les espaces non fractionnés du territoire qui ne sont pas soumis à la pression sonore des infrastructures de transport.

Il s'agit donc des zones délimitées par les grandes infrastructures de transport, déduction faite de leurs empreintes sonores⁸.

Il est donc possible de réaliser la cartographie des empreintes sonores des infrastructures maillées, ainsi que, par soustraction, des zones tranquilles (cf. 15, carte p. 42).

Selon cette méthode, on dénombre sur le territoire national 2 075 zones tranquilles de plus ou moins grande superficie.

Cependant, les plus petites n'étant pas significatives, il convient ensuite de les hiérarchiser en fonction de leur surface, pour mettre en évidence les principales zones d'enjeu national.

L'empreinte sonore est la délimitation spatiale des effets sonores de l'infrastructure sur le territoire qu'elle traverse.

Etape 3

Hiérarchisation des zones tranquilles

Le classement cumulé des zones tranquilles du territoire national en fonction de leur surface (cf. 14, figure p. 42) montre que 132 zones tranquilles couvrent à elles seules près de 50 % du territoire français et qu'environ 600 zones couvrent 90 % du territoire.

Il est donc possible de définir les plus grandes unités de zones tranquilles et faire choisir les zones représentant un enjeu national majeur en matière de préservation de l'ambiance sonore.

A titre d'exemple, une carte (cf. 15, carte p. 42) représente les 50 plus grandes zones tranquilles à l'échelle nationale, hiérarchisées et numérotées de 1 à 50 par ordre décroissant de surface.

La plus grande zone tranquille couvre environ 4 000 km², la dixième environ 2 500 km².

Fixer des enjeux revient à définir le nombre et la surface des zones tranquilles que l'on souhaite conserver ou gérer dans l'optique de préserver

l'ambiance sonore : conserver 10 %, 20 %, 30 % et 50 % du territoire français en zones tranquilles, signifie de gérer respectivement 12, 28, 53 et 132 zones.

Etape 4

Évaluation des effets du plan ou du programme de transport

L'évaluation des effets est faite en croisant d'une part, les enjeux fixés pour préserver l'ambiance sonore (les zones tranquilles considérées comme d'importance nationale), et les caractéristiques spatiales du plan ou du programme de transport.

On peut alors estimer l'évolution de la surface des zones calmes et représenter cartographiquement ces changements.

Enjeu majeur 2

Qualité de l'ambiance sonore

Type de routes (véhicules/jour)	Trafic moyen journalier annuel	Distance d'atténuation (m) pour atteindre 45 dB(A)
Autoroute (130 km/h)	5 000	550 - 700
	10 000	800 - 1 000
	20 000	1 100 - 1 400
	50 000	1 750 - 2 100
Route à chaussées séparées (110 km/h)	5 000	470 - 650
	10 000	700 - 950
	20 000	1000 -1300
	30 000	1250 -1600
Route à chaussée unique (90 km/h)	5 000	380 - 550
	10 000	580 - 820
	20 000	850 - 1150

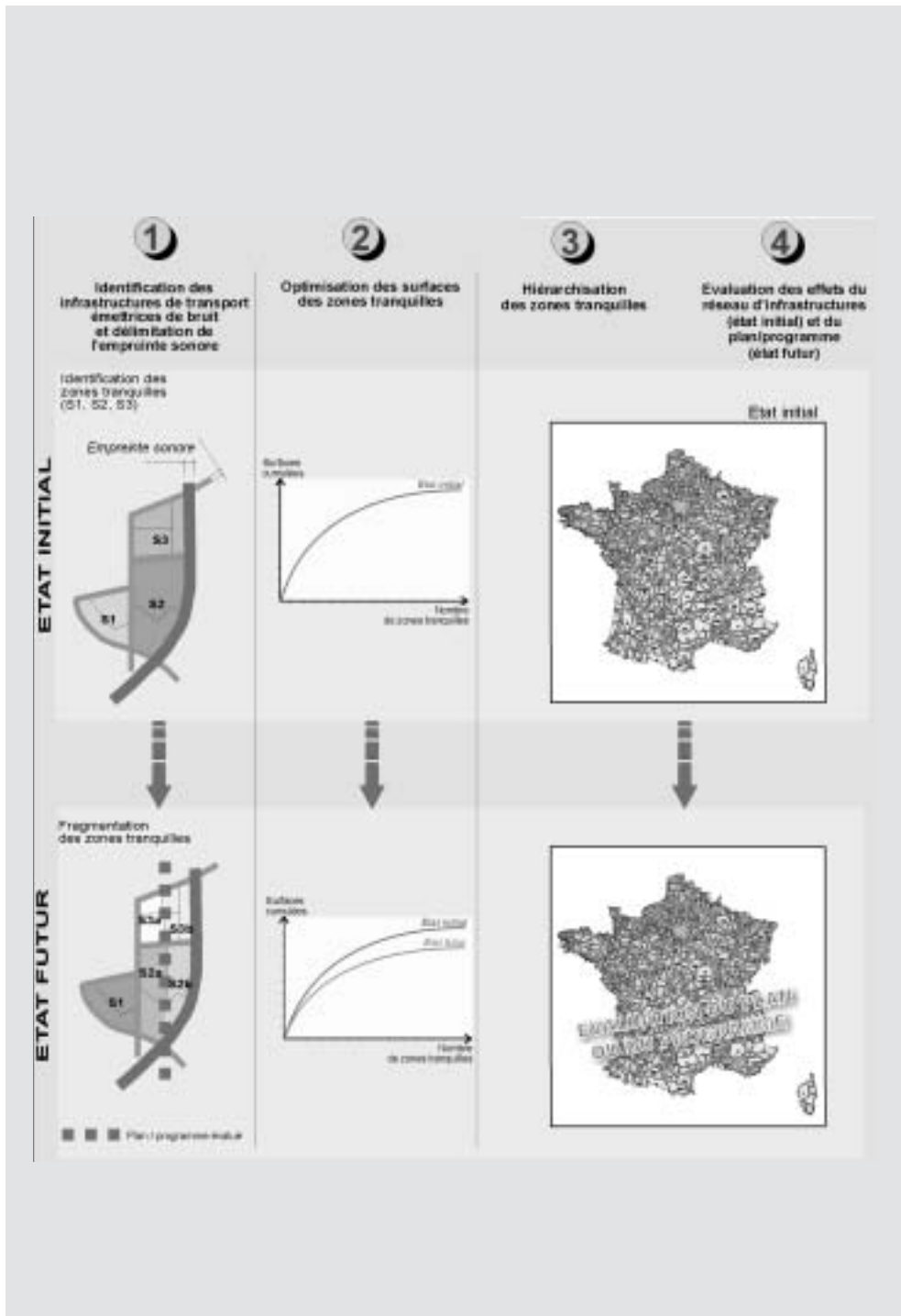
12. Empreinte sonore pour les infrastructures routières de transport

Les distances proposées à caractère conventionnel proviennent de l'application des modèles de prévision du bruit à ces cas types simplifiés (infrastructures au niveau du terrain naturel, sol plan, absence d'obstacle, conditions météorologiques moyennes...)

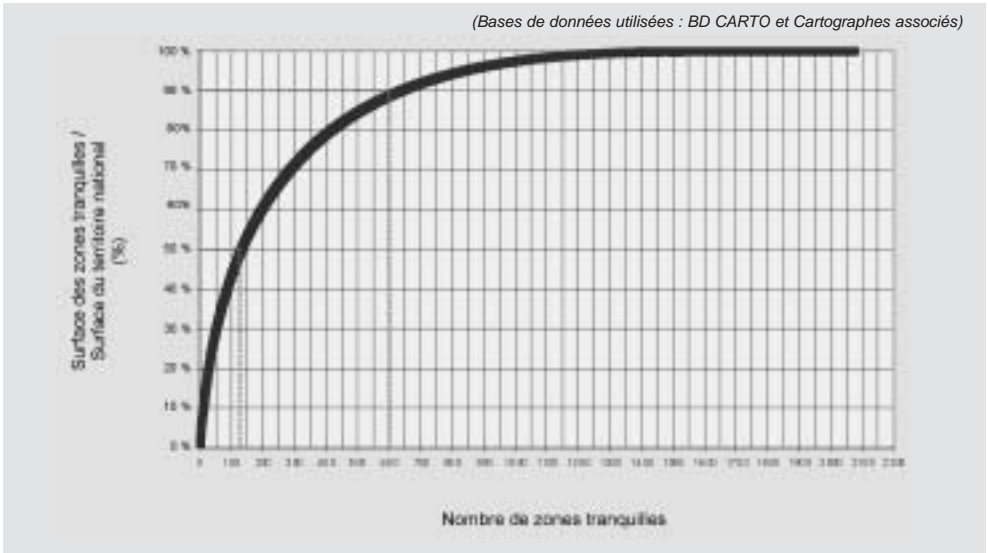
Type de voies	Nature du trafic	Circulation par jour	Distance d'atténuation (m) pour atteindre 45 dB(A)
Ligne à grande vitesse	Voyageurs ou Voyageurs + fret	Plus de 50	1 400
Ligne classique (jusqu'à 200 km/h)	Voyageurs et fret	Plus de 50	1 500

13. Empreinte sonore pour les infrastructures ferroviaires de transport

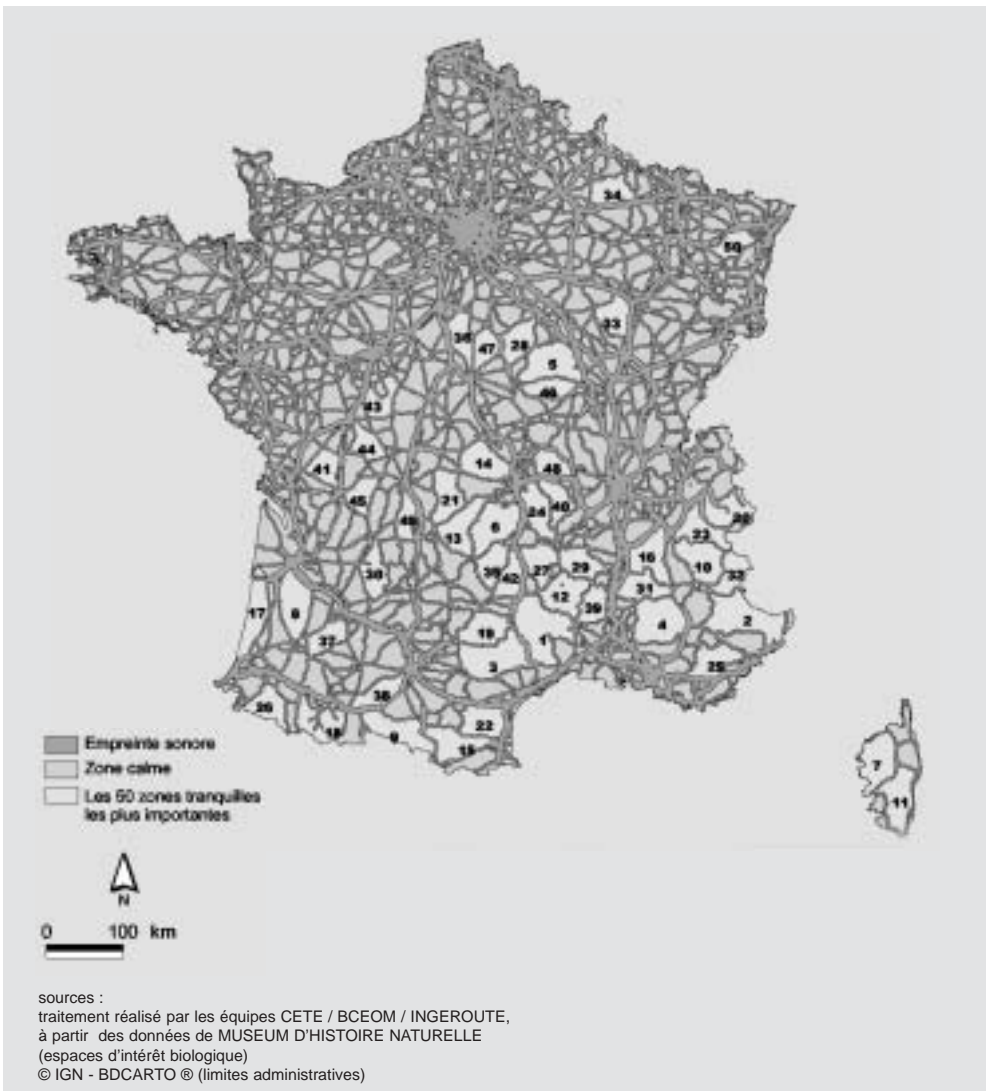
Valeurs établies pour un $L_{eq\ 6\ h-22\ h}$ correspondant à 45 dB(A) avec les caractéristiques des matériels actuellement utilisés, tels qu'ils sont pris en compte dans les projets nouveaux. (Source SNCF, direction de l'ingénierie, division environnement).



11. Protocole d'évaluation des effets sur les zones tranquilles



14. Courbe cumulée des surfaces des zones tranquilles en fonction de leur couverture du territoire national



15. Hiérarchisation des zones tranquilles

Enjeu majeur 3

Préserver la qualité des eaux superficielles et souterraines

L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. La protection, la mise en valeur et le développement des ressources utilisables superficielles et souterraines, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.

La loi sur l'eau de 1992 affirme clairement cette valeur patrimoniale des ressources et milieux aquatiques. Le maintien de l'intégrité de leurs fonctions qui garantit la pérennité de la ressource tant en quantité qu'en qualité est un véritable enjeu national et européen puisque une récente directive cadre relative à l'eau impose la création de bassins hydrographiques internationaux.

Les objectifs

La loi sur l'eau a permis de fixer un certain nombre d'objectifs de qualité des eaux superficielles qui sont appliqués dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) mais il existe encore un écart non négligeable entre la qualité actuelle et ces objectifs.

Les eaux souterraines sont présentes sur les deux tiers du territoire, dans des nappes qui constituent à la fois un « plan » de distribution et un réservoir.

Leur stock présente une très grande inertie au plan de la quantité comme de la qualité en raison de la lenteur des écoulements qui les affectent.

La protection naturelle des nappes au regard des pollutions localisées, chroniques, saisonnières ou accidentelles est très hétérogène et la résorption d'une pollution est difficile et lente.

N.B. : Le protocole d'évaluation des effets sur les eaux superficielles comme celui sur les eaux souterraines sont expérimentaux. A l'inverse des deux précédents indicateurs, ils n'ont pas fait l'objet de tests de validation à l'échelle nationale et doivent donc être considérés comme une première réflexion à approfondir.

Les eaux souterraines
constituent un enjeu majeur
mais aussi une ressource
vulnérable dont la loi sur l'eau
affirme clairement
la valeur patrimoniale
et la nécessaire protection.

Enjeu majeur 3

Qualité des eaux

LES 4 ÉTAPES DU PROTOCOLE D'ÉVALUATION

des effets des infrastructures de transport sur les eaux superficielles

Étape 1

Découpage du territoire en bassins hydrographiques

Le découpage de la France en bassins versants hydrographiques peut être réalisé à partir de la carte hydrographique numérisée au 1/1 000 000 (soit environ 1 245 bassins versants en incluant la Corse).

Étape 2

Affectation d'un indice de qualité des eaux aux secteurs hydrographiques

En France, les agences de l'eau fixent des objectifs de qualité pour les principaux cours d'eau, objectifs correspondant à la situation souhaitable à environ dix ans.

Ils sont élaborés en fonction du niveau de satisfaction souhaité pour différents usages ou vocations (eau potable, baignade, vie piscicole, fourniture d'eaux industrielles...).

La définition des niveaux de qualité correspondant aux différents usages repose sur

plusieurs critères comme la température, l'oxygène dissout, les demandes biologique et biochimique en oxygène, les nutriments (différents composés de l'azote et du phosphore).

Les critères d'évaluation de la qualité de l'eau tiennent compte d'autres phénomènes dont l'impact sur l'eau tend à croître : l'eutrophisation, la contamination par les polluants toxiques (métaux, micropolluants organiques), etc.

Les objectifs de qualité apparaissent donc comme une base pertinente pour construire un indicateur traduisant les enjeux liés aux eaux superficielles au regard des effets dommageables éventuels des infrastructures de transport : pollutions chronique, saisonnière et accidentelle, artificialisation des cours d'eau, atteinte aux zones humides.

La méthode proposée consiste à :

- identifier les tronçons de cours d'eau ayant un objectif de qualité 1A, soit une très bonne qualité de l'eau⁹ (base

de données des agences de l'eau),

- affecter, compte tenu de l'évaluation macroscopique envisagée, l'objectif de qualité au bassin versant du tronçon du cours d'eau concerné, ceci afin de constituer des zones d'isoqualité au regard des eaux superficielles. On considère ainsi que, pour respecter l'objectif de qualité 1A sur un tronçon donné, l'ensemble des eaux drainées sur le bassin versant de ce tronçon devra posséder au moins une qualité égale à celle du tronçon.

Etape 3

Hierarchisation des zones d'isoqualité

Comme pour les autres indicateurs territoriaux, il est possible de classer en fonction de leur surface les zones présentant le même objectif de maintien de la qualité des eaux, soit les zones d'isoqualité 1A. Fixer des enjeux consiste à définir le nombre et

la surface des zones d'isoqualité que l'on souhaite conserver et gérer dans le but de préserver la qualité de l'eau.

Etape 4

Évaluation des effets du plan ou du programme de transport

L'indicateur d'effet retenu est le pourcentage du linéaire d'infrastructures situé dans les zones d'isoqualité.

Enjeu majeur 3

Qualité des eaux

LES 4 ÉTAPES DU PROTOCOLE D'ÉVALUATION

des effets des infrastructures de transport sur les eaux superficielles

Etape 1

Identification des nappes d'eau souterraines vulnérables sur le territoire

A l'échelle macroscopique requise par l'évaluation environnementale des schémas de transport, l'indicateur proposé est la vulnérabilité des nappes.

Cette notion conjugue à la fois la valeur patrimoniale des eaux souterraines et le niveau de protection naturelle dont bénéficient les nappes vis-à-vis d'une pollution possible par une infrastructure de transport.

La vulnérabilité d'une nappe est fonction de la couverture caractérisée par la nature du matériau, son épaisseur et sa perméabilité.

Sont exclues de ce domaine, les nappes alluviales captives qui sont protégées par une couche superficielle peu perméable ;

- les terrains fissurés (calcaires, craie, basaltes) dans lesquels la pollution parvient sans aucune filtration et se propage très rapidement sur de grandes distances.

Etape 3

Hierarchisation des zones d'isovulnérabilité

Comme pour les autres indicateurs, cette phase consiste à hiérarchiser ces territoires d'isovulnérabilité, en fonction des ressources actuellement utilisées et potentielles.

Etape 2

Identification des zones d'isovulnérabilité

Les zones d'isovulnérabilité peuvent être cartographiées sur la base de la carte de vulnérabilité des nappes au 1/1 000 000 produite par le BRGM, en agrégeant les hydrosystèmes souterrains les plus vulnérables, soit :

- les alluvions aquifères où la vulnérabilité des nappes est la plus grande en raison du risque de propagation rapide de la pollution par les cours d'eau de surface.

Etape 4

Évaluation des effets du plan ou du programme de transport

La méthode développée mesure le pourcentage du linéaire d'infrastructures situés dans les zones d'isovulnérabilité.

Enjeu majeur 4

Assurer le droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé

Comment évaluer les effets des plans et programmes sur la qualité de l'air

L'opinion française s'inquiète de la dégradation de la qualité de l'air en relation avec le trafic automobile et d'une manière générale avec les transports, dénonçant les atteintes au confort de vie mais surtout les conséquences sur la santé humaine.

S'agissant de la pollution atmosphérique, en raison des efforts consentis par les industriels, la part de responsabilité des transports dans les émissions globales va croissant. Cette situation paraît d'autant plus préoccupante qu'elle fait subir des doses de polluants notables à une population nombreuse travaillant ou habitant en milieu fortement urbanisé.

Par ailleurs, les accords internationaux sur la réduction des gaz à effet de serre conduiront dans un avenir proche à une limitation de leurs émissions qui, en France, s'exercera significativement sur le secteur des transports (en 2008, les nouveaux véhicules ne devront pas émettre plus de 140 g/km de CO₂, contre environ 180 g/km aujourd'hui). Or l'augmentation continue des véhicules-kilomètres effectués par les citoyens implique, si rien n'est fait pour en atténuer les effets, un accroissement corrélatif des consommations d'énergie et de la production du gaz carbonique.

Des effets à plusieurs échelles

Les polluants voyagent dans l'atmosphère - ils diffusent par turbulence - et leurs concentrations résultantes sont toujours variables dans l'espace et dans le temps. Les effets induits par l'émission des substances polluantes dans l'atmosphère sont donc variables de par leur nature, la durée et le champ géographique de leur impact. On distinguera ainsi des effets planétaires, régionaux et locaux (cf. 15, tableau page 48).

■ *Effets planétaires*

La combustion des carburants fossiles produit du dioxyde de carbone (CO₂) qui, accumulé dans l'atmosphère, est à l'origine de l'effet de serre, lequel induit un réchauffement de la planète. D'autres gaz (CFC, HFC, CH₄ ET N₂O) ont les mêmes effets mais le CO₂ présente, de loin, la plus forte contribution à l'effet de serre. Les émissions de NO_x, COV et CO contribuent aussi à l'accroissement de l'ozone troposphérique (qui est aussi un gaz à effet de serre) et donc de façon indirecte à l'effet de serre.

Enjeu majeur 4 Qualité de l'air

■ Effets régionaux

La combustion des carburants d'origine fossile a des effets régionaux qui résultent principalement du rejet dans l'atmosphère de polluants ayant des effets acidifiants et eutrophisants tels que les oxydes d'azote et les oxydes de soufre. En outre, ces polluants - et en particulier les oxydes d'azote - s'associent aux composés organiques volatiles pour produire, en présence d'un rayonnement solaire puissant, de l'ozone troposphérique par voie photochimique qui a la particularité de se former non pas sur les sites de rejet des polluants pré-curseurs mais à cinquante ou cent kilomètres de là, sous le vent. Transportés dans la troposphère, ces gaz induisent des impacts sur l'environnement à des distances éloignées (des centaines de kilomètres) de leur lieu de production. Ainsi, les problèmes de pollution régionale les plus visibles sont, dans les régions ensoleillées, la formation de l'ozone troposphérique en basse altitude qui est le composant le plus important de ce que l'on nomme communément le smog photochimique.

■ Effets locaux

Les effets locaux sont similaires aux effets régionaux, mais généralement plus intenses et impliquent davantage les effets du CO, et des poussières pouvant contenir toutes sortes de polluants dits «traces» (métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc...).

	Type d'effets					
	Local	Régional		Planétaire		
Polluants	En hautes teneurs	Acidification	Oxydants photochimiques	Effet de serre direct	Effet de serre indirect	Destruction de la couche d'ozone stratosphérique
Particules	■■	■	■			
Plomb	■■					
CO	■■		■■	■		
NO_x	■	■■	■■	■		■
COV	■■		■■	■		
SO₂	■	■				
O₂ tropo.		■			■	
CO₂					■■	

16. Echelle des effets de la pollution atmosphérique induite par les transports (■■ effets majeurs, ■ effets secondaire)

L'évaluation des effets

L'évaluation des effets, quelle que soit l'échelle à laquelle on se place, est théoriquement toujours possible en utilisant un processus de modélisation. Celle-ci est encore absolument insatisfaisante à l'échelle locale ou régionale et fait encore l'objet de travaux de recherche et de développement à l'échelle globale.

Effets globaux

À l'échelle globale ou planétaire, une modélisation du transfert de polluants dans l'atmosphère devrait en principe permettre d'estimer l'impact de ces polluants sur l'environnement, en terme de concentration en polluants en tout point du territoire. Une telle modélisation est théoriquement possible mais, à l'échelle de l'évaluation environnementale de plans et de programmes, elle nécessiterait la mise en place de moyens techniques disproportionnés par rapport aux résultats attendus (certains moyens techniques ne sont d'ailleurs pas encore disponibles de façon opérationnelle et ils sont surtout réservés à des études de pollution atmosphérique à l'échelle d'un hémisphère terrestre).

Faute de modélisation, on s'attachera à comparer des scénarios en prenant en compte uniquement des flux rejetés (sans chercher à estimer des concentrations résultantes) :

- les émissions de CO₂, polluant majeur dans l'effet de serre,
- les émissions de NO_x qui contribuent à l'augmentation du pouvoir oxydant de l'atmosphère,
- la consommation d'énergie primaire

Effets régionaux

À cette échelle, il commence d'être possible de modéliser, par exemple les effets en terme de concentrations résultantes en ozone et de comparer les effets induits par différents scénarios (choix de corridors d'infrastructure, PDU...). On favorisera les scénarios permettant de réduire les flux de CO₂ et de NO_x et les consommations d'énergie.

Enjeu majeur 4 Qualité de l'air

A ce niveau local, il pourrait paraître légitime de prendre en compte les poussières qui peuvent avoir un impact fort. Mais cette problématique étant l'une des plus complexes que les spécialistes de la pollution de l'air ont à affronter, nous proposons de ne pas prendre en compte cet indicateur.

Effets locaux

La modélisation est possible à ce niveau. Il est toutefois recommandé de ne pas s'appuyer uniquement sur les résultats de la modélisation et de prendre en compte quelques considérations de bon sens :

- le flux de CO₂ n'a plus une importance majeure à ce niveau (l'effet de serre se situe à une échelle beaucoup plus importante) ;
- les émissions de NO_x (qui conditionnent - en association avec les émissions de COV - la formation d'ozone photochimique) ont une importance majeure ;
- la consommation d'énergie restera toujours un élément clé de toute stratégie.

Les différentes démarches d'évaluation sont résumées ci-après (Cf. 17, tableau ci-dessous)

Replacée dans le cadre d'une démarche progressive et continue, l'évaluation des effets sur la qualité de l'air des plans et programmes de transport peut s'appuyer sur l'estimation des flux ou des masses annuelles de polluants émises dans l'atmosphère.

Etapes de l'évaluation environnementale	Cas d'application	Indicateurs utilisables de la qualité de l'air	Méthodes d'évaluation
Etude d'impact des activités stratégiques (niveau 1)	Schémas de services collectifs dans le secteur des transports	Consommation d'énergie primaire CO ₂ NO _x	Evaluation des flux de polluants en masses émises par les systèmes de transport
Etude d'impact des activités stratégiques (niveau 2)	Recherche des corridors, de fuseaux d'insertion et des interconnexions	Consommation d'énergie primaire CO ₂ NO _x	Modélisation possible mais très simplifiée
Etude d'impact des projets	Toutes infrastructures de transport	Consommation d'énergie primaire NO _x Poussières	Modélisation mathématique des champs de concentrations en polluants dans l'air ambiant

17. Démarche d'évaluation environnementale des plans, programmes et projets d'infrastructures dans le domaine de l'air

A un stade ultérieur (choix de corridors d'infrastructures, PDU) une modélisation très simplifiée pourra être tentée selon une approche très pragmatique.

Enfin, pour les projets nouveaux, la démarche utilisera la modélisation mathématique pour estimer les concentrations émanantes en polluants dans l'environnement proche.

Polluants retenu	Commentaires	Indicateur
Poussières	Elles mériteraient d'être considérées comme un indicateur d'impact, malheureusement elles posent des problèmes importants de définition, de métrologie et de quantification.	Non
SO₂ Oxydes de soufre	Leurs émissions, généralement bien connues, ne sont pas spécifiques du transport. Compte tenu des efforts en cours de réduction des flux de SO ₂ au niveau européen, ce contaminant ne sera plus déterminant dans la pollution de l'air d'ici une dizaine d'années ou moins. Il n'est déjà plus le polluant le plus préoccupant en France, sauf sur quelques sites particuliers.	Non
NO_x (NO + NO ₂) Oxydes d'azote	Ils intéressent trois types importants de pollution : la pollution de proximité, la pollution photochimique et l'acidification. Ce polluant est actuellement considéré comme de plus en plus préoccupant. Il est parfaitement représentatif du transport routier et du transport ferroviaire (émissions de NO _x dues aux centrales thermiques).	Oui
CO₂ Dioxyde de carbone	Il est directement relié aux consommations de combustibles et de carburants. La quantification des émissions est aisée et précise.	Oui
CO Monoxyde de carbone	Il ne concerne que la pollution de proximité produite par le transport automobile urbain (véhicules à essence principalement). Les émissions et les concentrations de CO dans l'air ambiant sont en décroissance régulière.	Non
O₃ Ozone	S'il n'était pas le résultat d'une chimie atmosphérique complexe et encore mal établie, il serait un excellent indicateur d'impact.	Non
COVNM Composés Organiques Volatils Non Méthaniques	Ils mériteraient d'être considérés comme un indicateur d'impact. Malheureusement les difficultés liées à la diversité des composés, à leur définition, à leur mesure et à leur quantification ne permettent pas de les retenir comme indicateurs d'impact.	Non
Autres gaz		
CH₄, N₂O	Le méthane et le protoxyde d'azote sont très peu représentatifs du transport. Leur mesure en réseau dans l'air ambiant est encore rarissime et leur quantification difficile.	Non
NH₃, HCl, HF	L'ammoniac, l'acide chlorhydrique et l'acide fluorhydrique sont non représentatifs de l'activité transport.	Non

18. Polluants représentatifs des différents modes de transport

Enjeu majeur 4 Qualité de l'air

Les deux indicateurs de rejets de polluants atmosphériques :

- les oxydes d'azote (NO_x) représentatifs de la pollution, non seulement à l'échelle globale, mais aussi à l'échelle interrégionale et locale,
- le dioxyde de carbone (CO_2), représentatif de la consommation de combustible ou de carburant et de l'effet de serre à l'échelle mondiale.

L'indicateur de consommation d'énergie primaire est ainsi pertinent à toutes les échelles, aussi bien locale (pollution de proximité) que mondiale (effet de serre).

Quels indicateurs d'effets ?

Parmi plusieurs indicateurs de pollution atmosphérique caractéristiques des émissions des infrastructures de transport (Cf. 17, tableau p. 51), trois indicateurs sont proposés. Les deux premiers sont des indicateurs de rejet de polluants atmosphériques, le troisième est lié à la consommation d'énergie.

Les deux indicateurs sont représentatifs des différents modes de transport (route et rail, transports aérien, maritime et fluvial). Il convient de noter que les améliorations constantes apportées aux carburants et au traitement des gaz d'échappement, la modification progressive du parc automobile français vers une diésélisation croissante, amèneront à affiner la liste de ces indicateurs en prenant en compte d'autres polluants qui s'avèreraient plus préoccupants dans l'avenir.

Il est important de replacer ces indicateurs en qualité de l'air parmi de nombreux autres qui sont régulièrement surveillés dans la plupart de pays industriels.

La consommation d'énergie

Les deux indicateurs précédents sont directement dépendants de la pollution atmosphérique dont la quantification pose encore des problèmes. Bien que ces difficultés seront aplanies au fur et à mesure des progrès techniques des inventaires d'émissions, il est apparu nécessaire d'ajouter un indicateur à fonction instigatrice et non directement lié à la pollution de l'air : **la consommation d'énergie**.

Les émissions de NO_x et de CO_2 dans le secteur des transports, comme dans de nombreuses d'activités anthropiques, sont liées aux consommations directes ou indirectes de combustibles fossiles. L'indicateur de consommation d'énergie fossile peut être quantifié par la consommation d'énergie primaire (charbon, pétrole, gaz naturel, biomasse) ou bien par la consommation d'énergie finale (électricité, essence, gazole, gnv, gpl) basée sur la consommation de combustibles fossiles.

Le bon sens conduit à penser que la consommation d'énergie primaire doit être retenue, de façon à ne pas oublier que c'est essentiellement la transformation d'énergie primaire en énergie finale qui produit la pollution atmosphérique.

Le protocole d'évaluation

La méthodologie proposée repose sur la comparaison quantifiée des effets de plusieurs scénarios multimodaux. On définit pour cela :

- un état initial E_i qui est représenté, du point de vue de la pollution atmosphérique, par les émissions/consommation produites par toutes les activités anthropiques nationales à l'époque où est élaboré le plan ou le programme de transport,
- un état final E_f à l'époque où s'achève la réalisation du schéma qui est représenté par les émissions/consommations produites, d'une part par les activités anthropiques autres que le transport et d'autre part, par tout le secteur du transport revu, corrigé et modifié par le plan ou le programme.

Pour des raisons de faisabilité à l'échelle nationale (étude d'impact des activités stratégiques niveau 1, (cf. 17, tableau p. 50) l'évaluation environnementale repose sur l'estimation des **flux annuels de polluants/consommation**.

A une échelle régionale, il sera nécessaire de compléter cette approche par une estimation des concentrations résiduelles en polluants, par exemple dans le cadre de la recherche de corridors ou de fuseaux (étude d'impact des activités stratégiques niveau 2, cf. 17, tableau p. 50)¹⁰.

Enjeu majeur 4 Qualité de l'air

LES 4 ÉTAPES DU PROTOCOLE D'ÉVALUATION

des effets des infrastructures de transport sur la qualité de l'air

(P) émissions de polluants
(E) consommation d'énergie
primaire
F = flux massique
des polluants
et de la consommation
 ΔF_n = flux additionnel
apporté par
le scénario n
 Σ = somme des flux totaux
T = somme des flux produits
par le secteur des
transports.

Dans le cas de la production
électrique, on utilisera
non pas la structure actuelle
de production électrique
(état initial E_i)
(a % au charbon, b % au
fuel-oil, g % au nucléaire,
etc.) mais la structure future
prévisible dans l'état final
 E_f au moment
où s'achèvera la réalisation.
Ce point est particulière-
ment important en France
qui produit une grande
partie de son électricité
à partir de l'énergie
nucléaire.

Etape 1

Définition et quantification des flux de polluants à l'aide des indicateurs

Pour chacun des scénarios, on
estime au niveau national :

- les émissions de polluants (P)
- la consommation d'énergie
primaire (E).

L'estimation de ces émissions
et de cette consommations est
obtenue en multipliant les
trafics des différents modes
par les taux d'émission unitaire
ou de consommation par
kilomètre de chacun de ces
modes de transport.

Activités à prendre en compte.

- trafic additionnel apporté
par la mise en service
(scénario n) mode de calcul :
 $\Delta F_n (P)_T / \Delta F_n (E)_T$
- toutes les autres activités
anthropiques mode de
calcul : $F(P)_{\Sigma-T} / F(E)_{\Sigma-T}$

Etape 2

Définition des contraintes ou limites établies pour maintenir la qualité de l'air

- Les polluants

A l'échelle nationale, les seu-
les limites ou contraintes éta-
blies pour maintenir ou amé-
liorer la qualité de l'air et
ayant un caractère obligatoi-
re sont promulguées par les
Nations Unies.

Dans le cadre de conventions
internationales, des protoco-
les sont signés et ratifiés par
les Etats et ceux-ci sont offi-
ciellement et solennellement
obligés de respecter les termes
de ces protocoles (cf. p. 56).
Par exemple, pour l'oxyde
d'azote et pour le dioxyde de
soufre, il existe deux conven-
tions : celle sur les transferts
de polluants à grande distance
(LRTAP signée à Genève en
1979) et celle sur les change-
ments climatiques (signée à
Rio de Janeiro en 1992).

Ces protocoles sont applicables
ou en cours d'élaboration.

On ne peut préjuger ce que
seront les protocoles futurs
en application au moment où
les schémas de services
seront dans leur phase de
mise en œuvre mais il est pro-
bable que les contraintes
qu'ils imposeront seront
encore plus drastiques que
celles des protocoles actuels.
Il importe donc de tenir
compte dès maintenant de
cette évolution.

■ Les consommations d'énergie

En ce qui concerne la consommation d'énergie primaire, il n'existe pas, contrairement aux émissions de polluants tels SO_2 ou CO_2 , de conventions internationales, ni même d'objectifs de consommation à l'échelle nationale pour les dix ou vingt prochaines années. Au niveau national, il conviendra de tenir compte des objectifs d'utilisation rationnelle de l'énergie définis par le schéma de services collectifs de l'énergie. Celui-ci définit, dans le cadre de la politique nationale de l'énergie, les objectifs d'exploitation des ressources locales d'énergies renouvelables et d'utilisation rationnelle de l'énergie concourant à l'indépendance énergétique nationale, à la sécurité d'approvisionnement et à la lutte contre l'effet de serre.

Etape 3

Comparaison des flux globaux de polluants et d'énergie et des flux limites imposés par les protocoles

La méthode compare :

- les flux globaux de polluants $F_n(P)$ pour chacun des scénarios, au niveau national et dans l'état final Ef, avec les flux limites à ne pas dépasser définis dans le cadre des engagements internationaux de l'État,
- la consommation énergétique additionnelle avec les prévisions faites dans le cadre du schéma de services collectifs de l'énergie.

Etape 4

Décision de rejet, d'acceptation ou de modification des scénarios étudiés.

C'est en particulier dans cette étape que l'on s'efforce de classer les scénarios retenus par ordre hiérarchique d'intérêt décroissant vis-à-vis des trois indicateurs retenus (NO_x , CO_2 et consommation d'énergie primaire).

Enjeu majeur 4

Qualité de l'air

Protocoles internationaux engageant la France

■ **Protocole de Sofia sur la réductions des émissions d'oxyde d'azote**

Selon le protocole de Sofia (1988) relatif à la lutte contre les émissions de NO_x ou leurs flux transfrontaliers, les pays se sont engagés à ne pas dépasser, après 1994, les émissions existantes en 1987 (gel des émissions).

Estimant que ce protocole (entré en vigueur le 14 février 1991) n'était pas assez sévère, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la France, l'Italie, le Liechtenstein, les Pays-Bas, la Suède et la Suisse ont convenu de réduire leurs émissions de trente pour cent en 1998 au plus tard en utilisant comme année de référence une année quelconque entre 1980 et 1986 (la France a choisi 1980 comme année de référence). Un nouveau protocole sur la limitation des émissions de NO_x est actuellement en cours d'élaboration.

■ **Protocole de Kyoto sur la réduction des gaz à effet de serre**

La convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques signée en juin 1992 à Rio de Janeiro par plus de cent cinquante pays, reconnaît la menace de changement climatique et fixe comme objectif ultime la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

L'article 4.2 fixe les engagements des parties de l'annexe I (pays développés, pays en transition et Communauté européenne). Ces parties doivent adopter des politiques et mesures afin de limiter leurs émissions de gaz à effet de serre avec pour objectif que ces émissions reviennent en 2000 à leur niveau de 1990.

Au terme de sa troisième session (1^{er} - 10 décembre 1997), la conférence des parties a adopté le protocole de Kyoto qui vient renforcer les engagements de pays industrialisés. Les cent cinquante-neuf pays présents ont décidé une réduction moyenne des émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % pour les trente-huit pays industrialisés sur l'ensemble des cinq années de la période 2008-2012. L'engagement le plus important est celui de l'Union européenne. Dans ce cadre, la France s'est engagée à stabiliser ses émissions au niveau de 1990.

■ **Protocole de Genève sur la réduction des composés organiques volatils**

Un nouveau protocole à la convention de Genève a été signé le 18 novembre 1991 par vingt-et-un pays d'Europe et d'Amérique du Nord.

Il fixe pour objectif en 1999 une réduction de trente pour cent des émissions de composés organiques volatils par rapport au niveau de 1990.

■ **Protocole de Göteborg du 30 décembre 2000**

Lorsqu'il aura été ratifié par un nombre suffisant de pays ce protocole limitera les émissions de SO₂, NO_x, COVNM et NH₃ rejetés dans l'atmosphère de chaque pays européen. A titre d'exemple, les émissions françaises globales, incluant les émissions par le trafic routier, sont limitées à 375 000 tonnes de SO₂, 810 000 tonnes de NO_x, 1 050 000 tonnes de COVNM et 780 000 tonnes de NH₃.

Source : Certu, 1999 et Citepa, 2001.

III. Un exemple d'application de la méthode à l'échelle européenne

Méthode générale et indicateurs	58
Effets des scénarios sur la fragmentation	60
Effets des scénarios sur les zones tranquilles	61

La méthode d'évaluation environnementale des plans et programmes d'infrastructures de transport a été testée avec succès à l'échelle nationale. Cette méthode peut-elle être utilisée à des échelles différentes ? Cela nécessite-t-il de modifier la nature et l'échelle des indicateurs d'effets ? Comment adapter les données de base en fonction de l'échelle d'évaluation ?

La description et la discussion des applications faites dans le cadre de l'évaluation environnementale du réseau trans-européen de transport (RTE-T) apportent des réponses.

Application à l'échelle européenne : méthode générale et indicateurs utilisés

En juillet 1996, la Commission européenne a décidé de développer le réseau trans-européen de transport (RTE-T) maillant les routes et autoroutes, les voies ferrées, les voies navigables intérieures et les ports maritimes.

La DG VII, la DG XI, Eurostat et l'Agence européenne de l'environnement¹¹ ont procédé à l'évaluation environnementale des six scénarios¹² :

1. Le statu quo : aucun développement futur du RTE-T.
2. Le développement minimal, intégrant les quatorze grands projets européens validés lors du Conseil européen d'Essen (1994).
3. Le RTE-T est développé sur la base de l'extension du seul réseau routier.
4. Le RTE-T est développé sur la base de l'extension du seul réseau ferré.
5. Le RTE-T est développé sur la base de l'amélioration des voies navigables.
6. Le RTE-T développe l'ensemble de tous les modes de transport.

La méthode d'évaluation environnementale (cf. 19, tableau ci-dessous) comprend trois phases principales, distinguant :

- les effets spatiaux et écologiques,
- les effets fonctionnels des infrastructures.

Les outils d'évaluation utilisent largement les systèmes d'information géographique (SIG) et les sources d'information numériques disponibles au niveau européen.

Phase de l'évaluation	Effets évalués	Outils utilisés
1. Évaluation des impacts spatiaux et écologiques	Effets sur les écosystèmes, les habitats et espèces, la fragmentation des zones naturelles, la biodiversité.	Système d'information géographique.
2. Évaluation des effets créés par le trafic	Emission de gaz à effet de serre, bruit, consommation énergétique, sécurité.	Modèle de trafic. Modèle de transport de la pollution.
3. Synthèse : évaluation environnementale et comparaison des six scénarios	Agrégation des résultats des deux premières phases et évaluation des impacts prévisibles du scénario retenu.	Non précisé.

Indicateurs d'effets	Pertinence et utilité pour les décideurs	Fiabilité	Faisabilité
Proximité de sites d'intérêt pour la conservation de la nature	Représentatif des enjeux environnementaux Identifie les risques potentiels Facile à comprendre	Manque d'information sur les relations espèces/habitats Nécessite des expertises au niveau régional ou local	Données de base indisponibles dans certains pays de l'U.E. Recouvrement de certaines zones protégées (doubles comptes) Hétérogénéité des sites en fonction de la législation nationale
Fragmentation du territoire	Représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre Difficile à interpréter	Méthode basée sur des hypothèses qualitatives Plutôt applicables au niveau régional	Ne prend pas en compte les unités naturelles de moins de 1 000 km ² . Les infrastructures autres que le RTE-T ne sont pas évaluées

20. Identification et pertinence des indicateurs d'effets proposés dans le présent document et utilisés dans le cadre de l'évaluation environnementale du RTE-T

Indicateurs d'effets	Pertinence et utilité pour les décideurs	Fiabilité	Faisabilité
Interception de réseaux hydrographiques	Représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre et à interpréter Trop simplificateur	Critère non exclusif d'autres effets directs ou indirects sur la ressource en eau	Manque d'information sur les bassins versants et la vulnérabilité de la ressource
Population au voisinage des infrastructures	Pas directement représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre Valeur ajoutée faible	Donne seulement une indication de la population potentiellement affectée sans préciser l'amplitude des effets	Manque d'information sur la nature de l'habitat (zones résidentielle, d'enseignements, hôpitaux)
Espaces calmes intersectés	Non directement représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre et à interpréter		Incertitudes sur la nature et la localisation des nouvelles infrastructures
Consommation d'espace (par type d'occupations du sol)	Non directement représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre et à interpréter		Incertitudes sur la nature et la localisation des nouvelles infrastructures
Identification des zones sensibles	Non directement représentatif des enjeux environnementaux Facile à comprendre et à interpréter Basé sur un modèle très simplificateur Utile comme indicateur global	Pas de pondération des critères Nécessite la consultation d'experts	

21. Identification et pertinence des indicateurs d'effets utilisés dans le cadre de l'évaluation environnementale du RTE-T

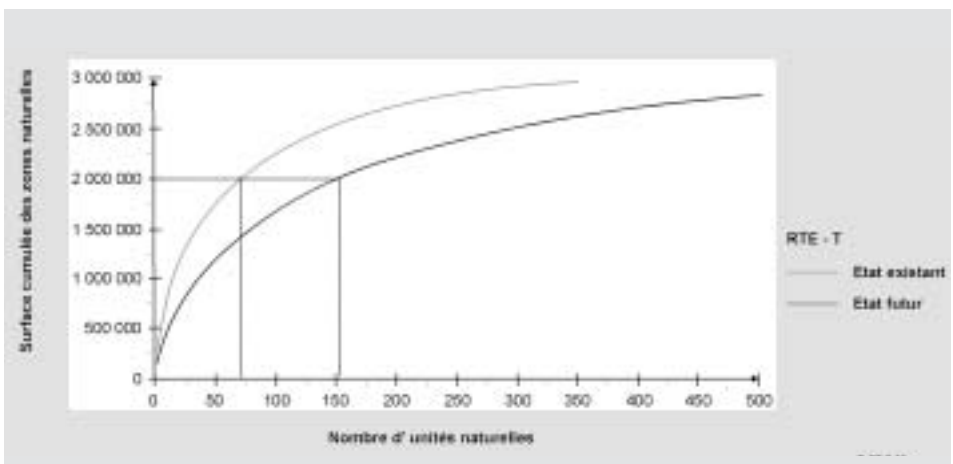
Un certain nombre d'indicateurs d'effets ont été utilisés au regard des enjeux environnementaux retenus (cf. 19, tableau page 59).

Parmi les indicateurs, deux des indicateurs présentés dans ce document sont utilisés dans la méthode d'évaluation environnementale du RTE-T : ■ les indicateurs relatifs à la biodiversité, ■ les indicateurs relatifs aux zones tranquilles.

Comparaison des effets des scénarios sur la fragmentation des espaces naturels

Dans le domaine de la biodiversité, l'évaluation environnementale du RTE-T utilise la méthode exposée dans le présent document en :

- définissant l'état actuel de la fragmentation produite par les infrastructures de transport européennes,
- mesurant la qualité des unités naturelles fragmentées d'une part, par la surface de chaque unité protégée par des conventions internationales, d'autre part par la surface de chaque unité occupée par une couverture forestière ou un habitat semi-naturel,
- en évaluant et comparant les effets quantitatifs et qualitatifs de la fragmentation produite par les six scénarios du RTE-T.



22. Classement cumulé des zones naturelles non fragmentées de l'espace européen, en situation actuelle et après mise en service des nouvelles infrastructures du RTE-T

Le classement cumulatif des surfaces des zones naturelles non fragmentées (cf. 22 figure ci-contre) permet de comparer : ■ la situation actuelle (courbe verte), ■ la situation future à l'échéance du RTE-T (courbe rouge).

On en déduit qu'en situation future, pour une surface identique de zones naturelles, la fragmentation est plus importante, entraînant la réduction de leur surface moyenne.

Les effets des nouvelles infrastructures du RTE-T se traduisent par une fragmentation plus importante des zones naturelles (courbe rouge) qu'en situation actuelle (courbe verte).

A titre d'exemple, les espaces naturels dont la surface cumulée atteint 2 000 000 de km², sont constituées de soixante-quinze unités naturelles en situation actuelle et atteignent cent cinquante unités en situation future. Pour des raisons d'échelle la limite inférieure de la surface des unités naturelles fonctionnelles est bornée à 1 000 km².

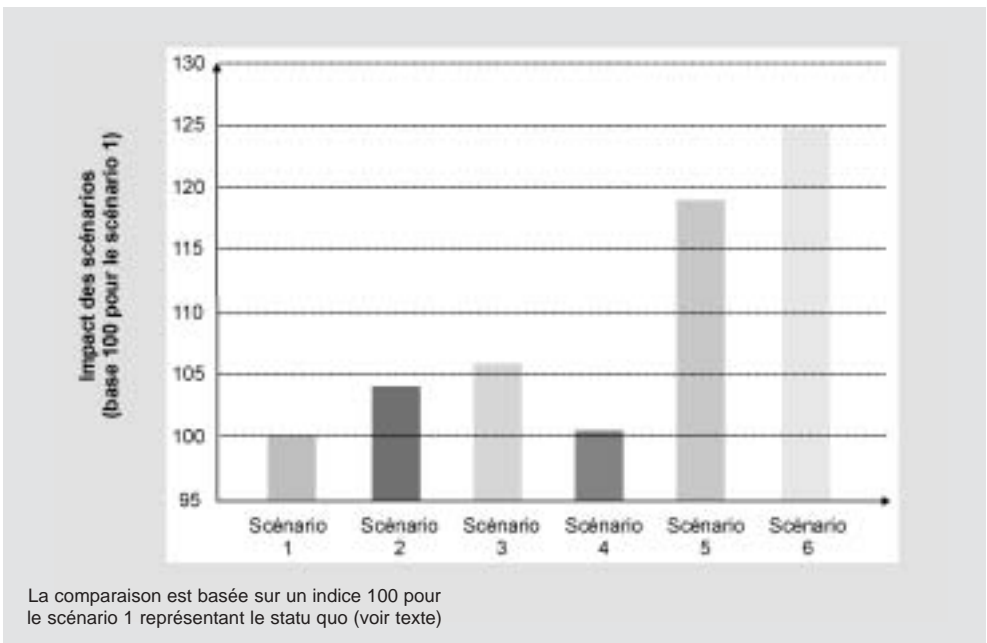
Comparaison des effets des scénarios sur les zones tranquilles

La méthode d'évaluation environnementale du RTE-T applique celle de ce guide. Elle utilise l'indicateur zones tranquilles sur la base d'une empreinte sonore globale de 7,5 km. Les effets de chaque scénario sur ces zones peuvent donc être comparés (cf. 23, figure page suivante).

Scénarios du RTE-T	Zones tranquilles interceptées (x10 ³ km ²)	Indice (indice 100 pour le scénario 1 statu quo)
1 Statu quo : aucun développement futur du RTE-T	411	100
2 Développement minimal intégrant les quatorze grands projets européens validés en 1994	427	104
3 Développement du RTE-T sur la base de l'extension du seul réseau routier	435	106
4 Développement du RTE-T sur la base de l'extension du seul réseau ferré	413	101
5 Développement du RTE-T sur la base de l'amélioration des voies navigables	490	119
6 Développement de l'ensemble des modes de transport	512	125

23. Évaluation de l'impact du RTE-T sur les zones calmes, selon les scénarios envisagés.

Les résultats montrent que le développement du réseau routier (scénario 5) préserve moins les zones tranquilles que le développement unique du réseau ferré (scénario 4). Le développement multimodal (scénario 6) montre les effets cumulatifs des différents réseaux de transport, notamment la fragmentation des zones tranquilles. L'évaluation ne prend pas en compte les effets à petite échelle (zones tranquilles de petite taille mais pouvant être stratégiques à l'échelle régionale).



24. Comparaison des zones tranquilles interceptées par le RTE-T selon les six scénarios examinés

IV. Les outils au service de la méthode

L'intérêt de la géomatique	64
Les sources de données pour la France	65
Les sources de données pour l'Europe	69

*Les outils pratiques utilisés pour l'évaluation exploitent les fonctionnalités des systèmes d'information géographique et des sources d'information numériques.
Plusieurs exemples de sorties cartographiques illustrent, à l'échelle nationale, les effets des réseaux de transport sur la fragmentation des espaces naturels et des zones calmes.*

L'intérêt de la géomatique

La méthode exploite les fonctionnalités des systèmes d'information géographiques et des sources d'information numériques disponibles.

Systèmes d'information géographiques et bases de données numériques

L'existence de bases de données numériques disponibles aujourd'hui pour l'ensemble du territoire permet, grâce à des calculs rapides basés sur des sélections, des extractions ou des croisements, de mettre en évidence les zones d'enjeux précédemment décrits de manière :

- *géographique*
en délimitant ces zones avec une précision en rapport avec celles des données utilisées,
- *numérique*,
en autorisant une exploitation statistique des zones ainsi délimitées.

La faisabilité de la méthode repose sur la disponibilité de données dans les différents services utilisateurs. Les traitements utilisent des données disponibles au niveau national. Or les bases de données qui couvrent l'ensemble du territoire sont rares.

C'est la base de données commercialisée par l'IGN, BD Carto® qui présente les meilleurs avantages pour sa précision géographique et sémantique. Pour une utilisation effective de la méthode, les traitements devront être réalisés avec des partenaires disposant des droits d'utilisation des données numériques. Un partenariat national associant le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, le ministère de l'équipement, du logement et des transports (SETRA), les DIREN, les DRE et les Cete devra être recherché.

L'usage du système d'information géographique, associant rapidité de calculs et possibilités d'éditions cartographiques, facilite la réalisation de nombreux tests basés sur des associations de données et des critères de sélections différents. D'un point de vue pratique, le logiciel Map Info® est utilisé pour réaliser les principaux traitements des données. Les cartographies sont établies avec le logiciel Arc View®. D'autres logiciels (Excel®, Access®) peuvent être utilisés en complément des deux outils précédents pour l'analyse des données issues des traitements du SIG.

Faisabilité et reproductibilité de la méthode

Des tests détaillés effectués à l'échelle nationale ont démontré la faisabilité de la méthode. La reproductibilité de la démarche est liée à :

- la disponibilité des données, si possible numérisées, dans des bases facilement accessibles et pérennes,
- l'adaptation des données à l'échelle de l'évaluation,
- la validité et la représentativité des traitements,
- des coûts acceptables d'acquisition et de traitement des données,
- la faisabilité informatique des traitements (gestion de la taille des fichiers).

Les sources de données pour la France

Enjeu biodiversité

• *Facteurs de fragmentation*

Les frontières naturelles sont importées de la base de données BD Carto.

Le seuil de trafic sur le réseau routier susceptible d'entraîner des perturbations dans les déplacements de la faune et donc d'entraîner le fractionnement des territoires, a été apprécié entre 2 000 et 5 000 véhicules/jour¹³.

La difficulté de franchissement des infrastructures par la faune est aussi liée à la présence de glissières, à la largeur des voies, à la clôture continue des abords, ces équipements étant en relation directe avec le trafic.

En l'absence d'informations homogènes concernant les trafics des réseaux ferrés et routiers (autoroutes, routes nationales et départementales), les caractéristiques des voies sont, comme pour la définition des zones calmes, utilisées comme indicateurs de trafic.

Les classements des voies sont jugés globalement représentatifs de ces critères, la typologie des infrastructures de transports routières et ferrées pour cet enjeu ne diffère pas de celle retenue pour l'identification des zones tranquilles. En conséquence, les informations fournies par BD Carto ont été utilisées.

Pour le réseau hydrographique naturel ou aménagé (fleuves, canaux et voies d'eau), les critères sélectionnés sont la largeur des cours d'eau jugés infranchissables (supérieurs à 100 m) et les caractéristiques des berges (abruptes). Le caractère navigable des cours d'eau et canaux est aussi apparu comme un critère exprimant la difficulté de franchissement pour la faune. Le réseau hydrographique et les canaux peuvent être identifiés à partir de plusieurs bases de données. La base de données BD Carto est retenue en y sélectionnant les fleuves navigables et les canaux navigables (suffisamment larges et profonds et à bords droits). BD Carto ne fournissant pas de critères de largeur au delà de 50 m, on n'a retenu que les critères de navigabilité des canaux et cours d'eau sans référence à la largeur.

La couche d'information caractérisant les zones urbanisées est extraite de la BD Cartographes associés® (la seule base disponible sur l'ensemble du territoire national, contrairement à Corine Land Cover® et à BD Carto). Les zones urbanisées sont ensuite agrégées lorsqu'elles sont contiguës à des infrastructures de transport, afin de constituer une couche d'information unique « éléments de fragmentation » ou extraites des zones non fragmentées, pour les autres.

Les espaces d'intérêt biologique

Le Museum national d'histoire naturelle a mis à disposition les données concernant les espaces d'intérêt biologique et couvrant l'ensemble du territoire national.

Données numériques	Disponibilités	Commentaires
Réserves de biosphère Parcs nationaux Parcs naturels régionaux Znieff type I Zico ZPS Zones humides	Fichiers du Museum national d'histoire naturelle Echelle : 1/25 000 ^a et 1/50 000 ^a	Coût de mise à disposition : 470 euros HT par région
Znieff type II	Idem	Inutile. Informations redondantes avec les autres critères.
Sites désignés au titre des directives Habitats et Oiseaux (réseau Natura 2000)	Non disponibles à ce jour	Non utilisé dans les tests
Massifs forestiers à grands cervidés	Autorisation de l'ONC	Non utilisé dans les tests

25. Synthèse des données relatives au milieu naturel

Enjeu zones tranquilles

La connaissance du trafic est considéré comme l'élément de base pour l'appréciation des nuisances sonores. Or, la disponibilité des données de trafic dans des formats numériques n'est pas encore assurée, notamment à l'échelle départementale et il existe souvent une hétérogénéité des données de trafic des réseaux routiers et ferrés.

Réseau	Source et disponibilité
Autoroutier et routier national	Base de données Sicre gérée par le Setra
Routier départemental et national	La démarche de classement sonore des infrastructures est en cours : elle permet de recenser toutes les routes de plus de 5 000 véhicules/jour (classement et données de trafic disponibles à court terme dans les DDE au format Cartobruit. Le Certu étudie le passage de ces données sous le SIG MAPINFO et leur regroupement national.
Ferré	Les caractéristiques et volumes de trafic ne sont pas actuellement disponibles sous forme géoréférencées.

26. Sources et disponibilité des données de trafic des réseaux routiers et ferrés

Comme il n'est pas envisageable de constituer des bases de données spécifiques comblant les lacunes des bases de données de trafic existantes, on a recherché des indicateurs représentatifs du niveau de trafic, pour chaque catégorie de transports.

L'examen comparatif des différentes bases de données géographiques numériques par le Cete de Lyon (1998) a démontré l'existence d'une corrélation entre les trafics et certaines caractéristiques des infrastructures :

- pour le trafic routier
 - le nombre de chaussées, le type de liaisons et la vocation des voies,
- pour le trafic ferroviaire, le nombre de voies, le trafic TGV et l'électrification des lignes.

Trafic routier

A l'issue de tests comparatifs, BD Carto a été retenue comme référentiel pour toutes les applications cartographiques à l'échelle nationale, du fait de sa pérennité (celle de BD MICHELIN® n'étant plus assurée).

Type d'infrastructures à identifier	Typologie abandonnée dans la BD CARTO	Typologie retenue dans la BD CARTO	Typologie retenue dans la BD MICHELIN
Autoroutes	Vocation 1 (voies à vocation autoroutière)	Vocation 1 (voies à vocation autoroutière)	Réseau autoroutes
Routes à fort trafic (> 5 000 véhicules/jour)	Routes à 3 et 4 voies		Réseau type autoroutier
		Vocation 2 (voies à grande circulation)	Réseau principal

27. Comparaison des différentes bases de données en fonction de la nature des infrastructures

L'analyse comparative des cartes BD Carto (1/50 000) et BD Michelin (1/400 000) à l'échelle de la France, montre la relative similitude des réseaux. Cependant, les exploitations ultérieures pour la définition des zones tranquilles indiquent des variations liées aux définitions hétérogènes des typologies.

Trafic ferroviaire

Pour le trafic ferroviaire, BD Carto a été retenue (cf. 28, tableau p. 68). Les typologies proposées dans cette base de données permettent en effet d'effectuer une triple sélection :

- critères de nature de voies (voie normale et tronçon à grande vitesse),
- critères de classe (exploité et en construction, en éliminant donc les voies neutralisées et fermées),
- critères d'énergie (électrique).

Type d'infrastructures à identifier	Couche rail de la BD Cartographes associés	Fichier numérique de la carte digitalisée SNCF	Typologie retenue BD CARTO	Typologie non retenue BD CARTO
Voies ferrées TGV existantes	Rail 1	Ligne à grande vitesse	Tronçon à grande vitesse exploité	Tronçon à grande vitesse exploité
Voies ferrées TGV en construction	Non disponible	Ligne à grande vitesse en construction	Tronçon à grande vitesse en construction	Tronçon à grande vitesse en construction
Voies ferrées principales, très fréquentées	Rail 2	Ligne à desserte voyageurs électrifiée	Voie normale, nombre de voie égal ou supérieure à 2	Voie normale, énergie électrique

28. Comparaison des bases de données relatives à l'identification des réseaux ferrés

Les tests montrent que le classement du réseau par la BD Cartographes associés ne coïncide pas avec les typologies de voies proposées par les autres bases de données. En outre, cette base n'intègre pas les dernières lignes à grande vitesse, ce qui soulève le problème de la fiabilité de sa mise à jour.

Les données cartographiques SNCF offrent l'avantage de sélectionner les infrastructures ferroviaires en fonction de leur importance, en la supposant corrélée au type énergétique de la ligne. Toutefois, l'absence de disponibilité de ces informations sous forme numérique n'a pas permis de retenir cette source d'informations, pour développer le test.

Zones urbanisées

Les tests concernant la délimitation des empreintes sonores ont finalement permis d'opter pour la BD Cartographes associés, jugée la plus pertinente pour l'application de la méthode à l'échelle nationale. Corine Land Cover et la couche occupation du sol de la BD Carto n'ont pas été testées parce que leur coût d'acquisition au niveau national est élevé (de l'ordre de 800 euros par département selon les accords entre l'IGN et le ministère de l'équipement, du logement et des transports).

Enjeu qualité de l'eau

Base de données numérisées	Echelle	Sources
Bassins versants hydrographiques de la France, y compris la Corse	1/1 000 000	BD Carthage
Objectifs de qualité des eaux superficielles	1/200 000 (département) à 1/400 000 (région)	Agences de l'eau, données en ligne ex/rdb.eaurmc.fr
Carte de vulnérabilité des nappes	1/1 000 000	BRGM

29. Bases de données utilisables pour l'enjeu qualité de l'eau

Les sources de données pour l'Europe

Les données géoréférencées relatives aux infrastructures de transport sont issues de la banque de données Eurostat-GISCO (cf. 30, tableau ci-dessous). Les conditions limites de cette base sont d'une part leur manque de localisation précise pour les nouvelles liaisons et d'autre part, la connaissance imprécise de leur statut (autoroutes, 2 x 2 voies, énergie électrique pour les voies ferrées). L'échelle de cartes disponible (1/1 000 000) peut être également un facteur limitant pour l'évaluation environnementale.

Réseau	Contenu/échelle	Source (année)
Réseau ferré trans-européen	Version Journal officiel	Eurostat (1996)
Réseau routier trans-européen	Version Journal officiel	Eurostat (1996)
Réseau des voies navigables trans-européen	Version Journal officiel	Eurostat (1996)
Routes européennes	1/1 000 000°	Eurostat (1996)
Voies ferrées européennes	1/1 000 000°	Eurostat (1997)
Projets spécifiques du RTE-T	14 projets validés par la CEC	Eea (1997)

30. Données de base numériques disponibles sur les réseaux de transport trans-européens

Les données environnementales proviennent de plusieurs bases de données établies, sauf cas particulier, à l'échelle du 1/1 000 000 (cf. 31, tableau ci-dessous). Elles présentent toutes des limitations certaines, du fait de leur échelle, leur contenu, leur couverture géographique, leur manque d'actualisation.

Thème	Contenu/échelle	Source, année	Mise à jour de l'information
Zone côtière	Régions administratives	Eurostat, 1996	Stable
Topographie	Résolution 1 km	Eurostat, 1994	Stable
Unités administratives	Territoire européen	Eurostat, 1996	Evolutive
Population	Densité de population dans les plus petites unités administratives	Eurostat sfso (ch) 1981-1993	Moyenne
Occupation du sol	Corine Land Cover 1/100 000	ETC/LC, 1986-1997	Moyenne
Unités écologiques	Cartes numériques des grandes unités écologiques européennes 1/3 000 000	ETC/NC, 1997	Stable
Sites naturels protégés	Sites faisant l'objet de conventions internationales	ETC/NC, 1993	Moyenne
Inventaires des espaces naturels	Sites répondant aux critères scientifiques pour la conservation de la nature	ETC/NC Birdlife Int. 1989-1995	Evolutive
Réseaux hydrographiques	Hydrographie de surface	CEC DG XI, ETC/IV, 1985	Stable

31. Données de base numériques disponibles pour l'évaluation environnementale à l'échelle européenne

Annexes

Historique des approches, essais et tests d'évaluation	72
Bibliographie	78
Glossaire	80
Table des illustrations	82
Notes	84
Résumé en anglais	85

Annexe I Historique des approches, essais et tests d'évaluation

Dans le secteur des transports, plusieurs approches d'évaluation environnementale ont été menées en France, notamment par différents services du ministère de l'équipement, du logement et des transports et du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Elles ont permis de consolider l'expertise française dans ce domaine. Les contributions des trois études méthodologiques les plus significatives sont présentées dans cette annexe.

Méthodologie des études d'impact stratégiques sur l'environnement appliquées à des corridors : tests sur le corridor Nord.

SETRA, ministère de l'équipement, des transports et du logement, INGEROP 1999.

Le SETRA, en collaboration avec le CETE de Lyon, a mis au point une méthode d'évaluation environnementale des grandes liaisons routières dans le cadre de l'élaboration du nouveau schéma directeur routier national.

A la demande de la Commission Européenne, le SETRA a fait évoluer cette démarche pour aboutir à une méthodologie d'évaluation environnementale :

- applicable à l'ensemble des infrastructures de transport (infrastructures routières, ferroviaires et voies navigables),
- étendue à l'évaluation de scénarios multimodaux combinant ces différents types d'infrastructures à l'échelle d'un grand corridor transfrontalier : le corridor Nord¹⁴.

La comparaison des scénarios est basée sur l'emploi d'indicateurs d'impacts absolus (exemples : prélèvement d'espaces en hectares ou kilomètres carrés, nombre de coupures ou nombre d'unités de territoire fractionnées) et d'impacts relatifs permettant de rapporter la ressource prélevée à la ressource totale et donc de situer l'importance de l'impact.

Elle repose sur l'utilisation de quatre familles d'indicateurs : prélèvement d'espaces, nuisances, fractionnement et difficultés d'insertion (cf. 32, tableau ci-contre).

Les scénarios évalués

Quatre scénarios contrastés d'infrastructures ont été définis, dans l'objectif de soulager les autoroutes A1 Paris-Lille et A2 Paris-Bruxelles (cf. 33, tableau ci-contre).

Indicateurs	Nature de l'indicateur
	PRÉLÈVEMENT D'ESPACES
Urbanisation	Surfaces urbaines consommées
Eaux superficielles	Surfaces de zones inondables concernées
Eaux souterraines	Surface de champs captants irremplaçables
Milieu naturel	Surfaces d'espaces naturels d'intérêt biologique
Agriculture	Surfaces d'espaces agricoles sensibles
Patrimoine culturel	Surfaces d'espaces culturels sensibles
	Surface des sites archéologiques majeurs
	NUISANCES
Bruit	Surfaces de zones urbaines soumises à des nuisances sonores
	Surfaces des zones de silence épargnées
Eaux superficielles	Nombre de cours d'eau de catégorie piscicole 1 coupés
Paysage	Longueur de zones paysagères sensibles interceptées
	FRACTIONNEMENT
Milieu naturel	Répartition des surfaces d'espaces naturels d'intérêt biologique dans quatre classes de surface
	Nombre d'axes de déplacement de la faune interceptés
Paysage	Répartition des surfaces de zones paysagères sensibles dans quatre classes de surface
	DIFFICULTÉS D'INSERTION
	Répartition des surfaces consommées dans quatre classes d'insertion différente
	Surfaces consommées dans des zones de très grande difficulté d'insertion rapportées à l'utilité des infrastructures exprimées en voyageurs/kilomètres et en tonnes/kilomètres

32. Famille d'indicateurs utilisés pour comparer les effets absolus et relatifs des quatre scénarios du corridor Nord

Scénarios	Tendance	Caractéristiques
Scénario 1	Routier exclusif	Autoroute parallèle à l'Ouest, et aménagement routier à 2 x 2 voies.
Scénario 2	Routier exclusif	Section d'autoroute à l'Est entre Cambrai et Tournai et aménagement à 2 x 2 voies, Aménagement à 2 x 2 voies, à l'Ouest.
Scénario 3	Essentiellement ferroviaire	TGV Paris-Lille-Bruxelles pour le trafic voyageurs, Liaison rapide ferroviaire pour le fret entre Meaux et Gand, Aménagement 2 x 2 voies routier à l'Est.
Scénario 4	Ambitieux et multimodal	Aménagement autoroutier à l'Ouest, TGV Paris Bruxelles pour les voyageurs, Ligne ferroviaire fret entre Meaux et Gand, Canal à grand gabarit Seine-Nord.

33. Les quatre scénarios de programmes d'infrastructures de transport du corridor Nord

Annexe I

Historique des approches, essais et tests d'évaluation

La comparaison des scénarios

L'utilisation d'indicateurs d'évolution des effets absolus et relatifs des infrastructures permet :

- l'analyse des incidences constatées sur l'environnement des grandes infrastructures existantes,
- l'évaluation des effets sur l'environnement des scénarios d'infrastructures nouvelles et de leur importance par rapport aux effets connus des infrastructures existantes.

Les difficultés méthodologiques

La comparaison des scénarios a rencontré plusieurs difficultés :

- la juxtaposition d'infrastructures relevant de plusieurs modes,
- l'hétérogénéité des scénarios (longueur, nombre d'infrastructures),
- les effets cumulatifs à ajouter aux effets individuels,
- les types d'aménagement envisagés (tracés neufs ou aménagement d'infrastructures existantes),
- le jumelage de certaines infrastructures,
- le calendrier de construction des infrastructures entraînant des effets sur l'environnement décalés dans le temps.

Les outils utilisés

Les données utilisées sont :

- les bases de données de l'étude socio-économique du corridor Nord établie pour le compte du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement en 1996,

complétées par :

- la base de données Corine Land Cover (IGN France et Belgique),
- la base de données BD Carto,
- des bases de données complémentaires (DIREN).

L'outil principal qui permet d'évaluer les effets de nouvelles offres de transport sur les espaces traversés et leur dynamique est un système d'information géographique.

Ce SIG permet aussi de calculer les paramètres à modifier pour ne pas dépasser certains seuils en terme d'impact.

Éléments d'évaluation environnementale des schémas de service. Effets sur l'environnement des différents scénarios de la demande de transport.

Ministère de l'équipement, du logement et des transports, 1999.

Dans le cadre de la préparation des schémas de services de transport, le ministère de l'équipement, du logement et des transports a publié, en octobre 1998, un rapport intitulé « *La demande de transport. Perspectives d'évolution à l'horizon 2020.* »

Cette analyse de l'ensemble des modes de transports de voyageurs et de marchandises a fait l'objet d'une évaluation environnementale stratégique.

L'étude des effets sur l'environnement s'attache à chiffrer l'impact des différents scénarios de la politique des transports dans le cadre d'une hypothèse de croissance économique médiane où le produit intérieur brut et la consommation des ménages augmentent de 2,3 % par an entre 1996 et 2020, bien que la demande de transport dépende fortement du niveau de l'activité économique.

L'objectif est plus de comparer les effets des différentes politiques sur les nuisances dues aux transports, à un niveau d'activité économique qui devrait être atteint aux alentours des années 2020, que de faire une prévision proprement dite.

Effets sur la pollution atmosphérique

La méthode d'estimation des émissions de polluants du transport routier repose sur l'évaluation des émissions unitaires de chaque catégorie de véhicules en tenant compte des différences de niveaux d'émissions selon le type de réseau routier utilisé.

Ce chiffrage intègre à la fois les normes correspondant aux générations de véhicules constituant le parc actuel et les futures normes.

L'estimation des émissions de polluants s'appuie sur ces évaluations en multipliant, pour chaque scénario, les kilométrages correspondant aux prévisions de trafic par les taux d'émissions unitaires des véhicules.

Les résultats mettent en évidence la baisse des émissions de polluants dues aux transports routiers et aériens dans les différents scénarios retenus, compte tenu des normes anti-pollution et de leurs évolutions prévisibles à l'horizon 2005 (cf. 34 et 35, tableaux p. 76).

Annexe I Historique des approches, essais et tests d'évaluation

	1995	Scénario A		Scénario B		Scénario C		Scénario D	
		2010/	2020/	2010/	2020/	2010/	2020/	2010/	2020/
		1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995	1995
NO_x	962	- 63	- 63	- 64	- 65	- 65	- 67	- 66	- 71
COV	922	- 86	- 89	- 85	- 89	- 84	- 88	- 86	- 90
CO	4 963	- 83	- 88	- 82	- 86	- 79	- 83	- 82	- 87
Particules	73	- 65	- 76	- 68	- 79	- 72	- 82	- 72	- 83
SO₂	116	- 60	- 59	- 61	- 59	- 60	- 58	- 64	- 67

34. Niveaux en 1995 (milliers de tonnes) des émissions annuelles des polluants issus de l'automobile et évolution (%) entre 1995-2010 et 1995-2020 pour les quatre scénarios étudiés.

La hausse des émissions de CO₂ est sensiblement ralentie par l'accord volontariste des constructeurs automobiles mais n'est stabilisée que dans le scénario le plus volontariste (cf. 34, tableau ci-dessus).

	Scénario A	Scénario B	Scénario C	Scénario D
Entre 1995 et 2010	+ 18 %	+ 16 %	+ 15 %	+ 4 %
Entre 1995 et 2020	+ 23 %	+ 20 %	+ 18 %	- 6 %

35. Evolutions des émissions de CO₂ selon les scénarios

Autres effets

L'évaluation environnementale des schémas de service a surtout porté sur des effets mesurables à l'échelle nationale.

Les effets environnementaux locaux des transports sont principalement pris en compte dans les choix de niveaux régional et local. Aussi, les nuisances (bruit, consommation d'espace, effets de coupure) ne sont-elles abordées que succinctement dans cette évaluation bien qu'elles soient importantes.

Espaces restés à l'écart de l'urbanisation et de l'aménagement, un patrimoine pour demain. Essai d'inventaire.

DRAST. CETE de Lyon, 1998.

Cet essai part d'un constat : une part du territoire national est restée à l'écart de l'urbanisation et de l'aménagement, notamment des grandes infrastructures. Elle constitue un ensemble d'espaces « non segmentés et calmes » pouvant être considéré comme une ressource naturelle et un patrimoine, que le développement ultérieur des infrastructures ou de l'aménagement risque de faire disparaître par fragmentations successives.

L'objectif de l'étude vise à tester les méthodes et sources d'information permettant la délimitation de ces zones d'enjeux patrimoniaux pour l'avenir.

La méthode utilisée repose sur plusieurs étapes :

- la définition des zones restées à l'écart de l'urbanisation et de l'aménagement (zones de calme et zones d'équilibre biologique non fractionnées par les divers types d'aménagement),
- le choix de critères pour l'inventaire et le repérage géographique permettant le traitement numérique en ayant recours à la géomatique (SIG, banques de données, calculs et zonages géographiques existants),
- la réalisation de tests basés sur des associations de données et de critères de sélection, grâce à l'utilisation d'un SIG associant rapidité de calcul et possibilités d'édicions cartographiques.

La géomatique qui permet des traitements numériques de données géographiques sur de vastes secteurs, en fournissant des possibilités de sélection de critères, de cartographie et d'analyses statistiques des résultats, constitue un outil intéressant pour déterminer les enjeux environnementaux au niveau du territoire national. Cependant, la faible disponibilité des données numériques et leur hétérogénéité sur l'ensemble du territoire constituent un facteur limitant.

Malgré cette difficulté, les méthodes mises en œuvre permettent d'appréhender les enjeux liés au fractionnement des territoires biologiques et aux zones de calmes, selon deux niveaux :

- au niveau national, en ce qui concerne la localisation des zones d'enjeux dont on pourrait analyser le degré de protection et suivre l'évolution de celui-ci dans le temps,
- aux niveaux national et régional pour apprécier les risques d'impact liés aux projets d'aménagement, telles les infrastructures de transport, ou à la planification urbaine.

Ces nouveaux critères d'appréciation sont applicables aux réflexions « amont » nécessaires aux études de type schéma directeur ou directive territoriale d'aménagement ou encore aux schémas multimodaux de services collectifs de transport en application de la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire.

Annexe II

Bibliographie

Boiteux M. et al. *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*. Commissariat Général du Plan. *La Documentation Française*, 2001.

Les études d'environnement dans les projets routiers : le volet "air", Ministère de l'Équipement, du Transport et des Logements. Direction des Routes. CERTU, juin 2001.

Transports écologiquement viables dans la région alpine. Le projet pilote de l'OCDE EST-Alpine. Une étude commune de la Suisse, la France et l'Autriche. Ministère Fédéral de l'Environnement, de la Jeunesse et de la Famille (BMUJF), Office fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (BUWAL), Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE), 2000.

Les études d'impact stratégiques : une démarche novatrice d'évaluation environnementale. Application au cas des corridors d'infrastructures de transport multimodales (A. Hersan-Guerrero et J.-M. Braun). INGEROP, Travaux, n°769, novembre 2000.

Strategic Environmental Assessment in the Transport Sector : an Overview of legislation and practice in EU Member States, octobre 2000. Commission européenne, DG Environnement. Environmental Resources Management.

Les évaluations environnementales stratégiques. Cinquième Colloque International des Spécialistes Francophones en Evaluation d'Impacts. Résumé des conférences. Paris, 22 au 24 mai 2000.
Bilan des pratiques sur l'évaluation environnementale des plans et pro-

grammes de transport en France. 1. Les Dossiers de Voirie d'Agglomération (DVA). Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. INGEROUTE, mars 2000.

Bilan des pratiques sur l'évaluation environnementale des plans et programmes de transport en France. 2. Les Plans de Déplacements Urbains (PDU). Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. INGEROUTE, mars 2000.

Plans de Déplacements Urbains. Prise en compte de la pollution de l'air, du bruit et de la consommation d'énergie. CERTU - ADEME, novembre 1999.

Les études d'impact stratégiques ou comment évaluer les incidences sur l'environnement des politiques, plans et programmes. (P. Michel et D. Bertel). BCEOM, PCM-Le Pont, novembre 1999.

Indicators of the Environmental Impacts of Transportation. US Environmental Protection Agency. EPA 230-R-99-001, octobre 1999.

Méthode d'évaluation des réseaux de transport. Tests pour la mise en évidence des enjeux et l'utilisation d'indicateurs d'évaluation. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. CETE de Lyon et BCEOM- INGEROUTE, août 1999.

Éléments d'évaluation environnementale des schémas de service. Effets sur l'environnement des différents scénarios de la demande des transports. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, DAEI-SES, avril 1999.

Manual on Strategic Environmental Assessment of Transport Infrastructure Plans. European Commission, DG VII Transport, février 1999.

Méthodologie des études d'impact stratégiques sur l'environnement appliquées à des corridors. Test sur le corridor Nord. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement / SETRA. INGEROP, février 1999.

Optimisation de la méthodologie d'évaluation stratégique environnementale développée par les services du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement pour les réseaux d'infrastructures multimodales. Test sur le corridor Nord. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement / SETRA. INGEROP, février 1999.

Spatial and Ecological Assessment of the trans-European Transport Network : Demonstration of indicators and GIS methods. Progress Report of the DG VII-DG XI- Eurostat-EEA. Working group of the SEA and the TEN, avril 1998.

Espaces restés à l'écart de l'urbanisation et de l'aménagement, un patrimoine pour demain. Essai d'inventaire. Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques. Etude réalisée par le CETE de Lyon, Département Infrastructures et Transports, Division des réseaux de Transport et de leur Environnement. Groupe Environnement, janvier 1998.

Pour une étude d'impact stratégique (P. Chassande, M. Falque, J. Lafont et G. Leynaud), *Le Moniteur*, n° 4881, 13 juin 1997.

Evaluation environnementale des schémas d'infrastructures de transport. Essai méthodologique. Ministère de l'Environnement. BCEOM, janvier 1997.

CITEPA. Prise en compte de la protection de l'atmosphère dans l'élaboration des schémas directeurs d'infrastructures de transport. Rapport final, novembre 1996.

State of the art on strategic environmental assessment for transport infrastructure. Commission of the European Communities, juillet 1996.

Evaluation stratégique de l'impact sur l'environnement dans le secteur des transports. Rapport final. Conférence Européenne des Ministres des Transports, avril 1996.

Aménagement du territoire et enjeux environnementaux. Contribution à l'élaboration du schéma national d'aménagement et de développement du territoire. Ministère de l'Environnement, janvier 1996.

Evaluation environnementale des politiques de transport. Recherche d'indicateurs et modalités d'application. Réflexions préalables et premières propositions (J.-M. Fauconnier). SETRA, 1995.

Impact des transports terrestres sur l'environnement. Méthodes d'évaluation et coûts sociaux (C. Lamure et J. Lambert). Synthèse INRETS n°23, septembre 1993.

Infrastructures de transport et environnement. Conseil Général des Ponts et Chaussées. Rapport final 90-221, novembre 1992.

The European High Speed Train Network. Environmental Impact Assessment, Commission of the European Communities. Mens en ruimte, mars 1993.

Annexe III

Glossaire

Biodiversité : Expression de la variété de la vie sur la planète depuis les micro-organismes jusqu'aux espèces supérieures végétales et animales. Ce sont aussi des milieux comme les eaux douces, les eaux marines, les forêts, les tourbières, les prairies, les marais, les dunes. En Europe, la variété des climats, des paysages, des cultures et des milieux naturels induit une grande diversité biologique dont le maintien est un facteur clé pour le développement durable et maîtrisé.

Développement durable : Modèle de développement reposant sur trois points indissociables : la performance économique, le progrès social et la préservation de l'environnement. Le développement durable est basé sur le respect de valeurs fondamentales comme les principes de précaution, de prévention, d'économie et de bonne gestion, de responsabilité, de participation et de solidarité.

Dossiers de voiries d'agglomération : Concerne les opérations routières en milieu urbain pour les agglomérations supérieures à 20 000 habitants. Son objectif est de définir les réseaux structurants des agglomérations à un horizon de vingt-cinq ou trente ans, en réfléchissant à la planification urbaine et à l'organisation des déplacements dans une démarche concertée entre l'État et les collectivités territoriales. Cette démarche partenariale doit être conduite conjointement à l'élaboration des schémas directeurs, des plans de déplacements urbains ou à réflexion prospective sur l'évolution de l'agglomération et des déplacements.

Effets cumulatifs : Résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés par un même projet ou par plusieurs projets dans le temps et l'espace et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux.

Effets globaux : Ils mesurent la contribution d'un réseau d'infrastructures à des effets généraux sur l'environnement, à l'échelle globale, voire planétaire, comme la production de gaz à effet de serre. Dans le domaine de la pollution de l'air et à cette échelle, on peut estimer ces effets par la quantification des flux rejetés dans l'atmosphère.

Effets territoriaux : Ils mesurent l'impact d'un réseau d'infrastructures sur les espaces concernés par des enjeux environnementaux.

Empreinte sonore : Délimitation spatiale des effets sonores d'une infrastructure ou d'un réseau d'infrastructures. Elle se détermine en cartographiant les surfaces affectées par les niveaux sonores provoqués par le trafic et représentant la trace sonore de l'infrastructure sur le territoire traversé.

Enjeu environnemental : Désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard des préoccupations écologiques, patrimoniales, sociologiques, de qualité de la vie et de la santé. Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs et fonctions environnementales qu'il n'est pas acceptable de voir disparaître ou se dégrader, disparitions ou dégradations pour lesquelles aucune compensation ne saurait être trouvée.

Etude d'impact : Démarche d'évaluation consistant à analyser et à évaluer les effets directs et indirects, temporaires et permanents d'un projet (travaux, ouvrages ou activités) sur l'environnement. La synthèse de cette évaluation est donnée dans le dossier réglementaire d'étude d'impact.

Évaluation environnementale : Désigne l'ensemble de la démarche destinée à analyser les effets sur l'environnement d'un projet d'aménagement, d'un programme de développement ou d'actions stratégiques pour mesurer leur acceptabilité environnementale et éclairer sur les décisions à prendre.

Évaluation environnementale stratégique : Intervient en amont des projets et porte sur les plans et programmes d'aménagement. L'évaluation des incidences sur l'environnement à un stade amont de la planification permet alors d'évaluer les effets les plus globaux au moment où s'élaborent les orientations et les choix stratégiques et où se prennent les décisions les plus importantes.

Fragmentation : La fragmentation des habitats naturels décrit le phénomène de désintégration d'une certaine superficie d'un milieu ou d'un espace donné, en habitats plus petits et séparés les uns des autres. Les infrastructures linéaires de transport conçues en réseaux ont pour principal effet de fragmenter le territoire et donc de dégrader la biodiversité.

Géomatique : Utilise les systèmes d'information géographique (SIG) conçus pour l'analyse et la distribution spatiale de phénomènes. Cet outil informatique se compose d'une base de données géoréférencées (couches ou strates) et d'une boîte à outils qui permet à l'utilisateur de saisir l'information, de l'intégrer au système et de la mettre en forme, de la gérer (superposer ou combiner des couches d'information, par exemple), d'analyser l'information en la transformant et de représenter les résultats sous diverses formes pour l'analyse et la production de rapports.

Indicateur : Un indicateur est une donnée qui a été sélectionnée à partir d'un ensemble statistique plus important car elle possède une signification et une représentativité particulière. Par exemple, les émissions nationales de CO₂ constituent un indicateur de la contribution de notre pays à l'effet de serre. Les indicateurs condensent ainsi l'information et simplifient l'approche de phénomènes environnementaux souvent complexes, ce qui en fait des outils de communication précieux. Les indicateurs d'effet (ou de pression) rendent compte de l'effet ou de la pression exercée par un projet ou une activité humaine sur l'environnement.

Plan de déplacements urbains : Formalisé par la loi d'orientation sur les transports intérieurs, le PDU a pour objectif de définir la politique globale de transport et de gestion de la voirie et du stationnement à court et moyen termes (dix ans). Il est élaboré à l'initiative de l'autorité territoriale compétente pour l'organisation des transports urbains, assistée des services de l'Etat. Il définit les principes de l'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement. Il vise à assurer un équilibre durable entre les besoins en matière de mobilité et de facilité d'accès d'une part, et la protection de l'environnement et de la santé, d'autre part, en favorisant les modes les moins polluants et les moins consommateurs d'énergie.

Plan : Inscription des politiques dans le territoire et/ou le temps.

Principe de précaution : L'absence de certitude, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.

Profil environnemental : Le profil environnemental d'une région doit fournir un aperçu des questions d'environnement les plus significatives pour celle-ci. Il décrit l'état de l'environnement des territoires concernés, identifie et hiérarchise les principaux enjeux environnementaux au niveau de la région et des territoires qui la composent, et définit les objectifs prioritaires de l'action publique (actions de préservation, de sensibilisation et de formation...). Il s'insère dans les processus de définition de la stratégie de l'Etat en région et sert de base à l'évaluation a priori et aux négociations des grands programmes dans les régions (CPER...).

Programme : Ensemble d'actions qui permettent de mettre en œuvre une politique ou un plan.

Schémas multimodaux de transport : Ils planifient et organisent les transports intérieurs en satisfaisant les besoins des usagers dans les conditions économiques, sociales et environnementales les plus avantageuses pour la collectivité. Ils favorisent la complémentarité des transports, notamment dans le choix des infrastructures, l'aménagement des lieux d'échanges et de correspondances et par le développement rationnel des transports combinés.

Suivi environnemental : Ensemble des moyens d'analyses et de mesures nécessaires au contrôle des projets et à la surveillance de leurs effets sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie (chantier, exploitation, entretien, cessation d'activité).

Zones tranquilles : Espaces du territoire qui ne sont pas soumis à la pression sonore des grandes infrastructures de transport. Il s'agit donc d'unités de territoire délimitées par ces grandes infrastructures, déduction faite de leurs empreintes sonores.

Annexe IV

Index des tableaux et illustrations

1. Les enjeux environnementaux majeurs	tableau	p. 20
2. Enjeux, indicateurs d'enjeux et indicateurs d'effets retenus dans la méthode d'évaluation des effets des plans et programmes de transport	tableau	p. 23
3. Représentation schématique d'une unité de territoire non fragmenté par les infrastructures de transport et incluant des espaces d'intérêt biologique.	figure	p. 27
4. Protocole d'évaluation des effets sur la fragmentation des milieux naturels	figure	p. 30
5. Réseaux d'infrastructures fragmentant le territoire	carte	p. 31
6. Espaces d'intérêt biologique	carte	p. 32
7. Classement des zones non fragmentées du point de vue de la biodiversité	figure	p. 33
8. Importance des enjeux de la biodiversité dans les unités de territoire non fragmentées selon le rapport entre les surfaces des espaces d'intérêt biologique et de l'unité elle-même	figure	p. 34
9. Classement des zones non fragmentées du point de vue de la biodiversité	figure	p. 35
10. Hiérarchisation des espaces à fort enjeu de biodiversité	carte	p. 36
11. Protocole d'évaluation des effets sur les zones tranquilles	figure	p. 40
12. Empreinte sonore pour les infrastructures routières de transport	tableau	p. 41
13. Empreinte sonore pour les infrastructures ferroviaires de transport	tableau	p. 41
14. Courbe cumulée des zones tranquilles en fonction de leur couverture du territoire national	figure	p. 42
15. Hiérarchisation des zones tranquilles	carte	p. 42
16. Echelle des effets de la pollution atmosphérique induite par les transports	tableau	p. 48
17. Démarche d'évaluation environnementale des plans, programmes et projets d'infrastructures dans le domaine de l'air	tableau	p. 50
18. Polluants représentatifs des différents modes de transport	tableau	p. 51
19. Démarche d'évaluation environnementale du RTE-T	tableau	p. 58

20. Identification et pertinence des indicateurs d'effets proposés dans le présent document et utilisés dans le cadre de l'évaluation environnementale du RTE-T	tableau	p. 59
21. Identification et pertinence des indicateurs d'effets utilisés dans le cadre de l'évaluation environnementale du RTE-T	tableau	p. 59
22. Classement cumulatif des zones naturelles non fragmentées de l'espace européen, en situation actuelle et après mise en service des nouvelles infrastructures du RTE-T	figure	p. 60
23. Évaluation de l'impact du RTE-T sur les zones calmes, selon les scénarios envisagés	tableau	p. 61
24. Comparaison des zones tranquilles interceptées par le RTE-T selon les six scénarios examinés	figure	p. 61
25. Synthèse des données relatives au milieu naturel	tableau	p. 66
26. Sources et disponibilité des données de trafic des réseaux routiers et ferrés	tableau	p. 66
27. Comparaison des différentes bases de données en fonction de la nature des infrastructures	tableau	p. 67
28. Comparaison des bases de données relatives à l'identification des réseaux ferrés	tableau	p. 68
29. Bases de données utilisables pour l'enjeu qualité de l'eau	tableau	p. 68
30. Données de base numériques disponibles sur les réseaux de transport trans-européens	tableau	p. 69
31. Données de base numériques disponibles pour l'évaluation environnementale à l'échelle européenne	tableau	p. 69
32. Famille d'indicateurs utilisés pour comparer les effets absolus et relatifs des quatre scénarios du corridor Nord	tableau	p. 73
33. Les quatre scénarios de programmes d'infrastructures de transport du corridor Nord	tableau	p. 73
34. Niveaux en 1995 (milliers de tonnes) des émissions annuelles des polluants issus de l'automobile et évolution pour les quatre scénarios étudiés	tableau	p. 76
35. Evolutions des émissions de CO ₂ selon les scénarios	tableau	p. 76

Annexe V

Notes

1. p. 5 Loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire, modifiée par la loi n° 99-553 du 25 juin 1999 pour l'aménagement et le développement durable du territoire.
2. p. 7 Directive européenne 85/337/CEE relative à l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement et article L. 122-1 du Code de l'environnement instituant l'étude d'impact.
3. p. 8 Voir à ce propos les guides édités par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement : *Suivi et évaluation environnementale des contrats de plan Etat-Région*. (Corinne Larrue et Michel Lerond), *Evaluation environnementale préalable des contrats de plan Etat-Région et documents uniques de programmation 2000-2006* (Corinne Larrue).
4. p. 22 A titre d'exemple, le ministère de l'équipement, du logement et des transports a analysé quatre scénarios à l'horizon 2020, en matière de politique de régulation des transports. Ils se distinguent par des hypothèses d'évolution du prix des transports. Ils ont fait l'objet d'une évaluation comparative de leurs effets sur l'environnement (voir ci-avant annexe I p. 75).
5. p. 28 Les ZNIEFF de type II sont des espaces d'intérêt biologique qui couvrent de très grandes surfaces et qui n'ont pas toujours une validité de contenu. Des essais montrent que leur prise en compte ou non ne change pas la hiérarchisation des espaces biologiques à enjeux majeurs. Cela est dû au fait que, dans les espaces non fragmentés les plus importants, ces ZNIEFF sont le plus souvent redondantes avec d'autres espaces d'intérêt biologique.
6. p. 29 A ce jour, au titre de la directive «Oiseaux», la France a classé 115 sites représentant 8 000 km² soit 1,5 % de son territoire national et, au titre de la directive «Habitats», 1 028 sites représentant une superficie de 31 440 km², y compris la superficie marine, soit 5,7 % de son territoire national. Dans le domaine de la conservation et de l'utilisation durable de la diversité biologique, la Communauté Européenne encourage la création de réseaux de zones classées dans lesquelles les espèces sauvages jouissent de mesures spéciales de conservation. Dans cette optique, elle met en place un réseau écologique cohérent d'espaces naturels à travers le territoire communautaire appelé Natura 2000. Le réseau Natura 2000 sera constitué de zones de protection spéciale (ZPS) pour la conservation des espèces d'oiseaux énumérées à l'annexe I de la directive «Oiseaux» ainsi que des oiseaux migrateurs et de zones spéciales de conservation (ZSC) pour la conservation des types d'habitats et d'espèces animales et végétales énumérées aux annexes I et II de la directive «Habitats».
7. p. 38 On constate ainsi qu'aucune grande agglomération n'est située à l'extérieur de l'empreinte sonore des infrastructures linéaires qui les desservent et que la surface des zones urbanisées extérieures à l'empreinte sonore des infrastructures linéaires, est inférieure à 2 %. Il en est de même des infrastructures de transport ponctuelles ainsi que des sites industriels.
8. p. 38 Les tests présentés ont été réalisés en retenant, de manière forfaitaire, une distance de 3 500 m de part et d'autre des infrastructures autoroutières et des lignes ferroviaires à grande vitesse et de 1 500 m pour les autres infrastructures de transport.
9. p. 45 La pertinence de cet indicateur pourra évoluer en raison de l'utilisation des nouveaux référentiels en matière d'évaluation de la qualité des eaux superficielles (SEQ des cours d'eau)
10. p. 52 Citepa
11. p. 58 *Spatial and Ecological Assessment of the TEN : Demonstration of indicators and GIS methods*. Progress Report of the DG VII-DG XI- Eurostat-EEA. Working group of the SEA and the TEN, April 1998.
12. p. 58 Les bases de données ont été exploitées par le EEA European Topic Centre on Nature Conservation et le SIG utilisé pour l'évaluation environnementale du RTE-T a été développé par le EEA European Topic Centre on Land Cover.
13. p. 65 Interactions entre les réseaux de la faune et les voies de circulation. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication. Office fédéral des routes, décembre 2000.
14. p. 72 Le corridor Nord correspond à une partie des territoires appartenant aux six régions qui relient le Nord du bassin parisien aux frontières Nord de la France (Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Ile-de-France, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais et Picardie). Cette zone couvre dix-neuf départements sur une superficie de 91 300 km², soit près d'un cinquième du territoire national et concerne quelque 6 678 communes.

Annexe VI

Strategic Environmental Assessment of Plans and Programs in the Transport Sector in France

A guidance document

In France, the development of a national transport policy has led to a large debate on environmental criteria and alternatives, but a formal system of Strategic Environmental Assessment is not yet been set up. Environmental approaches have been integrated into transport plans both at a national and urban level and needs for similar actions exist at a regional level.

Main objectives

The present methodological document is to develop and evaluate a number of indicators and GIS assessment methods and demonstrate their feasibility for an assessment of the plans and programmes in the French transport sector while taking the present data available into account.

A method

Four major environmental issues were highlighted and successfully tested : safeguard of biodiversity, preservation of quiet zones, protection of surface waters and groundwater resources, and preservation of air quality.

Safeguarding biodiversity

The fragmentation effect on ecosystems constitutes an important element of the adverse environmental impacts that infrastructures may have. Habitat fragmentation can be defined as the splitting of natural ecosystems into smaller and more isolated units. The impact of the transport plans and programmes on ecosystems will be evaluated by measuring the effect of fragmentation and isolating which the major infrastructure network has on ecosystems.

The evaluation process consists in :

- identifying the main land-unit areas which are separated by the existing transport networks,
- determining the proportion of land-unit areas showing a significant nature-conservation interest.
- classifying the land-unit areas in relation with their nature conservation interest,
- evaluating the induced land quality through the land-splitting effect of the scheduled transport plans and programs.

Preservation of tranquil zones

Noise harm is one of the most tangible and direct effects related to the use of transport infrastructures. Noise troubles do not only depend upon the traffic in the road but also upon the local environmental and meteorological conditions. This means that although noise levels can be really assessed and modelled at a local scale, it is much less straightforward to model noise impact at a national scale.

The methodology thus proposes to :

- identify quiet zones which are defined as areas where noise emissions from existing infrastructures are less than $L_{Aeq} 6 \text{ am-10 pm} = 45 \text{ dB(A)}$ (Areas where noise-produ-

cing human intrinsically present human activities are excluded). Although noise generated by transport infrastructures can be detected from the source track, as far as 500 m - 2 000 m for highways, or 1 400 m for the high speed train, according to the traffic, at this distance its level will not be high enough to have health effects, even if it can still generate a certain disturbance,

- map and classify within a geographical information system, the quiet zones according to their importance,
- assess within the geographical information system, the impacts of the scheduled transport plans and programmes while overlaying the intersections between the networks and the quiet areas.

Protecting of surface waters and groundwater resources

Infrastructure building and use can affect water quality because of air pollution due to exhaust emissions, fuel spills and pollutants associated with transport of hazardous materials. Surface and ground water quality are key elements for a healthy environment, and various kinds of protection measures are implemented both at the national and European level.

A type of indicator like those taken for biodiversity and quiet zones could be used to identify the quality surface water areas and the fragility of groundwater resources by determining the vicinity to new infrastructures.

The proposed methodology is to use a very simple indicator based on comparing surface waters with a high-quality standard and groundwater resources with a highlevel fragility.

However, complete tests for this indicator have not be performed, which is opposite to other indicators.

Preservation of air quality

The effect of motor vehicles on air quality is one of the best acknowledged involvement of environnement in transport activites. The emissions of air pollutants have large-scale effects on health and biodiversity.

In this exercice, we have proposed to evaluate the raw emissions of two majors air pollutants :

- Nitrogen oxides (NO_x): they are produced by Diesel-motor vehicles at much higher rates than petrol vehicles and they contribute to ozone formation ; thus they are typical of global and local impacts of transportation on air quality.
- Carbon dioxyde (CO_2): transportation is a major contributor to emissions of carbon dioxide, the most important greenhouse gas. Emissions from the transport sector (22 % of total emissions in the EU in 1996) increased by 9 % in the same period.

The methodology recommends to use a third indicator not directly bound to pollutant emisssions : energy consumption. Any infrastructure plan that reduces fuel use is beneficial to energy depletion, as well as it

slows down the climate change, acidification phenomenon and photochemical smog effect. Energy or fuel use is therefore an appropriate indicator for most global and regional impacts on the environment.

Data and tools used in the evaluation process

• *Data and information sources*

A first important task in this exercise has consisted in bringing together all necessary data into a single information system and checking their quality and fitness for use in the assessment.

Transport infrastructure data have been mainly obtained from databases taken out of IGN, BD Carto, BD Cartographes associés and Sicre (SETRA),

The databases on selected sites for nature conservation interest and nature inventories were available from the National Museum of Nature.

Data relative to Natura 2000 network were not available when the tests were performed.

The databases on water patterns are a compilation of various national databases : BD Carthage (watersheds in France), water agencies (quality of surface waters) and BRGM (vulnerability of groundwater resources).

• *Geographic Information System tools*

GIS tools (Map Info, Arc View) have been more especially used for the exercise because they can combine different databases and make overlays of different maps. The capacity of in present data and indicators to be transformed in maps facilitates the understanding and interpretation of the evaluation. It should be noted that the maps included in the present document are only very small scale cartographies which do not really justify so tiny details for the given in the databases.

• *Feasibility and soundness of the proposed method*

The initial selection of indicators has been settled on the following criteria :

- relevance regarding the France environmental objectives and targets,
- applicability on a national level,
- feasibility in terms of the available data,
- soundness of the method, each indicator theoretically being well founded in technical terms and well fitted to the information system.

Some limits should be raised concerning data availability (databases should be readily available, adequately documented and updated at regular intervals) and data processing that should be performed at a reasonable cost/benefit ratio.

Some elements of this method (splitting of nature-conservation areas, quiet zones) have been directly applied to the Strategic Environmental Assessment of the Trans-European Transport Network (TEN).

Dans la même collection

•••
*Suivi et évaluation environnementale des contrats
 de plan Etat-Région.*

Corinne Larrue et Michel Lerond

•••
*Evaluation environnementale préalable
 des contrats de plan Etat-Région
 et documents uniques de programmation.
 2000-2006.*

Corinne Larrue

•••
*Espaces naturels non bâtis. Diagnostic
 et gestion écologiques*

Agnès Baule, Beca environnement

•••
*Evaluation environnementale des directives territo-
 riales d'aménagement. Guide méthodologique.*

Michèle Eybalin

•••
*Opérations routières.
 Suivi et évaluation environnementale*

Michel Lerond et Philippe Thievent

•••
*L'étude d'impact sur l'environnement
 Objectifs, cadre réglementaire,
 conduite de l'évaluation*

Patrick Michel

Ces ouvrages sont disponibles auprès
 de la documentation du ministère de l'aménagement
 du territoire et de l'environnement
 Directions des études économiques
 et de l'évaluation environnementale
 Tél. : 01 42 19 18 88 Fax : 01 42 19 19 77
[http ://www. environnement. gov. fr](http://www. environnement. gov. fr)
 Imprimé sur papier recyclé sans chlore