Morcellement du paysage en Suisse

Analyse du morcellement 1885–2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire

Version succincte

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la statistique OFS

Neuchâtel, 2007

La série «Statistique de la Suisse»
publiée par l'Office fédéral de la statistique (OFS)
couvre les domaines suivants:

0 Bases statistiques et produits généraux

1 Population

2 Espace et environnement

3 Vie active et rémunération du travail

4 Economie nationale

5 Prix

6 Industrie et services

7 Agriculture et sylviculture

8 Energie

9 Construction et logement

10 Tourisme

11 Transports et communications

12 Monnaie, banques, assurances

13 Protection sociale

14 Santé

15 Education et science

16 Culture, société de l'information, sport

17 Politique

18 Administration et finances publiques

19 Criminalité et droit pénal

20 Situation économique et sociale de la population

21 Développement durable et disparités régionales et internationales

Morcellement du paysage en Suisse

Analyse du morcellement 1885–2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire

Version succincte

Auteurs Dr. Jochen Jaeger
René Bertiller
Christian Schwick

Editeurs Office fédéral de la statistique (OFS)
Office fédéral des routes (OFROU)
Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Office fédéral du développement territorial (ARE)

Office fédéral de la statistique (OFS)
Neuchâtel, 2007

Editeurs:	Office fédéral de la statistique (OFS), Office fédéral des routes (OFROU), Office fédéral de l'environnement (OFEV), Office fédéral du développement territorial (ARE)
Complément d'information:	umwelt@bfs.admin.ch ou 032 713 67 40, jjaeger@alcor.concordia.ca
Auteurs:	Dr. Jochen Jaeger, EPF de Zurich, Département des sciences de l'environnement, René Bertiller, ingénieur forestier EPF, Zurich, Christian Schwick, géographe, Zurich
Groupe de suivi:	Hans-Ulrich Aeberhard (Office fédéral des routes), Reto Camenzind (Office fédéral du développement territorial), Dr. Otto Holzgang (Station ornithologique suisse de Sempach), Patricia Jungo (Office fédéral de la statistique), PD Dr. Felix Kienast (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf), Andreas Lienhard (Service de la protection de la nature du canton de Zurich), Ueli Roth (Sigmaplan, Berne), Dr. Gilbert Thélin (Office fédéral de l'environnement), Laurent Zecha (Office fédéral de la statistique), Kurt Zollinger (Division Routes du canton de Zurich)
Référence bibliographique:	Jaeger, J., Bertiller, R., Schwick, C. (2007): Morcellement du paysage en Suisse: Analyse du morcellement 1885–2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire, version succincte, Office fédéral de la statistique, Neuchâtel. 36 p.
Délai rédactionnel:	04.04.2007
Diffusion:	Office fédéral de la statistique, CH-2010 Neuchâtel Tél. 032 713 60 60 / fax 032 713 60 61 / e-mail: order@bfs.admin.ch
Numéro de commande:	867-0200
Prix:	10 francs (TVA excl.)
Série:	Statistique de la Suisse
Domaine:	2 Espace et environnement
Langue du texte original:	Allemand
Traduction:	Services linguistiques de l'OFS
Autres langues:	Ce rapport est également disponible en allemand et en anglais (numéros de commande 866-0200 et 868-0200, respectivement)
Photo du graphisme de couverture:	Service cantonal d'archéologie, Zurich
Graphisme/layout:	Dr. Markus Kappeler, Röschenz

Copyright:	OFS, Neuchâtel 2007 La reproduction est autorisée, sauf à des fins commerciales, si la source est mentionnée.

ISBN:	978-3-303-02106-4

Table des matières

Avant-propos 5

Résumé 7

1 Introduction 9

1.1 Les paysages suisses sont de plus en plus morcelés 9
1.2 Aspects étudiés et objectifs 12

2 Méthodologie 13

2.1 Largeur effective de maille et densité effective de mailles 13
2.2 Géométries de morcellement et base de données 15

3 Résultats 17

3.1 Situation actuelle 17
3.2 Séries temporelles de 1885 à 2002 19
3.3 Comparaison avec d'autres pays 24
3.4 Morcellement du paysage et corridors faunistiques 25
3.5 Extrapolation de tendance pour les années 2020 et 2050 27

4 Conclusions 29

4.1 Utilisation des résultats dans l'observation du territoire et de l'environnement 29
4.2 Propositions pour endiguer le morcellement du paysage 30

Annexe 35

Avant-propos

L'urbanisation, le mitage et le morcellement du paysage sont des phénomènes globaux qui ne se limitent pas à la Suisse ou à l'Europe. Un rapport récent de l'Agence européenne pour l'environnement, intitulé «L'étalement urbain en Europe – un défi environnemental ignoré», identifie les domaines dans lesquels il est urgent d'agir et propose de développer des prescriptions européennes pour endiguer le mitage du territoire. On lutterait par la même occasion contre le morcellement croissant des paysages.

Le développement urbain et l'aménagement des réseaux de transport dépendent étroitement l'un de l'autre. Les voies de communication soutiennent le développement économique, mais elles morcellent aussi le paysage. Pour l'homme et l'animal, les routes à haut débit et les tronçons ferroviaires à haute vitesse représentent des obstacles presque infranchissables. Pour les petits animaux et les insectes qui ne peuvent voler, même les routes locales peu fréquentées constituent des barrières. La taille des diverses surfaces non bâties joue également un rôle important, de même que la manière dont elles sont reliées – ou non – avec les espaces qui les entourent. En effet, chaque espèce animale doit disposer d'une surface minimale spécifique pour survivre à long terme en un endroit donné. Le morcellement du paysage est considéré comme l'une des principales causes du recul des populations animales, des menaces qui affectent la biodiversité, ainsi que de la réduction des espaces de délassement en Europe centrale. Il dégrade aussi la spécificité et le caractère des paysages, ainsi que leur qualité pour les loisirs.

La présente version succincte du rapport s'adresse à tous les acteurs du monde politique, de l'administration et des bureaux spécialisés qui s'occupent en Suisse de planification des transports et d'aménagement du territoire, ainsi qu'aux personnes intéressées dans le grand public. Elle résume les principales données d'une étude plus vaste, dont la réalisation a été accompagnée par quatre offices fédéraux (ARE, OFEV, OFROU, OFS) et cinq autres institutions.

La nouvelle mesure du degré de morcellement définit une composante importante de la qualité du paysage. Les séries temporelles de cet indicateur permettent de savoir si la situation d'un espace se dégrade, et si oui à quelle vitesse. Elles permettent aussi de prédire dans quelle mesure la qualité du paysage devrait en souffrir. Le but des travaux était de connaître le degré de morcellement de la Suisse et son évolution au cours des 120 dernières années. Cette valeur a aussi été calculée pour les divers cantons ainsi que pour certaines parties de la Suisse.

La collaboration entre l'Office fédéral des routes (OFROU) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a fait ses preuves dans le domaine des corridors faunistiques et des passages à faune. Il est donc naturel d'espérer renforcer aussi l'attention portée aux autres conséquences du morcellement, par exemple les relations entre le développement urbain et la fragmentation du territoire, afin de résoudre les problèmes actuels.

Gilbert Thélin
Président du groupe de suivi

Résumé

Ces dernières décennies, le morcellement du paysage s'est fortement accru dans presque toutes les régions du pays. Le projet présenté ici a établi des bases méthodologiques et élaboré des données sur le degré de morcellement de la Suisse. Il a examiné des séries temporelles allant de 1885 à 2002 en tenant compte de divers niveaux d'analyse: l'ensemble de la Suisse, les régions biogéographiques, les cantons et les districts, les paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale, ainsi que les sites marécageux. Les variables utilisées pour mesurer le degré de morcellement sont la *largeur effective de maille* (m_{eff}) et la *densité effective de mailles* ($s_{eff} = {}^{1}/_{m_{eff}}$). La largeur effective de maille correspond à la taille des «mailles» créées par le réseau de voies de communication et de surfaces bâties. La densité effective de mailles indique le nombre de mailles pour 1000 km² de surface.

Depuis 1885, la largeur effective de maille a reculé de 70 % en Suisse, passant de 580 à 176 km². La densité effective de mailles s'est par conséquent accrue de 230 % durant cette période, passant de 1,7 à 5,7 mailles pour 1000 km². Sur le Plateau et dans le Jura, le morcellement est nettement plus prononcé que dans les Alpes. Le nombre effectif de mailles pour 1000 km² a ainsi augmenté de 280 % sur le Plateau (de 24,6 à 92,8).

Le degré de morcellement varie fortement d'un canton à l'autre, allant de 0,5 km² à Bâle-Ville à 635 km² à Glaris. La largeur effective de maille est nettement plus importante dans les cantons de montagne que dans ceux du Plateau et, surtout, que dans les cantons urbains. Les huit cantons les plus fortement morcelés sont Bâle-Ville, Genève, la Thurgovie, l'Argovie, Zurich, Zoug, Schaffhouse et Bâle-Campagne. La largeur effective de maille y est inférieure à 10 km². A l'inverse, ce sont les cantons de Glaris, d'Uri, du Tessin, de Nidwald, des Grisons et d'Obwald qui présentent la plus grande largeur effective de maille (plus de 300 km²).

Le degré de morcellement est un indicateur approprié du caractère du paysage, ainsi que de la menace qui pèse sur les espèces et sur les habitats (biodiversité). Comme il s'agit d'une valeur simple à comprendre et à mesurer, il est désormais possible de contrôler de manière concrète l'efficacité des mesures et des objectifs fixés pour le développement du paysage. Des études similaires sur le morcellement du paysage ont été menées avec la même méthode dans le Bade-Wurtemberg, en Hesse, en Bavière et dans le Haut-Adige, notamment.

Une version plus détaillée de la présente publication est parue sous la forme d'un rapport auprès de l'Office fédéral des routes (Bertiller et al. 2007).

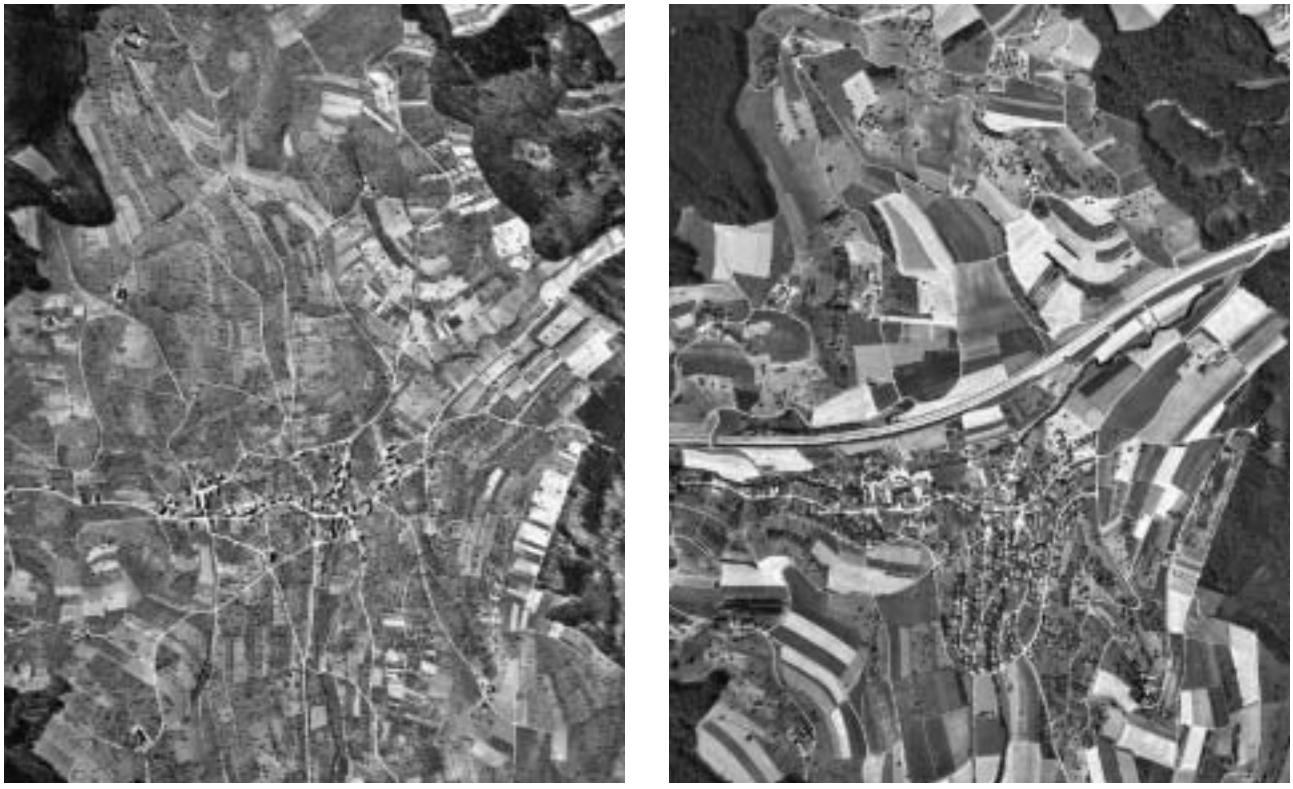
1 Introduction

1.1 Les paysages suisses sont de plus en plus morcelés

Le réseau de transport n'a cessé de se densifier en Suisse et les zones bâties se sont fortement développées. Conséquence: les habitats des animaux sauvages, les zones de délassement de l'homme et les paysages sont de plus en plus morcelés. Les espaces paysagers encore entiers («mailles de paysage») diminuent de taille. Le projet de recherche «Morcellement du paysage en Suisse» montre combien cette fragmentation a augmenté au cours des 120 dernières années.

La plupart du temps, les changements affectent le paysage de manière progressive et ne sont donc guère spectaculaires pour l'homme. Ce n'est qu'au cours des décennies que l'on prend toute la mesure de ces modifications. La figure F1 en présente un exemple frappant issu du canton de Bâle-Campagne: en l'espace de 40 ans, la localité s'est fortement étendue, l'autoroute a été construite, des arbres fruitiers et de petites structures paysagères ont été éliminés, les petites surfaces maraîchères ont été regroupées en grandes parcelles.

Entre 1950 et 2000, les surfaces bâties ont quasiment doublé en Suisse (Jaeger et al., en préparation). Chaque année, les bâtiments et les infrastructures recouvrent de nouvelles surfaces d'un ordre de grandeur de 2100 ha. Par conséquent, la largeur effective de maille – une variable mesurant la taille des «mailles» au sein du réseau de voies de communication et de surfaces urbaines – a diminué de 70 % depuis 1885 et de 47 % depuis



F 1 Exemple d'évolution du paysage en Suisse: vues aériennes d'Arisdorf (Bâle-Campagne) en 1953 (à gauche) et en 1994 (à droite). Le morcellement dû à l'autoroute est bien visible, de même que d'autres grandes modifications (photos tirées de Tanner 1999; © prises de vues de l'Office fédéral de topographie swisstopo).

1935. Elle était ainsi de 580 km² en 1885, de 332 km² en 1935 et de 176 km² en 2002.

Depuis déjà trente ans, les scientifiques et le monde politique considèrent que le morcellement du paysage est un problème environnemental. La Conception «Paysage suisse» de 1998 pose ainsi les objectifs suivants: «minimiser l'effet de coupure biologique des installations de transport existantes ou à créer» et «réduire au minimum la construction d'immeubles, d'infrastructures et d'installations; les concentrer et promouvoir les réseaux écologiques». La «Stratégie 2002 pour le développement durable» du Conseil fédéral fixe comme but de «stabiliser la surface d'urbanisation au niveau actuel d'environ 400 m² par habitant», parce que la croissance incontrôlée des zones urbanisées provoque le morcellement du paysage et rend difficile une organisation des transports apte à ménager les ressources.

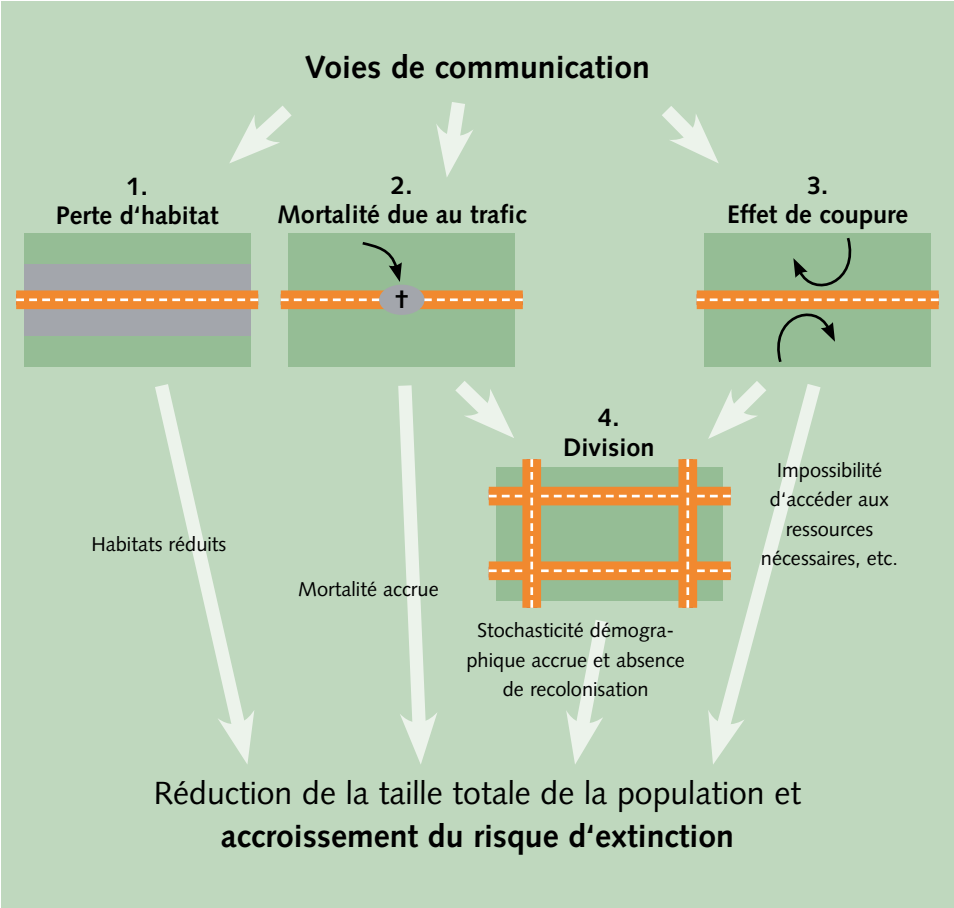
Les principes directeurs «Paysage 2020», qui datent de 2003, fournissent des valeurs cibles pour le morcellement du paysage: «préserver intégralement les surfaces non morcelées de 50 km² et plus (aucune route des catégories I et II), … sauvegarder les unités paysagères libres de construction d'au moins 5 km²». Dans le Rapport 2005 sur le développement territorial, diverses mesures ont été proposées pour aménager le développement urbain de manière plus durable. Le Plan sectoriel des transports de 2006 se fixe pour objectif de protéger les paysages contre les atteintes dues aux infrastructures de transport.

La présente étude montre que toutes ces mesures et d'autres encore doivent être mises en œuvre plus rapidement et plus efficacement si l'on souhaite ralentir le morcellement du paysage. De nombreuses études scientifiques prouvent que le morcellement des habitats et des paysages a de vastes conséquences. A côté de l'intensification de l'agriculture, des apports excessifs d'azote et du nivellement du régime des eaux, le morcellement du paysage par les voies de communication et les constructions est l'une des principales causes de la régression des populations animales et de la diversité des habitats.

Morceler le paysage revient à briser des relations écologiques bien établies entre ses divers secteurs, par exemple en fragmentant des habitats (figure F2). Cela porte à conséquence non seulement pour les habitats concernés, mais pour l'ensemble de l'écosystème touché. La fragmentation modifie aussi l'apparence du paysage. En outre, le bruit et la pollution de l'air ont une incidence négative sur la qualité du paysage comme lieu de délassement.

Pour les animaux qui vivent au sol, le morcellement sépare les unes des autres plusieurs sous-populations (figure F3). Non seulement les animaux sont décimés par le trafic, mais ils ne peuvent plus non plus procéder à suffisamment d'échanges (génétiques) entre les groupes. Cela augmente le risque d'extinction, si bien que les populations séparées réagissent aussi plus fortement aux facteurs naturels de stress que sont par exemple les conditions météorologiques (figure F4). Le morcellement réduit ainsi la résilience des populations animales, soit leur capacité à se régénérer après les événements qui leur portent atteinte. Lorsqu'une population

F 2 Un triangle autoroutier divise le territoire en plusieurs habitats de plus petite taille. En Suisse, les autoroutes sont infranchissables pour de nombreux animaux sauvages, parce qu'elles sont clôturées (photo: Service cantonal d'archéologie, Zurich).

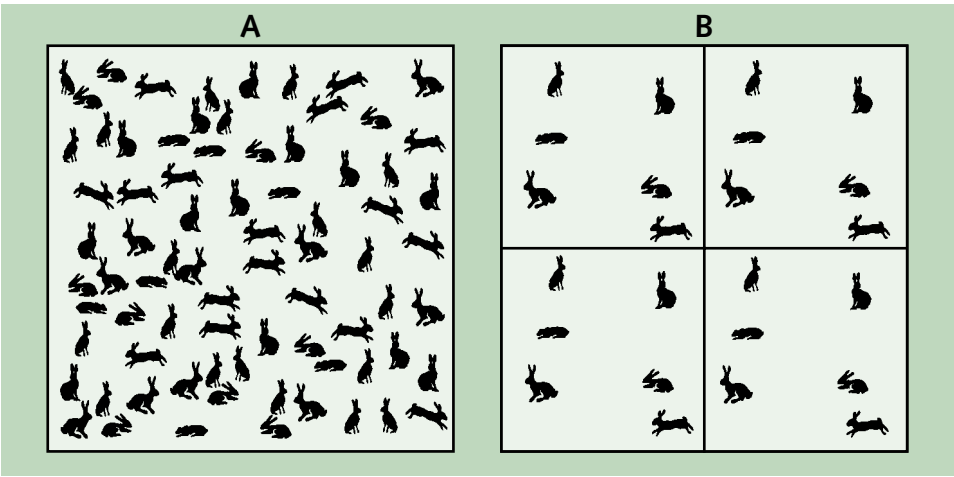


F 3 Les quatre principaux effets des voies de communication sur les populations animales (d'après Jaeger et al. 2005).

s'éteint dans un habitat, la barrière artificielle empêche sa recolonisation. Ce sont les espèces qui ont besoin d'un grand territoire ou qui présentent des densités de peuplement faibles – comme le lynx ou la martre – qui réagissent le plus fortement à la fragmentation et au rétrécissement de leurs habitats. La scission des populations est généralement d'autant plus néfaste que la surface d'habitat encore disponible est petite.

A l'instar des changements qui affectent le paysage, l'ampleur des conséquences négatives pour les populations animales et végétales ne se révèle souvent qu'après des décennies.

Même si l'on ne scindait plus aucun habitat et aucun paysage, des populations continueraient à disparaître ces prochaines décennies en raison des interventions déjà effectuées dans le territoire.



F 4 Influence du morcellement du paysage sur les populations animales. Les voies de communication divisent une population en plusieurs populations de plus petite taille, qui sont davantage exposées au risque d'extinction. Dans le cas des populations isolées (B), le nombre total d'individus est plus faible que pour le paysage intact (A) et le risque d'extinction plus élevé (figure modifiée à partir de Société suisse de biologie de la faune 1995).

1.2 Aspects étudiés et objectifs

Les paysages et les habitats encore proches de leur état naturel sont des ressources limitées qui ne peuvent pas être renouvelées. Le constat selon lequel le morcellement du paysage progresse malgré les diverses mesures prises et les objectifs fixés au plan politique a constitué le point de départ de la présente étude.

A quelle vitesse le morcellement du paysage a-t-il augmenté au cours des décennies passées? Où est-il le plus prononcé, où l'est-il le moins? Jusqu'ici, on ne disposait pas de données fiables à ce sujet. Le projet permettra désormais d'établir des objectifs précis en matière de morcellement des habitats et du paysage et de contrôler par la suite l'efficacité des mesures prises.

L'accent a été mis sur les questions suivantes:

1. *Quelle est l'ampleur du morcellement actuel de la Suisse?*
   - Quelles différences mesure-t-on au niveau des régions biogéographiques, des cantons et des districts?
   - Dans quelle mesure le morcellement de la Suisse est-il différent de celui des régions voisines?
2. *Comment le degré de morcellement a-t-il évolué en Suisse depuis 1885? Quand les plus fortes poussées de fragmentation ont-elles eu lieu et quelles ont été leurs causes?*
3. *Quelles problématiques plus spécifiques peut-on analyser à l'aide de cette méthode?*
   - Quel est le degré de morcellement des objets IFP et des sites marécageux? Le morcellement des objets IFP a-t-il évolué plus rapidement ou plus lentement que celui des autres surfaces?
   - Quel serait le degré de morcellement en Suisse en 2020 et 2050 si la tendance actuelle restait inchangée?
4. *Comment peut-on intégrer les résultats de l'analyse du morcellement dans la planification des transports et l'aménagement du territoire?*

Les résultats de l'étude servent à l'observation de l'environnement, par exemple dans le cadre du *Réseau suisse de données environnementales* (NUD-CH) et du *Monitoring de la biodiversité* (MBD). Ce dernier permet à l'Office fédéral de l'environnement de surveiller l'évolution de la diversité biologique en Suisse.

Les données sont également intéressantes pour le *Monitoring du développement durable* (MONET). En effet, ce système d'indicateurs ne disposait jusqu'ici d'aucune variable pour le morcellement du paysage.

Un autre but important du projet est de mieux sensibiliser les acteurs du monde politique et de l'administration à ce problème. C'est la raison pour laquelle l'étude suggère aussi une série de mesures à prendre.

2 Méthodologie

2.1 Largeur effective de maille et densité effective de mailles

Jaeger (2000) a développé la notion de «largeur effective de maille» afin de mesurer le degré de morcellement du paysage. Cette grandeur exprime la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire soient reliés, c'est-à-dire qu'ils ne soient pas séparés par des obstacles tels que des voies de communication ou des zones bâties. La probabilité de liaison et donc la largeur effective de maille sont d'autant plus faibles que les éléments fragmenteurs morcellent fortement le paysage. La possibilité pour l'homme et les animaux de se déplacer librement dans le paysage sans rencontrer de tels obstacles s'en trouve parallèlement réduite, de même que la probabilité que deux animaux d'une même espèce puissent se rencontrer, par exemple pour se reproduire.

Afin de pouvoir comparer les valeurs de différents espaces, la probabilité de liaison combinée à la taille du territoire observé est convertie en une valeur de surface: la largeur effective de maille, indiquée en kilomètres carrés. Lorsqu'un paysage est fragmenté de manière régulière en surfaces équivalant à la largeur effective de maille, on obtient la même probabilité de liaison qu'avec le canevas de morcellement original (figure F5). Une telle grille représente de manière expressive le morcellement du paysage.

F 5 Eléments fragmenteurs dans le paysage (à gauche) et largeur effective de maille représentée sous la forme d'une grille régulière (à droite).

La largeur effective de maille a rencontré beaucoup d'intérêt à l'Agence européenne pour l'environnement. Elle a déjà été utilisée notamment en Allemagne, en Italie et en France, et même au Canada et en Amérique du Sud. Elle continue à susciter de plus en plus d'intérêt au plan international.

Plutôt que de se demander quelle est la *taille* des «mailles», on peut également chercher à savoir quel est le *nombre* de mailles pour un territoire donné, par exemple pour une surface de 1000 km². Cette valeur exprime la densité effective de mailles s_{eff} (voir l'encadré 1 et la figure F6).

Le point fort de ces deux nouvelles variables réside dans leur capacité à décrire de manière parlante la structure spatiale des réseaux complexes de voies de communication et de surfaces bâties, à l'aide d'une valeur simple et compréhensible. Contrairement à la densité de voies de communication et à la taille moyenne des surfaces, elles permettent d'exprimer les changements qui affectent l'organisation spatiale des tronçons de voies de transport.

Encadré 1: Définition de la largeur effective de maille m_{eff} et de la densité effective de mailles s_{eff}

La définition de la *largeur effective de maille* m_{eff} repose sur la probabilité que deux points choisis au hasard soient situés dans une surface commune sans être séparés par un obstacle infranchissable. La formule de calcul est donc la suivante:

$$m_{eff} = \left(\left(\frac{S_1}{S_t}\right)^2 + \left(\frac{S_2}{S_t}\right)^2 + \left(\frac{S_3}{S_t}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{S_n}{S_t}\right)^2\right) \cdot S_t = \frac{1}{S_t} \cdot \sum_{i=1}^{n} S_i^2 \ ,$$

où n est le nombre de surfaces, S_1 à S_n sont les contenus des surfaces 1 à n, et S_t est la taille totale du paysage examiné.

La première partie de la formule indique la probabilité que deux points choisis au hasard fassent partie de la même surface. La deuxième partie (multiplication par la taille du paysage S_t) convertit cette probabilité en une surface. Cette dernière correspond à la taille d'une «maille» d'un réseau régulier présentant le même degré de morcellement et peut être comparée aux mailles d'autres territoires.

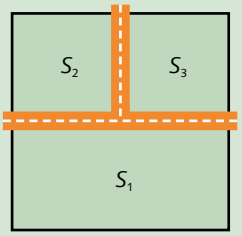
La *densité effective de mailles* s_{eff} décrit le nombre effectif de mailles pour 1000 km². Elle peut donc être déterminée très simplement à partir de la largeur effective de maille: il suffit de calculer combien de fois elle passe dans une surface de 1000 km². La formule est la suivante:

$$s_{eff} = \frac{1000\ \text{km}^2}{m_{eff}} \cdot \frac{1}{1000\ \text{km}^2} = \frac{1}{m_{eff}} \ .$$

La valeur de la densité de mailles s'élève lorsque le morcellement augmente (figure F6). Les deux valeurs contiennent donc la même information sur le paysage, mais la densité de mailles est plus appropriée pour l'identification de tendances. Jaeger (2000, 2002) fournit une description approfondie des deux valeurs.

Encadré 2: Un exemple simplifié de calcul de m_{eff} et s_{eff}

Un paysage est divisé en trois surfaces par des voies de communication:



$S_t = 4$ km²

La probabilité que deux points choisis au hasard soient situés sur la surface 1 (et soient donc reliés) se monte à:

$$\left(\frac{S_1}{S_t}\right)^2 = 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}25 \ .$$

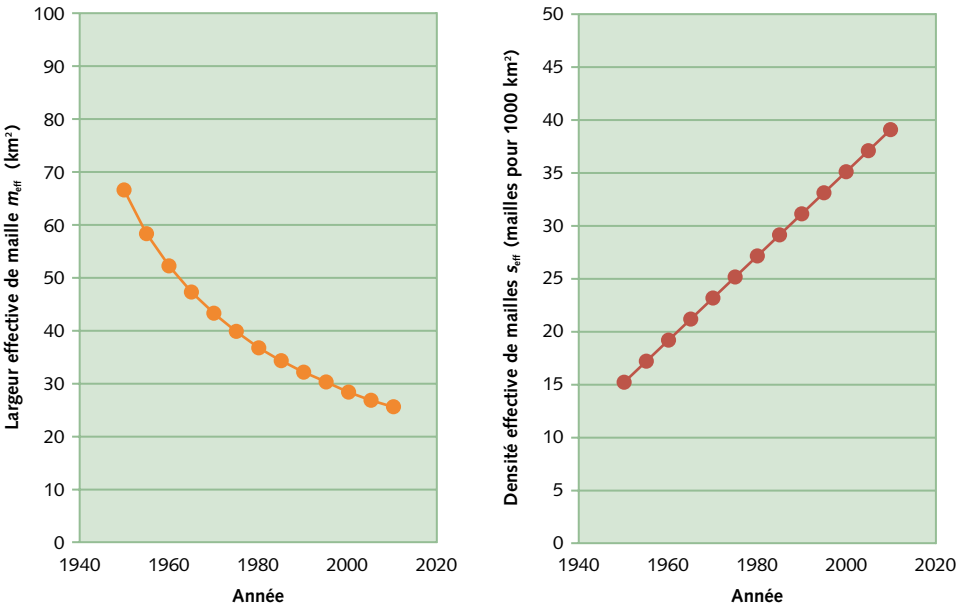
Pour les surfaces 2 et 3, cette probabilité est à chaque fois égale à $0{,}25^2 = 0{,}0625$. La probabilité que les deux points soient situés sur la surface 1, sur la surface 2 ou sur la surface 3 correspond à la somme des trois probabilités, soit 0,375.

En multipliant cette probabilité par la surface totale, on obtient la valeur recherchée *(largeur effective de maille)*: $m_{eff} = 0{,}375 \cdot 4\ \text{km}^2 = 1{,}5\ \text{km}^2$.

La *densité effective de mailles* s_{eff} est donc la suivante: $s_{eff} = 666{,}7$ mailles pour 1000 km².

L'une des conséquences de la relation qui unit la densité de mailles à la largeur de maille est que l'augmentation de la densité diffère de la diminution de la largeur lorsque toutes deux sont exprimées en pour-cent. C'est ce qu'illustre la figure F6. La largeur de maille a reculé de 61,5 % (de 66,7 à 25,6 km²), alors que la densité de mailles a progressé de 160 % (de 15 à 39 mailles pour 1000 km²).

Relation entre la largeur effective de maille et le nombre effectif de mailles pour 1000 km² (= densité effective de mailles): un exemple imaginaire **F 6**



Dans cet exemple, l'évolution suit une tendance constante. Une hausse linéaire de la densité de mailles correspond à une courbe de type $^1/_x$ dans le diagramme de la largeur de maille. Pour cette dernière, un ralentissement de tendance produit une courbe moins pentue, alors qu'une pente plus prononcée indique une accélération. Il est donc plus facile d'identifier les tendances dans le diagramme de la densité effective de mailles (à droite).

2.2 Géométries de morcellement et base de données

Comme les lacs et les montagnes jouent en Suisse un rôle important d'éléments fragmenteurs, il a fallu définir des géométries de morcellement (GM) distinctes de celles utilisées jusque-là pour appliquer la notion de largeur effective de mailles. Chaque GM prend en compte différemment les éléments fragmenteurs naturels et anthropiques (tableau T1).

On a alors constaté que l'influence des lacs et des montagnes situées à plus de 2100 m était si grande, pour bon nombre de territoires, qu'une comparaison avec des zones sans lacs et sans montagnes n'était pas judicieuse. La géométrie de morcellement 4 (GM 4) exclut donc des régions étudiées les lacs et les surfaces montagneuses situées au-dessus de 2100 m: avec GM 4, les limites des régions examinées ont été redéfinies et n'englobent plus que les surfaces de sol dont l'altitude est inférieure à 2100 m. D'autres questions

Définition des quatre géométries de morcellement et importance de celles-ci **T 1**

		Prise en compte des éléments fragmenteurs naturels		
		Aucune	Les montagnes (>2100 m), les lacs et les cours d'eau sont considérés comme des obstacles.	Les montagnes (>2100 m), les lacs et les cours d'eau sont exclus de l'espace de référence.
Eléments fragmenteurs créés par l'homme (autoroutes, chemins de fer, routes et zones bâties)	Jusqu'aux routes de classe 2	–	**GM 2**: éléments fragmenteurs jusqu'à la classe 2	–
	Jusqu'aux routes de classe 3	**GM 1**: pression de la société	**GM 3**: éléments fragmenteurs jusqu'à la classe 3	**GM 4**: surfaces de sol en dessous de 2100 m

Années de référence et données utilisées pour la série temporelle concernant le morcellement du territoire en Suisse **T 2**

Année	Données utilisées
2002	VECTOR25 (relevés réalisés entre 1996 et 2002)
1980	Carte nationale 1:100 000 (intervalle allant de 1977 à 1982)
1960	Carte nationale 1:100 000 (intervalle allant de 1957 à 1966)
1935	Carte nationale 1:100 000 (mise à jour des feuilles: 1930 à 1936, sauf Monte Rosa 1926)
1885	Carte Dufour (mise à jour des feuilles: 1884 à 1886, sauf Mattertal 1869)

de détail ont également dû être réglées. Par exemple, lorsqu'une voie de communication passe dans un tunnel sur plus d'un kilomètre, le paysage de ce tronçon n'est pas considéré comme morcelé. Les tunnels moins longs sont traités comme des voies de communication normales.

Chaque géométrie de morcellement a ses forces et ses faiblesses. Ce sont donc le contexte et le but de l'étude qui déterminent quelle GM est la plus appropriée. Dans cette version succincte, seuls les résultats obtenus avec GM 4 sont commentés, parce qu'on peut mieux les comparer d'un territoire à l'autre. Pour analyser le morcellement de manière détaillée dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement ou d'une évaluation environnementale stratégique, il est toutefois plus approprié de combiner les quatre GM que d'en utiliser une seule.

Les cartes nationales aux échelles 1:25 000 et 1:100 000 ont servi de données de base (tableau T2). Comme elles sont très précises et que les relevés ont été faits de manière uniforme pour l'ensemble de la Suisse, les résultats sont eux aussi très exacts.

Pour analyser le morcellement du paysage à des époques révolues, il a fallu numériser des cartes historiques (figure F7). Le projet a examiné la période allant de 1885 à 2002 en prenant en compte cinq années de référence (1885, 1935, 1960, 1980, 2002). Il s'agit actuellement de la plus longue série temporelle disponible pour ce qui est du morcellement du paysage.

F 7 Plusieurs années de référence pour un même extrait de carte (à gauche = 1885, au milieu = 1960, à droite = 2002). Reproduit avec l'autorisation de Swisstopo (BA071297).

3 Résultats

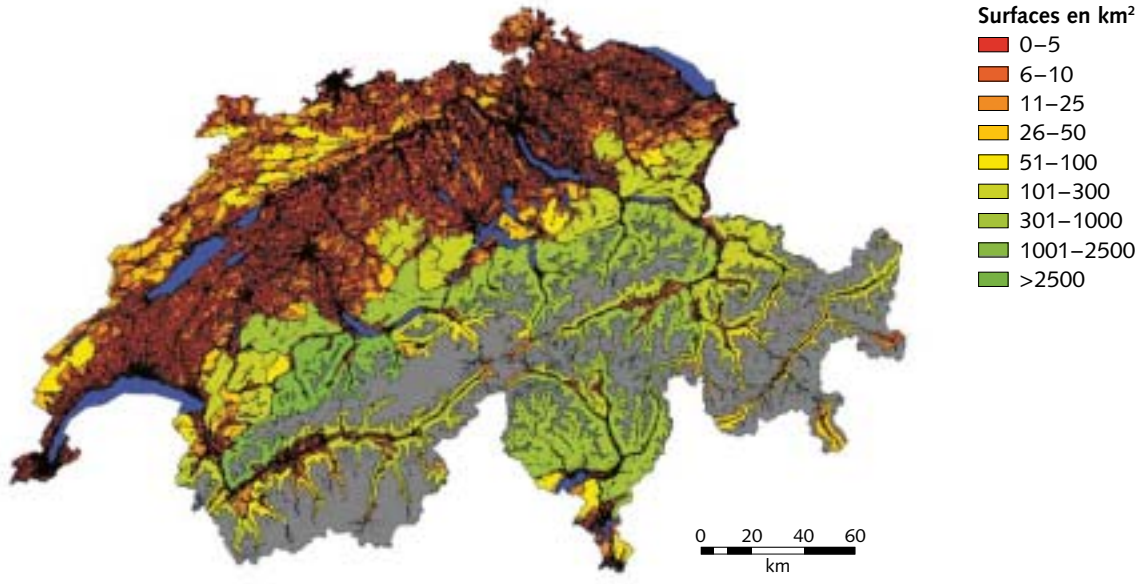
3.1 Situation actuelle

Le Plateau et le Jura font partie des régions d'Europe centrale les plus morcelées (figures F8 et F9). En 2002, la largeur effective de maille sur le Plateau atteignait à peine 11 km² (figures F9 et F10). Cela correspond à 93 mailles pour 1000 km². Dans le Jura, elle se montait à 19 km² (53 mailles pour 1000 km²). Ces valeurs et toutes celles indiquées par la suite s'appliquent aux surfaces de sol situées à moins de 2100 m d'altitude (géométrie de morcellement 4, voir section 2.2).

fonds de vallée des régions alpines sont quant à eux très morcelés, avec une largeur effective de maille parfois encore plus faible que sur le Plateau. Pour l'ensemble de la Suisse, on obtient ainsi une largeur effective de maille de 176 km² (figure F9).

La carte de la figure F11 permet de voir combien il existe encore d'espaces non morcelés (ENM) d'une taille minimale donnée. On prend souvent pour tailles minimales 50 et 100 km². Sur une surface de 100 km², une personne désireuse de se détendre peut faire une randonnée d'un jour sans être dérangée et sans devoir

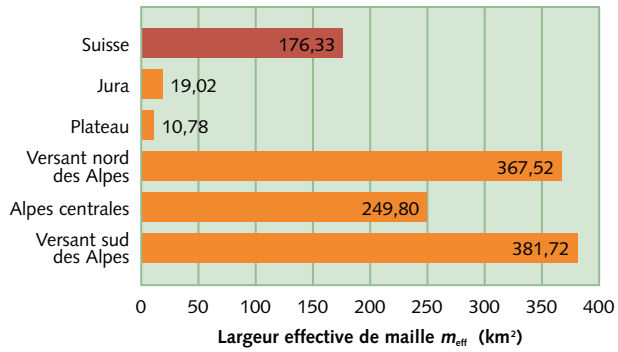
Carte du morcellement de la Suisse en 2002 pour les «surfaces de sol en dessous de 2100 m» (GM 4) **F 8**



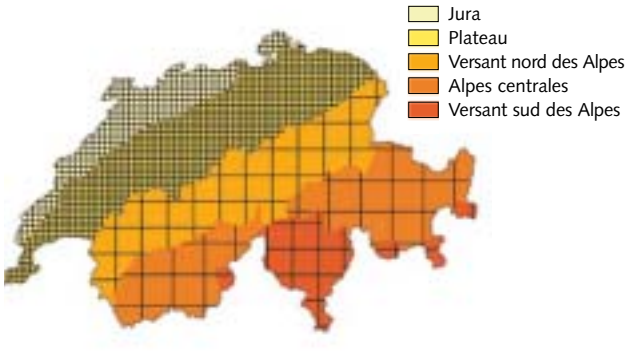
En comparant les grands espaces naturels (figure F10), on voit combien le degré de morcellement change d'une région à l'autre à l'intérieur de la Suisse. Dans les régions alpines, la largeur effective de maille est 20 à 35 fois plus élevée que sur le Plateau: elle varie entre 250 et 380 km². Dans les Alpes centrales, cette valeur est plus faible que dans les Préalpes du nord et du sud. Les

traverser de voie de communication. Le nombre de ces grands espaces, toutefois, n'est souvent guère parlant en soi: il peut augmenter parce que l'on divise un très grand espace en deux grands espaces (le morcellement s'accentue), comme il peut diminuer parce que l'on démolit un élément fragmenteur de telle manière que deux espaces plus petits se combinent pour en former

Largeur effective de maille en Suisse et dans les cinq grandes régions en 2002 pour les «surfaces de sol en dessous de 2100 m» (GM 4) **F 9**



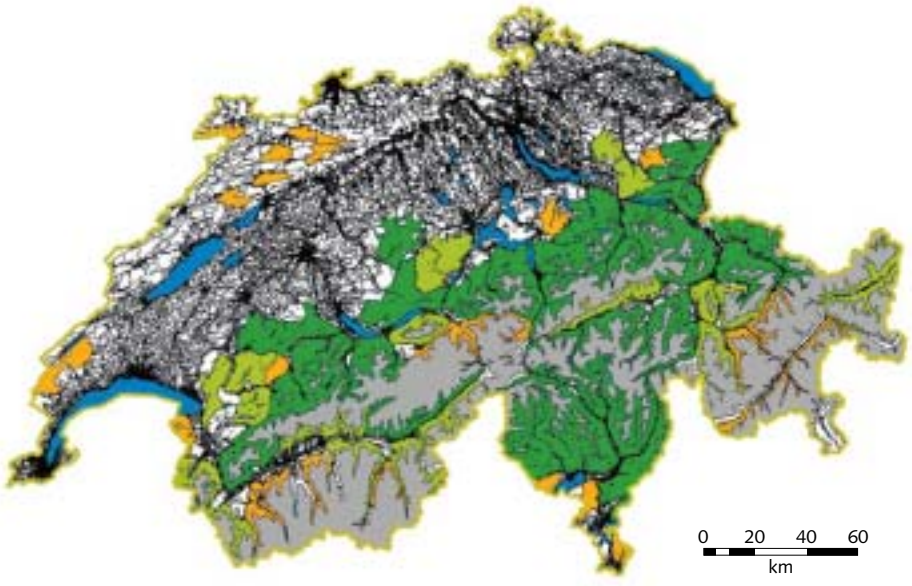
Représentation schématique de la largeur effective de maille dans les cinq grandes régions en 2002 pour les «surfaces de sol en dessous de 2100 m» (GM 4) **F 10**



un grand (le morcellement diminue). Il est donc plus pertinent de considérer la proportion de grandes surfaces dans l'ensemble du territoire national. Les ENM de plus de 100 km² (sans les lacs et sans les surfaces de montagne au-dessus de 2100 m) constituent encore une assez grande partie du territoire (26 %). Cela tient toutefois presque exclusivement aux grands espaces non morcelés des Préalpes et des Alpes. Si l'on inclut les lacs et les surfaces de montagne situées à plus de 2100 m d'altitude, cette proportion est de 53 %. Dans le Jura, il n'y a plus actuellement d'ENM de plus de 100 km² (contre 27 % en 1885). Ces espaces constituent 3 % de l'ensemble du Plateau (figure F11).

Le degré de morcellement varie aussi fortement d'un canton à l'autre, allant de 0,5 km² à Bâle-Ville à 635 km² à Glaris (figure F12). La largeur effective de maille est nettement plus importante dans les cantons de montagne que dans ceux du Plateau et, surtout, que dans les cantons urbains. Les huit cantons les plus fortement morcelés sont Bâle-Ville, Genève, la Thurgovie, l'Argovie, Zurich, Zoug, Schaffhouse et Bâle-Campagne. La largeur effective de maille y est inférieure à 10 km².

Carte des grands espaces non morcelés (ENM) dès 50, 100 et 200 km² en 2002 **F 11**

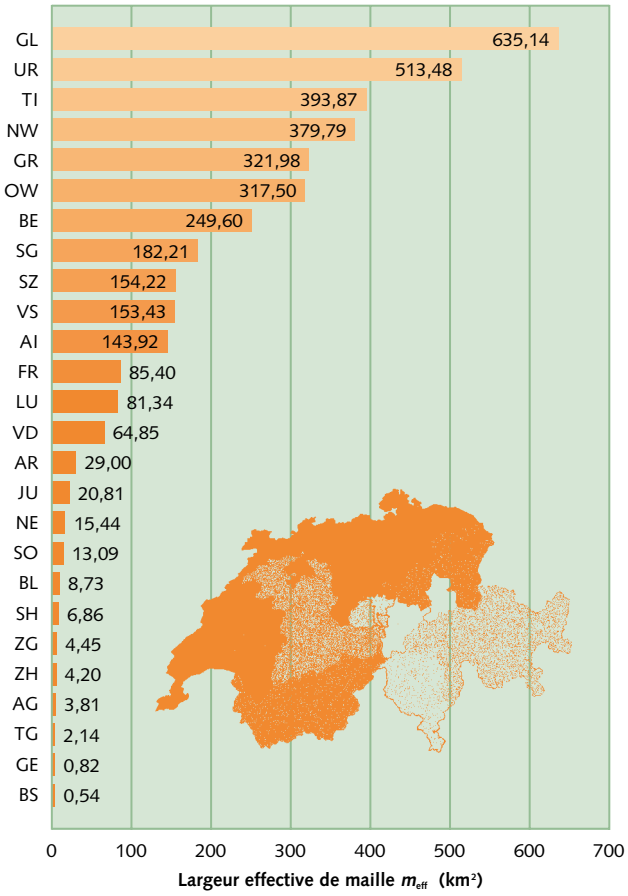


Frontières de la Suisse

Lacs
Surfaces >2100 m d'altitude
Infrastructures de transport et zones bâties
<50 km²
ENM: ≥50, <100 km²
ENM: ≥100, <200 km²
ENM: ≥200 km²

On remarque qu'il n'existe plus aucune surface de plus de 100 km² dans le Jura et qu'il n'y en a plus guère non plus sur le Plateau (3 %).

Classement des cantons selon leur degré actuel de morcellement (2002) **F 12**



A l'inverse, ce sont les cantons de Glaris, d'Uri, du Tessin, de Nidwald, des Grisons et d'Obwald qui présentent la plus grande largeur effective de maille (plus de 300 km²). Le canton de Berne, quant à lui, s'étend sur différents espaces naturels. Sa largeur effective de maille est donc influencée par les différentes conditions propres à ces espaces: avec 250 km², elle se situe entre les extrêmes représentés par les cantons alpins et les cantons urbains.

A côté des valeurs des cinq grandes régions et des 26 cantons, on a également calculé le morcellement des 32 régions biogéographiques, des 181 districts, des 163 objets IFP (Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale) et des 89 sites marécageux d'importance nationale (voir le rapport détaillé, Bertiller et al. 2007).

3.2 Séries temporelles de 1885 à 2002

Les séries temporelles concernant l'évolution du morcellement montrent que la largeur effective de maille a fortement diminué en Suisse depuis 1885, puisqu'elle s'est réduite de 70 %. Elle était de 580 km² en 1885, de 332 km² en 1935 et de 176 km² en 2002 (figure F 13). Le nombre de «mailles» pour 1000 km² (la densité effective de mailles) s'est par conséquent accru de 230 %, passant de 1,7 en 1885 à 3,0 en 1935 et à 5,7 en 2002.

Pour interpréter plus facilement les tendances, les figures présentent toujours côte à côte la largeur effective de maille et la densité effective de mailles. Cette dernière est plus appropriée pour lire les tendances, puisqu'elle les fait apparaître sous la forme d'une courbe ascendante (voir aussi la figure F 6).

Les cinq grandes régions

Pour toutes les époques, les densités effectives de mailles du Plateau et du Jura sont très nettement supérieures à celles des trois grandes régions alpines (figure F 14). Entre 1885 et 1935, cette densité a déjà nettement augmenté dans toutes les grandes régions. Toutefois, la hausse a été plus faible sur le versant sud des Alpes et dans les Alpes centrales que dans les trois autres grandes régions.

Pour toutes les régions à l'exception du Jura, c'est entre 1960 et 1980 que l'on a enregistré la plus forte augmentation de la densité effective de mailles (figure F 14). Durant cette période, l'évolution négative a notamment été accélérée par la construction des autoroutes. Après cette phase de construction intensive, les principales voies de communication de Suisse étaient généralement en place, raison pour laquelle la pente de la plupart des courbes diminue par la suite, aussi bien pour la densité effective de mailles que pour la largeur effective de maille (figure F 14). Dans les Alpes centrales, la tendance n'a cependant pas fléchi depuis 1960.

C'est dans le Jura que l'évolution est la plus frappante: la densité effective de mailles y a progressé à un taux constant depuis 1935. On n'y perçoit aucun signe de ralentissement.

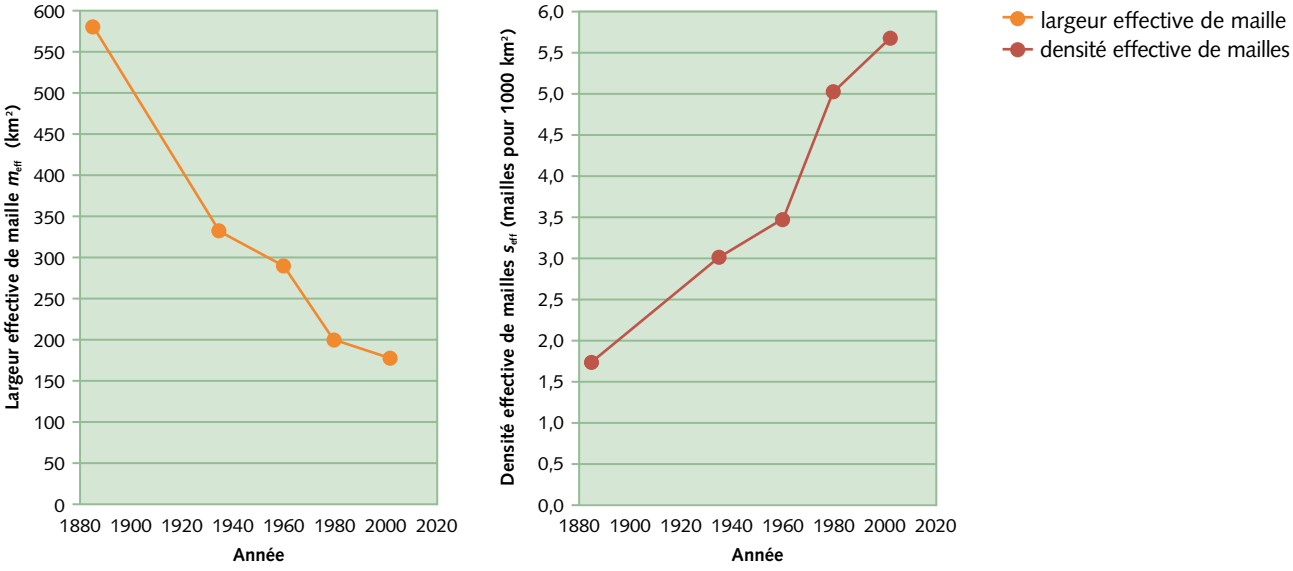
Le premier chemin de fer de Suisse a été construit en 1856. Jusqu'en 1935, les tracés ferroviaires se sont encore fortement étendus: entre 1885 et 1935, la longueur du réseau suisse s'est accrue d'environ 50 %. Par la suite, le réseau ferroviaire n'a plus que faiblement évolué. Par conséquent, dès 1935, le réseau routier joue un rôle bien plus important que les chemins de fer dans

l'accroissement du morcellement du paysage. L'influence du réseau ferroviaire serait plus nettement visible si la comparaison portait sur une époque antérieure à 1900, par exemple 1850.

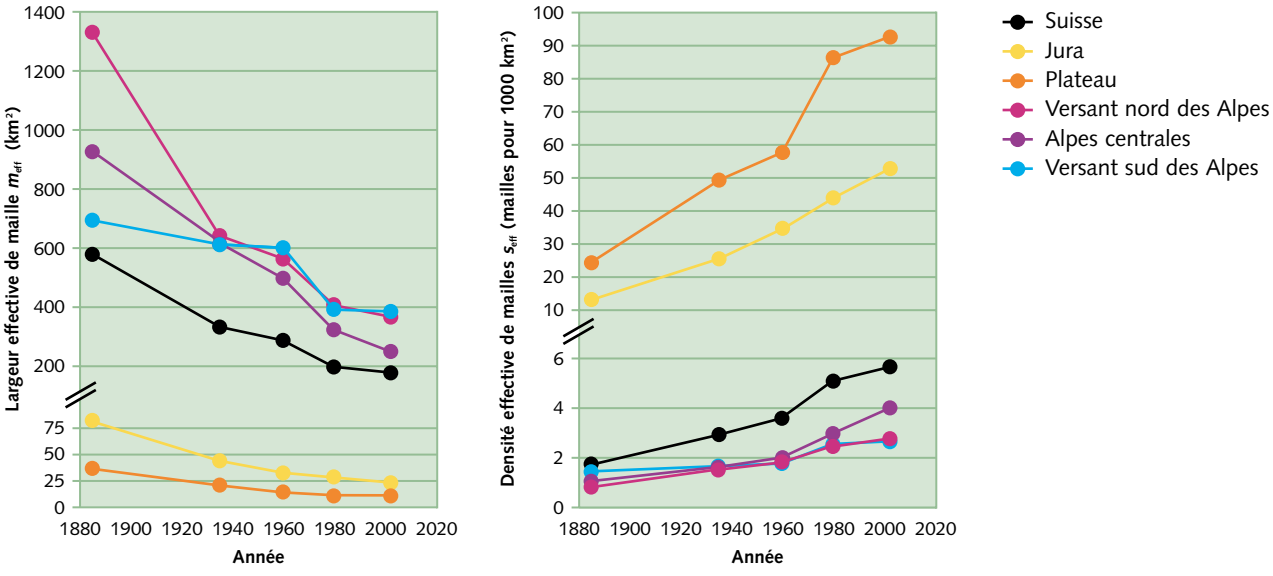
Au moment d'interpréter les données, il faut garder à l'esprit que les catégories de routes de 1885 et 1935 ne correspondaient pas véritablement aux catégories actuelles: leur effet fragmenteur était nettement plus faible.

Le volume de trafic était moindre, les routes étaient moins larges et leurs fondations moins importantes. La hausse du taux de morcellement est donc en réalité encore plus prononcée que ne le suggèrent les différences de valeurs au cours des décennies. On pourrait certes envisager d'appliquer une méthode plus précise, mais il faudrait alors disposer de données sur les intensités de trafic pour les années de référence, ce qui n'est généralement pas le cas.

Evolution de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles pour la Suisse **F 13**



Evolution de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles dans les cinq grandes régions **F 14**



Cantons et districts

La hausse du morcellement du paysage depuis 1885 varie fortement d'un canton à l'autre. La figure F15 représente cette évolution en différentes couleurs. Les diminutions particulièrement marquées de la largeur effective de maille (plus de 50 %) concernent presque l'ensemble du Plateau, le Jura, le nord des Alpes et la partie occidentale des Alpes centrales.

De manière générale, de nombreuses nouvelles voies de communication ont été construites dans la très grande majorité des cantons. Presque partout, les surfaces bâties se sont très fortement étendues et contribuent également à accroître le morcellement. On décèle toutefois des différences importantes entre les régions.

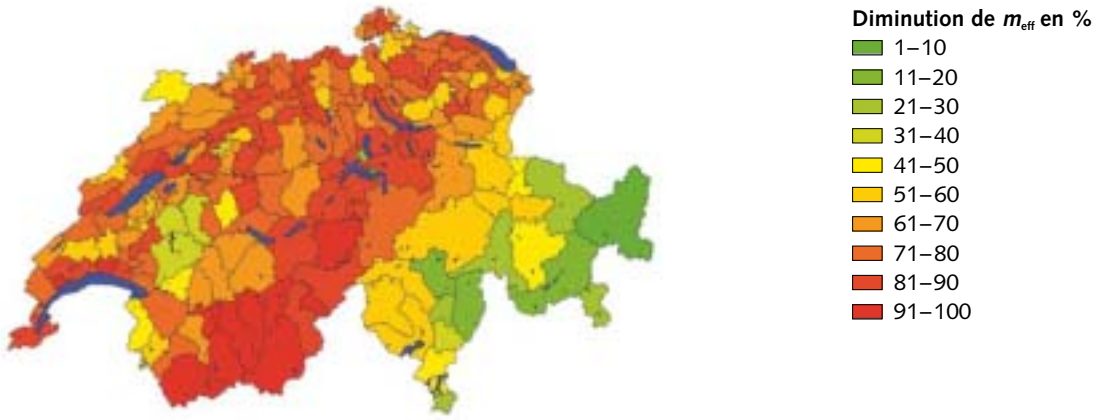
Pour tous les cantons, les courbes présentant la densité effective de mailles s'élèvent au cours du temps ou restent momentanément constantes. Par conséquent, les courbes de la largeur effective de maille déclinent à toutes les époques. Cela montre que les constructions de nouvelles voies de communication (y compris les élargissements de routes avec changement de classe) ont toujours été plus importantes que les démolitions.

Les cantons d'Argovie et d'Uri constituent deux bons exemples des évolutions enregistrées au niveau cantonal.

Dans le canton d'Argovie, les surfaces résiduelles sont nettement plus petites qu'il y a 120 ans (figure F17). La surface bâtie s'est très fortement accrue dans de grandes parties du canton. Depuis 1885, la densité effective de mailles a plus que triplé. Il ne reste plus que six surfaces de taille plus importante. Le canton est aujourd'hui l'un des territoires les plus morcelés de Suisse. La courbe de la densité effective de mailles a progressé de manière relativement régulière, avec une hausse un peu plus

Diminution relative de la largeur effective de maille dans les 26 cantons entre 1885 et 2002 **F 15**

Diminution relative de la largeur effective de maille dans les districts entre 1885 et 2002 **F 16**



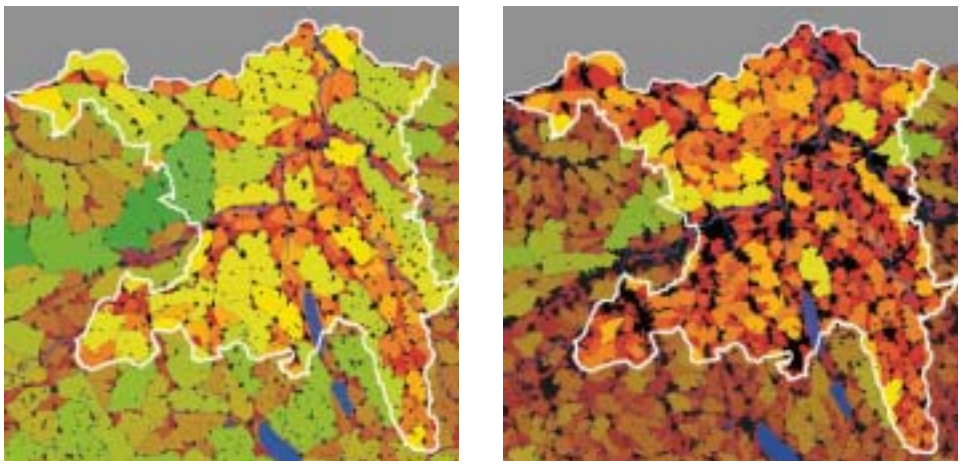
prononcée entre 1960 et 1980 (figure F18). Durant cette phase, on a construit un nombre particulièrement élevé de nouvelles voies de communication en Argovie.

Les causes principales de cette évolution résident non seulement dans la construction d'autoroutes n'empruntant pas le tracé de voies de communication existantes (notamment l'A1 et l'A2 vers Bâle, Berne, Zurich et Lucerne), mais aussi dans la construction de routes de 2e et de 3e classes, ainsi que dans la transformation de routes de 3e classe en routes de 2e classe. On constate certes que la tendance s'atténue, mais il faudra qu'elle faiblisse encore considérablement pour que la situation se stabilise et que la valeur mesurée reste constante.

Le canton d'Uri présente des valeurs élevées pour la largeur effective de maille (figure F20). Dans ce canton, la surface disponible en fond de vallée est relativement restreinte. La proportion de terrains en pente et de montagnes est considérable: 42 % de la surface du canton se situent à plus de 2100 m d'altitude. Dans ce canton, le développement urbain se concentre donc dans la région d'Altdorf.

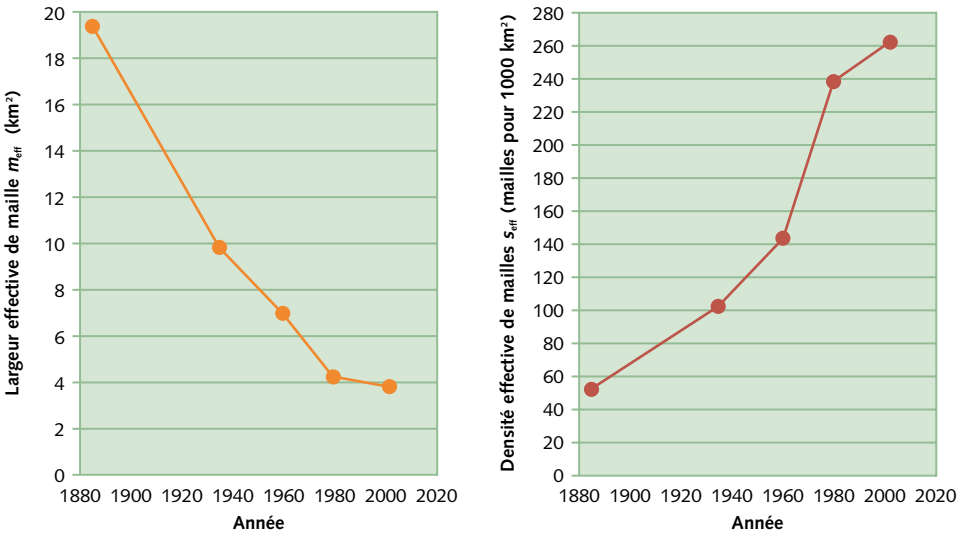
Les deux surfaces les plus importantes à l'est et à l'ouest de la vallée principale ont chacune été scindées en deux depuis 1885 (figure F19). Il y a relativement peu de routes de 3e classe et comme elles touchent des surfaces plus petites, elles exercent un effet relativement modeste sur le degré de morcellement.

Contrairement à ce qui s'est passé dans la plupart des autres cantons, il n'y a pas eu de phase d'accélération du morcellement entre 1960 et 1980 dans le canton d'Uri (figure F20). La densité effective de mailles suit une tendance constante. A l'avenir, on peut toutefois



F 17 Canton d'Argovie: situation du morcellement en 1885 (à gauche) et en 2002 (à droite)

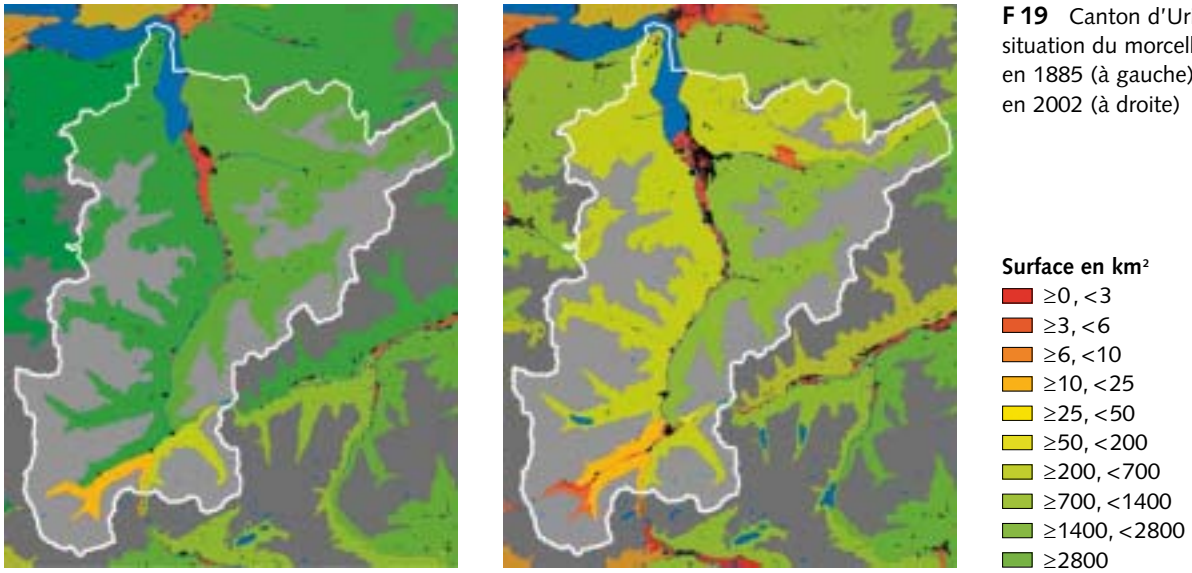
Evolution de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles dans le canton d'Argovie **F 18**



s'attendre à ce que ces valeurs ne soient plus que faiblement modifiées par les grosses voies de communication (routes de 2e classe ou plus importantes), puisque tous les axes principaux menant aux cantons voisins ont été réalisés et qu'il ne reste que peu de surfaces se prêtant à de nouvelles extensions urbaines. Une augmentation reste toutefois possible pour les routes de 3e classe.

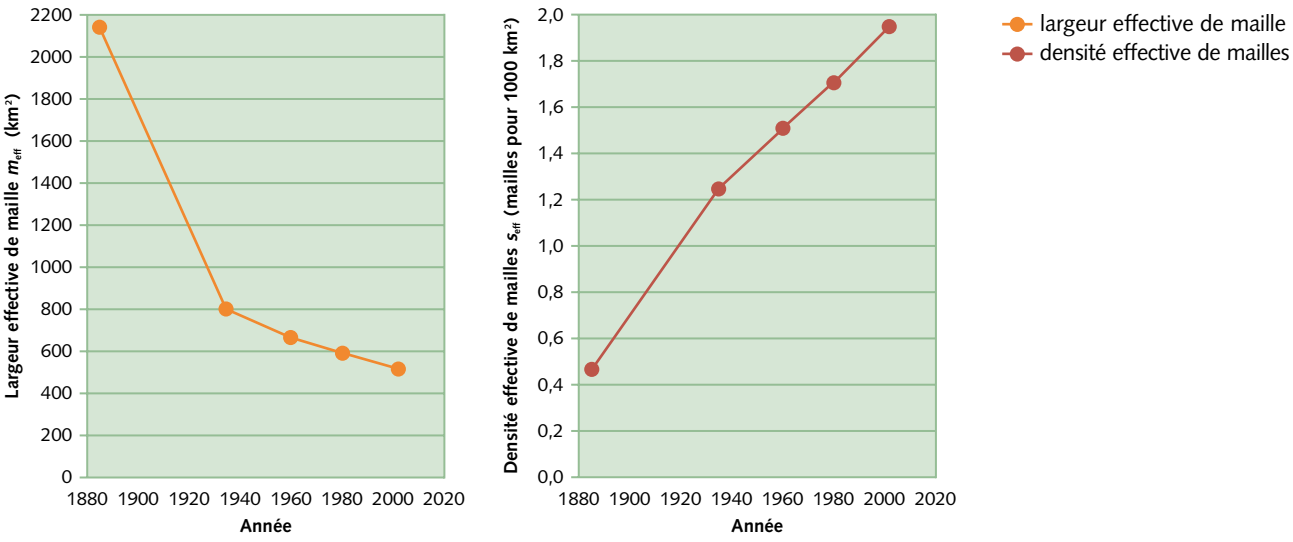
La figure F16 présente l'évolution de la largeur effective de maille dans les districts entre 1885 et 2002. Les diminutions relatives les plus prononcées ont eu lieu dans les districts de Höfe (SZ), d'Hérens, de Sierre, de Soleure, de Sion, de Loèche et de Neuchâtel (diminution de plus de 80 %).

Pour le morcellement du paysage, on indique souvent aussi la proportion de surface incluse dans des espaces non morcelés (ENM) de plus de 100 km². Cette valeur embellit toutefois la réalité, puisqu'elle ne tient pas compte de la scission de très grandes surfaces en plus petites surfaces encore supérieures à 100 km². En outre, la proportion de surface occupée par les ENM ne reflète pas le morcellement des surfaces de moins de 100 km², alors même que celui-ci joue un rôle non négligeable du point de vue de l'écologie et de l'esthétique du paysage. On renoncera donc ici à présenter des séries temporelles concernant l'évolution des ENM.



F 19 Canton d'Uri: situation du morcellement en 1885 (à gauche) et en 2002 (à droite)

Evolution de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles dans le canton d'Uri **F 20**



3.3 Comparaison avec d'autres pays

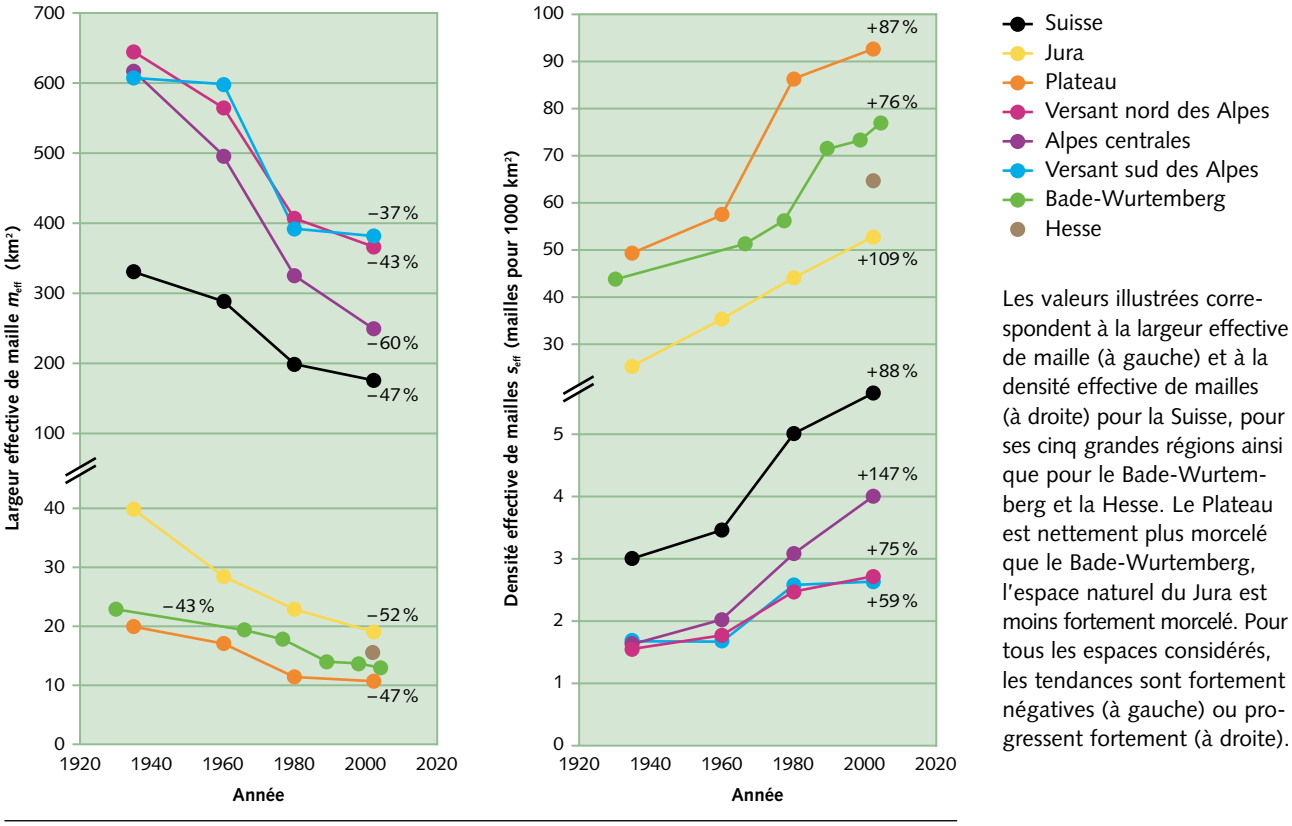
Si l'on tient compte du fait qu'une grande partie du pays appartient à l'Arc alpin, la Suisse est très fortement morcelée en comparaison internationale. Au premier coup d'œil, lorsque l'on se fonde sur les voies de communication principales, elle semble certes étonnamment peu morcelée, moins que l'Allemagne, la République tchèque ou l'Autriche (figure F22). Il faut en chercher la cause dans les grandes surfaces de l'espace alpin, qui influencent positivement la valeur globale de la largeur effective de maille de la Suisse. Combinés aux Alpes centrales, les versants nord et sud des Alpes recouvrent au moins 60 % de la surface du pays, et près de 23 % de cette dernière sont situés à plus de 2100 m d'altitude. Sur le Plateau et dans le Jura, le paysage est toutefois beaucoup plus morcelé que dans les zones alpines.

La largeur effective de maille, sur le Plateau et dans le Jura, est plus faible que dans la plupart des autres pays. Pour l'ensemble de la Suisse, toutefois, la valeur de 176,3 km² est environ douze fois plus élevée que celles du Bade-Wurtemberg (13,0 km²) ou de la Hesse (15,6 km²). Cela tient aux régions alpines de la Suisse, qui n'ont pas leur pendant dans ces deux Etats allemands. Seule une comparaison comprenant le Jura et le Plateau est ainsi judicieuse, puisque le Bade-Wurtemberg et la Hesse incluent des espaces naturels similaires.

Avec 13,0 km² pour le Bade-Wurtemberg et 15,6 km² pour la Hesse, ces deux Etats s'en sortent mieux que le Plateau, qui ne présente plus qu'une largeur effective de maille de 10,8 km² (figure F21). Ce sont surtout les routes de 3e classe qui morcellent davantage le Plateau suisse que le Bade-Wurtemberg ou la Hesse. Avec 19,0 km², la largeur effective de maille dans le Jura est de 45 % supérieure à celle du Bade-Wurtemberg et de 20 % à celle de la Hesse (figure F21). Elle y est ainsi comparable à celle de l'Etat allemand de la Saxe (18,2 km²).

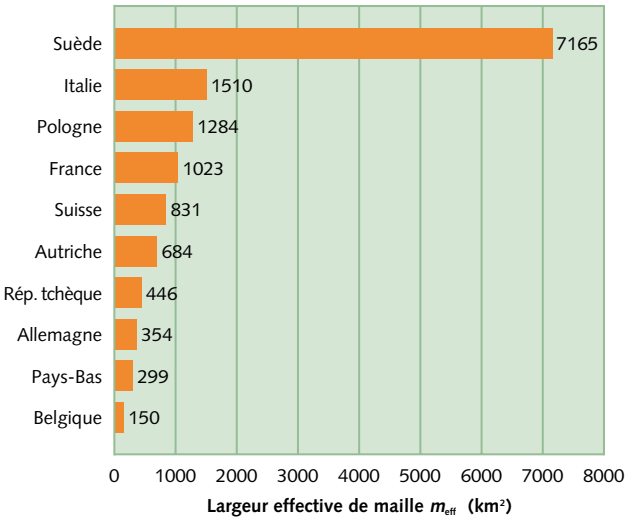
Les tendances sont fortement négatives aussi bien pour le Jura et le Plateau que pour le Bade-Wurtemberg (figure F21). D'une grande région à l'autre, la diminution de la largeur effective de maille varie en Suisse entre 37 et 60 % par rapport à 1935. Dans le Bade-Wurtemberg, le recul est de 43 % depuis 1930, alors qu'il est de 47 % depuis 1935 sur le Plateau. L'évolution enregistrée sur le Plateau est donc plus fortement négative que celle du Bade-Wurtemberg.

Evolutions comparées du morcellement du paysage en Suisse, dans le Bade-Wurtemberg et dans la Hesse **F 21**



Les valeurs illustrées correspondent à la largeur effective de maille (à gauche) et à la densité effective de mailles (à droite) pour la Suisse, pour ses cinq grandes régions ainsi que pour le Bade-Wurtemberg et la Hesse. Le Plateau est nettement plus morcelé que le Bade-Wurtemberg, l'espace naturel du Jura est moins fortement morcelé. Pour tous les espaces considérés, les tendances sont fortement négatives (à gauche) ou progressent fortement (à droite).

Morcellement du paysage par les voies de communication principales et les grandes agglomérations (>1000 ha) dans quelques pays européens **F 22**



Les valeurs ci-dessus sont encore provisoires, puisque dans de nombreux pays, les données utilisées (données GISCO concernant les routes et les voies ferrées, édition 1998) ne sont pas complètes ou ne sont pas représentatives. Pour tirer des conclusions à l'échelle de l'Europe, des données plus fiables seraient nécessaires si l'on souhaite pouvoir mieux comparer les résultats obtenus pour les divers pays. Comme les valeurs présentées ici ont été établies sur une autre base, elles ne coïncident pas avec celles calculées pour le présent rapport (source: Agence européenne pour l'environnement, projet en cours).

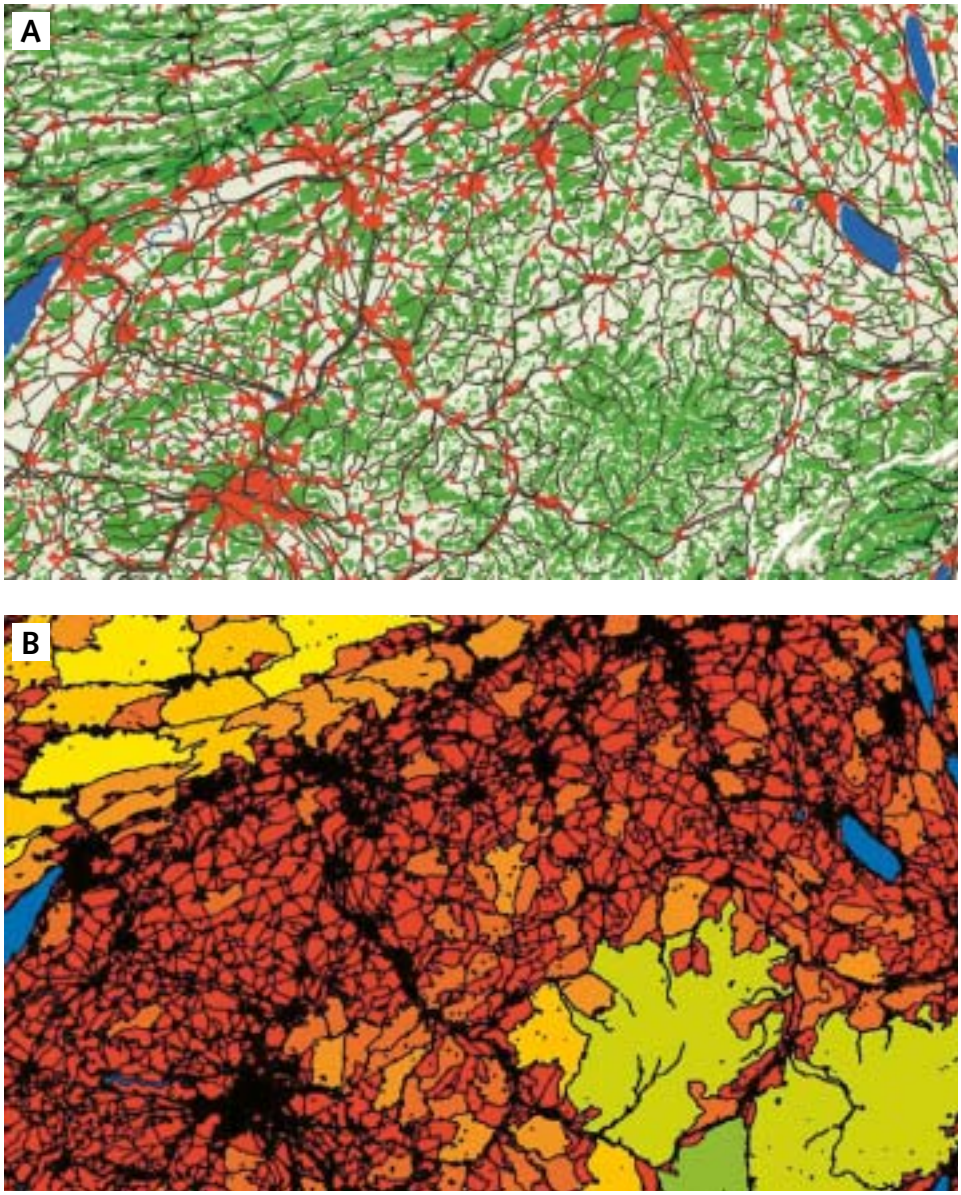
3.4 Morcellement du paysage et corridors faunistiques

Le morcellement affecte tout particulièrement les réseaux écologiques et les corridors faunistiques. Le système de connexion à grande échelle peut être superposé à la carte de morcellement, de manière à détecter les points de conflit. Cette superposition fournit des informations sur l'opportunité de construire des passages à faune ou de renoncer à certaines voies de communication.

Le système de connexion à grande échelle pour la faune est composé des corridors faunistiques et des axes de déplacement suprarégionaux (figure F23). Les corridors faunistiques sont des éléments du système de connexion qui sont délimités latéralement de manière permanente, notamment par des surfaces bâties. Ils servent à la connexion des habitats à large échelle. Ils permettent les échanges génétiques entre les populations et au sein de celles-ci, ainsi que les déplacements propres aux espèces à l'intérieur du paysage, par exemple les migrations saisonnières. C'est grâce à eux également que les espèces peuvent se disperser activement pour conquérir de nouveaux territoires ou recoloniser d'anciens habitats. La Suisse joue un rôle de pionnier en Europe dans le relevé des corridors faunistiques et dans la planification de leur assainissement. Parmi les 303 corridors d'importance suprarégionale qui y ont été recensés, 28 % sont considérés comme intacts, 56 % comme perturbés et 16 % comme interrompus (Holzgang et al. 2001). Le plan d'assainissement de ces corridors prévoit notamment d'ajouter 15 nouveaux passages à faune aux 23 passages existants d'ici à 2013.

Les autoroutes constituent des obstacles infranchissables. En Suisse, elles sont en effet clôturées afin d'assurer la sécurité du trafic. Cependant, lorsque l'on superpose les axes de déplacement à la carte du morcellement, on tient aussi compte d'un grand nombre d'autres éléments fragmenteurs (figure F23). Il est intéressant de savoir quels conflits supplémentaires naissent de l'effet fragmenteur des voies de communication de plus petite taille. La figure F23 montre clairement que les animaux doivent surmonter un très grand nombre d'obstacles s'ils souhaitent par exemple atteindre l'espace alpin depuis le Jura. La superposition peut être effectuée pour toutes les années de référence depuis 1885, de manière à savoir où et à quelle vitesse l'état des corridors faunistiques s'est modifié au cours des décennies.

Dans le domaine des corridors faunistiques d'importance suprarégionale, la largeur effective de maille ne devrait pas reculer davantage. C'est surtout pour les



F 23 Extraits de cartes pour la superposition du système de connexion à large échelle de la Suisse (d'après Holzgang et al. 2001) et de la carte de morcellement. Le secteur choisi correspond à une partie du Plateau.

A. carte des zones bâties et des voies de communication,
B. carte de morcellement,
C. système de connexion à grande échelle pour la faune.

- Zones bâties
- Forêt
- Lacs
- Voies de communication

Surfaces en km²

- 0–5
- 6–10
- 11–25
- 26–50
- 51–100
- 101–300
- 301–1000
- 1001–2500
- >2500

Etat des corridors faunistiques suprarégionaux

- Intact
- Perturbé
- Interrompu
- Système de connexion suprarégional
- Autoroute
- Lacs, cours d'eau

corridors considérés comme perturbés ou interrompus qu'il est important de démolir les voies de communication dont on n'a plus besoin ou de permettre à la faune d'emprunter des tunnels. Cela augmente à nouveau la largeur effective de maille de ces secteurs. En outre, il faudrait empêcher les zones bâties d'y croître encore, par exemple en délimitant des ceintures vertes.

3.5 Extrapolation de tendance pour les années 2020 et 2050

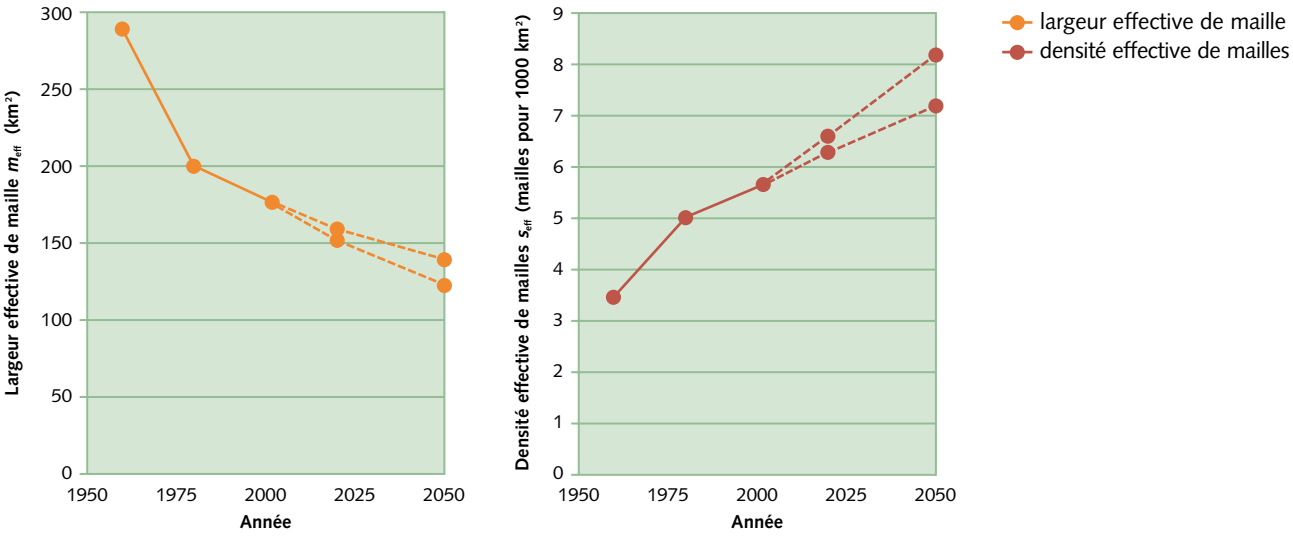
Quel sera le morcellement de la Suisse en 2020 et 2050? La section ci-dessous tente de répondre à cette question à l'aide de simples extrapolations de tendance. En extrapolant la tendance suivie par la densité effective de mailles entre 1960 et 2002, on obtient des valeurs de la densité effective de mailles et de la largeur effective de maille pour 2020 et 2050 (figure F24). On a calculé des valeurs minimale et maximale afin de tenir compte de l'amplitude de variation de la tendance depuis 1960. Ces deux valeurs sont d'autant plus éloignées l'une de l'autre que la tendance a varié entre 1960 et 2002. Pour la Suisse de 2020, on obtient ainsi une valeur située entre 151 et 159 km². Par rapport à la situation actuelle, la diminution attendue atteint 10 à 14 % pour 2020 et 21 à 30 % pour 2050 (valeur actuelle: 176 km²).

Au moment d'interpréter ces valeurs, il est important de garder à l'esprit que de nombreux processus écologiques essentiels (par exemple l'adaptation à des conditions de vie changeantes) ne se produisent que sur une longue durée. Les valeurs extrapolées semblent ainsi prédire un changement de paysage d'une rapidité particulièrement menaçante si on la compare à la lenteur de ces processus écologiques.

L'hypothèse de base pour l'extrapolation de la tendance actuelle est la nouvelle augmentation du trafic attendue en Suisse: «Toutes les études prospectives prévoient une nouvelle croissance importante de la mobilité. Le transport de personnes pourrait augmenter de 20 à 40 % jusqu'en 2015. Le nombre de tonnes-kilomètres dans le transport de marchandises devrait doubler d'ici 2020.» (Stremlow et al. 2003: 134). En outre, le morcellement devrait continuer à progresser rapidement: sans un changement radical de la politique d'utilisation du sol, il ne faut pas s'attendre à ce que la tendance faiblisse.

Une extrapolation ne permet certes pas de savoir si une tendance va effectivement se maintenir. En ce qui concerne les routes nationales, on ne peut guère s'attendre à ce que les constructions se poursuivent au rythme qui a prévalu jusqu'ici. A première vue, une poursuite de la tendance actuelle peut ainsi sembler être une hypothèse irréaliste. Si l'on y regarde mieux, toutefois, il devient clair qu'il faut s'attendre à nouveau à une nette augmentation du morcellement du paysage

Valeurs attendues en Suisse pour la largeur effective de maille et la densité effective de mailles en 2020 et 2050 en cas de maintien de la tendance actuelle au morcellement du paysage **F 24**

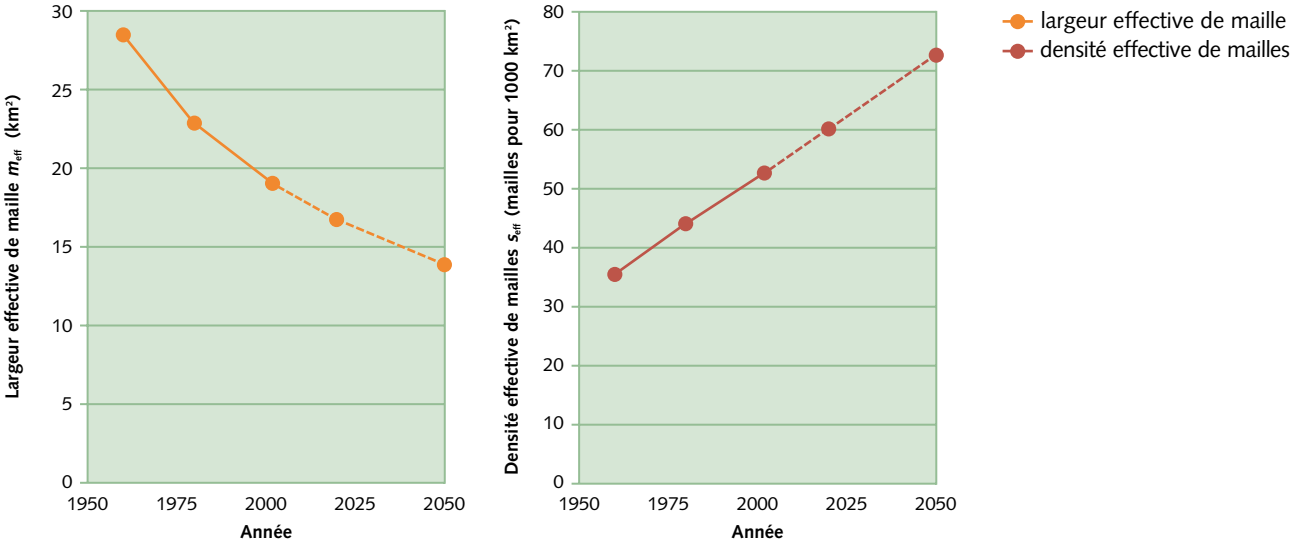


(en raison par exemple de la construction de routes de 3e classe et de routes de contournement, ou de la réalisation de la 2e étape de Rail 2000). A ce sujet, l'extrapolation de tendance permet de faire des comparaisons pertinentes. Il est par exemple intéressant de calculer la largeur effective de maille en incluant toutes les voies de communication prévues à ce jour. On peut ainsi tirer des conclusions bien plus précises sur l'évolution probable du morcellement et déterminer – en comparant les résultats obtenus aux valeurs extrapolées – si la tendance devrait ralentir ou non (et, si oui, dans quelle mesure). Le calcul du degré de morcellement tenant compte des routes de contournement et grands projets déjà prévus devrait faire l'objet d'un projet ultérieur.

Parmi les cinq grandes régions, c'est le Jura qui présente la tendance la plus négative. Si celle-ci se maintient, la région atteindra des valeurs de 16,7 km² en 2020 et de 13,9 km² en 2050. Depuis 1960, la tendance est très uniforme dans le Jura, ce qui explique que la valeur maximale soit proche de la valeur minimale (figure F25). La valeur du Plateau, quant à elle, passera en dessous de 10 km² avant même 2020, probablement, ou alors peu après.

Si les tendances observées perdurent, la largeur effective de maille diminuera dans tous les cantons au cours des 45 prochaines années. A titre d'exemple: le Valais descendra à des valeurs comprises entre 113 et 132 km² en 2020 et entre 83 et 107 km² en 2050. Pour le canton de St-Gall, dont la largeur de maille se situe actuellement à 182 km², soit près de la moyenne suisse (176 km²), cette valeur devrait baisser à 138 km² en 2050, soit de manière plus marquée que pour l'ensemble du pays (155 km²). La largeur de maille des cantons tels que Fribourg, Lucerne ou Vaud, qui se situe maintenant entre 65 et 85 km², ne devrait plus atteindre que 45 à 65 km² en 2050. Les cantons dont les amplitudes de variation de la tendance se chevauchent pourraient changer de rang dans le classement basé sur le degré de morcellement: c'est notamment le cas de Zoug et de Zurich (Zoug pourrait être davantage morcelé que Zurich dès 2030). Pour les autres cantons, une modification de ce classement est plutôt improbable.

Valeurs attendues pour la largeur effective de maille et la densité effective de mailles dans la grande région naturelle du Jura en 2020 et 2050 en cas de maintien de la tendance actuelle au morcellement du paysage **F 25**



4 Conclusions

4.1 Utilisation des résultats pour l'observation du territoire et de l'environnement

La présente étude fournit une base de comparaison pour des travaux ultérieurs. Grâce à elle, on dispose désormais d'une très longue série de données (depuis 1885) établie selon des critères uniformes pour déterminer la largeur effective de maille et la densité effective de mailles. Cela permet non seulement de comparer les valeurs actuelles – et celles que l'on calculera à l'avenir – avec l'évolution enregistrée durant plus d'un siècle, mais aussi de déceler les éventuels changements de tendance.

Le but de l'observation de l'environnement est de relever, de comprendre et de documenter les changements auxquels ce dernier est soumis. Les résultats obtenus ne sont pas seulement importants pour les populations animales, mais aussi pour les aspects «caractère du paysage», «esthétique du paysage», «nuisances sonores» et «fonction récréative». Au niveau fédéral, les séries temporelles calculées devraient être intégrées aux systèmes d'observation existants, notamment au Monitoring du développement durable (MONET), au Monitoring de la biodiversité (MBD, comme indicateur pour le facteur de pression «densité de la desserte»), au monitoring du paysage, au Réseau suisse de données environnementales (NUD-CH) et au système NISTRA (Indicateurs du développement durable pour les projets d'infrastructure routière). Pour inclure de nouveaux indicateurs, le système MONET applique 17 critères de sélection. La méthode de la largeur effective de maille les respecte tous. Les données disponibles concernant le morcellement du paysage ont déjà été intégrées au nouveau rapport «Environnement Suisse 2007» de l'OFEV et de l'OFS, ainsi qu'aux statistiques de poche 2006 et 2007 de l'OFS («L'environnement suisse – Statistique de poche»).

Au plan cantonal, les systèmes de monitoring existants (par exemple en Argovie) et les rapports concernant les tâches d'exécution cantonales dans le domaine

Encadré 3: Utilisation de la méthode

La méthode de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles peut être utilisée à chaque niveau (par exemple à celui des cantons) comme instrument d'analyse régional pour les applications suivantes:

1. Des informations quantitatives concernant l'évolution déjà prévue indiquent dans quelle mesure les voies de communication planifiées augmentent le degré de morcellement, notamment par rapport à l'évolution antérieure. Cette approche tient ainsi compte du réseau, puisqu'elle prend en considération les effets cumulés de plusieurs projets de construction (en incluant la croissance des zones bâties) sur la densité effective de mailles.
2. Différentes variantes de voies de communication et de zones d'implantation peuvent être comparées du point de vue de leurs effets sur la densité effective de mailles. Ce ne sont pas les projets individuels qui sont pris en considération, mais bien l'effet cumulé de toutes les interventions prévues ainsi que leurs interactions. Pour la thématique de la qualité du paysage, la méthode pourrait encore être affinée: on pourrait notamment y intégrer des couloirs de bruit, y inclure des catégories de valeur concernant la spécificité du paysage, sa qualité comme zone de délassement ou la qualité écologique des surfaces concernées, ou tenir compte de la probabilité que les voies de communication ou les ouvrages de traversée soient franchis par la faune.
3. On peut calculer dans quelle mesure chaque catégorie de voie de communication contribue au morcellement global. Ces valeurs peuvent servir d'indicateurs de menace pour les liaisons écologiques qui existent encore, puisque les voies de communication de taille réduite fournissent un indice des secteurs où un élargissement risque d'être planifié en cas d'augmentation du trafic.
4. La méthode facilite l'élaboration de propositions concrètes indiquant quelles voies de communication devraient être démolies pour obtenir un effet particulièrement positif sur la largeur effective de maille.
5. Il serait intéressant de comparer combien les régions sont morcelées en relation avec leur densité d'habitants et leur productivité économique (et d'autres facteurs pertinents). On verrait également dans quelles régions la croissance économique évolue parallèlement à l'augmentation du morcellement et dans lesquelles on a pu la rendre indépendante du degré de fragmentation.

du développement territorial peuvent également être complétés à l'aide de l'indicateur de la largeur effective de maille ou de la densité effective de mailles. Ces données devraient donc être reprises dans les rapports cantonaux sur l'environnement. La présente analyse du morcellement constitue une base pour l'élaboration de stratégies cantonales de conservation et de mise en réseau des habitats, ainsi que pour la mise en valeur de la qualité du paysage. A côté des corridors faunistiques et des habitats de la faune, les conceptions d'évolution du paysage et les plans directeurs cantonaux devraient aussi prendre en compte l'influence du morcellement sur la qualité et sur le caractère du paysage, car ces effets ne peuvent pas être supprimés ou compensés par la construction de passages à faune.

Grâce aux données désormais disponibles, il est possible d'examiner l'efficacité des mesures prises aux plans national et cantonal du point de vue du morcellement du paysage. On peut ainsi analyser si les postulats posés ont été respectés et si les objectifs fixés ont été atteints. L'évaluation de l'efficacité de l'IFP du point de vue du morcellement du paysage constitue un exemple de la manière dont on peut procéder à l'évaluation d'un instrument existant: l'IFP s'est révélé plus efficace pour limiter le morcellement du paysage que pour freiner la croissance des zones bâties (voir à ce sujet le rapport complet: Bertiller et al. 2007).

Comme on ne dispose guère pour l'instant d'indicateurs sur l'état du paysage, sur sa diversité et sur son caractère, il semble approprié d'utiliser également les valeurs concernant le degré de morcellement dans diverses analyses et évaluations du paysage aux niveaux fédéral et cantonal. Les résultats obtenus sont d'autant plus utiles dans la planification qu'ils sont combinés à des recherches sur les fonctions paysagères concernées et sur leur sensibilité. Il serait donc souhaitable que la prochaine étape consiste à interpréter les données dans le détail, du point de vue des fonctions du paysage et de leur sensibilité, pour les divers cantons, districts et régions biogéographiques.

Les séries temporelles désormais disponibles pour le morcellement du paysage devraient être actualisées à intervalles réguliers (par exemple 4 à 6 ans). Cela n'implique qu'un travail relativement restreint si l'on se fonde sur la base de données numériques VECTOR25, qui est mise à jour périodiquement.

Des recherches devront encore être menées à l'avenir, par exemple en ce qui concerne le morcellement du paysage visuel par les lignes à haute tension. L'étude des corrélations existant entre le degré de morcellement, la présence de certaines espèces animales et leurs effectifs constitue un autre exemple particulièrement intéressant.

Comme les conséquences négatives de la fragmentation de l'habitat d'une population ne se révèlent généralement qu'après des décennies, il faut s'attendre à de nouvelles réductions des effectifs comme conséquence des interventions déjà réalisées dans le paysage. Lorsque le recul des populations est constaté, il peut être déjà trop tard pour prendre des mesures de stabilisation. Les conséquences du morcellement actuel, qui apparaîtront au cours des prochaines décennies, devraient donc être soigneusement étudiées afin de connaître le délai séparant les causes des effets.

4.2 Propositions pour endiguer le morcellement du paysage

Les données concernant le degré de morcellement permettent de fixer des objectifs environnementaux vérifiables

Les mesures décidées pour endiguer et réduire le morcellement du paysage ne peuvent être mises en œuvre efficacement que si les acteurs concernés sont conscients du problème et que les connaissances techniques nécessaires sont disponibles. Les autorités, les spécialistes et le public doivent donc être sensibilisés à la problématique du morcellement et informés sur les mesures envisageables. Dans ce contexte, les valeurs seuils peuvent jouer un rôle important. On peut fondamentalement distinguer deux domaines thématiques: «amélioration de l'habitat des populations animales» et «mise en valeur de la qualité du paysage» (caractère et spécificité du paysage, par exemple). Il est important de protéger les espaces qui ont échappé au morcellement, mais aussi d'éviter les atteintes supplémentaires dans les secteurs où le paysage est déjà fortement fragmenté.

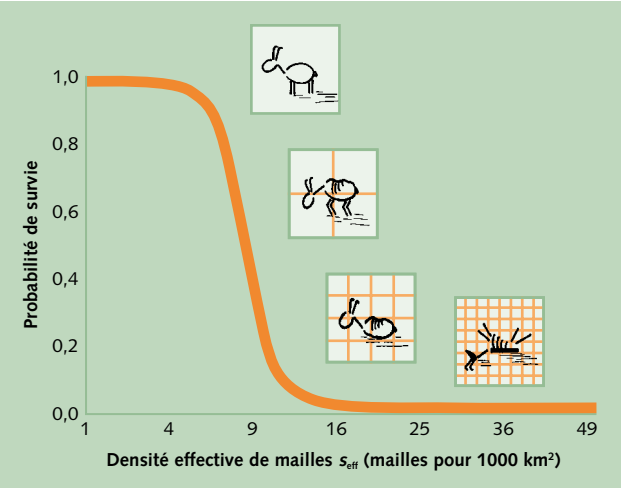
Les résultats actuels de la recherche montrent que l'on peut déterminer des valeurs seuils de morcellement (figure F26). A l'aide d'un modèle de simulation, on a calculé la probabilité de survie d'une population en fonction du nombre de routes. Selon les résultats obtenus, la valeur seuil dépend de l'espèce considérée et du volume de trafic. Par ailleurs, la hausse du nombre et de la taille des obstacles réduit encore les échanges génétiques (ce dont ne tient pas compte le modèle de la

figure F26). La probabilité que des individus apparentés se reproduisent l'un avec l'autre (consanguinité) augmente, ce qui réduit la capacité de l'espèce à s'adapter à l'évolution des conditions environnementales et diminue la probabilité de survie de la population.

Quelle est l'importance de ces valeurs seuils pour la planification des transports et la protection de la nature? Lorsque des populations animales ont survécu jusqu'ici à la construction de nouvelles routes dans un paysage, on ne peut en conclure qu'elles résisteraient encore à de nouvelles voies de communication: si la valeur seuil est atteinte, il est hautement probable que la prochaine nouvelle voie de communication provoque l'extinction de la population.

On ne dispose guère pour le moment de données permettant de répondre à une autre question importante: à partir de quelle intensité de trafic une voie de communication ne peut-elle plus être franchie par une espèce donnée? Certains facteurs écologiques tels que la répartition spatiale des habitats ou les taux de natalité et de mortalité des populations influencent également les valeurs seuils. Il est difficile de tenir compte de l'effet de tous ces facteurs: il faudrait pour cela disposer de longues séries de données pour différents habitats, alors que ces paramètres ne peuvent que rarement être relevés.

On ignore donc largement où se situent précisément les valeurs seuils d'une population ou d'une espèce. Il est d'autant plus important de choisir une apprche axée sur la prévention, qui oriente l'évolution du morcellement du paysage dans la direction désirée. Les projets de recherche futurs devraient se consacrer aux domaines dans lesquels les connaissances sont encore lacunaires.



F 26 Valeurs seuils de morcellement du paysage en lien avec la probabilité de survie des espèces animales (figure modifiée à partir de Jaeger et Holderegger 2005)

Encadré 4: Proposition de limitation

L'Office fédéral allemand de l'environnement a soumis à la discussion une proposition de limitation du morcellement du paysage, qui s'appuie sur la largeur effective de maille (Penn-Bressel 2005; tableau T3). Sur la base d'estimations de la tendance au morcellement, l'office a formulé des objectifs de limitation de la fragmentation, ou du moins de la vitesse à laquelle celle-ci progresse en Allemagne. Il s'agit de conserver et d'étendre de grands espaces non morcelés. Dans les secteurs déjà fortement fragmentés, la tendance doit être ralentie.

En fonction de la situation initiale, la largeur effective de maille des espaces très morcelés doit reculer deux fois moins vite, jusqu'en 2015, que si on la laissait évoluer librement. Concrètement, les objectifs suivants ont été fixés:

«a) Pour diverses catégories (plus de 140, 120, 100, 80 et 60 km²), le nombre et la surface totale (somme) des espaces non morcelés peu atteints par le trafic ne doivent plus diminuer, mais au contraire passer de 20,6 % actuellement à 23 % en 2015, grâce à des mesures de défragmentation.
b) Le morcellement du paysage à petite échelle doit être limité grâce à des critères supplémentaires [présentés dans le tableau T3]»
(traduit de Penn-Bressel 2005: 132).

Les auteurs de la présente publication soutiennent cette proposition.

Valeurs pour la limitation du morcellement du paysage à petite échelle en Allemagne, qui ont été soumises à la discussion par l'Office fédéral allemand de l'environnement **T 3**

Situation à la fin 2002: largeur effective de maille m_{eff}	Objectif pour 2015: diminution maximale de la largeur effective de maille m_{eff}
<10 km²	1,9 %
10–20 km²	2,4 %
20–35 km²	2,8 %
>35 km²	3,8 %

Mesures à prendre dans le domaine des transports et de l'aménagement du territoire

- *Conserver et réhabiliter les corridors faunistiques*

Différentes mesures permettent de rendre les voies de communication existantes plus perméables pour la faune: on pense aux tunnels (figure F27), mais aussi aux aides à la traversée tels que ponts biologiques, passages inférieurs ou voies de communication sur piliers permettant le passage de la faune. Plus les surfaces ainsi reliées sont importantes, plus la mesure est efficace. Il convient aussi de tenir compte des espaces voisins et des interactions avec d'autres mesures. L'assainissement des corridors faunistiques perturbés ou interrompus constitue une mesure importante pour préserver ou rétablir les possibilités de migration des grands mammifères et d'autres espèces animales. L'Office fédéral des routes (OFROU) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont élaboré conjointement un programme qui prévoit notamment de réaliser, d'ici à 2013, 15 nouveaux passages à faune permettant de franchir des autoroutes et des routes principales. Les mesures de réduction des obstacles aux déplacements devraient toujours être combinées à des mesures de mise en valeur écologique et paysagère. Dans ce domaine, les cantons et les communes peuvent jouer un rôle d'exécution important.

- *Regrouper les voies de communication*

Plus on regroupe les voies de communication, plus les surfaces restantes sont étendues. S'il existe déjà une voie de chemin de fer, par exemple, le tracé d'une nouvelle route devrait être prévu le plus près possible du tronçon ferroviaire et parallèlement à celui-ci (figure F28). Cela permet en outre de bâtir des passages à faune qui franchissent en une fois tous les tracés, soit par-dessus, soit par-dessous.

De manière générale, il faut toutefois préférer l'élargissement des voies de communication existantes à la construction de nouvelles infrastructures en un autre lieu. C'est aussi le cas lorsque le nouveau tronçon pourrait être regroupé avec d'autres tracés. L'élargissement accroît certes l'effet de barrière des voies de communication, en particulier lorsque le trafic augmente simultanément, mais cet effet est en règle générale moins dommageable que la scission des grandes surfaces de terrain qui bordent le regroupement de tracés. En cas de baisse du trafic, par exemple en raison de la construction d'une nouvelle voie de communication à un autre endroit, la norme d'aménagement du tronçon devrait être réadaptée (réduction de la largeur de l'ouvrage ou autre).

Choisir un tracé situé à proximité de surfaces déjà bâties engendre un effet fragmenteur moindre qu'avec une route éloignée des localités, en particulier pour les routes de contournement (figure F29). L'objectif de cette mesure est de conserver des surfaces aussi étendues que possible en choisissant des tracés qui les entament le moins possible.

- *Notion d'oasis*

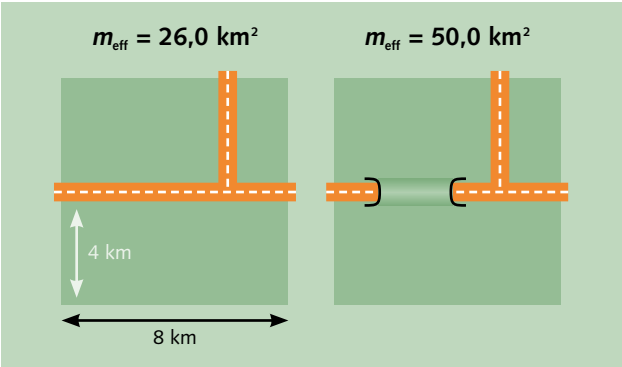
La notion d'oasis a donné naissance à une idée novatrice pour l'aménagement des voies de communication. Selon cette idée, les espaces adaptés aux activités de délassement (les «oasis») doivent être maintenus à l'écart du trafic régional, de même que les localités. Le trafic routier est concentré sur un nombre réduit de routes suffisamment éloignées des localités. Ces dernières sont desservies par des routes en impasse. Les routes actuelles, qui conduisent le trafic directement d'un lieu à l'autre, sont démolies.

Les avantages essentiels de cette idée sont les suivants: le trafic de transit est entièrement évacué des localités et l'on interrompt la tendance à construire sans cesse de nouvelles routes de contournement autour des zones bâties. Cette notion peut aussi suggérer des idées inédites lors de la planification de nouvelles voies de communication. Par ailleurs, elle peut être appliquée dans le domaine agricole au fil des restructurations.

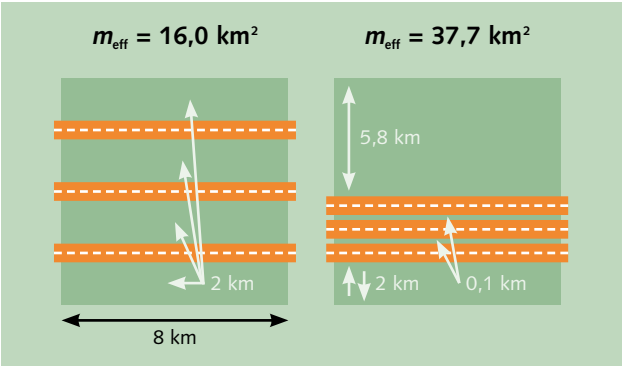
- *Démolition de voies de communication*

Il faudrait démolir les voies de communication qui ont perdu de leur importance parce que les besoins ont changé ou que de nouveaux tracés ont été construits. Cette démolition devrait surtout être encouragée là où les voies de communication traversent des itinéraires importants pour la migration des animaux (amphibiens, par exemple). En général, la démolition est d'autant plus efficace que les surfaces qu'elle permet de réunir sont étendues. Dans ce contexte, il ne faut pas considérer uniquement les surfaces situées à proximité immédiate de la voie de communication, mais l'effet cumulé de plusieurs mesures.

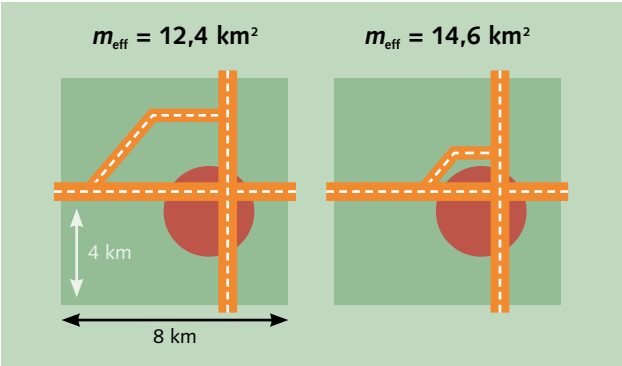
Dans le domaine des corridors faunistiques d'importance suprarégionale, en particulier, la densité effective de mailles ne devrait plus augmenter à l'avenir. C'est surtout dans les corridors considérés comme perturbés ou interrompus qu'il est important de démolir les voies de communication lorsqu'elles ne sont plus nécessaires ou de permettre à la faune de passer en dessus ou en dessous de celles-ci. Dans ces secteurs, la surface bâtie ne devrait plus augmenter non plus.



F 27 Influence d'une mise sous tunnel sur la largeur effective de maille. En faisant passer la voie de communication sous un tunnel (à droite), la largeur effective de maille de l'exemple ci-dessus passe de 26 km² (à gauche, sans tunnel) à 50 km².



F 28 Influence d'un regroupement de voies de communication sur la largeur effective de maille. Le regroupement des voies de communication (à droite) produit une largeur effective de maille plus importante que la répartition régulière de celles-ci à travers le paysage (à gauche).



F 29 Influence de la position d'une route de contournement sur la largeur effective de maille. Un tracé proche de la localité (à droite) a pour conséquence une largeur effective de maille plus élevée qu'en cas de construction d'une route éloignée de la localité (à gauche).

- *Limitation des zones bâties et urbanisation vers l'intérieur*

Afin de conserver des surfaces libres dans le paysage, il est nécessaire de limiter de manière cohérente l'extension des zones bâties. La législation sur l'aménagement du territoire exige des cantons et des communes qu'ils veillent à une utilisation mesurée du sol, dans le cadre des plans directeurs et des plans d'affectation, et qu'ils préservent les surfaces agricoles ainsi que les parties du territoire importantes pour le délassement. Les cantons et les communes peuvent remplir ce mandat légal en limitant la croissance des zones bâties, en appuyant les mesures d'urbanisation vers l'intérieur (utilisation des friches industrielles et densification urbaine, par exemple) et en encourageant des modes de construction compacts dans les zones à bâtir ainsi que la mise en valeur qualitative des quartiers. Des limites clairement définies et des coupures structurant le bâti permettent de laisser des espaces libres bien lisibles entre les zones construites. A côté de leur fonction d'aménagement du paysage et de structuration du bâti, les espaces libres jouent un rôle important comme corridors de liaison pour les animaux et les plantes, et comme zones de loisirs de proximité.

Les instruments d'aménagement régionaux permettent aussi de prévenir le mitage et le morcellement du paysage. Plusieurs communes peuvent par exemple créer des zones intercommunales destinées aux arts et métiers afin de contribuer à un développement du territoire sollicitant peu de surfaces et morcelant donc moins le paysage. Dans les zones bâties et les zones industrielles, réaffecter de manière coordonnée les zones à bâtir existantes (recyclage des surfaces) aide passablement à réduire les besoins en surface. Les mesures telles que la mise en réseau écologique dans l'agriculture, l'amélioration et la revalorisation des eaux ou encore l'augmentation de la diversité des structures dans et autour des forêts contribuent de manière prépondérante à l'amélioration de la qualité du réseau écologique régional. Elles accroissent aussi la qualité du paysage et son attrait pour les activités de délassement.

Mesures à prendre au niveau stratégique

- *Stratégie nationale de défragmentation*

Il existe déjà, au niveau fédéral, de nombreux instruments et bases qui peuvent être utilisés directement ou indirectement à des fins de «défragmentation» du paysage. On citera notamment l'IFP ou la Conception «Paysage suisse». Maintenant qu'une méthode est disponible pour mettre en évidence concrètement, dans l'espace, le morcellement du paysage, le mandat de «défragmentation» devrait être introduit dans les instruments existant au niveau fédéral. Les objectifs et mesures correspondants doivent être complétés en fonction des diverses compétences.

Une solution tout à fait valable consisterait à intégrer le thème de la défragmentation à la révision de la Conception «Paysage suisse» (CPS) afin d'indiquer de manière contraignante aux services fédéraux quelles mesures devraient être mises en œuvre, où et avec quels moyens. Une documentation et une coordination au plan national seraient judicieuses pour fournir une vue d'ensemble des mesures à l'échelle du pays et mieux détecter les forces et les faiblesses régionales. Au plan cantonal également, le thème de la défragmentation devrait occuper davantage de place dans les instruments et bases de planification, par exemple dans les plans directeurs cantonaux et les conceptions d'évolution du paysage. Les cantons de Berne et de Thurgovie fournissent déjà de bons exemples en la matière.

- *Une politique des transports et de l'organisation du territoire axée sur le long terme*

La politique des transports et de l'organisation du territoire pose des jalons importants qui peuvent avoir un impact sur l'évolution future du morcellement du territoire. Une forte dispersion des bâtiments engendre davantage de trafic que des constructions plus denses. Elle contredit par ailleurs l'objectif d'utilisation parcimonieuse et ordonnée du sol.

Dans le cadre du Programme national de recherche 54 intitulé «Développement durable de l'environnement construit», la même équipe de recherche travaille sur un projet dont le but est de mesurer le degré de mitage du paysage en Suisse. Il s'agit principalement de développer des conceptions de transport et d'organisation du territoire qui tiennent davantage compte de la préservation des espaces libres et de la biodiversité. A l'avenir, les zones à bâtir existantes doivent être mieux utilisées. Le Rapport 2005 sur le développement territorial, publié par l'Office fédéral du développement territorial (ARE), propose aussi de nouveaux instruments économiques et financiers, par exemples des certificats liés à certaines surfaces.

A long terme, il convient d'élaborer des objectifs en ce qui concerne la manière d'aménager des systèmes de transport durables provoquant peu de morcellement, ainsi que les exigences qui devraient en résulter pour la transformation de ces systèmes et de la structure urbaine. La planification des transports devrait moins se focaliser sur la demande et s'orienter davantage sur les objectifs. Ces réflexions devraient être reprises dans le processus en cours «Projet de territoire Suisse», dans le cadre du développement du Plan sectoriel des transports ou dans la Stratégie du Conseil fédéral pour le développement durable.

Il conviendrait en outre de formuler des lignes directrices pour le paysage, qui mentionneraient notamment des espaces non morcelés importants aux plans régional et national, ainsi que des zones prioritaires pour les mesures de défragmentation. Afin de rendre ces lignes directrices concrètes, il serait approprié d'intégrer des valeurs indicatives ou des objectifs pour le morcellement du paysage.

Pour estimer les effets des nouveaux morcellements, il faut utiliser davantage les approches centrées sur le réseau, qui ne se contentent pas de considérer les ouvrages de manière individuelle. Il serait donc judicieux de procéder à une évaluation environnementale stratégique (EES) pour les effets cumulés. Dans cette perspective, le recours à la méthode de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles pourrait s'avérer utile. A long terme, le développement de nouvelles stratégies destinées à affranchir le système de transport des sources d'énergies fossiles devrait également tenir compte des effets de morcellement.

Selon les projections démographiques, la Suisse ne doit plus s'attendre qu'à une légère croissance de sa population. C'est là un argument en faveur d'une stagnation ou même d'un recul des besoins en zones bâties et en surfaces de transport dans un avenir plus ou moins proche. Lorsque ce sera le cas, plus les zones bâties seront dispersées, plus il sera coûteux d'entretenir les infrastructures nécessaires à leur approvisionnement.

Annexe

Informations concernant le projet

Le projet «Morcellement du paysage en Suisse: analyse du morcellement de 1885 à 2002 et implications pour l'aménagement du territoire» a été mené par les auteurs de la présente publication en 2005 et 2006. Il a été soutenu financièrement par l'unité de recherche RPT de l'Office fédéral des routes (OFROU) et par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) (numéro de projet: ASTRA 2004/012). Outre l'OFROU et l'OFEV, le groupe de suivi rassemblait aussi des représentants de l'Office fédéral du développement territorial (ARE), de l'Office fédéral de la statistique (OFS), de la Station ornithologique suisse de Sempach, du Service de la protection de la nature et du paysage du canton de Zurich, de l'Office des ponts et chaussées du canton de Zurich, de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) et d'un bureau d'aménagement.

Bibliographie: ouvrages cités et références complémentaires

Bertiller, R., Schwick, C., Jaeger, J. (2007): *Morcellement du paysage en Suisse: Analyse du morcellement 1885–2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire.* Rapport de projet (disponible uniquement en allemand). Rapport OFROU n° 1175. Berne, 229 p.

Holzgang, O., Pfister, H.P., Heynen, D., Blant, M., Righetti, A., Berthoud, G., Marchesi, P., Maddalena, T., Müri, H., Wendelspiess, M., Dändliker, G., Mollet, P., Bornhauser-Sieber, U. (2001): *Les corridors faunistiques en Suisse – Bases pour la mise en réseau suprarégionale des habitats.* Publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) en collaboration avec la Société suisse de biologie de la faune (SSBF) et la Station ornithologique suisse de Sempach. Cahier de l'environnement n° 326 – Faune sauvage. Berne, 120 p.

Jaeger, J.A.G. (2000): *Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation.* – Landscape Ecology 15(2): 115–130.

Jaeger, J. (2002): *Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäss dem Konzept der Umweltgefährdung.* Eugen Ulmer, Stuttgart, 447 p.

Jaeger, J. & Holderegger, R. (2005): *Schwellenwerte der Landschaftszerschneidung.* – GAIA 14(2): 113–118.

Jaeger, J.A.G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., Tluk von Toschanowitz, K. (2005): *Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior.* – Ecological Modelling 185: 329–348.

Jaeger, J., Bertiller, R., Schwick, C., Kienast, F. (en préparation): *Landschaftszersiedelung Schweiz – Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung.* (Projet en cours dans le cadre du PNR 54, publication en préparation)

Office fédéral de la statistique (OFS) & Office fédéral de l'environnement (OFEV) (éd., 2006 et 2007): *L'environnement suisse – Statistique de poche 2006* et *2007*. Neuchâtel, 32 p.

Office fédéral de l'environnement (OFEV) & Office fédéral de la statistique (OFS) (éd., 2007): *Environnement Suisse 2007.* Berne et Neuchâtel, 148 p.

Office fédéral du développement territorial (ARE) (éd., 2005): *Rapport 2005 sur le développement territorial.* Berne, 116 p.

Penn-Bressel, G. (2005): *Begrenzung der Landschaftszerschneidung bei der Planung von Verkehrswegen.* – GAIA 14(2): 130–134.

Schupp, D. (2005): *Umweltindikator Landschaftszerschneidung. Ein zentrales Element zur Verknüpfung von Wissenschaft und Politik.* – GAIA 14(2): 101–106.

Société suisse de biologie de la faune (éd., 1995): *Faune, construction de routes et trafic. Biologie de la faune pour la pratique.* Coire, 54 p.

Stremlow, M., Iselin, G., Kienast, F., Kläy, P. & Maibach, M. (2003): *Paysage 2020 – Analyse et tendances. Bases des principes directeurs «Nature et Paysage» de l'OFEFP.* Cahier de l'environnement n° 352, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 152 p.

Tanner, K.M. (1999): *Augen-Blicke. Bilder zum Landschaftswandel im Baselbiet.* Quellen und Forschungen zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft, Band 68, Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal, 264 p.

Tableau des valeurs des cantons et des grandes régions de Suisse

Valeurs de la largeur effective de maille et de la densité effective de mailles pour la Suisse, les 26 cantons, ainsi que les 5 et les 10 grandes régions de 1885 à 2002 (pour la GM 4 «surfaces de sol en dessous de 2100 m») T 4

	Largeur effective de maille (km²)					Densité effective de mailles (nombre de mailles pour 1000 km²)				
	2002	1980	1960	1935	1885	2002	1980	1960	1935	1885
Ensemble de la Suisse	176,33	199,69	289,15	331,79	579,72	5,67	5,01	3,46	3,01	1,72
Canton										
Zurich	4,20	4,37	5,13	5,78	13,31	238,10	228,83	194,93	173,01	75,13
Berne	249,60	264,46	388,59	430,95	894,30	4,01	3,78	2,57	2,32	1,12
Lucerne	81,34	82,94	148,98	226,27	296,73	12,29	12,06	6,71	4,42	3,37
Uri	513,48	587,06	663,98	802,87	2143,66	1,95	1,70	1,51	1,25	0,47
Schwyz	154,22	166,71	326,84	396,61	1051,40	6,48	6,00	3,06	2,52	0,95
Obwald	317,50	324,91	448,25	735,26	1792,70	3,15	3,08	2,23	1,36	0,56
Nidwald	379,79	390,79	424,54	638,62	2262,19	2,63	2,56	2,36	1,57	0,44
Glaris	635,14	760,46	886,00	908,30	1783,35	1,57	1,31	1,13	1,10	0,56
Zoug	4,45	4,57	7,14	22,02	36,25	224,72	218,82	140,06	45,41	27,59
Fribourg	85,40	98,38	124,53	128,52	149,81	11,71	10,16	8,03	7,78	6,68
Soleure	13,09	15,07	23,98	34,66	78,12	76,39	66,36	41,70	28,85	12,80
Bâle-Ville	0,54	0,55	0,70	1,63	3,40	1851,85	1818,18	1428,57	613,50	294,12
Bâle-Campagne	8,73	9,96	16,98	19,53	40,50	114,55	100,40	58,89	51,20	24,69
Schaffhouse	6,86	9,07	20,02	24,49	33,08	145,77	110,25	49,95	40,83	30,23
Appenzell-Rhodes-Extérieures	29,00	29,70	31,61	36,20	129,05	34,48	33,67	31,64	27,62	7,75
Appenzell-Rhodes-Intérieures	143,92	145,18	161,62	164,76	294,16	6,95	6,89	6,19	6,07	3,40
St. Gall	182,21	214,29	256,95	261,59	434,91	5,49	4,67	3,89	3,82	2,30
Grisons	321,98	403,68	448,29	460,50	562,01	3,11	2,48	2,23	2,17	1,78
Argovie	3,81	4,20	6,99	9,81	19,41	262,47	238,10	143,06	101,94	51,52
Thurgovie	2,14	2,32	2,86	3,36	10,72	467,29	431,03	349,65	297,62	93,28
Tessin	393,87	401,22	661,82	672,78	750,26	2,54	2,49	1,51	1,49	1,33
Vaud	64,85	75,88	142,44	149,85	279,78	15,42	13,18	7,02	6,67	3,57
Valais	153,43	192,57	492,40	731,60	1266,79	6,52	5,19	2,03	1,37	0,79
Neuchâtel	15,44	18,97	30,94	37,69	67,93	64,77	52,71	32,32	26,53	14,72
Genève	0,82	0,96	1,47	1,79	6,02	1219,51	1041,67	680,27	558,66	166,11
Jura	20,81	25,97	25,90	29,11	54,02	48,05	38,51	38,61	34,35	18,51
Enclaves de Büsingen et de Campione	9,41	9,97	10,24	10,76	14,56	106,27	100,30	97,66	92,94	68,68
Grandes régions (répartition en 5 régions)										
Jura	19,02	22,81	28,40	39,78	77,94	52,58	43,84	35,21	25,14	12,83
Plateau	10,78	11,57	17,32	20,17	40,71	92,76	86,43	57,74	49,58	24,56
Versant nord des Alpes	367,52	406,46	565,11	643,56	1328,80	2,72	2,46	1,77	1,55	0,75
Alpes centrales	249,80	325,33	496,58	616,62	925,38	4,00	3,07	2,01	1,62	1,08
Versant sud des Alpes	381,72	390,68	596,25	608,37	690,22	2,62	2,56	1,68	1,64	1,45
Grandes régions (répartition en 10 régions)										
Région du Rhin supérieur et région lémanique	2,82	2,92	4,77	6,46	15,23	354,61	342,47	209,64	154,80	65,66
Jura et Randen	19,67	23,55	29,06	40,79	82,22	50,84	42,46	34,41	24,52	12,16
Alpes septentrionales	396,68	439,53	602,73	681,46	1424,99	2,52	2,28	1,66	1,47	0,70
Alpes centrales orientales	309,29	414,60	461,58	476,30	610,75	3,23	2,41	2,17	2,10	1,64
Plateau oriental	3,13	3,48	4,75	6,86	20,74	319,49	287,36	210,53	145,77	48,22
Alpes méridionales	450,27	463,73	689,20	700,03	732,05	2,22	2,16	1,45	1,43	1,37
Sud du Tessin	349,05	354,50	559,19	570,43	664,40	2,86	2,82	1,79	1,75	1,51
Préalpes	171,62	184,28	272,73	309,22	513,61	5,83	5,43	3,67	3,23	1,95
Alpes centrales occidentales	162,00	204,71	545,60	819,89	1431,31	6,17	4,88	1,83	1,22	0,70
Plateau occidental	3,67	4,40	7,17	8,26	17,52	272,48	227,27	139,47	121,07	57,08

Programme des publications de l'OFS

En sa qualité de service central de statistique de la Confédération, l'Office fédéral de la statistique (OFS) a pour tâche de rendre les informations statistiques accessibles à un large public.

L'information statistique est diffusée par domaine (cf. verso de la première page de couverture); elle emprunte diverses voies:

Moyen de diffusion	*Contact*
Service de renseignements individuels	032 713 60 11 info@bfs.admin.ch
L'OFS sur Internet	www.statistique.admin.ch
Communiqués de presse: information rapide concernant les résultats les plus récents	www.news-stat.admin.ch
Publications: information approfondie (certaines sont disponibles sur disquette/CD-Rom)	032 713 60 60 order@bfs.admin.ch
Banque de données (accessible en ligne)	032 713 60 86 www.statweb.admin.ch

Informations sur les divers moyens de diffusion sur Internet à l'adresse www.statistique.admin.ch → Services → Les publications de Statistique suisse.

Espace et environnement

Publications importantes sur le thème Espace et environnement:

L'environnement suisse – Statistique de poche 2007
OFS, Office fédéral de l'environnement
Neuchâtel 2007, 32 pages, gratuit – numéro de commande: 522-0700

Environnement Suisse 2007
Office fédéral de l'environnement, OFS
Berne et Neuchâtel 2007, 148 pages, 15 francs (TVA excl.)
numéro de commande: 319.407.f

Flux de matières en Suisse – Consommation de ressources par l'économie suisse entre 1990 et 2005
Neuchâtel 2007, 26 pages, 6 francs (TVA excl.) – numéro de commande: 861-0500

Arealstatistik Schweiz: Zahlen – Fakten – Analysen
Neuchâtel 2005, 99 pages, 23 francs (TVA excl.) – numéro de commande: 002-0500

Les zones protégées d'importance nationale et leur utilisation, Statistique suisse de l'environnement n° 13
Neuchâtel 2004, 31 pages, 9 francs (TVA excl.) – numéro de commande: 142-9413

Renseignements généraux concernant la statistique de l'environnement:

OFS, section Environnement, développement durable, agriculture
Tél. 032 713 67 40 – e-mail: umwelt@bfs.admin.ch – www.environment-stat.admin.ch

Les paysages de Suisse sont de plus en plus morcelés

Au cours des dernières décennies, les habitats de la faune et les zones de délassement de l'homme se sont progressivement morcelés en Suisse. Ce phénomène est dû à la densification du réseau de transport et à l'extension des zones d'habitat et des aires industrielles. Les «mailles» résiduelles sont ainsi de plus en plus restreintes dans le paysage. Une telle évolution a de nombreuses conséquences négatives pour le paysage et pour la qualité des zones de délassement, ainsi que pour la faune. De nombreuses espèces animales – les batraciens, notamment – ne peuvent pas traverser les voies de communication, ou seulement avec des pertes importantes.

- Comment exprimer en chiffres le morcellement des paysages suisses?
- Quelles différences mesure-t-on entre les cantons? Où le morcellement est-il le plus prononcé, où l'est-il le moins?
- A quelle vitesse le morcellement a-t-il progressé durant les dernières décennies?
- Quelles ont été les phases d'augmentation les plus marquées?
- Quelles sont les tendances actuelles?

L'étude présentée ici répond à toutes ces questions et à de nombreuses autres. Afin de mesurer le degré de morcellement, le projet utilise la «largeur effective de maille» et la «densité effective de mailles». Ces valeurs indiquent quelle est la probabilité que deux points choisis au hasard soient reliés entre eux dans un territoire.

Les résultats montrent combien le morcellement s'est accru en Suisse au cours des 120 dernières années. Ce phénomène devrait se poursuivre si l'on ne prend pas de mesures pour l'endiguer.

N° de commande
867-0200

Commandes
Tél.: 032 713 60 60
Fax: 032 713 60 61
E-mail: order@bfs.admin.ch

Prix
10 francs (TVA excl.)

ISBN 978-3-303-02106-4