Notice
pour le praticien

ISSN 1012-6554

Institut fédéral de recherches WSL
CH-8903 Birmensdorf

© WSL Birmensdorf, 2011

WSL, Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-Mail: eshop@wsl.ch
http://www.wsl.ch/publications

47
Octobre
2011

Mesurer et éviter l'étalement urbain

Christian Schwick, Jochen Jaeger et Felix Kienast

En Suisse, l'étalement urbain augmente à une vitesse effrayante. Il a plus que doublé depuis 1950 et ses conséquences à long terme sont alarmantes. Une nouvelle méthode pour le mesurer confère aux planificateurs et aux politiciens un instrument susceptible de donner aux discussions une note plus objective, d'évaluer les scénarios de planification, de définir les objectifs pour l'avenir et de vérifier le succès des mesures qui visent à le réduire.

Fig. 1. L'étalement urbain gagne également les vallées alpines. Vue depuis la Cima della Trosa en direction du Centovalli. (Photo: Die Geographen schwick+spichtig, 2011)

Consommation de paysage vertigineuse en Suisse

La croissance des surfaces bâties et des voies de communication, le remembrement rural et l'agriculture intensive ont provoqué un changement radical des paysages en Europe au cours des cinquante dernières années. À maints endroits, le paysage d'autrefois ne se reconnaît quasiment plus (Ewald et Klaus 2009; Fig. 1).

En 1955, dans un mince opuscule rouge intitulé «achtung: die Schweiz» («attention: la Suisse»), Lucius Burckhard, Max Frisch et Markus Kutter mettaient déjà en garde contre la croissance incontrôlée du paysage urbain. Ils proposaient alors de respecter la limitation des surfaces comme défi à se donner et de bien considérer les conséquences à long terme. La loi sur l'aménagement du territoire (LAT) de 1979 prescrit une utilisation mesurée du sol en vue d'éviter le mitage. L'étalement du milieu bâti doit donc être limité. En renforçant le rôle des zones à bâtir, la LAT a permis, au cours des trente dernières années, un recul marqué de la construction de nouveaux bâtiments en dehors de ces zones. Toutefois, depuis lors, la surface bâtie et à bâtir n'a pas cessé de croître de façon considérable en Suisse. Avec les conséquences suivantes: perte de terres agricoles, d'habitats pour la faune sauvage et de biodiversité, dissémination d'espèces de plantes invasives, grandes distances spatiales entre l'habitat, le travail et les loisirs, de même que formation de cités-dortoirs.

Un problème majeur est l'utilisation souvent faible des surfaces bâties (Fig. 2). Ce phénomène a des répercussions économiques, écologiques et sociales négatives, notamment à cause des coûts élevés de viabilisation et de services (voirie, eau, électricité, collecte de déchets), d'une plus

grande consommation d'énergie et d'un taux supérieur de dépenses non couvertes dans les transports publics.

À ce jour, l'aménagement du territoire n'a pas réussi à endiguer l'étalement urbain. Le développement effectif est en contradiction avec les principes du développement durable tels qu'ils sont inscrits depuis 1992 dans l'Agenda 21 issu de la conférence de l'ONU à Rio, et depuis 1999 dans la Constitution suisse. «L'étalement urbain et la destruction des terres agricoles sont des problèmes non résolus de l'aménagement du territoire» (citation de Doris LEUTHARD, Présidente de la Confédération et de Corinne CASANOVA, Chancelière de la Confédération en 2010). Or le renforcement du mitage est dû en grande partie à de fausses incitations. En effet, de mauvais signaux donnent à l'habitat à la campagne une attractivité démesurée: application trop limitée du principe pollueur/payeur dans l'imputation des coûts d'équipement liés aux nouvelles constructions; internalisation insuffisante des coûts externes pour les transports publics et privés; manque d'imposition conséquente lors de plus-values générées par les mesures d'aménagement, de viabilisation et d'infrastructure (FREY et ZIMMERMANN 2005).

Le développement durable exige l'arrêt de l'étalement urbain

Les tendances actuelles du développement de l'urbanisation en Suisse vont à l'encontre de l'objectif d'un développement territorial durable qui est de plus en plus difficile à atteindre au fur et à mesure que le mitage progresse (Fig. 3 et 4). À l'aide de mesures appropriées, il semble toutefois encore possible d'éviter celui-ci afin qu'à l'avenir la Suisse s'éloigne plus lentement de l'objectif de la gestion durable qu'au cours des dernières décennies. Certes, depuis longtemps, nombre de mesures nécessaires ont fait l'objet de discussions, mais leur absence d'application ou la timidité de leur mise en œuvre ont rendu leur impact quasiment nul.

Les facteurs suivants favorisent la progression de l'étalement urbain:

1. Maintien, voire accroissement, d'une surface bâtie importante par habitant;
2. Augmentation du nombre d'habitants;
3. Développement urbain à forte dispersion;
4. Suburbanisation;
5. Construction en dehors des zones à bâtir, notamment dans les zones de protection des paysages;
6. Mode de construction dispersé plutôt que regroupé;
7. Développement urbain décentralisé et non pas centralisé.

De cette liste peuvent être déduites des mesures fondamentales susceptibles de réduire à l'avenir l'étalement urbain. Il en ressort l'ordre de priorités suivant:

1. La mesure la plus efficace, et donc essentielle, consiste à éviter l'ajout de surfaces bâties supplémentaires. La construction dense, en particulier en comblant les terrains vagues, l'édification de bâtiments de remplacement présentant une utilisation accrue et la réutilisation de friches industrielles («recyclage des surfaces») sont toujours possibles. Le tissu bâti cesse alors de gagner du terrain.
2. Là où la première mesure est irréalisable, il importe de viser autant que possible la concentration à l'intérieur des zones à bâtir, c'est-à-dire de ne pas créer de nouvelles zones bâties ni de nouveaux bâtiments individuels à l'extérieur de ces zones. Les nouvelles constructions sont édifiées directement en bordure du bâti existant.
3. Si cela n'est toujours pas possible, les nouveaux édifices nécessaires doivent au moins ne pas être implantés dans des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale et dignes d'être protégés (zones IFP), des paysages de marais ou des corridors pour la faune sauvage, etc.
4. L'étendue et la position des zones à bâtir doivent être considérées et adaptées conformément aux points 1 à 3. La taille des zones à bâtir doit être réduite à long terme dans la mesure du possible.

Fig. 2. Comment mesurer le degré de mitage de ce paysage? Vue depuis le Säli-Schlössli près d'Olten en direction d'Aarburg/Rothrist. (Photo: Klaus Ewald, 1999)

Les trois pièges écologiques selon HABER (2007)

Le sol fertile est une ressource limitée dont la destruction est irréversible à long terme. La production alimentaire nécessite des terres arables et des prairies aux sols appropriés. L'approvisionnement accru en énergie renouvelable exigera également des terres de vaste étendue. De surcroît, l'être humain ne cesse de revendiquer la terre pour la transformer en zones d'habitat, d'industrie, de transports, en zones de décharges, mais aussi en zones de détente et de protection de la nature. Ces trois formes de demande croissante de surfaces sont en concurrence les unes avec les autres. C'est la raison pour laquelle HABER (2007) les a caractérisées de «pièges écologiques» menaçant probablement l'humanité encore plus que tout autre problème environnemental pris de façon isolée. D'où sa mise en garde, Haber faisant remarquer que la terre et les sols fertiles se raréfient de façon alarmante et que ce phénomène continue d'être sous-estimé.

Au vu de l'objectif du développement durable du paysage, il faudrait mettre fin à la croissance des zones bâties et démanteler partiellement celles qui sont situées dans des espaces d'intérêt écologique ou agricole reconnu. Afin de limiter l'étalement urbain, des prescriptions légales claires s'avèrent indispensables comme cadre de référence fiable. Il serait ainsi possible d'instaurer une sécurité juridique, de mettre un terme à la concurrence entre des communes qui se disputent emplois, contribuables et habitants, et de favoriser de meilleures coopérations dans l'optique d'un développement durable. Sur la base de connaissances écologiques fiables, d'un monitoring et d'une planification, il faudrait déployer des efforts bien plus grands qu'aujourd'hui pour préserver les terres et le sol et les utiliser avec parcimonie et mesure (HABER 2007).

D'où un besoin urgent de données chiffrées afin de comparer les différentes régions et d'identifier les tendances de développement, les paramètres satisfaisants faisant encore actuellement défaut.

Nouvelle méthode de mesure: prolifération urbaine pondérée

Jusqu'à présent, les définitions de l'étalement urbain étaient trop imprécises pour servir de base à sa mesure. Un projet dans le cadre du Programme national de recherche 54 est venu remédier à ce manque (JAEGER *et al.* 2008; SCHWICK *et al.* 2011).

Une définition qui décrit le phénomène en tant que tel et distingue ses causes de ses effets est nécessaire (JAEGER *et al.* 2010a):

> L'étalement urbain est un phénomène perceptible visuellement dans le paysage. Un paysage sera d'autant plus mité qu'il comportera de surfaces bâties, que celles-ci seront dispersées et que leur utilisation à des fins d'habitation ou d'emploi sera faible.

Ainsi les critères mesurables suivants: taille de la surface bâtie, dispersion et utilisation de celle-ci viennent compléter l'évaluation intuitive. L'impact sur le mitage de toute modification de l'urbanisation peut, sur la base de cette définition, être déjà analysé dans la phase de planification.

Surface bâtie, dispersion et utilisation

La définition de l'étalement urbain convient pour l'élaboration d'un modèle applicable mathématiquement (JAEGER

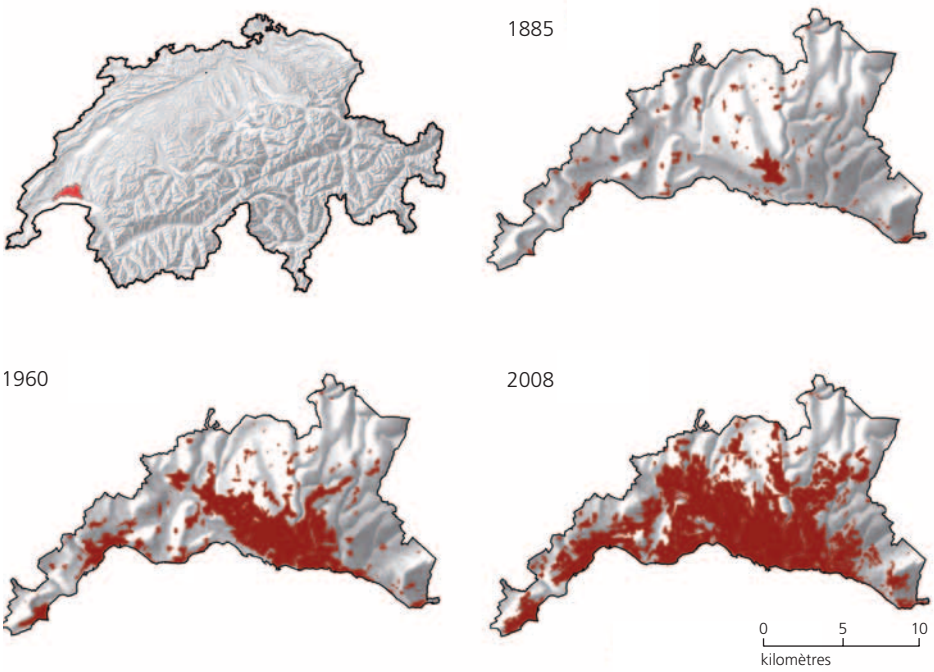


Fig. 3. Évolution des zones bâties dans la région de Lausanne entre 1885 et 2008.

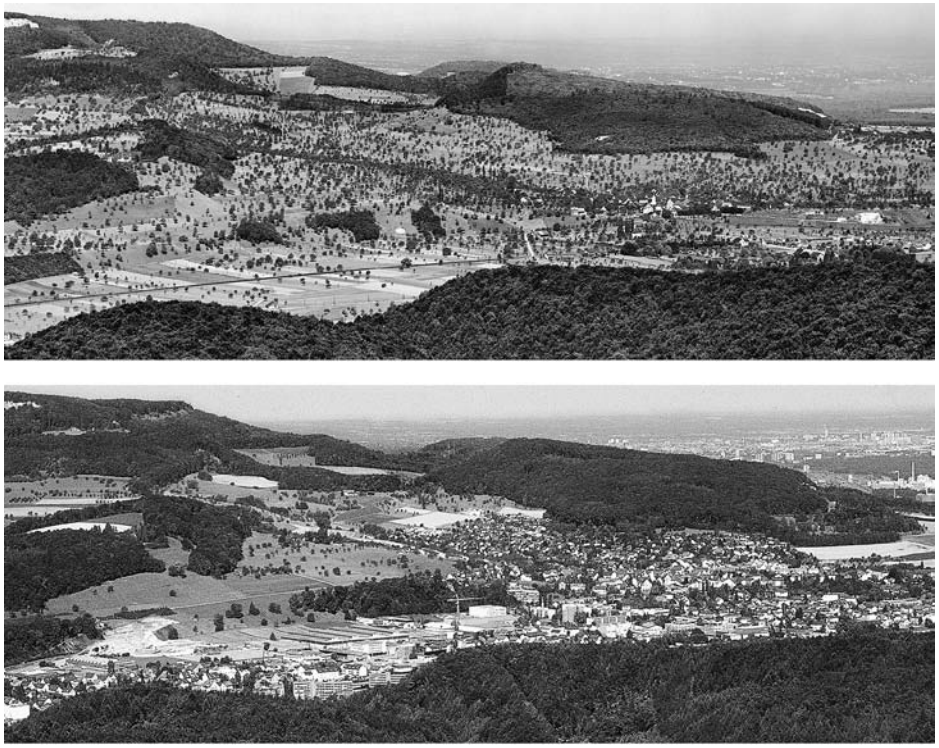


Fig. 4. Entre 1909 (photo du haut) et 1999 (photo du bas) – environ la durée d'une vie humaine –, l'étalement urbain a considérablement augmenté à Frenkendorf. (Photo: Frenkendorf 1909: K. Lüdin, Fotoarchiv Druckerei Lüdin AG, Liestal. Frenkendorf 1999: Karl Martin Tanner, Seltisberg)

et al. 2010b). La formule qui en résulte comporte trois parties:

> $PUP = PU * p_1(DIS) * p_2(OT)$
>
> ou pour le traduire en mots:
>
> *Prolifération urbaine pondérée = Perméation urbaine * Pondération$_1$(Dispersion) * Pondération$_2$(Occupation du territoire par personne ou par emploi)*

Les trois paramètres utilisés sont définis comme suit:

1. La *perméation urbaine (PU = urban permeation)* est exprimée en unités de perméation urbaine (UPU) par m² de paysage [UPU/m²]. *PU* mesure non seulement la taille de la surface bâtie (Fig. 5, rangée supérieure), mais aussi son degré de dispersion (*PU = DIS* * surface bâtie / aire de la région).
2. L'éparpillement des surfaces bâties est qualifié de *dispersion (DIS)*. L'unité *DIS* correspond aux unités de perméation par m² de surface bâtie [UPU/m²]. L'idée principale est que le mitage augmente lorsque la dispersion des surfaces bâties est plus forte (Fig. 5, rangée du milieu). Ce paramètre recourt aux distances comprises entre tous les points qui se situent à l'intérieur des zones bâties (la moyenne de toutes les paires de points possibles est ensuite calculée; pour de plus amples détails, voir JAEGER *et al.* 2010b). Plus les points sont éloignés les uns des autres, plus ils contribuent à la dispersion.
3. *Occupation du territoire (OT):* Plus la surface bâtie occupée par habitant ou par emploi est faible, meilleure est l'utilisation de la surface (Fig. 5, rangée inférieure). L'occupation du territoire est mesurée en m² de surface bâtie par habitant ou par emploi [m²/(H+E)].

La dispersion et l'occupation du territoire sont pondérées par les fonctions de pondération $p_1(DIS)$ et $p_2(OT)$ pour mieux faire ressortir les différences entre une faible et une forte dispersion d'une part, et une utilisation faible ou forte de la surface bâtie d'autre part (Fig. 6). Lorsque la dispersion des surfaces bâties se situe au niveau de la moyenne suisse de l'année 1960, le facteur de pondération $p_1(DIS)$ est de 1; en présence de valeurs supérieures de dispersion, le facteur s'élève jusqu'à 1,5, et en présence de valeurs inférieures, il descend au plus bas jusqu'à 0,5. Lorsque l'occupation du territoire par personne est très faible – par exemple dans les zones densément construites –, la valeur du facteur de pondération $p_2(OT)$ est proche de 0. Cela correspond à la compréhension intuitive selon laquelle les centres-villes ne sont pas mités. Le facteur de pondération atteint 0,8 dans les zones où l'occupation du territoire est de 400 m² de surface bâtie par personne, ce qui coïncide avec l'objectif du Conseil fédéral. Lorsque le besoin d'espace par personne est supérieur, le facteur augmente jusqu'à 1 (Fig. 6).

En raison de ces deux fonctions de pondération, le paramètre est appelé *prolifération urbaine pondérée (PUP)* (Fig. 6).

En outre, l'horizon d'observation joue un rôle clé dans la perception de l'étalement urbain. Seuls les bâtiments situés dans ce rayon (librement choisi) participent au mitage d'un endroit donné (Fig. 7). Tous les résultats présentés dans cette Notice ont été calculés sur la base d'un horizon d'observation de deux kilomètres.

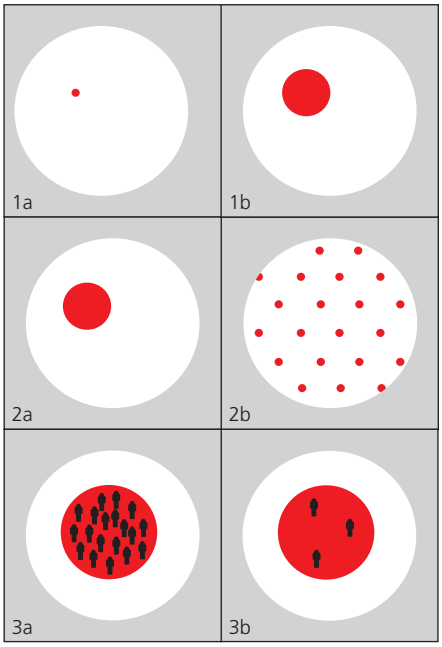


Fig. 5. Dans un paysage (en blanc), l'étalement urbain augmente quand 1) la surface bâtie s'accroît (série du haut), 2) la dispersion des zones bâties progresse (série du milieu) ou 3) l'occupation du territoire par personne (habitant ou emploi) est en hausse (série du bas).

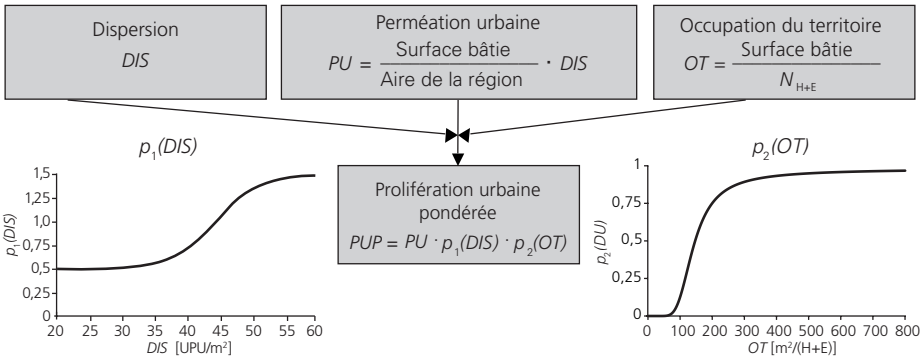


Fig. 6. Rapport entre les paramètres de l'étalement urbain. Avec: *DIS* = Dispersion = Éparpillement des zones bâties; *PU* = Perméation urbaine (urban permeation); N_{H+E} = Nombre d'habitants et d'emplois, p_1 et p_2 = Fonctions de pondération pour *DIS* et *OT*.

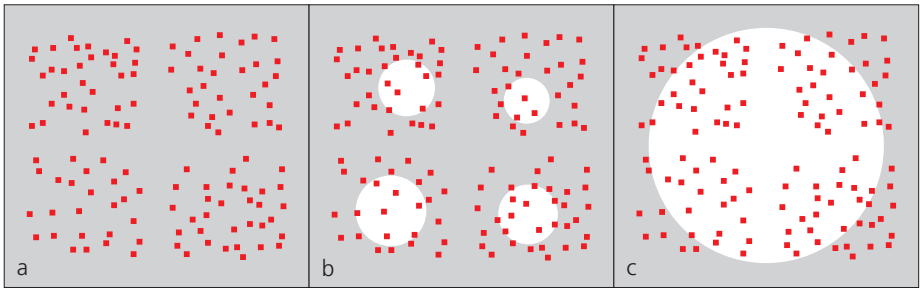


Fig. 7. Un paysage est ponctué de bâtiments individuels (a). Lorsque l'on choisit un horizon d'observation limité, (b) les bâtiments individuels semblent être répartis de façon presque régulière. Avec un plus grand horizon d'observation (c), on remarque que les bâtiments se regroupent dans quatre régions du paysage.

Trois exemples pour illustrer la méthode

Les régions de Sursee, Coire et Lugano (Fig. 8 et 9) ont été choisies comme exemples pour illustrer la méthode de mesure. Ces exemples démontrent que seule l'interaction des trois paramètres (perméation urbaine, dispersion et occupation du territoire par habitant ou par emploi) permet d'obtenir un tableau exhaustif de l'étalement urbain.

La région de Lugano présente la prolifération urbaine pondérée la plus élevée. De 1935 à 2002, celle-ci a augmenté de 416 %. Les surfaces bâties sont fortement dispersées. Depuis 1960, de nombreuses localités se sont rapprochées, ce qui accroît la valeur de la dispersion. L'occupation du territoire par habitant ou par emploi est – ce qui est caractéristique des agglomérations – légèrement inférieure à la moyenne suisse. La valeur de la prolifération urbaine pondérée est ainsi légèrement inférieure à celle de la perméation urbaine.

C'est dans la région de Coire que la prolifération urbaine pondérée est la plus faible. Elle a «seulement» progressé de 126 %. Entre 1935 et 1960, elle a même diminué car le nombre d'habitants et d'emplois a connu une hausse nettement supérieure à celle de la surface bâtie. L'occupation du territoire par habitant ou par emploi s'est par là même réduite de façon considérable. La faible valeur de l'occupation du territoire par habitant ou par emploi est typique des zones urbaines. Dans la région de Coire également, la dispersion s'est fortement accentuée entre 1935 et 1980. Mais elle n'a que peu augmenté de 1980 à 2002 car les nouvelles surfaces bâties se sont surtout établies dans les espaces vides ou en bordure du bâti déjà existant.

Dans la région de Sursee, la valeur de la prolifération urbaine pondérée se situe entre celles des deux exemples précédents. En 2002, elle était de 175 % supérieure à celle de 1935. Cette région connaît les valeurs de dispersion les plus faibles des trois régions sélectionnées. Entre 1935 et 1960, la dispersion a même légèrement reculé. En effet, les zones bâties qui se sont alors développées se trouvaient à proximité des anciens cœurs des villages, et leurs limites étaient à plus de deux kilomètres de celles des autres villages, c'est-à-dire au-delà de l'horizon d'observation. À partir de 1960, ces zones se sont étendues et rapprochées les unes des autres à

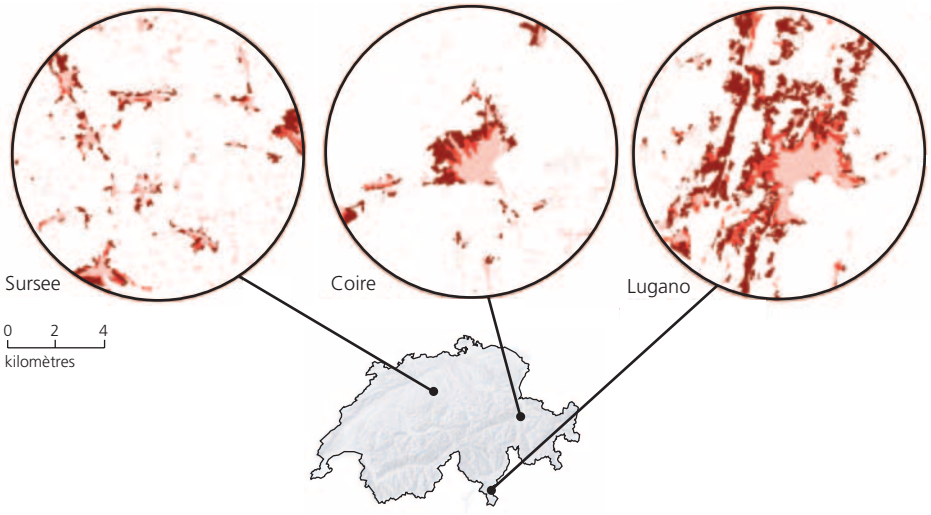


Fig. 8. Évolution des zones bâties dans les trois régions de Sursee, de Coire et de Lugano. Le diamètre de chaque région est de 12 kilomètres. Les cartes montrent l'évolution des zones bâties en 1935 (rose), 1960 (rouge) et 2002 (rouge foncé).

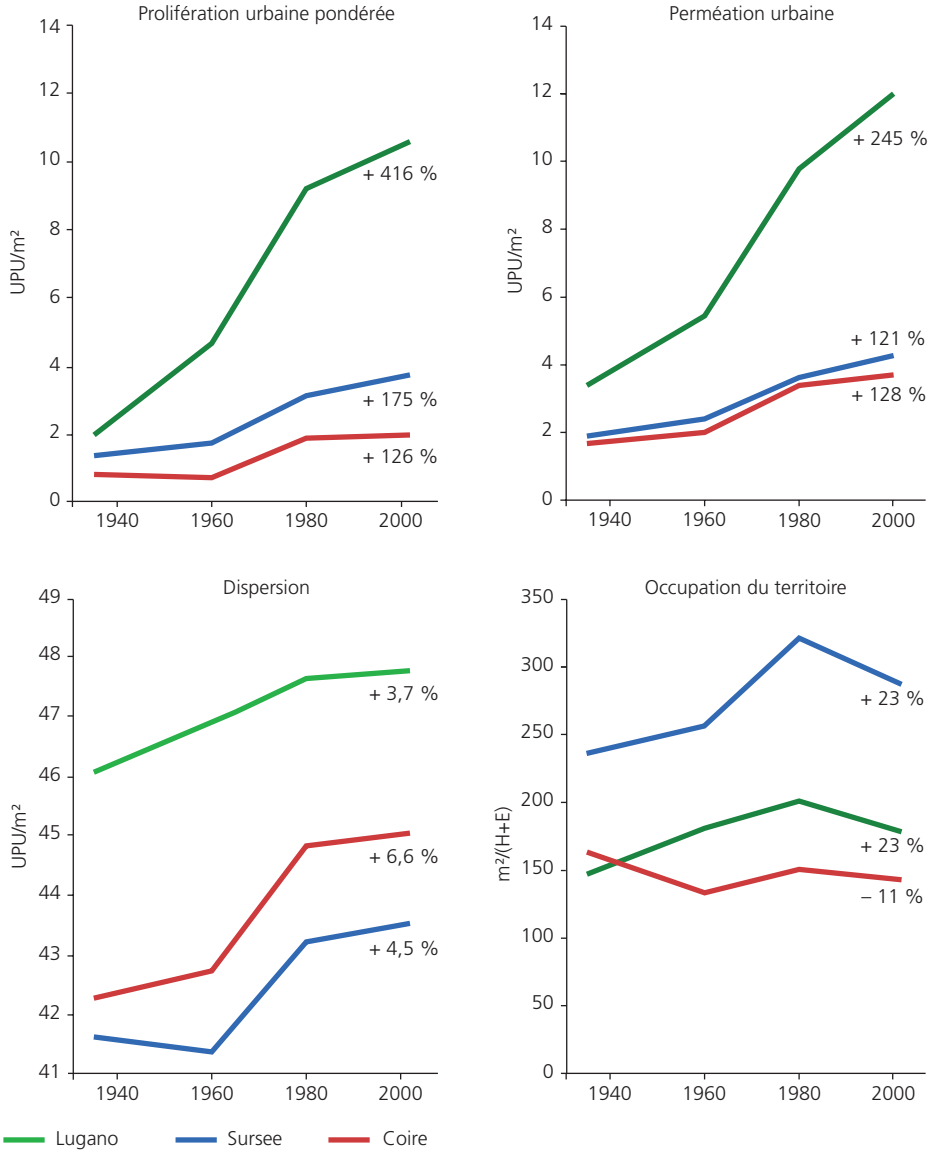


Fig. 9. Évolution de la prolifération urbaine pondérée, de la perméation urbaine, de la dispersion et de l'occupation du territoire par habitant ou par emploi dans les trois régions de Lugano, Sursee et Coire. Quatre années sont représentées: 1935, 1960, 1980 et 2002.

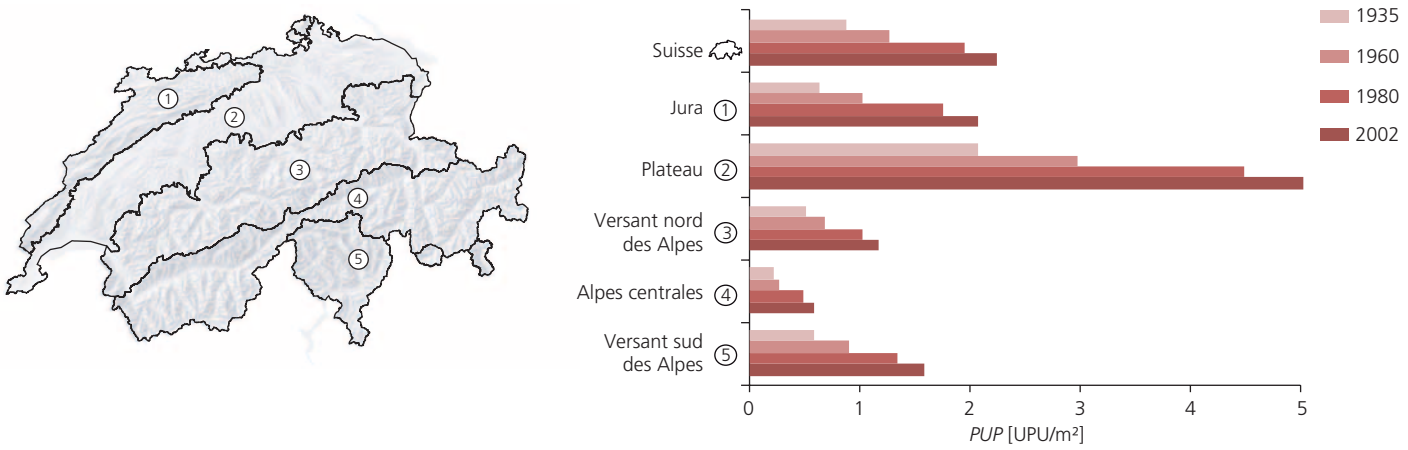


Fig. 10. Évolution de la prolifération urbaine pondérée en Suisse et dans les cinq régions biogéographiques entre 1935 et 2002.

moins de deux kilomètres par endroits, c'est-à-dire en deçà de l'horizon d'observation. La dispersion de la région de Sursee s'est pour cette raison fortement accrue. L'occupation du territoire par habitant ou par emploi y est élevée. Une telle situation est caractéristique des nombreuses régions rurales à la densité de construction relativement faible.

Applications de la méthode de la prolifération urbaine pondérée

La prolifération urbaine pondérée s'applique à toutes les échelles, du monitoring national à la planification de quartiers. Elle s'avère utile pour débattre de façon objective des questions liées à l'étalement urbain. Des données quantitatives sur la vitesse de changement du paysage sont importantes pour effectuer des comparaisons temporelles et spatiales, reconnaître les modifications de tendances et définir des objectifs vérifiables. Il est possible de comparer différentes variantes de planification en fonction de leur impact sur l'étalement urbain et de fixer – et contrôler – des valeurs maximales. Les différents projets de planification sont alors non seulement considérés séparément, mais aussi tous ensemble afin de prendre en compte l'effet global de tous ces projets. En voici l'illustration par quatre exemples:

Exemple 1: Utilisation dans l'observation nationale du territoire et du paysage

Il existe en Suisse divers systèmes de monitoring sur les questions spatiales et environnementales. L'Observation du paysage suisse (OPS) de l'Office fédéral de l'environnement est spécifiquement axée sur une utilisation durable du territoire (Roth *et al.* 2010). Dans ce système de monitoring, la mesure de la prolifération urbaine pondérée est présente depuis le premier relevé de 2010.

L'étalement urbain n'a cessé d'augmenter de façon continue en Suisse de 1935 (0,87 UPU/m²) à 2002 (2,22 UPU/m²), soit 155 % d'accroissement (Fig. 10). En 1951, sa valeur correspondait à la moitié de celle calculée en 2002, ce qui signifie que l'étalement urbain a doublé en 51 ans. La plus forte augmentation, de 0,69 UPU/m², a eu lieu entre 1960 et 1980, époque de la suburbanisation à grande échelle en Suisse. Également dans les cinq régions biogéographiques du pays – Jura, Plateau, versant nord des Alpes, Alpes centrales et versant sud des Alpes –, cet étalement a plus que doublé depuis 1935. En valeurs absolues, celui-ci a connu la plus forte hausse sur le Plateau jusqu'en 2002 pour atteindre à cette date 5,02 UPU/m². Sa progression dans les trois régions alpines est aussi préoccupante, d'autant plus que l'urbanisation se développe essentiellement dans les vallées qui se heurtent à des limites spatiales.

Dans tout le pays, de même que dans les régions biogéographiques, l'étalement urbain s'est ralenti après 1980. Il importe toutefois de rester vigilant: selon des données provisoires et comme l'indique la croissance des zones bâties depuis 2002, son augmentation s'est de nouveau accélérée au cours de la dernière décennie.

Exemple 2: Étude de régions délimitées sur le plan fonctionnel

La méthode de la prolifération urbaine pondérée ne s'arrête pas aux frontières administratives. Deux exemples l'illustrent: les fonds des vallées des cantons de montagne et les agglomérations.

Valais central

Le paysage du Valais central se divise en trois parties. Dans la vallée du Rhône, plate et sillonnée de zones bâties, est pratiquée une agriculture intensive. Les versants et les vallées latérales des Alpes valaisannes et bernoises qui jouxtent ensuite la vallée sont en grande partie boisés et recouverts de zones bâties, pour la plupart touristiques. Plus en altitude se situent des zones exploitées par l'économie alpine ainsi que les hautes Alpes. En 1935, la vallée abritait des milieux bâtis nettement séparés les uns des autres, tandis que les versants accueillaient des zones isolées exploitées elles aussi par l'économie alpine. Entre 1935 et 2002, dans toute la région, les zones bâties se sont fortement étendues et se sont rejointes par endroits. De nouvelles zones d'habitation sans lien avec les anciens centres sont également apparues (Fig. 11).

En 1935, la prolifération urbaine pondérée en Valais central s'élevait à 0,4 UPU/m², ce qui équivaut à la moitié environ de la valeur au niveau national (Fig. 13, courbe rouge). Jusqu'en 2002, cette valeur s'est accrue de façon impressionnante, plus précisément de 703 %, pour atteindre 3,2 UPU/m² et dépasser alors de 44 % la valeur comparative pour l'ensemble de la Suisse. L'éparpillement des zones bâties

(dispersion) est passé de 43,23 UPU/m^2 à 45,9 UPU/m^2. Cette valeur excède également la moyenne du pays (44,95 UPU/m^2). Le besoin de surface par habitant ou par emploi s'est considérablement accentué: de 163 m^2 en 1935 à 302 m^2 en 2002, il a quasiment doublé; il est de 36 % supérieur à la valeur comparative pour toute la Suisse.

La représentation de la prolifération urbaine pondérée sur une carte raster montre la forte augmentation du mitage dans le Valais central (Fig. 14, en haut). En 1935, les zones non bâties ou faiblement mitées prédominaient. La surface bâtie a plus que triplé depuis 1935, couvrant 4262 ha en 2002. Jusqu'à cette date, de grandes parties du Valais central connurent un étalement urbain important (>15 UPU/m^2). Les régions aux alentours des deux centres de Sion et de Sierre furent alors particulièrement concernées.

Dans la mesure où aucune zone bâtie n'est démantelée, diminuer l'étalement urbain dans la région du Valais central n'est possible qu'en réduisant considérablement l'occupation du territoire par habitant ou par emploi. Cela signifie que l'occupation du territoire devrait nettement baisser afin de descendre sous la barre des 200 m^2/(H+E). La région devrait ainsi gagner plus de 100 000 habitants ou emplois sans élargir l'espace bâti pour autant. Cependant, vu les grandes zones à bâtir non construites que l'on observe déjà aujourd'hui, une forte poursuite de l'étalement urbain est plus que probable en l'absence de contre-mesures radicales.

Il convient aussi de noter que de grandes parties du Valais central ne sont pas du tout constructibles. Il apparaît ainsi clairement que dans de telles évaluations, il importe non seulement de considérer la valeur absolue de la prolifération urbaine pondérée, mais aussi son augmentation relative et la taille des surfaces non constructibles.

Fig. 11. La plaine du Rhône dans la région du Valais central, vue depuis Vercorin en direction de Saint-Léonard: des zones bâties dispersées à vaste échelle marquent le paysage de leur empreinte. (Photo: Yves Maurer, 2003)

Fig. 12. Densités élevées de construction et séparation nette avec la zone non constructible. Construction «Feldhof» à Zoug. (Photo: Die Geographen schwick+spichtig 2011)

Région de Zoug

La région de Zoug se situe sur le Plateau, entre les deux grandes villes de Zurich et Lucerne, au bord du Lac de Zoug. Elle est extrêmement dynamique par son site, notamment grâce aux avantages liés à ses faibles taux d'imposition et à sa proximité avec la métropole de Zurich (Fig. 12).

Vers 1935, les zones bâties des communes se distinguaient clairement les unes des autres ainsi que de leur environnement (Fig. 14, en bas). Jusqu'en 2002, le milieu bâti s'est fortement étendu, de nombreuses surfaces jadis séparées ayant fusionné. Le nombre d'habitants et d'emplois a augmenté de 241 %, mais la surface bâtie seulement de 121 %. Il en a résulté de façon générale une densification des zones bâties qui s'est traduite par une élévation relativement faible de la valeur de la prolifération urbaine pondérée (+26 %) (Fig. 13, courbe bleue). Exemple rare: la valeur de la prolifération urbaine pondérée pour Zoug a même nettement baissé de 1980 à 2002 (–34 %). Deux objectifs de planification définis dans le plan directeur du canton de Zoug jouent un rôle déterminant dans cette évolution:

– «Le canton et les communes séparent les zones constructibles des zones non constructibles. Des lignes limitent l'étalement du milieu bâti.»
– «Les cantons et les communes renforcent les zones centrales des communes ainsi que les importants nœuds du transport public. Les communes … autorisent des densités de construction élevées.»

Ces deux dispositions évitent une forte progression de la surface bâtie, de la perméation urbaine et de la dispersion, tandis que l'occupation du territoire par habitant ou par emploi diminue par là même. Effectivement, cette dernière a chuté entre 1980 et 2002. Malgré l'augmentation de la surface bâtie, une réduction de l'étalement urbain est ainsi possible en densifiant les constructions et en comblant les espaces vides dans les zones bâties déjà existantes.

La région de Zoug est un exemple modèle qui illustre la façon dont l'étalement urbain peut être non seulement ralenti, mais aussi réduit. Toutefois, du fait de la limitation conséquente des zones de nouvelles constructions, les appartements de la région de Zoug se font rares et chers.

Exemple 3:
Scénarios – dans quel paysage voulons-nous vivre à l'avenir?

Les scénarios sur l'étalement urbain en Suisse montrent quelles peuvent être sur le paysage les répercussions à long terme des décisions prises dans la politique d'urbanisme, et quels développements alternatifs sont réalisables. Les trois scénarios présentés ici s'appuient sur les chiffres de population du recensement suisse de l'année 2000 et sur les zones bâties de l'année 2002 (Fig. 15). Le *scénario minimal* table sur une croissance de la population à hauteur de 341 000 habitants jusqu'en 2050, et sur le fait que les zones d'habitat nouvellement construites seront compactes et toujours situées en bordure directe des zones bâties déjà existantes. Le *scénario maximal* prévoit quant à lui une augmentation de 2 455 000 habitants avec de nouvelles zones d'habitat dispersées dans la zone constructible. Le scénario *densification* projette aussi une croissance de la population de près de 2,5 millions jusqu'en 2050. Contrairement au scénario maximal, la zone bâtie ne croît pas dans ce cas de figure car les nouveaux habitants vivent et travaillent dans le milieu bâti déjà existant.

Les scénarios mettent en évidence la forte influence que l'augmentation de la population et du bâti, ainsi que la situation spatiale des zones bâties supplémentaires (regroupées ou dispersées), auront sur le développement futur de l'étalement urbain en Suisse. D'où les déductions que l'on peut en faire pour les décennies à venir:
– l'étalement urbain continuera fortement de gagner du terrain en l'absence de contre-mesures;
– il existe toutefois des différences considérables entre les scénarios;
– toute croissance de la population, sans modification de l'occupation du territoire par habitant ou par emploi, renforcera la poursuite de l'étalement urbain;
– lors d'une augmentation donnée de la population et de l'absence de modification de l'occupation du territoire par personne, la progression de l'étalement urbain peut être freinée de façon sensible si les zones bâties nouvellement érigées sont regroupées et non pas dispersées;
– lors d'une augmentation donnée de la population, la progression de l'étalement urbain peut être freinée de façon sensible si l'urbanisation s'effectue de façon concentrée sans qu'aucune autre suburbanisation du paysage n'ait lieu;
– l'étalement urbain, en présence d'une croissance de population donnée, peut être non seulement freiné fortement par une diminution de l'occupation du territoire par habitant ou par emploi, mais également réduit.

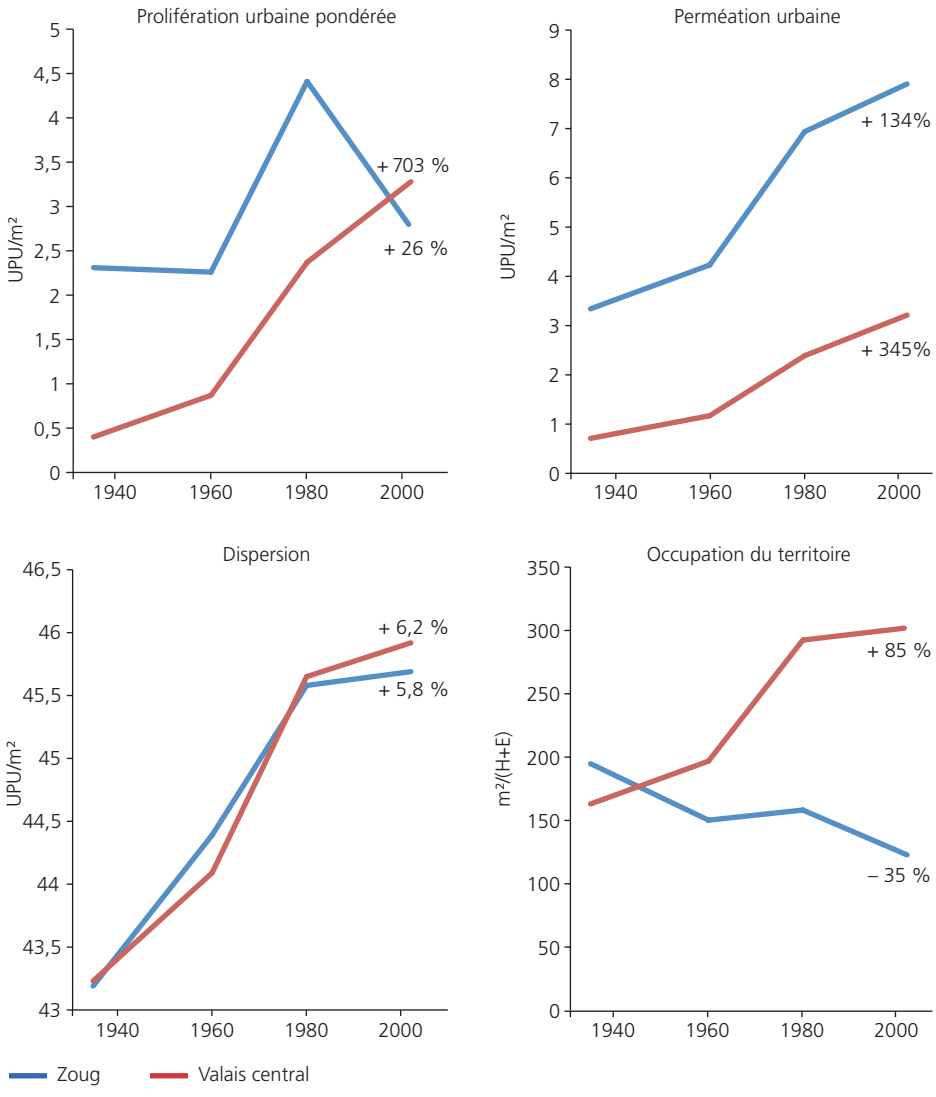


Fig. 13. Évolution de la prolifération urbaine pondérée dans les régions du Valais central et de Zoug pendant la période comprise entre 1935 et 2002.

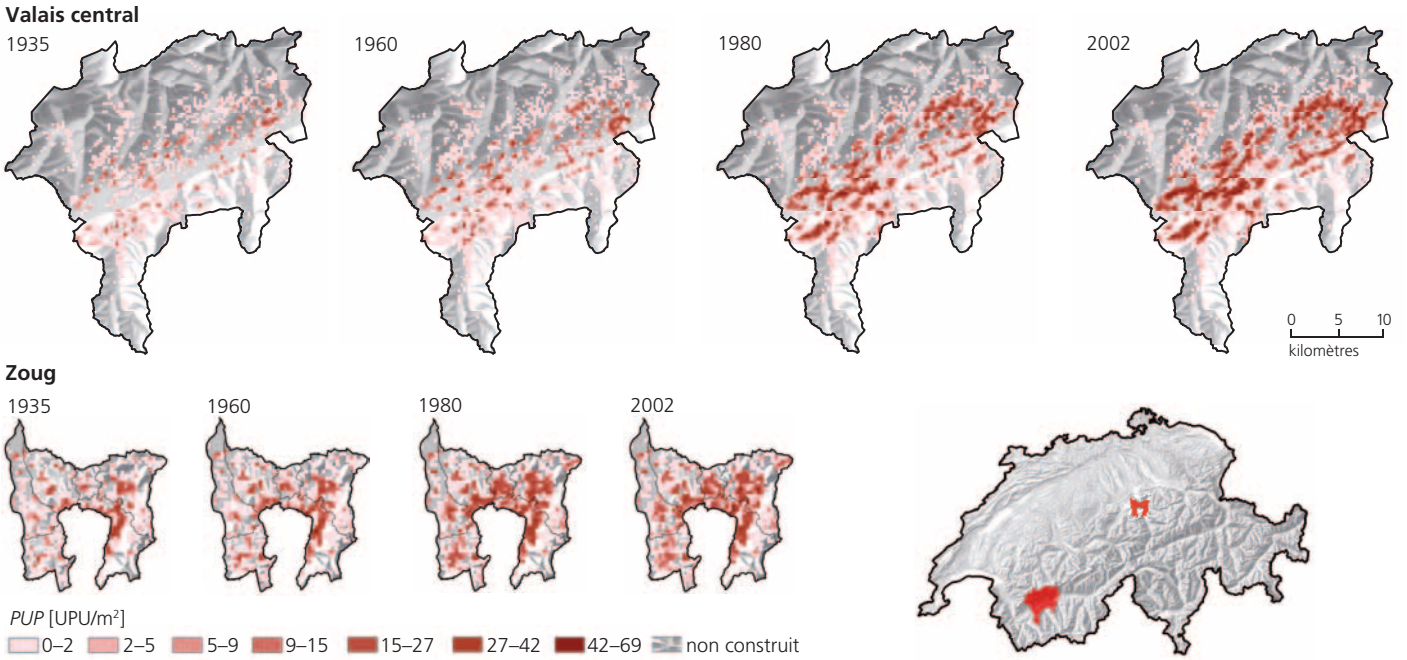


Fig. 14. Évolution de la prolifération urbaine pondérée *PUP* dans les régions du Valais central (en haut) et de Zoug (en bas) entre 1935 et 2002. La taille de chacune des cellules raster est de 300 m * 300 m.

Pour 2050, le scénario minimal prévoit que la Suisse comptera près de 7,5 millions d'habitants. En réalité, cette valeur a déjà été dépassée de 400 000 habitants en 2010. Par conséquent, l'étalement urbain se développera très probablement selon le scénario maximal si ne sont effectuées aucune correction nette de l'occupation du territoire par personne ni aucune concentration des nouvelles zones bâties. Il est à craindre qu'à l'avenir, l'augmentation ne se fasse au niveau supérieur de la fourchette envisagée.

Exemple 4:
Application dans la planification

Lors de la délimitation de nouvelles zones à bâtir, la méthode de la prolifération urbaine pondérée est un instrument qui sert à analyser l'impact de ces surfaces devenues constructibles sur l'étalement urbain futur. L'emplacement et la densité des constructions dans ces nouvelles zones influencent grandement la valeur de la prolifération urbaine pondérée (Fig. 16).

Soit dans un paysage de 9 ha quatre parcelles construites, chacune de 900 m² et de quatre habitants (Fig. 16, cas A). Dans ce cas, la valeur de la prolifération urbaine pondérée est de 0,13 UPU/m². Dans les cas B et C, une parcelle supplémentaire est construite, d'une même superficie et d'un même nombre d'habitants. Si cette parcelle supplémentaire se situe au centre de la surface déjà bâtie (cas B), la prolifération urbaine pondérée s'élève de 18 % et la dispersion diminue de 6 %. Si la nouvelle parcelle se trouve à l'extérieur de la zone d'habitat existante, c'est-à-dire dans un paysage vierge, l'augmentation de la valeur de la prolifération urbaine pondérée est nettement supérieure (+60 % par rapport au cas A, +36 % par rapport au cas B); elle s'accompagne également d'une nette hausse de la dispersion.

Si la directive politique stipulant que l'étalement urbain ne devrait plus s'accentuer prévaut, la méthode de la prolifération urbaine pondérée fournit des données exactes indiquant les moyens d'atteindre cet objectif. Dans le cas B, l'occupation du territoire par habitant devrait être réduite de 20 %, ce qui nécessite la présence d'une personne supplémentaire

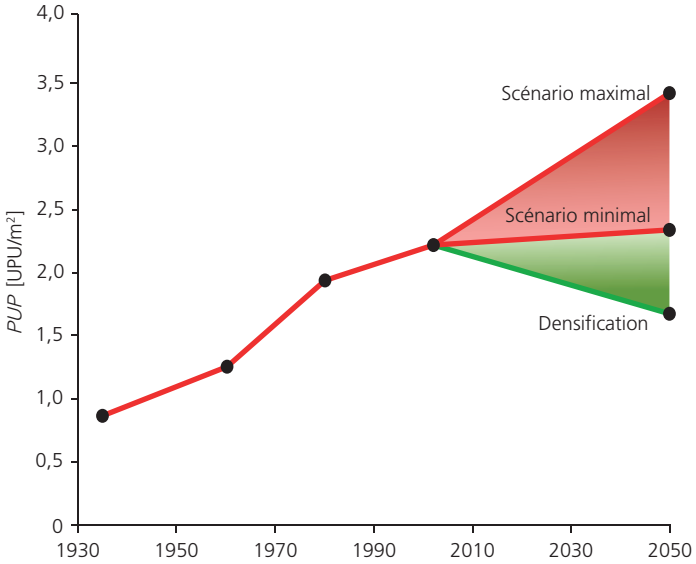


Fig. 15. Augmentation de la prolifération urbaine pondérée depuis 1935 en Suisse et évolution projetée entre 2002 et 2050.

dans chaque parcelle. Dans le cas C, elle devrait même être réduite de 33 %, ce qui correspond à deux habitants de plus par parcelle.

Mesures pour endiguer l'étalement urbain futur

De façon plus précise, nous proposons les mesures suivantes pour limiter la progression de l'étalement urbain en Suisse ou la stopper complètement. Selon la région, un paquet différent conviendra. Dans certaines zones, il est même possible de diminuer ainsi cet étalement. Les mesures sont en lien direct avec la méthode et les paramètres de la prolifération urbaine pondérée.

Densifier les zones bâties existantes
La mesure principale consiste à ne pas construire de zones supplémentaires. Les zones bâties cessent dès lors de s'étendre. Des constructions permettant de densifier les zones bâties fermées demeurent possibles. Les valeurs des paramètres de la perméation urbaine et de la dispersion restent alors inchangées, et l'occupation du territoire par personne diminue si le nombre d'habitants ou d'emplois augmente.

Arrêter la croissance dispersée du milieu bâti
Cette mesure signifie que la construction de nouvelles zones bâties (et de bâtiments individuels) n'est pas autorisée à l'intérieur de zones à bâtir qui seraient sans contact avec les frontières du milieu bâti existant. Seuls les espaces vides à l'intérieur ou le long des zones d'habitat existantes sont comblés, et de préférence à des endroits à faible dispersion (développement regroupé des zones bâties).

Protéger efficacement les espaces libres de construction
Les rares zones restantes non gagnées par le mitage ou l'étant faiblement devraient être protégées efficacement. Sans que cette liste ait la prétention d'être exhaustive, ces zones comprennent les sites IFP, les espaces non morcelés à faible circulation, les sites naturels à l'écart des axes routiers, les sites marécageux, les réserves de biosphère, les ceintures vertes et les corridors pour la faune sauvage. Toutes les zones en dehors de celles à bâtir font partie des espaces libres de construction. Les terres agricoles restantes, de même que les forêts, doivent être protégées efficacement au niveau juridique afin d'éviter qu'elles ne soient utilisées à d'autres fins.

Épargner les zones sensibles au mitage
Les régions particulièrement sensibles à la progression du mitage devraient être épargnées par les constructions. Dans des endroits à grande dispersion, il suffit parfois de quelques nouveaux bâtiments pour entraîner une détérioration notable. Les zones sensibles au mitage comprennent notamment les zones d'habitat dispersé et les espaces en bord de vallée.

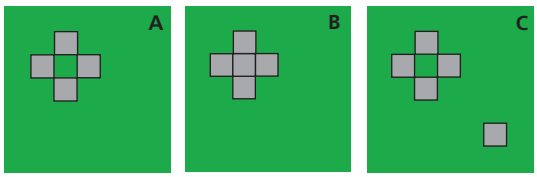
Délimiter le milieu bâti
La démarcation des zones bâties au moyen de lignes, la désignation de ceintures vertes lors de l'établissement des plans directeurs et des plans d'affectation, ainsi que les mesures favorisant le développement du milieu bâti vers l'intérieur, sont des contributions essentielles pour endiguer le mitage (Gennaio *et al.* 2009).

Respecter la loi exigeant la construction à l'intérieur des zones à bâtir
La construction à l'extérieur des zones à bâtir participe fortement au mitage. De telles constructions dégradent en particulier la valeur de la dispersion et, en règle générale, l'occupation du territoire par personne également.

Les quatre mesures suivantes portent sur la collaboration entre plusieurs communes ou cantons et sur le développement d'objectifs pour l'avenir.

Plafonner la surface des zones à bâtir et prélever la plus-value
S'il est impossible d'empêcher la croissance des zones bâties, contingenter les zones à bâtir s'avère une mesure pertinente. Toutefois, cela ne suffit pas pour ralentir l'étalement urbain car les zones à bâtir existantes sont de très grande taille. Il importe d'exploiter la plus-value des surfaces liée à leur transformation en terrain à bâtir et à la viabilisation de ce dernier.

Aménager au niveau interrégional
La concurrence que se livrent communes, régions et cantons pour les emplois, les contribuables et les habitants est en partie responsable de l'étalement urbain. Une planification interrégionale est nécessaire pour limiter au strict minimum le nombre et la superficie des zones industrielles et des quartiers résidentiels, et pour maintenir le plus bas possible leur degré de dispersion.



	A	B	C
Perméation urbaine [UPU/m²]	0,3	0,4	0,5
Dispersion [UPU/m²]	7,8	7,3	10
Occupation du territoire [m²/(H+E)]	225	225	225
Prolifération urbaine pondérée [UPU/m²]	0,13	0,15	0,2

Fig. 16. Illustration de la méthode de la prolifération urbaine pondérée en tant qu'instrument d'analyse lors de la mise en zone constructible. A) Situation initiale du développement avec quatre parcelles construites. B) La nouvelle parcelle construite se trouve au centre des zones bâties déjà existantes. C) La nouvelle parcelle construite se situe dans la campagne, sans lien avec la zone bâtie déjà existante.

Fig. 17. Quel sera le visage de la Suisse en 2050? Münsingen en 1981 (à gauche) et en 2004 (à droite). Reproduit avec l'autorisation de swissimage © swisstopo (BA110467).

Établir des valeurs cibles, des valeurs limites et des valeurs indicatives pour l'étalement urbain

La formulation de valeurs cibles, de valeurs limites et de valeurs indicatives est une démarche importante pour la gestion mesurée d'une ressource rare. Que des problèmes à ce niveau aient été surmontés dans d'autres domaines environnementaux (notamment ceux de la protection de l'air ou de la protection des eaux) est de bon augure. Des valeurs limites doivent être déterminées lors d'un processus décisionnel politique sur la base de données scientifiques, dont les valeurs de la prolifération urbaine pondérée.

Aménager à long terme le milieu bâti à partir de principes directeurs

Il convient de définir des objectifs à long terme pour l'aménagement souhaité des systèmes de zones bâties et de transport durables, et d'en déduire des scénarios en vue des transformations nécessaires à cet effet (Baccini et Oswald 1998). La planification de cet aménagement devrait passer d'un modèle centré sur la demande à un modèle axé sur les objectifs, et de ce fait synonyme de durabilité.

Si ces mesures sont combinées adéquatement et appliquées de façon conséquente, elles auront des répercussions positives sur le paysage en Suisse: des limites plus claires seront de nouveau reconnaissables entre zones constructibles et zones non constructibles. Les bordures des zones bâties ne seront plus effilochées, mais au contraire plutôt arrondies. Le milieu bâti sera de façon générale plus dense, ce qui conférera aux espaces peu peuplés un caractère urbain plus prononcé. À l'intérieur des zones bâties, les friches industrielles et les zones à bâtir inutilisées seront densément construites. La relocalisation des zones à bâtir entraînera à long terme une diminution de la dispersion dans les zones industrielles et commerciales qui deviendront ainsi plus concentrées et plus compactes (zones à plusieurs étages). Les nouveaux espaces bâtis seront avant tout implantés dans des endroits bien desservis par les transports publics et non plus établis sur des terrains bon marché difficilement accessibles par ces transports. Cela se traduira par une séparation plus nette entre le milieu bâti urbain, les espaces ruraux, les zones historiques et le paysage naturel. Lors de ces considérations, il ne faut pas perdre de vue ce qui se produirait sans ces mesures (Fig. 17): la construction de bâtiments dispersés sur de vastes étendues du sol suisse, et de ce fait le mitage et toutes ses conséquences fâcheuses, continueraient d'augmenter rapidement.

Bibliographie

Baccini, P.; Oswald, F., 1998: Netzstadt: Transdisziplinäre Methoden zum Umbau urbaner Systeme. Vdf Hochschulverlag Zürich, 252 S.

Burckhard, L.; Frisch, M.; Kutter, M., 1955: achtung: die Schweiz: Ein Gespräch über unsere Lage und ein Vorschlag zur Tat. Basler politische Schriften 2, Basel. 54 S.

Ewald, K.C.; Klaus, G., 2009: Die ausgewechselte Landschaft: Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 752 S. + 8 Karten.

Frey, R.L.; Zimmermann, H., 2005: Neue Rahmenbedingungen für die Raumordnung als Chance für marktwirtschaftliche Instrumente. DISP 161: 5–18.

Gennaio, M.P.G.; Hersperger, A.M.; Bürgi, M., 2009: Containing urban sprawl – Evaluating effectiveness of urban growth boundaries set by the Swiss Land Use Plan. Land Use Policy 26: 224–232.

Haber, W., 2007: Energy, food and land – The ecological traps of humankind. Environ. Sci. Pollut. Res. 14, 6: 359–365.

Jaeger, J.; Schwick, C.; Bertiller, R.; Kienast, F., 2008: Landschaftszersiedelung Schweiz – Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Wissenschaftlicher Abschlussbericht. Zürich, Schweizerischer Nationalfonds, Nationales Forschungsprogramm NFP54 «Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung». 343 S.

Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Kienast, F., 2010a: Suitability criteria for measures of urban sprawl. Ecol. Indic. 10: 397–406.
Jaeger, J.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Cavens, D.; Kienast, F., 2010b: Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. Ecol. Indic. 10: 427–441.
Leuthard, D.; Casanova, C., 2010: Message relatif à l'initiative populaire «De l'espace pour l'homme et la nature (initiative pour le paysage)». Feuille fédérale 10.018 (20 janvier 2010)
Roth, U.; Schwick, C.; Spichtig, F., 2010: L'état du paysage en Suisse. Rapport intermédiaire du programme Observation du paysage suisse (OPS). État de l'environnement n°1010. Office fédéral de l'environnement, Berne: 64 p.
Schwick, C.; Jaeger, J.; Bertiller, R.; Kienast, F., 2011: L'étalement urbain en Suisse – Impossible à freiner? Analyse quantitative de 1935 à 2002 et conséquences pour l'aménagement du territoire. Urban Sprawl in Switzerland – Unstoppable? Quantitative Analysis 1935–2002 and implications for Regional Planning. Zurich, Fondation Bristol; Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt. env. 200 p. et 4 cartes.

Adresse des auteurs

Christian Schwick, Die Geographen schwick+spichtig, Glasmalergasse 5, 8004 Zurich, Suisse.
schwick@diegeographen.ch

Jochen A. G. Jaeger, professeur, Concordia University Montreal, Department of Geography, Planning and Environment, 1455 de Maisonneuve Blvd. West, Montréal, Québec H3G 1M8, Canada.
jjaeger@alcor.concordia.ca

Felix Kienast, professeur, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Suisse.
felix.kienast@wsl.ch

Pour de plus amples informations:
www.wsl.ch/zersiedelung

Notice pour le praticien ISSN 1422-2876

Concept

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d'action à l'intention des acteurs de la pratique. Cette série s'adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu'aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées
Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876
Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique
Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi.

Pour les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/index_FR)

Nr. 46: Wohlgemuth, T.; Brigger, A.; Gerold, P.; Laranjeiro, L.; Moretti, M.; Moser, B.; Rebetez, M.; Schmatz, D.; Schneiter, G.; Sciacca, S.; Sierro, A.; Weibel, P.; Zumbrunnen, T.; Conedera, M., 2010: Vivre avec les incendies de forêt. Not. prat. 46: 16 p.
Nr. 45: Lüscher, P.; Frutig, F.; Sciacca, S.; Spjevak, S.; Thees, O., 2010: Protection physique des sols en forêt. Protection des sols lors de l'utilisation d'engins forestiers. Not. prat. 45: 12 p.
Nr. 44: Forster, B.; Meier, F., 2010: Tempêtes, conditions météorologiques et scolytes. Gestion des risques en protection de la forêt. Not. prat. 44: 8 p.
Nr. 43: Csencsics, D.; Galeuchet, D.; Keel, A.; Lambelet, C.; Müller, N.; Werner, P.; Holderegger, R., 2008: La petite massette. Habitant menacé d'un biotope rare. Not. prat. 43: 8 p.
Nr. 42: Di Giulio, M.; Tobias, S.; Holderegger, R., 2007: Fragmentation du paysage dans les espaces périurbains. Que savons-nous de ses effets sur la nature et sur l'homme? Not. prat. 42: 8 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/publications

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Sihldruck AG