



INSTITUT  
D'AMÉNAGEMENT  
ET D'URBANISME  
ÎLE-DE-FRANCE

les  
**Cahiers**

**Mos 1982-2012**  
**Volume 1**  
**Du ciel à la carte**

N° 168 - décembre 2013  
trimestriel - 20 €  
ISSN 0153-6184  
[www.iau-idf.fr](http://www.iau-idf.fr)

**PUBLICATION CRÉÉE EN 1964**

**Directeur de la publication**  
François DUGENY

**Rédactrice en chef**

Sophie MARIOTTE (01 77 49 75 28)  
Remplacée pour ce numéro par Agnès FERNANDEZ

**Editing, secrétariat de rédaction**

Isabelle BARAZZA (01 77 49 79 53)

**Maquette**

Élodie BEAUGENDRE (01 77 49 79 45)  
Olivier CRANSAC (01 77 49 75 16)

**Cartographie**

Lætitia PIGATO (01 77 49 78 80)  
Jean-Endes TILLOY (01 77 49 75 11)

**Fabrication**

Sylvie COULOMB (01 77 49 79 43)

**Chargée des relations avec la presse**

Sandrine KOCKI (01 77 49 75 78)

sous la direction de Frédéric THEULÉ

sophie.mariotte@iau-idf.fr

isabelle.barazza@iau-idf.fr

elodie.beaugendre@iau-idf.fr  
olivier.cransac@iau-idf.fr

laetitia.pigato@iau-idf.fr  
jean-eudes.tilloy@iau-idf.fr

sylvie.coulomb@iau-idf.fr

sandrine.kocki@iau-idf.fr

**Coordination**

Amélie DARLEY (01 77 49 79 56)  
Sophie FOULARD (01 77 49 76 73)  
Martin OMHOVERE (01 77 49 79 50)  
Pauline ZEIGER (01 77 49 79 35)

sous la direction de Fouad AWADA et de Michel HENIN

amelie.darley@iau-idf.fr  
sophie.foulard@iau-idf.fr  
martin.omhovere@iau-idf.fr  
pauline.zeiger@iau-idf.fr

**Infographie**

Sylvie CASTANO (01 77 49 78 72)  
Guillemette CROZET (01 77 49 77 12)  
Laurie GOBLED (01 77 49 75 46)  
Pascale GUERY (01 77 49 77 17)  
Noémie LEGRAND (01 77 49 76 54)  
Xavier OPIGEZ (01 77 49 78 44)

sylvie.castano@iau-idf.fr  
guillemette.crozet@iau-idf.fr  
laurie.gobled@iau-idf.fr  
pascale.guery@iau-idf.fr  
noemie.le-grand@iau-idf.fr  
xavier.opigez@iau-idf.fr

**Notes de lecture**

Christine ALMANZOR (01 77 49 79 20)  
Perrine DRAPIER (01 77 49 79 23)  
Linda GALLET (01 77 49 79 63)  
Virginie PALISSE (01 77 49 79 66)

**Médiathèque – photothèque**

Claire GALOPIN (01 77 49 75 34)  
Julie SARRIS (01 77 49 75 18)

sous la direction de Philippe MONTILLET

christine.almanzor@iau-idf.fr  
perrine.drapier@iau-idf.fr  
linda.gallet@iau-idf.fr  
virginie.palisse@iau-idf.fr

claire.galopin@iau-idf.fr  
julie.sarris@iau-idf.fr

**Impression**

STIPA

**Couverture**

Sylvie CASTANO, orthophotographie 2012 InterAtlas, Mos 2012 IAU îdF

**Crédits photographiques**

p.1 : Jean-Luc COMIER, le bar Floréal photographie, Région ÎdF

p.2 : Christian LAUTÉ, IAU îdF

ISSN ressource en ligne 2262-2551

© IAU île-de-France

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés. Les copies, reproductions, citations intégrales ou partielles, pour utilisation autre que strictement privée et individuelle, sont illicites sans autorisation formelle de l'auteur ou de l'éditeur. La contrefaçon sera sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal (loi du 11-3-1957, art. 40 et 41). Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 2013

**Abonnement et vente au numéro**

|                             | France | Étranger<br>(zone Europe) | Étranger<br>(hors zone Europe) |
|-----------------------------|--------|---------------------------|--------------------------------|
| Le numéro :                 | 20 €   | 26 €                      | 27,20 €                        |
| Le numéro double :          | 33 €   | 41,60 €                   | 43,60 €                        |
| Abonnement pour 4 numéros : | 79 €   | 97 €                      | 100,60 €                       |

Frais de port offerts pour la France métropolitaine

**Sur notre site Internet :**

Paiement par CB, chèque, mandat  
<http://www.iau-idf.fr>

**Sur place :**

Librairie ÎLE-DE-FRANCE, accueil IAU îdF - 15, rue Falguière, Paris 15<sup>e</sup> (01 77 49 77 40)

**Par correspondance :**

INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA RÉGION ÎLE-DE-FRANCE  
15, rue Falguière - 75740 Paris Cedex 15

**Contact :**

Olivier LANGE (01 77 49 79 38)

olivier.lange@iau-idf.fr



Flashez ce code  
pour accéder  
à la vente en ligne

**Composition du conseil d'administration de l'IAU îdF  
au 15 novembre 2013**

*Président*

**M. Jean-Paul HUCHON**

Président du conseil régional Île-de-France

• Bureau

*1<sup>er</sup> vice-président*

**M. Jean DAUBIGNY**

Préfet de la Région Île-de-France, préfet de Paris

*2<sup>e</sup> vice-président*

**Jean-Louis GIRODOT**

*3<sup>e</sup> vice-présidente*

**Mme Mireille FERRI**, conseillère régionale

Trésorier : **Mme Sandrine GRANDGAMBE**

Secrétaire : **M. François LABROILLE**

• Conseillers régionaux

*Titulaires :*

**Jean-Philippe DAVIAUD**  
**Christine REVAULT D'ALLONNES**  
**Sandrine GRANDGAMBE**  
**Muriel GUÉNOUX**  
**Jean-Marc NICOLLE**  
**François LABROILLE**  
**Alain AMÉDRO**  
**Mireille FERRI**  
**Claire MONOD**  
**Pierre-Yves BOURNAZEL**  
**Jean-Pierre SPILBAUER**  
**Denis GABRIEL**  
**François DUROVRAY**

*Suppléants :*

**Judith SHAN**  
**Aurore GILLMANN**  
**Halima JEMNI**  
**Daniel GUÉRIN**  
**Éric COQUEREL**  
**Marie-José CAYZAC**  
**Thibaud GUILLEMET**  
**Marc LIPINSKI**  
**Jean MALLET**  
**Frédéric VALLETOUX**  
**Martine PARESYS**  
**Sophie DESCHIENS**  
**Patrick KARAM**

• Le président du conseil économique, social et environnemental de la Région Île-de-France

**M. Jean-Louis GIRODOT**

• Deux membres du conseil économique, social et environnemental de la Région Île-de-France

*Titulaires :*

N.

*Suppléants :*

N.

• Quatre représentants de l'État

**M. Jean DAUBIGNY**, préfet de la Région Île-de-France, préfet de Paris;

**Mme Sylvie LAGARDE**, directrice régionale de l'Insee, représentant le ministre chargé du Budget;

**M. Jean-Claude RUYSSCHAERT**, représentant du ministre chargé de l'Urbanisme;  
Monsieur le représentant du ministre chargé des Transports : N.

• Quatre membres fondateurs

Le gouverneur de la Banque de France, représenté

par **Mme Catherine BOUCHER**;

Le directeur général de la Caisse des dépôts et consignations,

représenté par **Mme Catherine PÉRENET**, directrice interrégionale;

Le gouverneur du Crédit foncier de France,

représenté par **M. Florent LEGUY**;

Le président du directoire du Crédit de l'équipement des PME,

représenté par **M. Dominique CAIGNART**, directeur de BPI France Île-de-France.

• Le président de la chambre de commerce et d'industrie de Paris,  
représenté par **Mme Valérie AILLAUD**.

## Le Mos, un outil au service du projet



Vu du sol, repérer, organiser, planifier l'aménagement de notre région de 12 000 km<sup>2</sup> n'est pas chose aisée... Nécessité nous est faite de prendre de la hauteur pour mieux comprendre sa géographie, ses évolutions, son fonctionnement.

Pour ce faire, nous disposons d'un outil formidable, développé par l'IAU Île-de-France depuis 1975, disponible en version numérique depuis 1982 : le Mos – mode d'occupation du sol –, qui analyse finement nos territoires, hectare par hectare. Toute l'Île-de-France est ainsi cartographiée, des bois aux plaines, des maisons individuelles aux habitats collectifs, des industries aux hôpitaux, des friches aux espaces naturels, des emprises du TGV à celles de carrières, de chantiers... Les mises à jour successives du Mos constituent un moyen unique pour mettre en perspective les évolutions qu'a connues notre région depuis trente ans, afin d'asseoir les réflexions des décideurs, aménageurs, développeurs, qui imaginent l'avenir de nos territoires.

L'édition du Mos 2012 montre un niveau très bas de consommation des espaces agricoles, boisés et naturels, qui représentent 75 % de la superficie régionale : entre 2008 et 2012, ils ont seulement reculé de 647 ha/an, soit au rythme le plus faible constaté depuis trois décennies. Bien conscients de cet enjeu, nous avons donc voulu que le projet « Île-de-France 2030 » porté par le Sdrif, que l'État vient d'approuver, parle d'intensification urbaine, de renouvellement de la ville sur la ville, d'extensions urbaines denses, plutôt que d'une importante consommation foncière en périphérie.

La publication de ce numéro des Cahiers me donne à nouveau l'occasion de saluer les travaux fournis depuis de nombreuses années par l'IAU Île-de-France. Des travaux qui, en s'appuyant sur des outils comme le Mos, nous permettent de proposer et planifier des projets répondant aux besoins des Franciliens en termes de logements, d'activités et d'équipements, tout en préservant les richesses de notre patrimoine naturel et urbain. Il fait la démonstration de l'incontournable besoin qu'ont les acteurs de l'aménagement et du développement de nos territoires de pouvoir disposer des outils de connaissance capables de les éclairer pour construire collectivement une métropole attractive et durable.

**Jean-Paul Huchon**

Président du conseil régional d'Île-de-France  
Président de l'IAU Île-de-France



Amélie Darley / IAU îdF



Manuel Prouzet-Boulvardier / IAU îdF



Paul Lecroart / IAU îdF

# Avant-propos

## Le Mos, un outil classique, une technique d'avant-garde



L'exercice de la planification a mis en évidence la nécessité d'une excellente connaissance de l'existant et des évolutions des territoires, sur laquelle appuyer les réflexions et décisions qui feront la ville de demain.

Dans ce but, dès 1975, à l'issue des travaux d'élaboration du schéma directeur régional, qui allait être approuvé en 1976 (Sdaurif), l'IAU îdF a pris la décision de développer un inventaire régional exhaustif de l'occupation du sol : le Mos.

Sa création en 1982 a permis son extension à l'ensemble du territoire régional et sa « numérisation », donnant naissance à la première cartographie numérique couvrant l'intégralité de l'Île-de-France, et jetant les bases de ce qui allait devenir le système d'information géographique régional (SIGR), géré, à l'époque, par un logiciel « maison » de l'institut. Expérience pilote en France, d'abord centrée sur l'agglomération et les villes nouvelles, puis étendue à l'emprise des « zones naturelles d'équilibre » délimitées par le Sdaurif, basée sur une légende comportant 130 postes, la réalisation de ce premier inventaire a nécessité le coloriage de 850 planches à l'échelle du 1/5 000.

L'évolution des fonctionnalités des logiciels commercialisés et les possibilités offertes par l'achat d'une orthophotographie numérique réalisée par l'IGN sur le territoire de la région, ont fait entrer le Mos et le SIG régional dans une ère nouvelle, gagnant en précision et permettant le partage de l'information avec un ensemble de partenaires sur des bases géométriques communes.

Le Mos, outil au service de la planification et de la prospective territoriales, est ainsi né d'une volonté politique, d'une intelligence technique et de la clairvoyance d'acteurs tel Jean-Pierre Lecoïn, sous l'autorité duquel le Mos a été imaginé, puis élaboré.

Sa huitième édition innove encore par la mise en compatibilité de sa nomenclature en 81 postes avec le « niveau 2 » de la nomenclature européenne Corine Land Cover, rendant possible la comparaison de l'Île-de-France aux autres territoires, français et internationaux, selon des indicateurs communs, sans perdre la filiation avec les éditions précédentes.

Au lendemain de l'avis favorable de l'État sur le schéma directeur Île-de-France 2030, dont l'IAU îdF a été maître d'œuvre, dans un contexte urbain et environnemental en pleine mutation, le Mos est un outil au service de tous les acteurs de l'aménagement et du développement de l'Île-de-France, au premier rang desquels la région, l'État et la future métropole. Après avoir livré ses premiers résultats via la *Note rapide* n° 636, ce numéro des *Cahiers* présente l'outil, son mode de fabrication, ses évolutions, la diversité de ses utilisations, ses déclinaisons en France comme à l'international, ainsi que son rôle dans le suivi-évaluation des documents d'urbanisme. Le prochain numéro des *Cahiers*, à paraître au printemps 2014, dressera un portrait des évolutions de l'occupation du sol francilien depuis trente ans, révélées par le Mos, et présentant les mutations territoriales selon une approche thématique.

**François Dugeny**

Directeur général de l'IAU Île-de-France

# Sommaire

|   |   |
|---|---|
| <b>Éditorial</b>  |   |
| Jean-Paul Huchon .....  | 1 |
| <b>Avant-propos</b>   |   |
| François Dugeny .....   | 2 |
| <b>Prologue</b>   |   |
| Amélie Darley, Sophie Foulard,<br>Martin Omhovère, Pauline Zeiger ..... | 4 |



## Raison d'être et mode d'emploi

|  |    |
|--|----|
| D'hier à aujourd'hui, la région Île-de-France vue du ciel<br>Sophie Foulard .....                            | 6  |
| Comment fabrique-t-on le Mos ?<br>Sophie Foulard, Pauline Zeiger .....                                       | 10 |
| Mos 2012: la ville se construit majoritairement en recyclage<br>Martin Omhovère .....                        | 14 |
| Le suivi de l'occupation du sol à travers le monde<br>Romain Pfältzer, Sonia Touzri,<br>Pauline Zeiger ..... | 17 |
| La couverture et l'usage du sol en Europe<br>François Salgé .....  | 23 |
| Une base nationale pour quels objectifs ?<br>Thierry Touzet .....  | 25 |
| Panorama des occupations du sol régionales<br>Amélie Darley .....  | 27 |

|   |    |
|---|----|
| <b>L'occupation du sol dans les agences d'urbanisme</b><br>Marc Lauffer, Pierre Lavergne,<br>Julien Ravenel ..... | 33 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Évolution des techniques d'observation de l'usage du sol</b><br>Marie-Antoinette Basciani-Funestre ..... | 34 |
|---|----|

## Le Mos, outil d'aménagement

|   |    |
|---|----|
| <b>Qu'apporte le Mos à la planification régionale ?</b><br>Ludovic Faytre, Laurence Nolorgues ..... | 38 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Le Mos francilien s'exporte à l'international</b><br>Christian Thibault ..... | 41 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Mesurer la consommation d'espace: une obligation légale</b><br>Sandrine Barreiro ..... | 47 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Les fichiers fonciers, la troisième dimension de l'occupation du sol</b><br>Vincent Caumont ..... | 49 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Des exploitations et des usagers multiples</b><br>Amélie Darley, Martin Omhovère ..... | 51 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Connaître le terrain pour prévenir le risque</b><br>Simon Carrage, Ludovic Faytre ..... | 55 |
|--|----|



## Modéliser et communiquer

|   |    |
|---|----|
| <b>Écosmos, premier outil de connaissance des milieux naturels</b><br>Cécile Mauclair,<br>Manuel Pruvost-Bouvattier ..... | 58 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Caractériser l'environnement urbain à l'échelle de l'îlot</b><br>Erwan Cordeau ..... | 61 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Modéliser les risques majeurs en Île-de-France</b><br>Simon Carrage, Ludovic Faytre ..... | 64 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Localiser la population au bâtiment avec Densibati</b><br>Régis Dugué, Philippe Louchart ..... | 67 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Histoire et prospective avec le projet Muscade</b><br>Marion Bonhomme, Valéry Masson,<br>Vincent Viguié ..... | 69 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Le Mos: une modélisation visionnaire et moderne</b><br>Patricia Bordin ..... | 73 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Les outils interactifs développés par le SIGR</b><br>Michel Médic ..... | 77 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Vers un Mos en 3D ?</b><br>Xavier Opigez, Pauline Zeiger ..... | 82 |
|---|----|

## Annexe

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Nomenclature du Mos ..... | 85 |
|---------------------------|----|

## Ressources

|              |    |
|--------------|----|
| À lire ..... | 90 |
|--------------|----|

# Mos 1982-2012 – Volume 1

## Du ciel à la carte

L'inventaire du Mos (mode d'occupation du sol) fête ses 30 ans. Au fil des trois dernières décennies, cet outil créé par l'IAU îdF (IAURP à l'époque) a établi la connaissance de l'occupation du sol pour accompagner l'évolution des territoires franciliens : construction des villes nouvelles, périurbanisation, recyclage urbain, grands chantiers d'infrastructures. Outil d'information et de communication, de prospective territoriale et d'aide à la décision, le Mos, ses raisons d'être et ses applications, sont évoqués dans ce premier volume des *Cahiers* (n° 168).

Le recul historique de trente années donne également lieu à une analyse rétrospective de l'évolution de ce territoire dans ces diverses facettes. Elle fera l'objet d'un second volume des *Cahiers*, à paraître au printemps 2014 (n° 169).

Dans les années 1960, un changement d'échelle de pensée s'opère dans le processus d'aménagement de la région parisienne. Il se traduit dans la réalisation du schéma directeur de 1965, programmant la planification simultanée des villes nouvelles, du RER et d'un réseau autoroutier régional. Son élaboration met rapidement en évidence le besoin d'une meilleure connaissance de l'existant et du suivi des transformations en cours et à venir, expression d'une commande politique nouvelle : celle d'un outil de suivi de l'occupation du sol à l'échelle régionale.

Depuis sa création en 1982, le Mos a connu des évolutions techniques qui ont permis des croisements de données toujours plus nombreux, ouvrant la voie à la diversification des exploitations. La montée en puissance du Mos a naturellement donné lieu à de nouveaux partenariats, tant publics que privés : collectivités, aménageurs et bureaux d'études se sont saisis de cet outil de suivi de l'occupation du sol, consacrant le Mos comme support privilégié de démarches de suivi et d'évaluation de la consommation d'espace, mais aussi d'exercices de prospective et de modélisation. Le Mos permet aujourd'hui d'appréhender des enjeux humains et environnementaux au cœur des préoccupations de l'aménagement, comme la densité, la prise en compte des risques naturels et technologiques ou la préservation de la diversité des milieux naturels franciliens.

Ainsi, l'inventaire du mode d'occupation du sol n'est pas seulement un outil technique de cartographie de bases de données, il constitue aussi un outil de diagnostic multiscale, de dialogue et de prospective. Son utilité dépasse largement les exploitations qui en sont faites à l'IAU îdF : il offre l'opportunité, notamment aux collectivités locales, de s'inscrire dans des démarches d'aménagement économes en espace et plus vertueuses quant à la prise en compte de l'environnement hydrologique, faunistique et floristique.

Enfin, trente années de recul sont l'occasion de confronter, au travers de comparaisons régionales et internationales, d'améliorer et de développer le Mos et ses produits dérivés (Densibat et Écosos), mais aussi de prendre conscience de ses limites. Ce numéro des *Cahiers* a donc une visée opérationnelle : il livre des réflexions pour toute personne souhaitant mettre en œuvre ou compléter un dispositif de suivi de l'occupation du sol, quels que soient l'objectif et l'échelle : aménagement local, planification régionale, comparaisons nationales ou encore soutien aux politiques européennes de protection de l'environnement. Il présente également les étapes ayant présidé à la conception du Mos, les évolutions qu'il a connues pour s'adapter à de nouvelles préoccupations, mais permet aussi de le replacer dans le paysage des outils de suivi de l'occupation du sol existants, en France et dans le monde.

Amélie Darley, Sophie Foulard, Martin Omhovère, Pauline Zeiger  
IAU île-de-France



InterAtlas



Amélie Danley/IAU îdF

DEPI



IAU îdF

# Raison d'être et mode d'emploi

Élaborer un Mos, c'est se donner les moyens d'observer l'évolution d'un territoire. De mesurer et d'analyser ses mutations. De planifier des politiques publiques d'aménagement urbain et de protection de l'environnement. Mais comment dresser un inventaire des caractéristiques du sol ? Comment décrire, d'un point de vue géophysique, la composition et l'évolution d'un territoire, où s'empilent et s'emboîtent différents usages et fonctions, où le « vide » autant que le « plein » recèlent tant d'informations ? Images satellites, photographies aériennes, logiciels capables de traiter et d'analyser des milliards d'informations... Depuis trente ans, l'IAU îdF améliore ses outils et ses compétences pour affiner sa connaissance de l'occupation du sol et la diffuser auprès des acteurs de l'aménagement, des décideurs et des usagers. Au cours de ces trois décennies, ses équipes pluridisciplinaires ont perfectionné le dispositif et la méthodologie, afin de croiser et de superposer des données de plus en plus complexes, et d'enrichir toujours davantage le socle de connaissances.

Expérimenté dès les années 1970, numérisé pour la première fois en 1982 et actualisé avec huit campagnes de photos aériennes, le Mos était composé de 130 postes de légende en 1982. Il en compte 81 aujourd'hui. Sa nomenclature a évolué pour décrire le territoire au plus près de sa géographie et des enjeux apparus au fil du temps. Ce chapitre présente également d'autres outils de suivi de l'occupation du sol, en France et à l'international.

Car un jour, peut-être, toutes ces méthodologies se rejoindront en une seule, dans la perspective d'un modèle d'occupation du sol national... et, pourquoi pas, européen.

# D'hier à aujourd'hui, la région Île-de-France vue du ciel

**Sophie Foulard**  
 IAU îdF



Tout au long des huit éditions de l'inventaire du mode d'occupation du sol (Mos) et en trente ans de montée en puissance du SIGR, l'IAU îdF a su s'adapter aux problématiques rencontrées dans la construction de son outil. Des solutions ont été trouvées en faisant évoluer les techniques de constitution de la donnée, sa structuration et sa nomenclature.

Développement urbain de Marne-la-Vallée en 2012, dont le secteur autour de la gare du RER A de Bussy-Saint-Georges. Les vignettes publiées dans les pages suivantes déclinent le Mos de ce territoire entre 1982 et 2012.

La force de l'information relative au mode d'occupation du sol (Mos) réside dans son géocodage : chaque donnée peut être située sur terre à partir de ses coordonnées géographiques. Le document cartographique est le mieux adapté à la spatialisation de sa codification. La carte devient alors la trame référencée dans laquelle s'inscrivent les données sur l'occupation du sol.

En Île-de-France, l'inventaire de l'occupation du sol, réalisé par l'IAU îdF, couvre de façon homogène l'intégralité du territoire régional (voir p. 86). Le Mos est ainsi le référentiel géographique du système d'information géographique régional (SIGR), qui regroupe l'ensemble des couches d'information dont dispose l'institut. Ce référentiel unique garantit la cohérence géographique des couches d'information du SIGR. Sans cette cohérence, les croisements entre couches et les ana-

lyses spatiales (proximité, distance, superposition, appartenance, etc.) seraient impossibles.

## Avant 1982... ou la genèse

Le besoin de suivi des transformations à venir de la région Île-de-France émerge alors que le schéma directeur de 1965 est en cours d'élaboration, préfigurant ainsi la réalisation des villes nouvelles et du RER. En 1964, une carte papier comportant 13 postes de légende est produite au 1/20 000 et publiée au 1/50 000.

Alors que les données socio-économiques sont l'objet d'enquêtes périodiques depuis de nombreuses années, un véritable manque se fait jour en matière de connaissance physique du territoire. Entre 1975 et 1977, Jean-Pierre Lecoin, directeur d'études à l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne (IAURP, devenu IAURIF puis IAU îdF) décide d'y remé-

Chronologie interactive sur l'historique du Mos



Lien raccourci : [bit.ly/chronomos](http://bit.ly/chronomos)

avant

**1982**

Atlas cartographique manuel de la zone centrale de l'Île-de-France (255 plans, 19 postes)



- Création d'une cellule informatique
- Développement du logiciel Seuil

Comment suivre l'évolution d'un territoire ?

**1982**

Photo-interprétation  
 12 mois  
 Agence IGN  
 870 planches au 1/5 000

Numérisation  
 24 mois

Nombre de postes de légende de la nomenclature en 4 niveaux



Achévé en 1985





dier et confié à André Ballut, chargé d'études, la réalisation d'une base de connaissance de l'occupation du sol, élaborée à partir de photos aériennes. Les photos utilisées proviennent de l'Institut géographique national (IGN) et ne couvrent que les 4000 km<sup>2</sup> de la partie centrale de la région Île-de-France. Leur interprétation nécessite le coloriage de 259 plans au 1/5000 pour aboutir au premier atlas cartographique non informatisé en 19 postes. Ce résultat est le fruit d'un compromis entre le souhaitable et le possible, sans moyens financiers.

Ce premier inventaire de l'occupation du sol permet d'engager un processus de réflexion préalable sur de nombreux points: quel est le territoire à couvrir? Avec quelle nomenclature? Quelles sont les sources d'information possibles? Comment les informations seront collectées, puis stockées, pour être traitées? Quel référentiel géographique doit être choisi? Ce premier travail constitue une étape très importante vers une connaissance physique de la région. Il ouvre la voie à la réalisation du Mos de 1982.

Au-delà de ces aspects méthodologiques, ce premier inventaire se traduit par la publication du n° 48-49 des Cahiers de l'IAURP, qui présente, notamment, les données statistiques de l'occupation du sol par commune. Ces données aident à mieux comprendre la dynamique urbaine: mesure de l'évolution des zones d'extension ou suivi des tissus urbanisés, de leur densification ou de leurs mutations vers de nouvelles occupations (recyclage). L'ensemble de ces données permet d'aborder le schéma directeur de 1976 dans une logique très différente.

### 1982

Dans le contexte de croissance urbaine que connaît alors la région, l'inventaire de l'occupation du sol devient rapidement obsolète. Il devient donc urgent de réaliser une nouvelle couche d'occupation du sol. Pour préparer l'actualisation des données, une équipe de trois personnes est formée dès les années 1980 afin de développer un logiciel maison, appelé Seuil, garantissant l'ac-

quisition et le traitement des données géographiques. Il est décidé de calquer le rythme des mises à jour du Mos sur la réalisation du recensement général de la population (RGP) afin de pouvoir comparer les données physiques avec les informations socio-économiques.

La prise de vue aérienne est réalisée en août 1982 par l'IGN. Parallèlement, un chantier de définition de la nomenclature est lancé. Il aboutit à une légende de 130 postes, pour la plus détaillée, structurée en quatre niveaux de lecture. À cette époque, les informations sont contenues dans un seul fichier car la notion de données créées par superposition n'existe pas encore. Il est alors impossible de faire des croisements entre couches de données.

La réalisation de cet inventaire nécessite le coloriage de 850 planches au 1/5000. Leur numérisation dure deux ans et mobilise six personnes de l'IAURIF. Le logiciel utilisé permet de travailler uniquement par carré de 1 km de côté, sachant que la région en compte 12000. L'information est stockée sous la forme de polygones: la forme et la surface sont ainsi renseignées.

Le Mos 1982 est achevé en 1985. Malgré un coût élevé, il constitue un apport considérable pour la planification régionale. Ce Mos marque le point de départ du SIGR et des sept Mos suivants car c'est la première cartographie numérique de l'ensemble de la région Île-de-France.

### 1987

La réalisation d'un nouveau Mos est guidée par l'idée d'assurer un suivi régulier de l'occupation du sol. Cette exigence requiert l'élaboration des bases d'un SIG adossé à un modèle de données garantissant la continuité temporelle entre les couches. Encore utilisé aujourd'hui, ce modèle de données est fondé sur une seule couche de géométrie dans laquelle tous les polygones possèdent un attribut correspondant à chaque date de mise à jour. Pour des raisons budgétaires, la numérisation sera étalée sur une année et mobilisera huit stagiaires à mi-temps.

## Évolution du territoire de Bussy-Saint-Georges



1982



1987

### Légende du Mos en 11 postes

- Forêts
- Milieux semi-naturels
- Espaces agricoles
- Eau
- Espaces ouverts artificialisés
- Habitat individuel
- Habitat collectif
- Activités
- Équipements
- Transports
- Carrières, décharges et chantiers

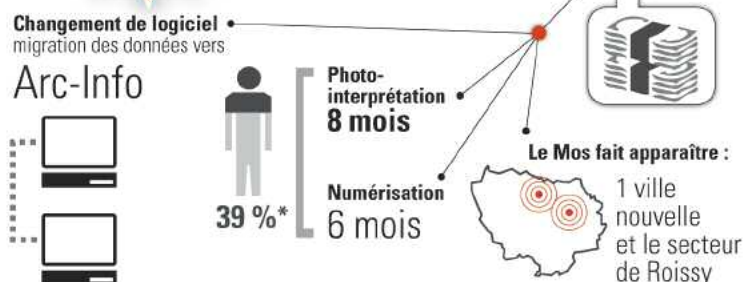
## 1987



\* % des personnes nécessaires en 1982



## 1990





1990

### 1990

À l'image du Mos de 1982, cette nouvelle mise à jour est calquée sur le RGP. L'IAURIF acquiert le logiciel Arc-Info, commercialisé par la société Esri. La migration des données depuis Seuil vers Arc-Info nécessite de nombreuses corrections. Le Mos est néanmoins produit en une seule année.

L'arrivée d'Arc-Info s'accompagne d'une montée en puissance du SIGR. Malgré une interface complexe, des chargés d'études se forment au logiciel et s'investissent dans la création de nouvelles données géographiques localisées : les espaces verts, l'hydrologie, les zonages administratifs, les données du RGP. Ce système facilite la réalisation d'études territorialisées en permettant les croisements géographiques entre données (physiques, administratives, socio-économiques).



1994

### 1994

Alors que le processus technique de constitution du Mos est de plus en plus abouti, l'attention de l'IAURIF se porte sur sa nomenclature. La légende d'origine était très ambitieuse : avec ses 130 postes, elle comportait un niveau de détail important, notamment pour les équipements, mais, à l'inverse, elle manquait de précision pour les espaces ruraux. Elle est remaniée et passe à 110 postes : de nombreux postes sont regroupés, d'autres sont ajoutés (les clairières en forêt et le maraîchage, par exemple). L'institut veille à répercuter ces évolutions dans les versions antérieures du Mos.

Afin d'étaler le coût de cette importante évolution, la mise à jour du Mos et le remaniement des données antérieures selon la nouvelle nomenclature sont réalisés en deux ans. Les coûts de production du Mos baissent sensiblement. La photo-interprétation est sous-traitée : deux photo-interprètes travailleront à l'IAURIF pendant sept mois, afin de faciliter les échanges avec l'équipe chargée du Mos. La numérisation est également sous-traitée, et achevée en six mois.



1999

### 1999

De la même façon qu'en 1982 et 1990, le Mos est actualisé afin de correspondre au nouveau RGP. Pour la première fois, l'IGN lance la fabrication d'une orthophotographie sur l'intégralité du territoire régional. Autre nouveauté : les deux étapes de production du Mos, la photo-interprétation et la numérisation, sont réunies en une seule opération, directement réalisée à l'écran. Cette technique améliore la fiabilité et la précision des données.

Le passage d'une photo-interprétation papier à une photo-interprétation avec numérisation simultanée à l'écran modifie la géométrie des polygones. Une phase de recalage du SIGR est effectuée avant de démarrer la mise à jour du Mos.

Ce changement méthodologique révèle les limites de la photo-interprétation manuelle. L'information lisible à l'écran est, en effet, de bien meilleure qualité : il devient possible de distinguer des habitations individuelles noyées dans la végétation, mais leur date de construction reste inconnue.

En 2000, des corrections sont réalisées sur l'ensemble des inventaires Mos pour faire disparaître de nombreux défauts de qualité, tant en termes de géométrie que d'affectation de l'occupation du sol. À cette occasion, la légende est à nouveau remaniée : elle passe de 110 à 83 postes pour l'ensemble des versions du Mos.

### 2003

Cette mise à jour ne comporte pas de changement de nomenclature, mais les évolutions technologiques permettent d'affiner encore l'interprétation, tout en réduisant les délais de production, et donc les coûts de fabrication. Pour la première fois, l'interprétation des photos aériennes intègre l'historique de l'occupation du sol et des données exogènes (équipements, zones d'activités, carrières), ce qui permet aux photo-interprètes de limiter les changements illogiques d'affectation de l'usage du sol.

## 1994



\* % des personnes nécessaires en 1982



Orthophotographie  
pour associer  
& Photo-interprétation  
numérisation

19%\* 7 mois

Postes  
de légende 110 → 83

## 1999



Afin de faciliter la communication entre les photo-interprètes et l'IAURIF, et d'améliorer le temps de réponse aux questions, une base de connaissance sur le Mos est développée. On y trouve un descriptif détaillé des 83 postes de légende du Mos, un outil de recherche par mot-clé ou par poste, des exemples et un tableau des confusions possibles entre les postes. Pour la première fois, une cartographie interactive de l'ensemble des campagnes Mos est mise en ligne.

## 2008

Le Mos 2008 est fondé sur l'interprétation d'une photographie aérienne de bien meilleure qualité que les précédentes : une orthophotographie d'une résolution de 20 cm est réalisée pour l'ensemble de l'Île-de-France, complétée par une vue aérienne d'une résolution de 6,5 cm pour la zone centrale de l'agglomération parisienne. L'orthophotographie est réalisée en un an, son interprétation en sept mois. La nomenclature du Mos connaît de nouvelles évolutions avec le regroupement d'équipements et l'ajout des entrepôts logistiques : elle passe de 83 à 81 postes.

Cette mise à jour est accompagnée par le développement d'une plate-forme de connaissance dédiée au Mos sur le site Internet de l'IAURIF, devenu l'IAU îdF en 2008. De nombreux outils de consultation et d'analyse sont ainsi proposés aux internautes, parmi lesquels une cartographie interactive avec un outil d'immersion virtuelle dans les rues. La mise à disposition de ces données rencontre un franc succès ; notamment les fiches communales sur l'occupation du sol, qui présentent des données cartographiques et statistiques ainsi que les bilans d'occupation du sol, montrant l'apparition de zones urbaines, la disparition d'espaces naturels, ou encore la mutation de tissus urbanisés.

## 2012

Tandis que les lois Grenelle de 2010 rendent obligatoire le suivi de la consommation des

espaces, mais n'indiquent pas quels outils de suivi utiliser, une réflexion nationale sur l'occupation du sol est engagée pour harmoniser les nomenclatures et les méthodes de constitution des référentiels d'occupation du sol, existants et futurs. L'élaboration de méthodes et d'indicateurs communs établit en effet un préalable indispensable à la comparaison des territoires. Alors que la majorité des référentiels d'occupation du sol français repose sur la nomenclature européenne Corine Land Cover, l'IAU îdF a réalisé son premier Mos sur la base d'une nomenclature « maison », élaborée en 1982. La nomenclature du Mos évolue donc à nouveau et devient compatible avec le niveau 2 de Corine Land Cover. À l'avenir, la région Île-de-France pourra ainsi être comparée aux autres territoires, selon des indicateurs communs. La mise à jour 2012 est réalisée en quatre mois sur la base d'une orthophotographie de toute la région, d'une résolution de 12,5 cm. La précision de cette orthophotographie a grandement facilité le travail d'interprétation, terminé au bout de cinq mois seulement.

À l'occasion de cette actualisation du Mos 2012, de nouveaux outils sont mis en ligne sur tablettes et mobiles.

Le Mos permet ainsi d'observer la composition et l'évolution du territoire sur une longue période ; de connaître et de localiser les mutations dans l'occupation du sol ; de comprendre la nature des mutations des paysages franciliens ; de réaliser des cartes thématiques ou de dresser un état des lieux... Base de données géolocalisée, le Mos rend possible la production de statistiques par territoire sur une période de temps définie en fonction des mises à jour.

Actualisé tous les quatre ou cinq ans depuis 1982, le Mos permet notamment l'analyse de la nature et de la localisation de l'extension de l'urbanisation, ou celle de la consommation des espaces naturels, forestiers et agricoles.



2003



2008



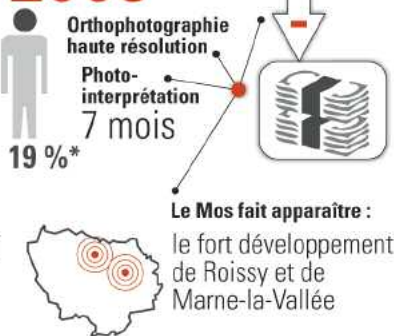
2012

## 2003



\* % des personnes nécessaires en 1982

## 2008



## 2012



# Comment fabrique-t-on le Mos ?

**Sophie Foulard**  
**Pauline Zeiger**  
IAU îdF



Les clichés recueillis pour produire la photographie aérienne de l'ensemble de l'île-de-France sont réalisés en avion (et non par satellite) pour une meilleure précision.

Afin d'actualiser son mode d'occupation du sol, l'IAU îdF effectue tous les quatre ans une photographie aérienne de l'ensemble de la région. La commande de l'institut se définit par des caractéristiques techniques liées à l'exploitation qui sera faite de l'outil par la suite, dans les différentes études. Ces exigences se répercutent à chaque étape de production du Mos : la production de la photographie aérienne, la photo-interprétation et le contrôle qualité.

## La production de la photographie aérienne

Ainsi, pour la photographie aérienne, l'IAU îdF élabore un cahier des charges précis qui comporte des exigences de disponibilité de la donnée : échelle, précision, temporalité de la photographie, et de délai d'exécution.

Pour bénéficier d'une vision homogène du tissu francilien à un instant T, et pouvoir en mesurer les évolutions de date à date, la couverture aérienne de l'ensemble de la région doit être effectuée sur une période courte, entre la mi-mai et fin septembre.

Les spécificités techniques de la photographie aérienne (telles que l'échelle, la précision, etc.) conditionnent son interprétation et les utilisations qui pourront en être faites (surfaces en mutation, évolutions des postes, etc.). L'IAU îdF définit donc notamment une précision minimale sur l'ensemble de la région.

La photographie aérienne du Mos est prise en avion (et non par satellite). En Île-de-France, la dégradation des conditions météo et l'aug-

Depuis la mise en place du Mos en 1982, l'IAU îdF a défini des méthodes de travail avec les différents prestataires impliqués dans sa production. Elles garantissent la compatibilité des versions dans le temps et rendent aujourd'hui possible une analyse rétrospective de trente ans d'évolution du tissu francilien. Coup de projecteur sur les étapes de fabrication du Mos !

mentation du trafic aérien, principalement à l'aéroport Paris-Charles-de-Gaulle, ont limité les possibilités de vol. Le nombre important de missions de vol a également accru les demandes de suivi auprès de la direction générale de l'aviation civile (DGAC), réduisant encore le nombre de créneaux disponibles. Cependant, le perfectionnement des avions et des caméras de prise de vue permet de voler à des altitudes supérieures, et donc de s'affranchir de telles contraintes pour opérer des sessions de vol plus longues. Néanmoins, voler à haute altitude renforce l'importance du facteur météo, plus de couches atmosphériques étant traversées.

Avant tout décollage, deux étapes sont indispensables : la préparation du plan de vol dans la zone à couvrir, et l'obtention des autorisations correspondantes. Le plan de vol permet notamment de déterminer l'altitude et les axes de vol (leur orientation et leur nombre) qu'empruntera l'avion. Les axes de vol doivent optimiser la couverture spatiale (est-ouest en Île-de-France pour ne pas survoler les aéroports d'Orly et Roissy sur les mêmes axes) et éviter l'écartement entre les clichés lors des prises de vue. Les altitudes traversées et les secteurs survolés conditionnent les demandes d'autorisation, chaque couche de l'espace aérien disposant d'une autorité spécifique de régulation (préfecture, aviation civile, etc.). De plus, pour des raisons de sécurité, les vols au-dessus de Paris sont très réglementés et requièrent des autorisations particulières. Ainsi, l'avion doit



Caméra utilisée à bord de l'avion pour réaliser les 8 375 clichés de l'Île-de-France.

être bimoteur pour éviter tout risque d'accident en zone dense. Le plan de vol est déposé par le pilote auprès des autorités de contrôle aérien ; c'est sur cette base que sera assuré le suivi du vol depuis la tour de contrôle.

Au début du vol, lors de l'arrivée sur site, le pilote doit demander une nouvelle autorisation afin d'initier le suivi par un contrôleur aérien de la DGAC. Pendant le vol, deux personnes sont à bord : le pilote, qui suit les axes de vol, et un opérateur, qui vérifie les différents paramètres de prise de vue (exposition, vitesse, ouverture). Il effectue également un premier contrôle des photos et récolte les informations relatives aux prises de vue (altitude de vol, angle solaire, heure et présence de nuages) pour faciliter leur traitement ultérieur. À bord, une centrale inertielle permet en effet de connaître l'altitude de l'avion à chaque cliché, avec une très grande précision (10 cm environ).

Pour la couverture de l'Île-de-France en 2012, l'ensemble des 8375 clichés a été réalisé en quatre sessions, soit 16 h de vol.

### La fabrication de l'orthophotographie

Les clichés sont vérifiés sur site immédiatement après le vol : recouvrement des photos, qualité, ensoleillement, surexposition et présence de nuages, afin de réaliser un nouveau vol sur un axe, si nécessaire. Avant de pouvoir produire une photographie aérienne homogène sur l'ensemble de la zone, les clichés doivent être corrigés par des procédés dits d'orthorectification :

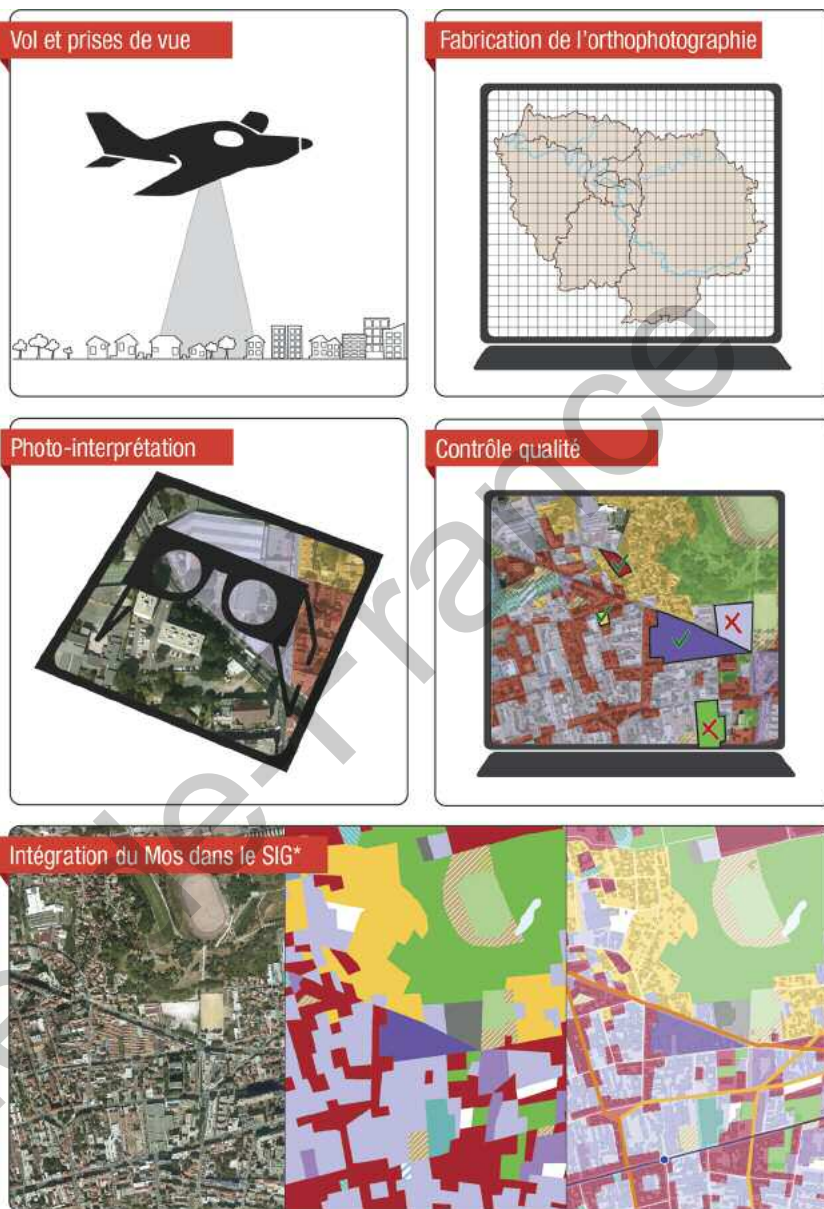
- la géométrie interne de la photographie, pour corriger la déformation liée à l'optique de l'appareil, avec un logiciel de photogrammétrie ;
- l'échelle de prise de vue et le relief, afin d'avoir une échelle identique sur toutes les photos. Le relief est pris en compte grâce à un modèle numérique de terrain (MNT) spécifique. Il doit donc être produit pour chaque région survolée ;
- le contrôle radiométrique permet d'avoir une couleur homogène sur l'ensemble des photos.

À l'issue de ces corrections, les clichés sont assemblés lors du « mosaïquage ». Il consiste à fusionner une photographie avec la photographie mitoyenne, en essayant de suivre les lignes naturelles (lisière de bois, route, etc.) présentes sur les photographies aériennes, pour garantir la cohérence des entités au sol. Une photographie unique couvrant l'ensemble de l'Île-de-France est alors réalisée.

### La photo-interprétation

Une équipe de photo-interprètes est dédiée au projet du Mos tout au long du chantier. Afin de mobiliser différentes expertises pour embrasser la grande diversité des territoires franciliens, les photo-interprètes sont issus de formations variées (géographie, urbanisme, agronomie, géo-

## Cinq étapes de la fabrication du Mos



\*Système d'information géographique

logie, etc.). D'un point de vue logistique, les opérateurs travaillent dans le même bureau pour favoriser les échanges, ce qui est gage d'homogénéité de la photo-interprétation sur l'ensemble du territoire couvert. Pour rendre cette interprétation plus aisée, le poste de travail de chaque opérateur est composé de deux écrans : l'un où le Mos est superposé à la photo aérienne, l'autre affichant les données exogènes ou d'autres images du terrain. Les images des campagnes précédentes sont également très utilisées.

La précision de la photographie aérienne garantit un confort de lecture au photo-interprète, ce qui réduit les ambiguïtés. Ainsi, le classement des zones est facilité et l'interprétation plus rapide, ce qui diminue le temps de la prestation. Des données complémentaires sont fournies par l'IAU îdF pour rendre aisé et optimiser le travail du prestataire.

Infographie : Laurie Goblet/IAU îdF - Orthophotographie 2012 : InterAtlas ; Mos 2012 : IAU îdF ; BD TOPO® : IGN ; OpenStreetMap



Pour la photo-interprétation, le poste de travail de chaque opérateur est composé de deux écrans : l'un affiche le Mos superposé à la photo aérienne, et l'autre des données exogènes.

Pour la photo-interprétation, la région Île-de-France est découpée en tuiles (38 zones qui suivent les limites administratives), réparties entre les photo-interprètes de manière homogène, entre les secteurs très urbains et ceux situés en grande couronne présentant des milieux agricoles, forestiers et naturels. Tous les opérateurs parcourent l'ensemble des paysages franciliens, les compétences de chacun étant ainsi diversifiées et consolidées sur le projet. Chaque photo-interprète effectue un balayage visuel systématique de son secteur en comparant la photographie aérienne de 2012 avec le Mos de 2008. La base de données Mos est modifiée au fur et à mesure en fonction des changements d'occupation du sol détectés. La numérisation est pratiquée à l'échelle du 1/5 000, choix d'échelle de 1982, afin de conserver l'homogénéité de la base dans le temps. L'unité minimale de collecte (UMC) est de

625 m<sup>2</sup>. L'objectif est de détecter les véritables changements d'occupation du sol, mais non de redessiner plus finement les zones du Mos. Certaines mutations sont délicates à identifier : passage de l'agricole à l'artificialisé dans les espaces périurbains ; requalification de l'habitat, etc. L'interprétation de certains postes de légende du Mos est tout aussi délicate : un apprentissage est donc nécessaire au démarrage. Pour cela, les principes adoptés en 1982 doivent perdurer de Mos en Mos afin de préserver la temporalité de la base. De même, d'autres évolutions induisent des modifications notables, comme l'arrivée d'un linéaire de type tramway, qui provoque des découpages de zones très importants. Dans ces secteurs à enjeux, conserver l'historique des mutations est essentiel et représente un véritable défi. Quelques semaines après le début de la prestation, des réunions sont organisées pour débat-



### « Un vol doit être efficace »

David McCartney, directeur général délégué d'InterAtlas, en charge de la réalisation de la photo aérienne pour le Mos 2012

Propos recueillis par Sophie Foulard et Pauline Zeiger

**L'espace aérien étant de plus en plus contraint, comment envisagez-vous de répondre à l'augmentation des demandes de vues aériennes ?**

Les demandes de vols pour prises de vue sont en constante augmentation. Et malgré une importante diminution des coûts, grâce à l'automatisation des processus de production de photographie aérienne, l'heure de vol coûte cher. Un défi est donc celui de l'efficacité des vols pour répondre à la réduction des créneaux, due au nombre croissant d'acteurs présents sur le marché, et à une météorologie qui se dégrade.

Pour cela, plusieurs leviers sont mobilisables : des avions plus rapides et plus légers, des caméras à plus grande focale et, enfin, la possibilité d'utiliser d'autres engins volants, comme les drones. Ainsi, en Île-de-France, l'objectif – encore utopique actuellement – serait de réaliser une couverture aérienne en une journée.

### **La résolution de l'image est-elle encore un enjeu pour vous ?**

Côté image, la course à la précision s'achève. Il s'agit aujourd'hui de développer des produits permettant de réaliser de la 3D automatiquement, à partir d'images réelles.

### **Les utilisateurs sont de plus en plus producteurs de données. Vous orientez-vous vers des processus participatifs ?**

En effet, la participation de l'utilisateur se développe et prend une place cruciale, car elle est source d'information. On pourrait imaginer que chacun prenne sa photographie en haut de chez lui, grâce, par exemple, à un cerf-volant équipé d'un appareil, puis la partage. On mélangerait ainsi les échelles en fonction de la disponibilité de photographies plus précises. La géométrie pourrait être améliorée en allant sur le terrain relever des points GPS et indiquer d'éventuelles erreurs de radiométrie en précisant la bonne couleur. Enfin, la numérisation des villes deviendra ultraprécise. Par exemple, avec un smartphone, des photos seront prises par un utilisateur, et la 3D pourra être générée directement. D'ailleurs, des applications seront disponibles dans un avenir proche.



Demain, la photographie aérienne permettra de générer automatiquement des images 3D réelles.

Outil interactif sur le quartier Montparnasse en 3D.



<http://carto.iau-idf.fr/ubick/>

tre collectivement des questionnements sur l'interprétation ou la saisie des modifications. Tous les acteurs sont ainsi informés des choix qui sont adoptés et de ce qui les a motivés.

### Le contrôle qualité

Deux étapes de contrôle qualité sont réalisées : l'une par les photo-interprètes, l'autre par un expert indépendant.

Tout d'abord, chaque photo-interprète contrôle son secteur afin de corriger d'éventuels oublis ou erreurs. Puis deux contrôles qualité vont se succéder. Le premier est thématique : un expert qualité qui connaît la base Mos vérifie toute la zone à l'échelle du 1/10 000 et effectue des vérifications supplémentaires sur des tirages aléatoires pour des contrôles plus précis. Le second contrôle concerne la structure (topologie) de la base de données Mos : en effet, il ne doit pas exister de vide entre deux zones Mos, ni de superposition, afin d'assurer une continuité sur tout le territoire de l'Île-de-France.

Enfin, un contrôle est effectué sur les « évolutions improbables ». Celles-ci ont été définies par l'IAU ÎdF : par exemple, un cours d'eau ne devient pas une forêt. Les évolutions analysées depuis 1982 doivent s'avérer logiques.

À la réception des données à l'institut, les évolutions par thématiques sont contrôlées ainsi que des points aléatoires. Toutes les interrogations des photo-interprètes sont levées grâce à des recherches plus approfondies auprès de chargés d'études, et sur Internet, si nécessaire. À l'issue de ce travail, la base de données du Mos est livrée au contrôle qualité externe (CQE), réalisé par un bureau d'études indépendant de l'IAU ÎdF et de l'organisme de photo-interprétation. En effet, une évaluation statistique de la base de données a été demandée par l'institut pour la mise à jour du Mos 2012.

Cette évaluation a été conduite grâce à une grille de points de validation, dits « points de contrôle ». Il s'agit d'un ensemble de points superposés à la base Mos, à partir desquels une photo-interprétation assistée par ordinateur (PIAO) est menée de manière indépendante. Afin d'avoir une représentativité à la fois spatiale et thématique de la base de données, deux grilles de points ont été générées : l'une aléatoire et l'autre orientée.

La grille orientée a pour but d'assurer une représentativité thématique et statistique, et de contrôler spécifiquement certains postes de légende du Mos. Une attention particulière est portée sur certaines classes reconnues comme sensibles : en effet, un certain nombre d'observations, erreurs, remarques ont été identifiées de Mos en Mos. De même, certains secteurs géographiques à enjeux ont été repérés et sont examinés plus finement. Le choix du nombre de points par classe d'occupation du sol a été déterminé en fonction des points de contrôle de la grille aléatoire. Les points de la grille orientée ont donc été choisis en fonction de trois critères : les classes d'occupation non concernées par la grille aléatoire ; les classes d'occupation du sol « à problèmes », et la volonté de l'IAU ÎdF de balayer des classes spécifiques, et des secteurs géographiques.

Aujourd'hui, la fabrication totale du Mos demande une année de travail. Mais les avancées technologiques permettent de réduire le temps de production, et de mobiliser une grande diversité de données, notamment sur le mode participatif. Ainsi, il pourrait être envisageable de produire un jour un Mos interactif quasi instantané pour capter en temps réel les dynamiques du tissu francilien.

### L'évaluation du taux d'accord

L'évaluation du Mos s'opère à travers le calcul d'un taux d'accord, et non d'un taux de fiabilité, pour prendre en compte les difficultés d'interprétation et de subjectivité du photo-interprète. Il est important de faire ces distinctions dans le domaine de la PIAO (photo-interprétation assistée par ordinateur), pour laquelle la seule vérité est la réalité du terrain. Ainsi, le croisement de la grille aléatoire (1 244 points) et du Mos 2012 révèle que 1 171 points sur les 1 244 avaient été interprétés de la même manière par les photo-interprètes et dans le contrôle qualité, soit 94,13 % de taux d'accord. Pour la grille orientée, le taux d'accord est de 85,46 %. Afin d'avoir une vision globale des contrôles effectués, les deux grilles ont été croisées et ont un taux d'accord de 90,97 %. Ce résultat est conforme aux attentes du cahier des charges.

Laure Wateau, chargée du contrôle qualité externe du Mos 2012



### « La tendance est dans le temps réel »

Konrad Rolland, ingénieur d'affaires à SIRS, en charge de la réalisation de la photo-interprétation pour le Mos 2012

Propos recueillis par Sophie Foulard et Pauline Zeiger

#### À quoi les évolutions en matière de photo-interprétation sont-elles dues ?

La constitution des données d'occupation du sol

s'adapte aux besoins des commanditaires, en corrélation avec les technologies et compétences, qui évoluent sans cesse, offrant de nouvelles perspectives. Des progrès importants ont été faits ces dernières années avec l'amélioration de la précision des données et la multiplication des sources d'information.

#### Quelles sont les nouvelles demandes auxquelles vous répondez ?

Deux tendances se dégagent. La première est d'ordre temporel, avec une propension vers le « temps réel », comme c'est déjà le cas pour la cartographie d'urgence, le suivi de trafic ou de

phénomènes, le contrôle agricole, etc. Des projets « classiques » d'occupation du sol suivent cette tendance. Quand il fallait trois à quatre ans entre l'acquisition du support et la génération de la base associée, il faut aujourd'hui quelques mois, voire quelques semaines, selon la taille et la complexité du projet. À terme, il est probable que certains postes stratégiques puissent être produits en simultané de l'image. La seconde tendance réside dans la précision et la richesse des éléments à cartographier : on peut désormais discerner des éléments jusque-là non identifiables (déchèteries, communautés végétales, etc.), et affiner la discrimination de certains postes très difficiles (prairies/cultures). À ce titre, les possibilités sont plus larges et vont faire évoluer les nomenclatures avec des fusions entre l'occupation et l'usage du sol, ou la mise en compatibilité de ces bases avec des documents réglementaires (urbanisme, risques, environnement, etc.) ou l'intégration de la 3D.

### Webographie

- InterAtlas assure le vol et la photographie aérienne de la région Île-de-France pour le Mos. <http://www.interatlas.fr>
- La société SIRS, basée à Lille, est spécialisée dans la cartographie numérique à partir d'images de télédétection, de la photo aérienne jusqu'au satellite optique ou radar. <http://www.sirs-fr.com>
- Consultante indépendante, Laure Wateau a réalisé le contrôle qualité externe du Mos 2012. <http://www.laurewateau.com/>
- Un résumé du contrôle qualité du Mos 2012 est disponible en ligne : [http://www.laurewateau.com/Activ\\_etudes.htm](http://www.laurewateau.com/Activ_etudes.htm)

# Mos 2012: la ville se construit majoritairement en recyclage

**Martin Omhovère**  
IAU îdF



**ZAC Landy-Pleyel à Saint-Denis (93). Un exemple de site produit en recyclage urbain, où s'installent les sièges sociaux d'importantes entreprises.**

**L**e Mos constitue un outil unique de suivi et d'analyse de l'évolution de l'occupation du sol francilien. Si ces évolutions portent majoritairement sur des surfaces de faible étendue, au fil du temps, elles contribuent à modifier le visage de la région. La dernière campagne du Mos est à ce titre particulièrement intéressante puisqu'elle suggère une rupture des dynamiques régionales: la production d'espaces d'habitat et d'activités est en baisse, tandis que la consommation d'espace connaît un fort ralentissement.

## **La consommation d'espace à son plus faible niveau depuis trente ans**

La consommation d'espaces agricoles, boisés et naturels, également appelée artificialisation, s'apprécie par le solde des mouvements entre l'ensemble des espaces agricoles, boisés et naturels et l'ensemble des espaces artificialisés.

Alors qu'entre 2003 et 2008, la surface totale des espaces agricoles, boisés et naturels diminuait de 1 239 ha chaque année, entre 2008 et 2012, ces espaces ont reculé de 647 ha par an, soit le rythme de consommation d'espace le plus faible depuis trente ans.

Ce constat est le fruit d'échanges entre les espaces urbanisés et les espaces agricoles, boisés et naturels. Le ralentissement de l'artificialisation de ces espaces témoigne d'une des évolutions les plus saillantes révélées par la dernière campagne du Mos: entre 2008 et 2012, les espaces agricoles, boisés et naturels ont perdu au profit des espaces artificialisés 928 ha

Le Mos 2012 montre que, pour la première fois depuis trente ans, le développement urbain se fait majoritairement en recyclage urbain. Le rythme de consommation des espaces agricoles, boisés et naturels poursuit quant à lui sa baisse entamée depuis quinze ans. La crise de la construction et l'absence d'autoroute ou de ligne à grande vitesse réalisées au cours des quatre dernières années expliqueraient ce ralentissement.

par an, contre 1 740 ha par an entre 2003 et 2008. Dans le même temps, une partie des espaces considérés comme urbanisés par le Mos est retournée vers les espaces ruraux (281 ha par an). Cela est essentiellement le fruit du réaménagement des carrières et des décharges qui, après leur phase d'exploitation, retrouvent une vocation naturelle ou, parfois, agricole.

L'extension de l'urbanisation est certes en baisse, mais elle concerne encore principalement les espaces agricoles, qui cèdent à l'urbain 543 ha chaque année. Suivent les milieux naturels (305 ha par an, soit 32%) et enfin les espaces boisés (80 ha par an, soit 9%). Les espaces agricoles sont toutefois moins affectés que par le passé: entre 2008 et 2012, 58% de l'extension de l'urbanisation a eu lieu sur des terres agricoles, contre 72% en 2003 et 2008. En effet, le rythme d'artificialisation des terres agricoles a fortement baissé, tandis que celui des espaces boisés et naturels, plus souvent protégés, se maintient à un niveau faible.

## **L'habitat individuel en forte réduction au sein des extensions**

Les surfaces artificialisées par les activités transitoires que constituent les carrières, les décharges ou les chantiers se maintiennent à un niveau constant: 431 ha par an entre 2008 et 2012. Mais dans un contexte de fort ralentissement de l'extension de l'urbanisation, leur part au sein des nouvelles urbanisations bondit, passant de 25% entre 2003 et 2008 à 47% entre 2008 et 2012.

### **La consommation d'espace**

Si le Mos est souvent mobilisé pour quantifier la consommation d'espace, le suivi de ce processus ne peut être complet que s'il localise et qualifie l'extension de l'urbanisation. L'impact de la consommation d'espace ne sera pas le même si celle-ci est planifiée en continuité de l'urbain existant, ou si elle découle d'une multitude de petites urbanisations, sources de fragmentation des espaces agricoles. La densité des extensions, leur insertion paysagère et la préservation des continuités écologiques sont également des éléments à prendre en considération dans le suivi.



À l'inverse, tous les autres types d'espaces qui, traditionnellement, nourrissent l'essentiel de l'urbanisation, ont connu une croissance nettement plus faible que par le passé. C'est particulièrement le cas de l'habitat et, notamment, de l'habitat individuel, qui participe à l'extension de l'urbain à hauteur de 120 ha par an entre 2008 et 2012, tombant ainsi à son plus bas niveau historique (-56 % par rapport à 2003-2008).

Cette baisse concerne également les espaces ouverts artificialisés (161 ha par an, soit -73 %) et les emprises de transport (110 ha par an, soit -68 %). Les activités économiques ne sont pas épargnées, puisque les surfaces urbanisées à cet effet reculent de 31 % (191 ha par an) : la logistique, en baisse de 73 % (13 ha par an), et le commerce, en baisse de 58 % (7 ha par an), sont particulièrement affectés, même si quelques opérations importantes apparaissent. La crise économique, qui se traduit par une forte baisse de la construction en Île-de-France, constitue une piste d'explication de ce ralentissement de l'urbanisation : avec 5,7 millions de mètres carrés commencés chaque année entre 2008 et 2012, la construction est en effet en baisse de 25 % par rapport à la période antérieure.

### Le recyclage majoritaire dans le développement urbain

Le développement urbain se réalise soit en extension de la ville sur les espaces agricoles, boisés et naturels, soit en densification et en mutation des espaces d'ores et déjà urbains : on parle alors de recyclage urbain.

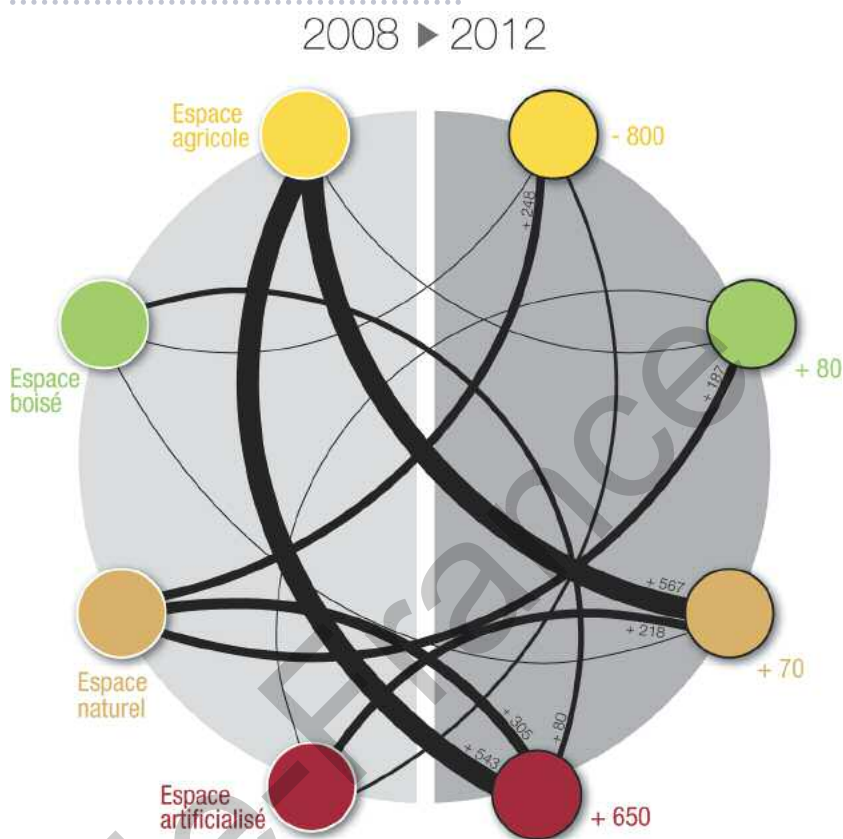
À l'inverse de l'extension des espaces urbains, le recyclage urbain observé par le Mos s'est maintenu à un rythme stable, aux alentours de 1 500 ha par an entre 2008 et 2012.

Cette stabilité du recyclage urbain recouvre des évolutions importantes quant aux types d'espaces urbains qu'il produit. En effet, sur la période 2008-2012, les chantiers représentent le quart de la production du recyclage (368 ha par an), contre 13 % entre 2003 et 2008 (206 ha par an). La production d'habitat collectif a légèrement augmenté (145 ha par an). À l'inverse, les espaces ouverts artificialisés, l'habitat individuel, les espaces dédiés aux activités économiques et industrielles, ainsi que les emprises de transport sont en recul.

### Les activités gagnantes au jeu du recyclage urbain

Ainsi, le recyclage urbain produit en premier lieu des chantiers (26 %), puis des espaces d'habitat (25 %), des espaces ouverts artificialisés (21 %) et des espaces d'activités (17 %). Ce bilan est à rapprocher du type d'espaces qui supporte le recyclage urbain : il s'agit principalement des espaces ouverts artificialisés (39 %),

## Les mutations de l'occupation du sol



Nombre d'hectares annuels en mutation entre 2008 et 2012.

Source : IAU idF, Mos 2008-2012  
Infographie : Pascale Guery,  
Laurie Gobled / IAU idF

des carrières, décharges et chantiers (35 %), des activités (12 %), mais aussi de l'habitat (5 %). Si l'habitat est donc le grand gagnant du recyclage urbain, certaines activités bénéficient également de ce processus : il se crée presque six fois plus de bureaux et quatre fois plus de logistique que le recyclage n'en détruit. Mais si le recyclage crée autant de surfaces d'activités économiques et industrielles qu'il en consomme à l'échelle de la région, à Paris et en petite couronne, ce type de tissus disparaît majoritairement au profit de l'habitat et des bureaux.

### Le recyclage urbain prend de l'ampleur en grande couronne

Pour la première fois depuis trente ans, les nouveaux espaces urbains sont majoritairement le fruit du recyclage urbain (61 %). Ce phénomène est habituel pour Paris et la petite couronne où, entre 2008 et 2012, 386 ha d'espaces urbanisés ont muté vers une nouvelle vocation urbaine chaque année, participant à 94 % du développement urbain de ce territoire.

Alors qu'en grande couronne l'extension urbaine contribuait habituellement à l'essentiel de la production des nouveaux tissus urbains (62 % entre 2003 et 2008), la dernière campagne du Mos révèle que plus de la moitié des nouveaux espaces urbains résulte de la densification et du recyclage de la ville existante (53 %).

Entre 2008 et 2012, les espaces agricoles ont cédé en moyenne 543 ha/an aux espaces artificialisés. Dans le même temps, 218 ha/an d'espaces artificialisés sont redevenus naturels. Au terme du solde de l'ensemble de ces mutations, les espaces artificialisés ont gagné en moyenne 650 ha/an entre 2008 et 2012.

#### Le recyclage

Le recyclage urbain correspond à la réutilisation d'espaces déjà urbanisés pour de nouvelles occupations. Le Mos capte une partie de ce phénomène lorsqu'il y a changement de l'occupation du sol : activités cédant à de l'habitat, habitat individuel remplacé par de l'habitat collectif, chantiers de démolition ou de reconstruction. Mais il minimise l'importance du recyclage car il ne permet pas d'identifier les changements qui s'opèrent à l'intérieur d'un unique poste de la nomenclature : la densification pavillonnaire, la densification de l'habitat collectif, ou encore les divisions de logements.

## Production des nouveaux espaces urbains : extension ou recyclage ?

Dans le Val-d'Oise, le développement urbain se fait majoritairement en recyclage : 214 nouveaux hectares urbains produits en moyenne en recyclage entre 2008 et 2012.

À l'inverse, avec en moyenne 135 nouveaux hectares urbanisés par an, l'extension de l'urbanisation a été minoritaire dans la production de la ville au cours de cette période.



Nombre d'hectares annuels entre 2008 et 2012 par département.

Source : IAU idF, Mos 2008, Mos 2012  
 Infographie : Laurie Gobled/IAU idF

Cette observation se vérifie dans les Yvelines, l'Essonne et le Val-d'Oise. Représentant la moitié de la superficie régionale et 30 % des nouveaux tissus urbains, la Seine-et-Marne est le seul département francilien où l'extension demeure majoritaire dans la production de l'urbain (56 %), mais cette extension s'effectue à un rythme nettement moins rapide que par le passé : 397 ha par an entre 2008 et 2012, contre 906 ha par an entre 2003 et 2008.

Le ralentissement de la consommation d'espaces agricoles, boisés et naturels s'inscrit dans la conjoncture singulière que la région a connue entre 2008 et 2012. Contrairement aux périodes antérieures, aucune autoroute ou ligne à grande vitesse n'a été construite. Cela représente plusieurs centaines d'hectares préservés de l'artificialisation. Par ailleurs, l'Île-de-France traverse depuis 2008 une importante crise de la construction, tant pour l'habitat que pour les activités.

Le ralentissement de la consommation d'espace s'explique en partie par cette faiblesse de la construction.

Les prochaines campagnes du Mos permettront d'assurer le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre du Sdrif, qui se fonde sur des objectifs de construction bien plus ambitieux que ceux constatés ces dernières années. L'évolution du rythme de consommation des espaces agricoles, boisés et naturels devra alors être appréciée au regard de la réalisation de ces objectifs.

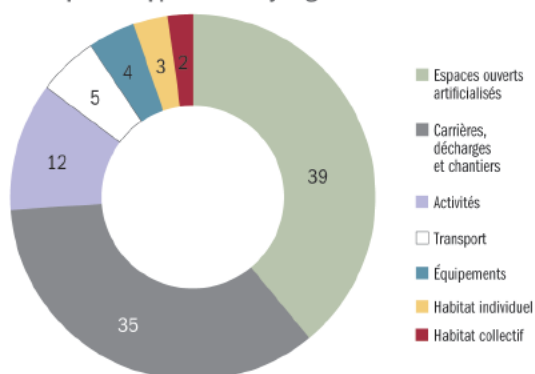
Interview de Sophie Foulard et Martin Omhèvre sur le Mos.



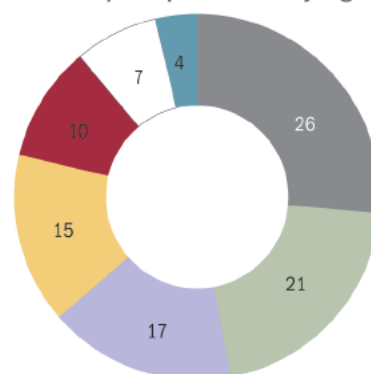
Lien raccourci : [bit.ly/interviewmos](http://bit.ly/interviewmos)

## Espaces supports et espaces créés en recyclage urbain sur la période 2008-2012

Les espaces supports du recyclage en %



Les espaces produits en recyclage en %



**Romain Pfältzer,  
Sonia Touzri,  
Pauline Zeiger**  
IAU îdF

# Le suivi de l'occupation du sol à travers le monde



En Afrique du Sud, les outils de suivi de l'occupation du sol permettent notamment d'évaluer les phénomènes d'étalement urbain de faible densité.

**M**algré l'émergence de normes mondiales qui tendent à homogénéiser les nomenclatures des systèmes de suivi de l'occupation du sol, outils et méthodes de conception varient d'un pays à l'autre. Cet article présente, au travers de cinq exemples (Afrique du Sud, Australie, Suisse, Allemagne et Norvège), les systèmes d'information qui s'orientent, soit vers une occupation du sol fondée sur l'observation et la description biophysique des sols, soit vers la description fonctionnelle des zones selon leur finalité socio-économique (logement, activité, etc.), c'est-à-dire leur usage.

## Les facteurs communs d'arbitrage

Les différents exemples analysés révèlent que la conception et la forme de l'outil répondent à des paramètres communs entre lesquels toutes les structures ont dû arbitrer lors de la création de leur outil de suivi : les besoins et les missions de chaque organisme (observation, planification, préoccupation environnementale, etc.), les moyens disponibles (techniques, financiers, informations préexistantes), et la prise en compte des spécificités du territoire.

La définition des objectifs et des besoins constitue ainsi une étape fondamentale. La finalité peut être, par exemple, de suivre l'évolution d'un phénomène particulier, propre à un territoire donné, de venir en appui à la définition de documents d'urbanisme, ou encore de répondre à une obligation légale. Le choix des spécificités techniques, comme l'échelle de

Les 30 ans du Mos d'Île-de-France offrent l'occasion de replacer cet outil dans le paysage mondial du suivi de l'occupation du sol. Ce panorama donne un aperçu de la diversité des motivations et des méthodes présidant à l'élaboration de ce suivi. Mais au-delà de leurs différences, tous ces dispositifs sont le fruit de processus itératifs engageant des personnes, des territoires et des moyens techniques.

collecte de la donnée, la finesse de la nomenclature (précision et nombre d'éléments identifiés), et la fréquence de mise à jour, relèvent d'arbitrages entre les objectifs visés par la structure porteuse de l'outil et les financements dont elle dispose.

Ces institutions sont de plus en plus souvent confrontées à l'existence d'outils de suivi d'occupation du sol présents à d'autres échelles (locales, nationales et internationales), ainsi qu'à la préexistence d'informations complémentaires (fichiers fiscaux ou cadastraux, couches d'information géographique thématiques). Ces dernières permettent d'enrichir le suivi de l'occupation du sol, d'assurer une continuité des comparaisons dans le temps. Elles peuvent également aider à limiter considérablement le coût de son élaboration et de ses mises à jour. C'est pourquoi, la compatibilité et l'harmonisation des données sont des enjeux majeurs.

Les exemples suivants illustrent les arbitrages réalisés par les organismes au moment de la conception de leur outil. Deux grandes catégories de dispositifs de suivi de l'occupation du sol peuvent être identifiées : d'une part, ceux conçus à partir d'informations préexistantes et, d'autre part, les outils *ad hoc*, créés spécifiquement par la structure et adaptés à ses besoins.

## Région du Gauteng, Afrique du Sud : le choix d'une continuité méthodologique

L'Afrique du Sud dispose d'importantes ressources minières et d'une population de près

de 51 millions d'habitants. Elle enregistre de fortes dynamiques spatiales. En effet, six agglomérations de plus d'un million d'habitants, dont Johannesburg, structurent le territoire national. Dans ce contexte, et pour asseoir une politique d'aménagement du territoire économe en foncier, la connaissance et le suivi de l'occupation du sol étaient incontournables.

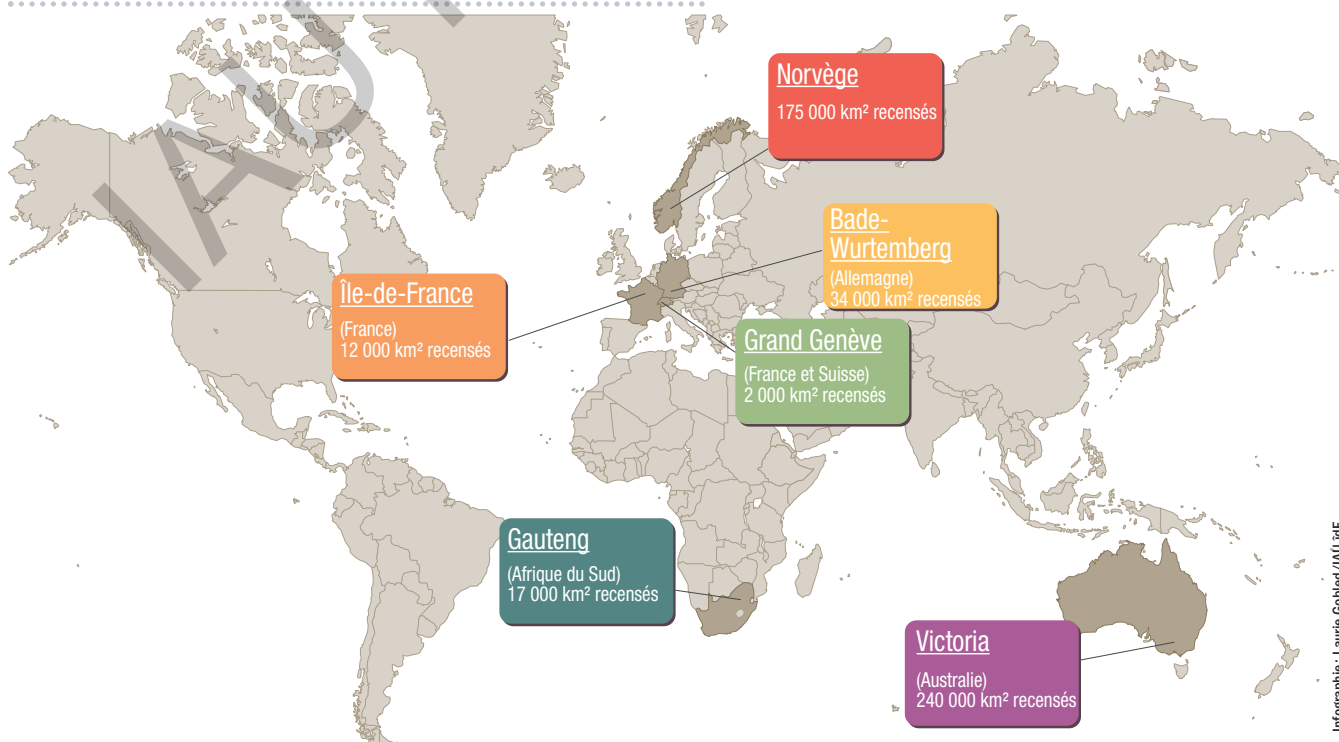
Le Gauteng, région capitale, est composé d'une typologie variée d'habitat héritée de l'apartheid. Aujourd'hui, la région connaît une forte immigration qui renforce les disparités territoriales en nourrissant la croissance des quartiers informels. La question de l'habitat est ainsi devenue une priorité du gouvernement. Pour y répondre, le Gauteng City-Region Observatory (GCRO) a été créé en 2008 dans le cadre d'un partenariat entre les autorités locales et le monde universitaire. Cet observatoire dote la région d'une vision commune et à long terme de l'aménagement du territoire, en établissant un document de planification stratégique. Aussi le GCRO a-t-il développé, dès sa création, un SIG régional dans lequel il produit des données géographiques relatives à l'occupation et à l'utilisation du sol, et recueille celles fournies par les autorités locales.

L'Afrique du Sud illustre l'enjeu de la continuité méthodologique dans la mise en œuvre d'un système d'information. En effet, l'État sud-africain ayant déjà mis en place des outils de suivi de l'utilisation et de l'occupation du sol urbain pour l'ensemble des grandes villes du pays, le GCRO a fait le choix d'en reprendre les spécificités techniques et d'en élargir l'emprise géo-

graphique à l'échelle de la région. Deux raisons principales justifient ce choix. La première consiste à assurer la compatibilité avec les données préexistantes, afin de permettre la comparaison avec d'autres territoires et l'observation de l'évolution de l'occupation du sol dans le temps. La seconde raison est liée à un aspect pratique: il est plus simple de reprendre un système d'information de l'occupation du sol déjà connu des usagers, et dont la méthode est établie. Ce choix est d'ailleurs conforté par les caractéristiques de la nomenclature de ces outils, qui permettent le suivi des spécificités du territoire, telles que la typologie variée d'habitat. L'observatoire s'est donc doté d'un système d'information composé de plusieurs couches de données géoréférencées. Elles renseignent d'une part sur l'utilisation du sol à la parcelle, grâce aux informations recueillies dans un fichier fiscal. D'autre part, sur la base d'une photo-interprétation d'images satellites et de photographies aériennes, elles apportent des informations sur l'occupation du sol, avec deux niveaux de lecture, l'un détaillant l'urbain et l'autre le rural.

Le croisement de l'utilisation du sol et de l'occupation du sol offre le moyen d'accéder à un niveau de détail supplémentaire, élargissant les possibilités d'utilisation. Ainsi, les caractéristiques techniques de l'outil sont en adéquation avec la mission du GCRO, dont l'un des objectifs est la mise en place d'un système d'information géographique régional partagé, répondant non seulement à ses propres besoins, mais aussi à ceux de ses partenaires.

## Comparaison de six outils de suivi de l'occupation du sol





Dans l'État de Victoria, en Australie, des fichiers fiscaux renseignant le régime foncier et l'utilisation du sol à la parcelle fournissent un suivi précis de l'occupation du sol, indispensable dans la lutte contre les incendies et pour la valorisation agricole.

### **État de Victoria, Australie : l'importance de la contrainte de coût**

En Australie, l'économie de l'État de Victoria repose sur deux piliers : l'agriculture et l'extraction minière. Réunis, ces deux secteurs représentent le tiers du PIB de l'État. Dans ce contexte, le Department of Environment and Primary Industries (Depi) a pour mission de veiller à ce que les activités industrielles ne portent pas préjudice à la qualité de l'environnement et n'entraient pas la valorisation agricole des terres. La région est également confrontée à un important risque d'incendie. La prévention de ce risque doit s'adapter à l'importance de la propriété privée des terres (60 % de l'espace est détenu par des privés). Pour répondre à ces enjeux, le Depi a développé un système d'information permettant un suivi régulier des changements de l'occupation du sol.

Les missions du Depi lui imposaient de disposer d'un outil de suivi de l'occupation du sol couvrant l'ensemble de son territoire de compétence et pouvant être actualisé annuellement. Le recours à des sources d'information existantes, facilement accessibles et régulièrement mises à jour, a permis de satisfaire à ces exigences, tout en maîtrisant les coûts de développement et d'actualisation des données. Afin d'apporter des informations complémentaires concernant l'occupation du sol, l'agence fait également appel à l'interprétation d'images satellites. Dès 2009, la combinaison de ces deux sources d'information a donné lieu à la création du Victorian Land Use Information System (VLUIS), composé de trois couches de données. Deux d'entre elles sont basées sur des

fichiers fiscaux très détaillés, renseignant à la parcelle le régime foncier et l'utilisation du sol. La troisième, basée sur une interprétation semi-automatique d'images satellites basse résolution, apporte des informations sur l'occupation du sol agricole.

Les modifications apportées par le VLUIS à l'ancien système d'information ont non seulement permis d'augmenter la fréquence des mises à jour tout en réduisant le coût, mais ont aussi autorisé de nouvelles applications, comme le suivi des incendies et l'optimisation de l'usage des terres agricoles.

### **Grand Genève, France et Suisse : un outil transfrontalier**

Dès 1912, date officielle de création du cadastre du canton de Genève, débute l'évaluation de l'occupation du sol par des relevés cadastraux réguliers. Le suivi de l'occupation du sol s'est affiné, notamment avec l'arrivée des premières photographies aériennes dans les années 1940. Le perfectionnement de l'informatique a ensuite donné lieu à l'élaboration du système d'information du territoire à Genève (SITG), qui recense aujourd'hui de nombreuses informations topographiques mises à jour régulièrement. Dans la même logique, l'agglomération franco-valdo-genevoise, issue d'une initiative de coopération transfrontalière, s'est dotée en 2005 d'un système d'information de l'occupation du sol, dont la mise en place a exigé une articulation complexe entre les différentes entités territoriales.

Ce système d'information transfrontalier est issu de la synthèse de données préexistantes et d'une interprétation semi-automatique d'images

satellites, selon une nomenclature comprenant 27 postes. À l'inverse des outils jusqu'à présent évoqués, il est composé d'une seule couche, dont la nomenclature décrit avec le même niveau de détail les espaces urbains, agricoles et naturels. À ce jour, le système d'information a contribué à la réalisation d'un diagnostic environnemental du territoire, ce qui illustre son adéquation aux besoins de l'agglomération transfrontalière.

L'agglomération franco-valdo-genevoise souhaite aujourd'hui faire évoluer ce dispositif pour l'adapter au suivi de l'habitat : typologie de logements, évaluation des densités résidentielles, par exemple. Mais dans un contexte transfrontalier, s'il faut aussi fédérer les volontés politiques, la compatibilité des données n'en représente pas moins un défi important. Cette configuration, imposant d'accorder différentes volontés politiques et systèmes techniques, crée un décalage entre les attentes relatives à l'outil et ses capacités réelles. En effet, l'existence de données vectorielles propres à chaque territoire a posé des problèmes d'harmonisation des informations. De même, la réalisation des photographies aériennes, en 2012, a nécessité une articulation complexe des différents acteurs institutionnels. Ainsi, la pluralité d'acteurs issus de contextes territoriaux différents complique un processus « d'élaboration » qui est déjà rendu ardu par la diversité des fichiers d'information géographique disponibles, riches de données propres aux particularités territoriales de chacun.

#### **Bade-Wurtemberg, Allemagne : le suivi de l'habitat naturel**

En Allemagne, dès les années 1970, l'émergence de politiques publiques de protection de la flore, de la faune et de son habitat naturel a rendu nécessaire le suivi de l'occupation du sol. Dans ce cadre, le Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), structure publique régionale allemande dont l'objet est la protection de l'environnement et la préservation de la nature, a élaboré un système d'information de suivi de l'occupation du sol.

Très rapidement, les besoins identifiés contraignent la forme de l'outil final. Dès l'arrivée des premières images satellites Landsat, à la fin des années 1970, la structure s'appuie sur cette nouvelle technologie pour développer un système d'information de l'occupation du sol pour l'ensemble du land de Bade-Wurtemberg, selon une nomenclature particulièrement adaptée au suivi du couvert végétal. Chaque modification connue par l'outil, depuis sa première version de 1979, illustre l'importance accordée à l'évolution des besoins exprimés par le LUBW



**Dans les années 1960, la Norvège a développé des outils cartographiques à l'échelle nationale comme supports à sa politique agricole.**

dans le cadre de ses missions. Ainsi, l'amélioration de la résolution des images satellites a permis d'affiner le suivi des terres en jachères, devenues identifiables. Autre illustration de l'adaptabilité de ce suivi de l'occupation du sol : les tempêtes qui ont frappé le land en 1993 et 2000 ont été suivies d'une modification de la nomenclature afin d'identifier les zones de chablis (arbres déracinés par des vents violents) apparues à leur passage.

Les changements de nomenclature, qui accompagnent régulièrement les mises à jour décennales, engendrent parfois des différences entre les millésimes de la base. Si cela n'empêche pas le suivi de l'évolution par comparaison, le LUBW signale que cet exercice doit être réalisé avec précaution.

Cette expérience souligne la difficulté que représente l'adaptation d'un outil aux besoins d'une structure, souvent en prise avec un territoire en constante mutation, sans que cela en compromette la continuité, et donc la comparaison possible entre les années.

#### **Norvège : une approche nationale**

La Norvège dispose de peu de terres de culture, essentiellement en raison des conditions climatiques et du relief accidenté qui caractérisent le pays. À partir des années 1960, la politique agricole a essentiellement consisté à augmenter les rendements agricoles et à identifier de nouvelles terres pour étendre l'agriculture. Dès cette époque, la Norvège s'est appuyée sur des outils cartographiques pour fonder sa stratégie spatiale. Le Norwegian Forest and Landscape Institute (NFLI), organisme public sous la direction

du ministère de l'Agriculture, est notamment responsable du suivi de l'occupation du sol pour les thématiques liées à l'agriculture et à la gestion des forêts.

Dans ce contexte, le NFLI a initié en 1964 un programme national de cartographie de l'occupation du sol, appelé AR5, afin d'identifier les espaces pouvant accueillir une activité agricole. Par la suite, cette cartographie a été numérisée, faisant d'AR5 un système d'information de l'occupation du sol qui sert désormais de support dans l'attribution et le calcul de subventions agricoles.

AR5 est un système d'information issu d'une interprétation de photographies aériennes sur l'ensemble du territoire national (soit près de 15 fois la superficie de l'Île-de-France). Sa nomenclature, comptant 107 postes, et son unité minimale de collecte de 500 m<sup>2</sup> pour les espaces urbains, lui confèrent une bonne précision. La mise à jour est assurée en continu par les opérations quotidiennes des autorités locales, qui enregistrent au fur et à mesure les évolutions de l'occupation du sol. Cette démarche est contrôlée et complétée par le NFLI, qui réalise chaque année, sur 20 % du territoire national, une photographie aérienne et sa photo-interprétation. Ainsi, AR5 est actualisé tous les cinq ans.

L'association de l'ensemble des autorités locales lors de l'élaboration de la couche, et les caractéristiques techniques propres à AR5, traduisent la volonté de développer un outil partagé par tous, pour tous, et sur l'ensemble du territoire national. De même, bien que la nomenclature détaille plus spécifiquement le milieu rural, sa précision en fait un système d'information largement utilisé, notamment dans les documents de planification et dans les calculs de consommation d'espace, aujourd'hui légalement obligatoires.

### Une comparaison riche en enseignements

Au regard de ces différentes pratiques, il apparaît qu'il existe une variété de systèmes d'information qui sont tous les fruits d'arbitrages complexes. Ces expériences permettent d'éclairer les données sélectionnées lors de la constitution de ces outils et de proposer des enseignements transversaux.

Ainsi, les outils basés sur des données préexistantes ont l'avantage d'avoir des fichiers sources facilement accessibles, car ils sont en règle générale des fichiers publics. Associés à d'autres informations, telles que l'occupation du sol déterminée par photo-interprétation d'images satellites ou de photographies aériennes, ils apportent un complément d'information, permettant d'élargir les utilisations de l'outil.

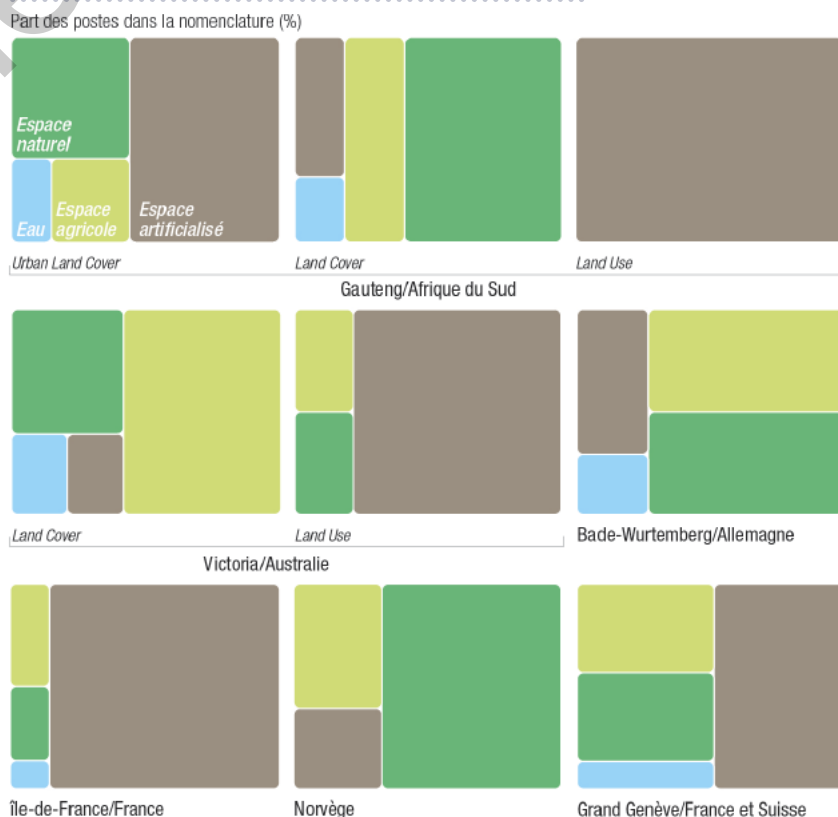
Leur inconvénient réside dans l'exploitation des données, qui nécessite une articulation complexe entre les différentes couches d'informations rassemblées au sein d'un même système. D'autres éléments réclament une attention particulière afin d'optimiser la fiabilité du contenu. Lors de l'élaboration d'un outil de suivi de l'occupation du sol basé sur des fichiers préexistants, il conviendra de s'interroger sur la nature de l'information que l'on souhaite faire apparaître et sur sa structuration.

Concernant les mises à jour du système d'information, l'existence de sources plurielles, dont certaines sont livrées par des organismes extérieurs, peut rendre difficiles les mises à jour synchronisées de l'ensemble du système d'information. Lors de son élaboration, ce facteur sera à prendre en considération. Prévoir l'actualisation simultanée des différentes données mobilisées constitue une solution idéale. À défaut, l'utilisateur devra garder à l'esprit les décalages entre les différentes sources d'information, et cela compliquera les analyses diachroniques.

Les systèmes d'information *ad hoc* sont quant à eux plus simples d'utilisation, car l'élaboration de la nomenclature est souvent spécifique aux besoins identifiés par la structure. L'outil n'étant pas basé sur des sources d'information existantes, il est facile de l'adapter aux attentes exprimées. Un risque peut toutefois résider dans une spécialisation trop importante de l'outil.

Les postes de légende présents dans les nomenclatures des outils de suivi de l'occupation du sol peuvent être répartis en quatre catégories : espace naturel, espace agricole, eau et espace artificialisé. Dans les outils présentés ici, il apparaît que les espaces artificialisés sont particulièrement étudiés.

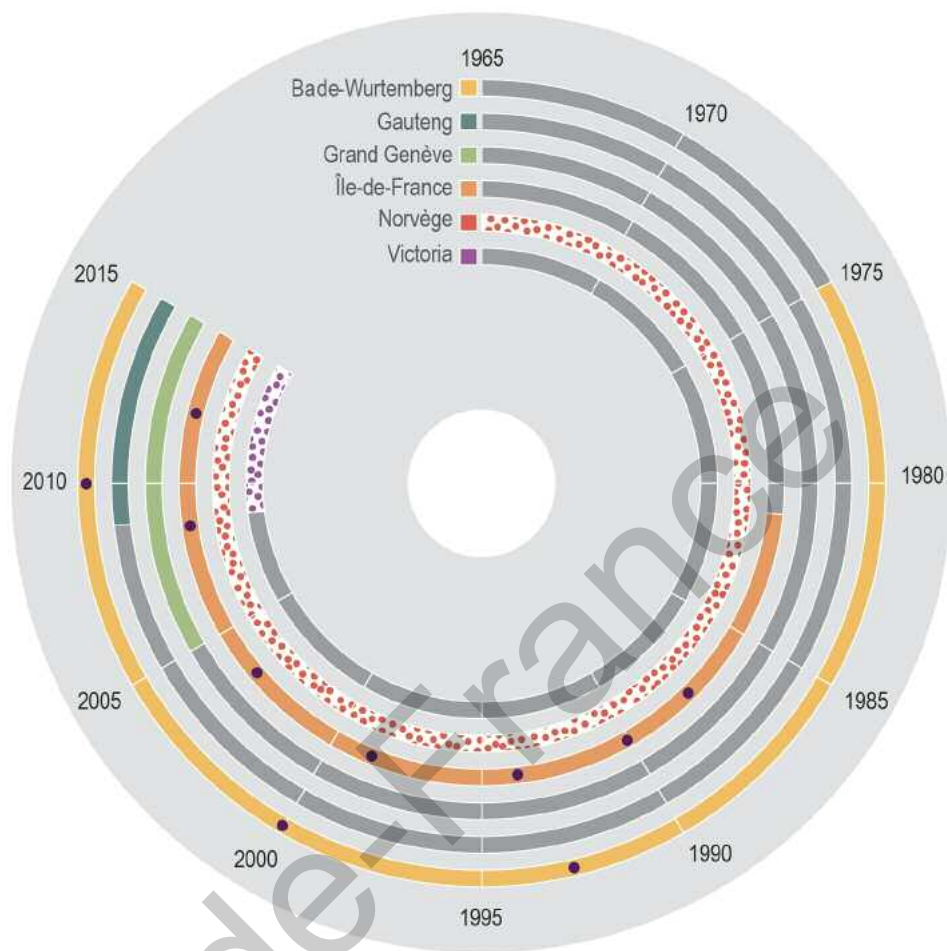
### Les espaces artificialisés majoritairement suivis



## Rythme de suivi de l'occupation du sol\*

L'actualisation des données est primordiale pour avoir accès à une information récente et permettre une analyse dynamique.

Selon les organismes, les mises à jour peuvent être régulières, dictées par de nouveaux besoins, ou continues.



\*Pour chaque territoire : date de création et dates de mises à jour

■ mise à jour annuelle ou continue  
● mise à jour

Infographie: Laurie Gobled/IAU idF

De façon plus générale, la nomenclature est la colonne vertébrale de tous les systèmes de suivi de l'occupation du sol. Sa définition est une étape déterminante dans la création de l'outil, puisqu'elle orientera son usage et jouera un rôle essentiel dans sa pérennité. Ainsi, dans une perspective de comparaison entre territoires, il est nécessaire de penser la compatibilité de la nomenclature avec des systèmes de classification de rang supérieur, tels ceux qui existent aux échelles nationales et continentales, ainsi que ceux proposés par la Food and Agriculture Organization (FAO), ou encore par le programme Corine Land Cover. Il s'agit donc de tendre vers un langage commun afin de faciliter l'interopérabilité.

La mise à jour est également une question cruciale à aborder lors de la création de l'outil. Actualiser son système d'information est indispensable pour observer l'occupation du sol de son territoire avec une vision dynamique. Toutefois, pour apprécier l'évolution de l'occupation du sol, il est essentiel de maintenir la compatibilité des nomenclatures d'une version à une autre, au risque de ne pouvoir les com-

parer. De même, la fréquence de mise à jour répond à une logique liée à l'usage qui est fait de l'outil. Ainsi, le suivi fin d'un phénomène nécessite d'actualiser son outil fréquemment et à intervalles réguliers.

En conclusion, le système d'information parfait permettant une représentation exhaustive de la réalité n'existe pas. Chaque système d'information est unique et émane d'un arbitrage complexe dans lequel la dimension économique joue un rôle clé, imposant de trouver un équilibre entre l'échelle de précision, le niveau de détail, la superficie du territoire, et l'échelle de l'analyse territoriale que l'on souhaite produire.

### Webographie

- Gauteng City-Region Observatory (GCRO), Afrique du Sud: <http://www.gcro.ac.za/>
- Department of environment and primary industries (Depi), État de Victoria, Australie: <http://www.dpi.vic.gov.au/>
- Grand Genève: <http://www.grand-geneve.org/>
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Allemagne: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- Norwegian Forest and Landscape Institute (NFLI), Norvège: <http://www.skogoglandskap.no/en/index.html>



# La couverture et l'usage du sol en Europe

**François Salgé<sup>(1)</sup>**  
Ministère de l'Écologie,  
du Développement durable  
et de l'Énergie



La Communauté européenne met en place outils et techniques pour disposer d'une information fine sur l'occupation du sol : de sa couverture physique et biologique à la diversité de ses usages.

## Webographie

- Copernicus Land Monitoring Services  
<http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/view>
- Corine Land Cover  
<http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=3066>
- Eurostat  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/lucas/data>
- Géoportail Inspire  
<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>
- Enquête Lucas  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/lucas-viewer-with-ground-level-pictures>
- Urban Atlas  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>

Depuis le début des années 2000, la terminologie européenne de l'occupation du sol a été fortement influencée par la directive Inspire. Celle-ci poursuit deux objectifs : le déploiement d'une infrastructure de données géographiques à l'échelle européenne et le développement de l'enquête aréolaire sur l'utilisation et l'occupation du sol, désignée par son acronyme anglais Lucas. Les débats et les décisions réglementaires ont abouti à la séparation de la couverture du sol (*land cover*) et de l'usage du sol (*land use*) – le thème *land cover* fait partie de l'annexe 2 de la directive, et le thème *land use* de l'annexe 3.

## Adopter une terminologie commune pour faciliter les comparaisons

La traduction française de cette directive a maintenu une forme d'ambiguïté entre couverture physique et utilisation du sol, puisque le terme « *land cover*-couverture du sol » a été traduit par « occupation des terres », défini comme la « couverture physique et biologique de la surface terrestre, y compris les surfaces artificielles, les zones agricoles, les forêts, les zones (semi)-naturelles, les zones humides et les masses d'eau ». Le terme « *land use*-usage du sol » est quant à lui défini comme « territoire caractérisé selon sa dimension fonctionnelle prévue ou son objet socio-économique actuel et futur (par exemple, résidentiel, industriel, commercial, agricole, forestier, récréatif) ». Pour clarifier le propos, cet article préférera les termes « couverture du sol » et « usage du sol ».

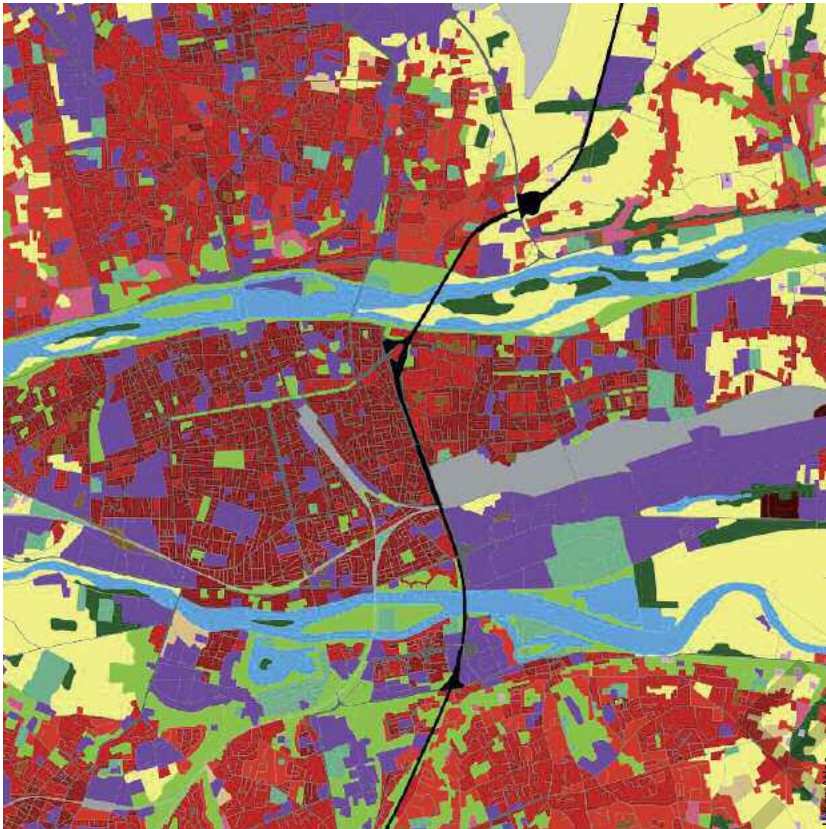
Dans le cadre de sa politique environnementale, la Communauté européenne a lancé un programme ambitieux : la construction d'un système unique de référence des données géographiques, applicable à l'échelle nationale et européenne. Trois dispositifs sous-tendent cette initiative : la télédétection avec Corine Land Cover ; les statistiques, recueillies grâce à l'enquête Lucas ; et le cadre réglementaire, qui s'appuie sur la directive Inspire.

En France, dans le cadre du projet d'analyse de l'occupation du sol à grande échelle, devant s'intégrer dans le référentiel géographique à grande échelle (RGE<sup>®</sup>) piloté par l'IGN, une déclinaison de la nomenclature nationale distinguant couverture et usage du sol à l'échelle locale a été retenue.

Au niveau des instances européennes, l'élaboration d'un suivi de l'occupation du sol s'appuie sur trois techniques : la télédétection avec Corine Land Cover (CLC), la statistique avec Lucas, et la réglementation avec Inspire.

L'axe télédétection vise à produire une partition totale du territoire européen en polygones homogènes caractérisés, dont la taille minimale est définie selon l'échelle visée (unité minimum de collecte/UMC). Ces polygones sont ensuite classés selon une nomenclature européenne. Par exemple, Corine Land Cover repose sur une UMC de 25 ha et sa propre nomenclature (Corine Land Cover Classes/CLCC). Plusieurs versions sont disponibles (1986, 2000, 2006 et bientôt 2012). Bien que Corine Land Cover ait le mérite de proposer une occupation homogène sur l'ensemble du territoire européen en 1986, 2000, 2006, et bientôt 2012, des critiques sont parfois formulées à son encontre : sa faible résolution (les phénomènes inférieurs à 25 ha, comme les hameaux, sont ignorés)

(1) François Salgé est chargé de mission auprès du directeur général à la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature, ministère de l'Égalité des territoires et du Logement, et ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.



Extrait d'Urban Atlas sur la ville de Tours.

#### La collaboration entre les pays européens

On ne peut être complet sans citer les travaux menés dans différents pays européens en matière de couverture du sol et d'usage du sol. Les plus avancés (notamment l'Espagne, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Suède) font de plus en plus la distinction entre couverture du sol et usage du sol, dans l'esprit de ce que la directive Inspire propose, prenant ainsi en compte les avancées de la collaboration entre pays européens dans le cadre du groupe de travail EAGLE. C'est pourquoi, en France, les travaux sur la nomenclature d'occupation du sol, pilotés par le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema, aujourd'hui intégré au Cerema<sup>(2)</sup>) au nom de la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGLN), impliquant les acteurs régionaux et locaux et ceux relatifs à la production d'une couche d'occupation du sol compatible avec les autres données du référentiel géographique à grande échelle (RGE<sup>(3)</sup>), s'appuient largement sur les concepts résultant des travaux européens. L'objectif poursuivi est de mettre en place les conditions pour que les efforts locaux, régionaux, nationaux et européens se conjuguent efficacement pour construire et entretenir une description de la couverture du sol et de l'usage du sol utile à tous les acteurs de l'aménagement durable et de l'égalité des territoires.

et le mélange des concepts de couverture et d'usage du sol.

Pour pallier l'insuffisante résolution de Corine Land Cover, la Commission européenne a lancé le programme Copernicus. Ce dernier comprend la réalisation d'Urban Atlas et la production de High Resolution Layers (HRL). Urban Atlas couvre les principales agglomérations européennes, dont les 30 plus grandes aires urbaines françaises. Il détaille la nomenclature Corine Land Cover Classes pour les milieux urbains et périurbains, grâce à une UMC adaptée à chaque type de poste, mais toujours inférieure à l'hectare. La production de HRL est en cours afin de proposer cinq couches d'informations à l'échelle européenne pour l'année 2012 :

- imperméabilité des sols/surfaces artificielles ;
- forêts ;
- prairies permanentes ;
- terres humides ;
- surfaces en eau.

Avec d'autres pays européens, la France participe à la vérification et l'amélioration des données en cours de constitution. Normalement disponible en 2014, HRL sera fondé sur un carroyage de 100 m par 100 m, donnant pour chaque carreau et chaque couche haute résolution une information sur la couverture du sol selon la thématique considérée (degré d'imperméabilité, densité du couvert forestier et type de couvert, prairie naturelle ou artificielle).

L'axe statistique vise à produire des informations sur la couverture et l'usage du sol par photo-interprétation et travaux de terrain sur des lieux préalablement sélectionnés par échantillonnage. Compte tenu du besoin croissant de comparer l'utilisation et la couverture du sol, Eurostat établit des statistiques harmonisées, recueillies dans le cadre de l'enquête Lucas réalisée en coopération avec les pays de l'Union européenne. En France, ces travaux sont effectués dans le cadre de l'enquête Teruti-Lucas. Les données numériques Lucas sont mises à la disposition du public, et les photos de l'enquête Lucas 2009 peuvent être obtenues en contactant Eurostat.

L'axe réglementaire se fonde sur la directive Inspire, adoptée en avril 2013, et qui précise les thèmes « occupation des terres » et « usage des sols ». Afin de garantir l'interopérabilité sémantique des données produites par les autorités publiques nationales et infranationales, des listes de codes ont été définies et publiées fin 2013, assorties d'un guide de mise en œuvre en anglais. Dans ce cadre, le thème usage du sol couvre aussi bien l'usage constaté du sol que l'usage futur décrit dans les documents de planification : plans locaux d'urbanisme, cartes communales ou schémas régionaux de cohérence écologique, par exemple.

Enfin, au niveau européen, 2009 a vu la création du groupe de travail EAGLE<sup>(3)</sup> pour formuler des solutions afin de faciliter l'intégration et l'harmonisation des contributions nationales réalisées dans le cadre de Corine Land Cover. L'objectif poursuivi est l'élaboration d'un cadre de référence permettant l'intégration de données de couverture et d'usage du sol provenant de différents ensembles de données dans un modèle de données unique, qui soit applicable à la fois au niveau national et européen. À terme, les travaux de ce groupe devraient non seulement faciliter les comparaisons, mais aussi les traductions sémantiques entre les différentes nomenclatures pour simplifier l'échange de données.

(2) Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

(3) EAGLE : Eionet Action Group on Land Monitoring in Europe (groupe de travail d'Eionet sur la surveillance des sols en Europe).

# Une base nationale pour quels objectifs ?

Thierry Touzet<sup>(1)</sup>  
IGN



L'IGN va enrichir le socle de connaissance du territoire avec la production d'une couche d'occupation du sol à grande échelle (OCS GE). Elle a pour vocation le suivi de la consommation d'espace, notamment de l'artificialisation du sol et des espaces naturels. Elle séparera couverture et usage du sol. Le projet, lancé en 2013, est avant tout participatif et ouvert.

Les orientations prônées par les politiques publiques ont pour but de produire des indicateurs afin de fixer des objectifs de limitation de l'artificialisation des terres.

L'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) est un établissement public à caractère administratif, placé depuis 2011 sous la double tutelle du ministre chargé du Développement durable et du ministre chargé de la Forêt. Il a pour vocation à décrire, d'un point de vue géométrique et physique, la surface du territoire national et l'occupation de son sol, et à venir en appui aux politiques publiques pour l'aménagement du territoire, le développement durable et la protection de l'environnement.

Par le décret 2011-1371 du 27 octobre 2011, l'IGN a la charge de constituer un référentiel à grande échelle (RGE<sup>®</sup>), composé « des bases de données numérisées et interopérables décrivant les thèmes, dénominations géographiques, (...) occupation des terres, (...) mentionnés aux annexes I, II et III de la directive Inspire du 14 mars 2007 »<sup>(2)</sup>. Le contrat d'objectifs et de performance (COP), portant sur la période 2010-2013, a initié la production d'une couche d'occupation du sol à grande échelle (OCS GE). Cette mission sera reprise dans le prochain COP, en cours de négociation avec les tutelles.

## Une volonté forte dans les politiques publiques

La loi du 12 juillet 2010, dite loi Grenelle 2, et celle du 13 juillet 2010 de modernisation de l'agriculture et de la pêche, dite LMAP, portent engagement national pour l'environnement afin de lutter contre l'étalement urbain et la régression des espaces naturels, agricoles et forestiers (espaces

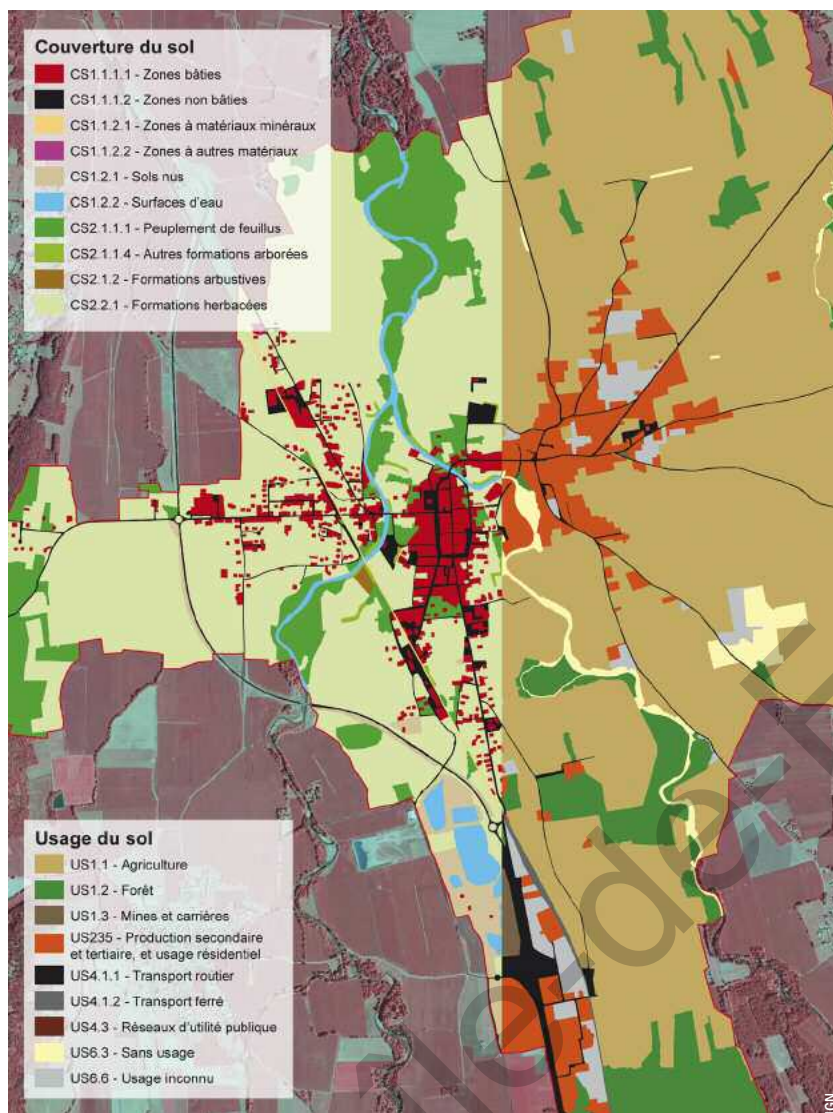
NAF). Une première prolongation récente est par exemple la création, le 17 avril 2013, de l'Observatoire national de la consommation des espaces agricoles (ONCEA). Ces orientations conduisent à la production d'indicateurs pour fixer des objectifs de limitation de l'artificialisation des terres et à réaliser un suivi régulier de leur mise en œuvre. Ces indicateurs doivent pouvoir être comparés et comparables sur l'ensemble du territoire car leur périmètre de pertinence ne se restreint pas aux limites administratives, mais plutôt à des bassins de vie ou des bassins économiques.

Ce contexte national montre que la constitution des couches d'occupation du sol devient aujourd'hui un axe fort des politiques publiques des services de l'État, comme les collectivités territoriales. Ceci renforce la nécessité d'une base nationale de données d'OCS GE compatible avec le RGE<sup>®</sup>, régulièrement mise à jour et fondée sur une nomenclature-cadre, toutes caractéristiques du projet dont se saisit l'IGN. Début 2012, l'IGN lance le projet de production d'une base de données d'OCS GE nationale, homogène sur l'ensemble du territoire. L'IGN en tant qu'institution nationale peut être le garant du continuum national, tout en assurant un emboîtement local/régional/national. L'IGN s'est lancé dans ce projet en proposant une démarche ouverte, construite d'échanges

(1) Thierry Touzet est chef des produits Forêt et Environnement à l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

(2) Article 2 alinéa 3 du décret 2011-1371 du 27 octobre 2011 constituant le nouvel IGN.

## Maubourguet (65) : première commune test



À gauche : la couverture du sol.

À droite : l'usage du sol.

et proche des utilisateurs et des producteurs de données. Elle repose sur cinq piliers :

- mesurer les besoins des utilisateurs et y répondre ;
- s'inscrire dans la réflexion nationale menée en dehors de l'IGN ;
- associer les acteurs de l'information géographique au projet IGN ;
- diffuser les spécifications et les méthodes en procédant par itérations test-validation ;
- produire en privilégiant les partenariats.

### Les acteurs de l'OCS GE

Le projet OCS GE de l'IGN est suivi par un comité d'orientation coprésidé par la DGALN et l'IGN. Les membres qui le composent représentent les ministères de tutelle (MEDDE et Maaf), les services déconcentrés (Dreal, Draaf, DDT), les collectivités (ARF, ADF, Acuf, Fnau, FN Scot), les acteurs de l'information géographique (Afigéo, Cerema) et les associations de protection de l'environnement (FNE). La première réunion a eu lieu au 1<sup>er</sup> semestre 2013.

### La nécessité d'une approche partenariale

Une enquête des besoins a été réalisée auprès d'une quarantaine d'organismes, choisis selon les métiers exercés, les thématiques abordées, le type de structures, la zone de compétence, le niveau d'expertise et le degré d'implication dans la production. L'IAU idF a bien sûr été une cible obligée de cette enquête. Les conclusions<sup>(3)</sup> ont été présentées fin 2012 : elles montrent une demande de changement de modèle par rapport à Corine Land Cover.

L'IGN a rejoint le groupe de travail national mandaté par la direction générale de l'aménagement du logement et de la nature (DGALN), et piloté par le Certu début 2012 (désormais intégré au Cerema). L'occasion de rencontrer les principaux acteurs de l'information géographique, de participer à la réflexion pour une harmonisation des pratiques et surtout de bénéficier de l'expérience des autres organismes. L'IGN est impliqué dans une démarche similaire au niveau européen avec le projet HELM (Harmonised European Land Monitoring), qui vise à l'harmonisation des données à grande échelle concernant la surveillance des terres. Il travaille également sur un modèle de nomenclature européenne nommé EAGLE (Eionet Action Group on Land Monitoring in Europe).

La nomenclature constituant le socle national et le modèle de données sont présentés au groupe national et des jeux tests sont téléchargeables par tous sur le site de l'IGN. Un des enjeux concerne l'ossature des réseaux de transport, car il est le socle de structuration du territoire. Cette ossature est produite à partir des réseaux routiers et ferrés de la base de données interne de l'IGN (BDUni). Pour la tester, un modèle de production sera disponible et des jeux tests ont déjà été fournis à plusieurs organismes volontaires pour le valider, dont l'IAU idF. L'approche partenariale permet une production de proximité avec les utilisateurs. Une des difficultés, mais aussi une des priorités du projet, est de pouvoir intégrer les données existantes. La couche nationale de l'IGN n'a pas vocation à recouvrir et remplacer l'existant, mais le modèle doit permettre de l'intégrer. Ce travail doit et va être entrepris avec le Mos de l'IAU idF fort de trente ans d'expérience. C'est un enjeu majeur pour la réussite du projet national que d'intégrer cette somme importante de données. Enfin, le défi de la grande échelle, c'est celui de la constitution d'un socle national utilisable localement (en tout point du territoire) grâce à un modèle ouvert séparant la couverture du sol de l'usage du sol (deux dimensions), une précision appuyée sur le RGE® et une cohérence temporelle (notion de millésime) permettant les mises à jour pour suivre les évolutions.

Enfin, l'enjeu porte sur la maîtrise des indicateurs, qui seront calculés sur la couche OCS GE de l'IGN, et comparés à ceux qui sont actuellement calculés sur des couches OCS existantes (ou par toute autre approche), ou qui seront calculés par des méthodes plus globales comme les approches à partir d'images satellites. C'est un enjeu politique auquel il faudra se confronter pour réussir ensemble le projet national.

(3) <http://professionnels.ign.fr/ocsge>

# Panorama des occupations du sol régionales

**Amélie Darley**  
IAU îdF



Au niveau régional, l'utilisation des outils de suivi de l'occupation du sol se développe autour des problématiques environnementales. Ici, la côte d'Opale (Nord-Pas-de-Calais).

La question du suivi de la consommation d'espace a été à l'origine de la création des différents modes d'occupation du sol, qui sont très vite devenus également des outils essentiels des politiques territoriales.

## L'obligation légale de mesurer la consommation d'espace

Dans plusieurs régions, notamment en Alsace, en Picardie et en Provence-Alpes-Côte-d'Azur, le constat d'une consommation d'espace non maîtrisée et de fortes pressions foncières a conduit à la création d'un outil de suivi de l'occupation du sol régionale et à la nécessité de sensibiliser les élus. Ces premières prises de conscience ont vite été confortées par l'obligation légale de mesurer la consommation d'espace (lire aussi l'article p. 47).

Dès la fin des années 1990, la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur établit une première base de données d'occupation du sol afin de suivre les tendances en termes d'artificialisation et de déprise agricole, et de mieux les localiser. Associées ou non à d'autres référentiels, les analyses qui en sont issues sont indispensables aux instances décisionnelles lors de l'élaboration de projets territoriaux et pour la planification urbaine. En Alsace, dans l'attente que soient développés au niveau national moyens et méthodes, la région et les acteurs de l'aménagement se sont très tôt engagés dans la création d'outils de mesure de la consommation d'espace. C'est ainsi qu'est née la plate-forme d'observation du foncier Préface (lire aussi l'encadré p. 32).

Plusieurs régions françaises ont développé des outils de suivi d'occupation du sol, dont l'Alsace, le Languedoc-Roussillon, le Nord-Pas-de-Calais, la Picardie et Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Leurs représentants témoignent ici de leur intérêt pour cet outil, expliquent les méthodes adoptées et leurs perspectives d'évolution. En ligne de mire, la création d'un inventaire national de l'occupation du sol.

## L'aide aux politiques publiques

C'est souvent à l'occasion de l'élaboration de politiques territoriales et environnementales que s'impose le suivi de l'occupation du sol. Généralement, la donnée est valorisée directement sous forme géographique et sous forme d'indicateurs statistiques.

Par exemple, en Picardie, des prototypes d'outils de suivi de l'occupation du sol ont été développés dans les parcs naturels régionaux de Picardie maritime et Oise-Pays de France, puis étendus à partir de 1998 au territoire régional pour la mise en œuvre de schémas régionaux<sup>(1)</sup>. Ils ont alors été mis à la disposition des acteurs locaux pour l'établissement des documents de planification locale (Scot et, aujourd'hui, PLUI).

Dans le Nord-Pas-de-Calais, les besoins ont évolué vers des thématiques environnementales, appelant une connaissance fine de l'état de la biodiversité et de son évolution. Ainsi est né le projet ARCH<sup>(2)</sup>.

De même, en Alsace, la première évaluation sommaire de l'évolution des territoires a servi de socle au développement d'un puissant dispositif

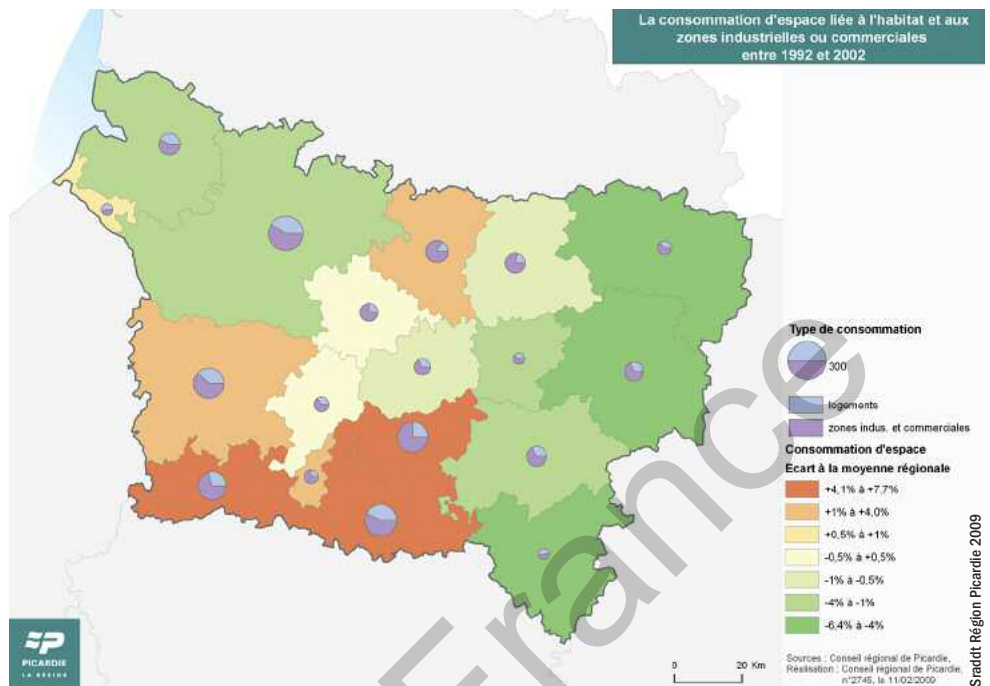
(1) Notamment pour le schéma régional du patrimoine naturel, le schéma régional d'aménagement et de développement durables du territoire (Sraddd), le schéma régional climat air énergie (SRCAE) et, récemment, le schéma régional de cohérence écologique.

(2) Issu de la coopération transfrontalière entre la région Nord-Pas-de-Calais et le comté du Kent, le projet ARCH a permis la réalisation d'une cartographie des habitats naturels couvrant l'ensemble du territoire des deux régions partenaires à l'échelle du 1/5000.

Cet article a été rédigé à partir des témoignages de :

- Marie-Christine Schott, chef du service Informations géographiques et statistiques (SIGS) à la direction de l'environnement et de l'aménagement de la région Alsace ;
- Silvan Coste, association SIG Languedoc-Roussillon ;
- Florence Décaudin, service Information géographique et analyse spatiale à la direction du développement durable, de la prospective et de l'évaluation de la région Nord-Pas-de-Calais ;
- Cédric Ansard, responsable du département SIG, ressources et connaissance territoriale à la direction de la prospective, de la programmation, de l'aménagement durable et de l'Europe de la région Picardie ;
- Claire Ajouc, chargée de projet, Crige Paca.

## Picardie : évolution des indicateurs urbains



Dans la plupart des régions, le suivi de la consommation d'espace est à l'origine de la mise en place d'OS. La donnée est valorisée sous forme géographique et avec des indicateurs statistiques.

dans le domaine environnemental avec, notamment, une politique de « trame verte ».

### La mise en place de partenariats pour des outils renforcés

Dans la plupart des régions, les occupations du sol ont été consolidées par des dispositifs partenariaux.

En Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'actualisation du fichier régional d'occupation du sol s'inscrit depuis plus de dix ans dans un projet partenarial réunissant plusieurs organismes, dont l'État et la région.

La Picardie, quant à elle, a mutualisé sa production *via* l'infrastructure de données géographiques GéoPicardie. L'État et les départements ont participé au financement de sa dernière mise à jour.

De même, la région Nord-Pas-de-Calais a le projet de coproduire les données d'occupation du sol avec les territoires infrarégionaux.

En Alsace, à partir de 2002, une méthode reconductible dans le temps et transposable sur d'autres territoires (notamment sur l'espace du Rhin supérieur) a été développée dans le cadre du partenariat Cigal, dont la région assure le pilotage.

Afin de répondre à des demandes de plus en plus territoriales, le Crige Paca (centre régional de l'information géographique de Provence-Alpes-Côte-d'Azur) et la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur accompagnent les territoires qui souhaitent affiner la description de leurs espaces en leur proposant un dispositif de soutien à la création de cartographies d'occupation du sol à grande échelle. Déclinées du

fichier régional, ces cartes calculent des indicateurs plus précis et sont donc plus appropriées aux analyses infraterritoriales.

### Des attentes spécifiques aux différents territoires

Selon les régions, le Mos est mobilisé dans différents buts : maîtriser l'urbanisation, gérer les pressions foncières, ou encore comparer les territoires entre eux.

### Limiter l'artificialisation

Dans le Nord-Pas-de-Calais, les surfaces artificialisées sont près de deux fois plus importantes que sur l'ensemble du territoire français (16,5% contre 8,8% en 2009). Elles ont progressé de 1 450 ha par an entre 2005 et 2009. Ici, les données d'occupation du sol servent à suivre le rythme de l'artificialisation et à la qualifier, notamment à travers la mise en place de son Sraddt et de son schéma régional climat air énergie (SRCAE). Objectif : freiner l'étalement urbain en limitant cette artificialisation à 500 ha/an.

La région Provence-Alpes-Côte-d'Azur est confrontée aux mêmes enjeux : plus de 90% de sa population résident dans les grands pôles urbains et le littoral méditerranéen est touché par le mitage urbain, au détriment d'espaces naturels et agricoles. Dans ce contexte, il est devenu indispensable de quantifier l'artificialisation du sol pour mieux la maîtriser.

### Réduire les conflits d'usages

Dans les territoires où les transformations sont fortes, les usages cohabitent, se superposent,

#### Les dates de lancement des outils régionaux de suivi de l'occupation du sol

**Alsace** : un premier projet mené en collaboration avec le Sertit, les grandes collectivités alsaciennes, les agences d'urbanisme, les parcs naturels régionaux, la DRE et la Diren, basé sur l'interprétation radiométrique d'images satellites SPOT, a permis de disposer d'une première et sommaire évaluation de l'évolution des territoires alsaciens entre 1984, 1992 et 1995.

**Languedoc-Roussillon** : la création d'une occupation du sol régionale a eu lieu en 1999. Elle est née d'un besoin de couverture régionale faisant suite à l'occupation du sol Geozoom existante sur le littoral, et visait à développer une meilleure connaissance de la répartition naturel/agricole/artificiel.

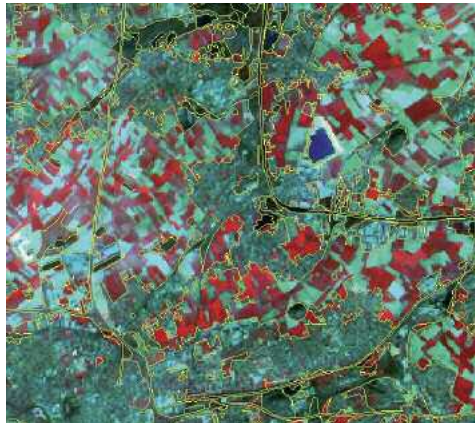
**Nord-Pas-de-Calais** : l'étude des modes d'occupation du sol débute en 1991.

**Picardie** : la création d'outils de connaissance de l'occupation du sol a été décidée dès 1995, année de lancement du SIG du conseil régional de Picardie.

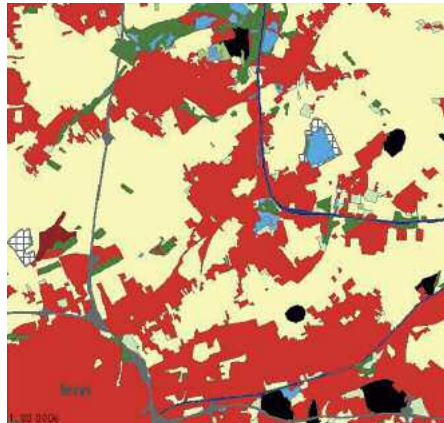
**Provence-Alpes-Côte-d'Azur** : la première utilisation étendue d'un fichier d'occupation du sol remonte à la fin des années 1990, avec la production d'une première base de données d'occupation du sol régionale adaptée aux spécificités méditerranéennes, tout en restant cohérente avec le fichier européen Corine Land Cover (CLC), premier fichier ayant été largement exploité par les acteurs régionaux en 1988.

## Nord-Pas-de-Calais: occupation du sol en 1990

### Images SPOT



### Résultats de l'interprétation



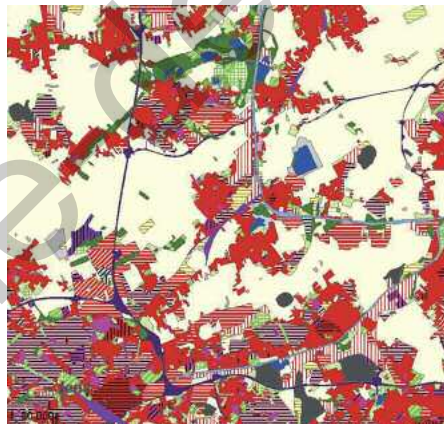
|  |  |                     |                                 |                            |
|--|--|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| espaces urbanisés, industrialisés            | cultures                                     | peupleraies         | affleurements rocheux, falaises | marais intérieurs          |
| aéroports, aérodromes                        | systèmes culturaux et parcellaires complexes | forêts de conifères | sables, plages                  | marais maritimes           |
| axes routiers principaux et espaces associés | prairies : naturelles, permanentes           | forêts de feuillus  | dunes blanches                  | plans d'eau                |
| golfs  | pelouses                                     | landes arbustives   | dunes grises                    | cours d'eau et voies d'eau |
| infrastructures portuaires                   |  | coupes forestières  | broussailles sur dune           | estuaires                  |
| terrils                                      |  | feuillus sur dune   |                                 | mer et océan               |
| carrières                                    |  | conifères sur dune  |                                 |                            |
| chantiers                                    |  |                     |                                 |                            |

## Nord-Pas-de-Calais: occupation du sol en 1998

### Photos aériennes



### Résultats de l'interprétation



|                                   |  |   |  |  |   |
|-----------------------------------|--|---|--|--|---|
| <b>Territoires artificialisés</b> | <b>Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication</b> | <b>Mines, décharges et chantiers</b>              | <b>Territoires agricoles</b>                 | <b>Forêts et milieux semi-naturels</b> | <b>Surfaces en eau et zones humides</b> |
| Zones urbanisées                  | emprises industrielles   | carrières   | cultures annuelles                           | forêts de feuillus                     | cours d'eau et voies d'eau              |
| urbain continu dense              | emprises commerciales  | décharges   | maraichages, serres                          | forêts de conifères                    | plans d'eau                             |
| habitat résidentiel               | cimetières   | zones de stockage                                 | espaces en friche                            | peupleraies                            | marais intérieurs                       |
| habitat collectif haut            | emprises scolaires et/ou universitaires                                | terrils   | vergers et petits fruits                     | peupleraies récentes                   | marais maritimes                        |
| habitat minier                    | emprises hospitalières   | chantiers   | prairies                                     | reboisements récents                   | estuaires                               |
| habitat rural                     | autres emprises publiques  | <b>Espaces verts artificialisés non agricoles</b> | systèmes culturaux et parcellaires complexes | coupes forestières récentes            | mer et océan                            |
|                                   | friches industrielles  | golfs   |  | coupes forestières anciennes           |   |
|                                   | axes routiers principaux et espaces associés                           | stades, équipements sportifs                      |  | pelouses                               |   |
|                                   | axes ferroviaires principaux et espaces associés                       | campings, caravanings                             |  | landes arbustives                      |   |
|                                   | aéroports, aérodromes  | espaces verts urbains                             |  | broussailles sur dune                  |   |
|                                   | infrastructures portuaires   | jardins ouvriers                                  |  | conifères sur dune                     |   |
|                                   |  |   |  | feuillus sur dune                      |   |
|                                   |  |   |  | dunes grises                           |   |
|                                   |  |   |  | sables, plages                         |   |
|                                   |  |   |  | dunes blanches                         |   |
|                                   |  |   |  | affleurements, falaises                |   |

## Les caractéristiques des occupations du sol régionales

|                                       | Alsace   | Languedoc-Roussillon  | Nord-Pas-de-Calais  | Picardie  | Provence-Alpes-Côte-d'Azur   | Île-de-France   |
|---------------------------------------|--|---|---|---|--|---|
| <b>Sources de données</b>             | Orthophotographies aériennes et images satellites IRS - Landsat 7 ETM+ - SPOT 5  | Images satellites Landsat 7 ETM+                                | Images satellites SPOT et Landsat, puis photographies aériennes plus proches du terrain à partir de 1998      | Geosud RapidEye et photographies aériennes  | · BD Ocsol Paca (niveau 3) : Images satellites Landsat 7 ETM+ en mode SLC-Off<br>· BD Ocsolge Paca (niveau 4) : orthophotographies   | Orthophotographies aériennes  |
| <b>Résolution spatiale des images</b> | Pour 2012, orthophotographies à 20 cm  | 30 m rééchantillonnés à 15 m                                    | De 20 m en 1990 à 20 cm en 2009   | · 5 m RapidEye<br>· Orthophotographies : 25 cm  | · Images satellitaires : 30 m<br>· Orthophotographies : 50 cm à 20 cm  | Pour 2012, orthophotographies à 12,5 cm   |
| <b>Méthodologie</b>                   | Photo-interprétation complétée par des données exogènes  | Traitement semi-automatique                                     | Photo-interprétation assistée par ordinateur, complétée lorsque nécessaire par des données exogènes           | Photo-interprétation assistée par ordinateur, complétée lorsque nécessaire par des données exogènes | Traitement semi-automatique et photo-interprétation assistée par ordinateur  | Photo-interprétation assistée par ordinateur, complétée lorsque nécessaire par des données exogènes |
| <b>Unité minimale de collecte</b>     | L'unité minimale diffère selon les postes de nomenclature et la largeur minimale d'interprétation des objets linéaires est de 12 m | 25 000 m <sup>2</sup> *   | · 500 m <sup>2</sup> en zone urbaine,<br>· 2 500 m <sup>2</sup> en zone agricole                              | 2 500 m <sup>2</sup> pour les espaces artificialisés, 5 000 m <sup>2</sup> pour les autres postes   | Entre 500 m <sup>2</sup> et 5 000 m <sup>2</sup> selon les postes  | 625 m <sup>2</sup>  |
| <b>Nomenclature</b>                   | Nomenclature en 63 postes selon un principe d'emboîtement identique à Corine Land Cover  | Nomenclature en 47 postes issue de Corine Land Cover niveau 3** | Nomenclature en 52 postes adaptée au niveau 3 Corine Land Cover et détaillée au niveau 4 pour certains thèmes | Nomenclature en 61 postes en 4 niveaux, adaptée au niveau 3 Corine Land Cover                       | · Nomenclature en 47 postes Ocsol_Paca issue du niveau 3 Corine Land Cover<br>· Déclinaison niveau 4 Ocsolge_Paca : plus de 60 postes sur territoires à enjeux (ex : Scot) | Nomenclature en 81 postes en 4 niveaux, compatible Corine Land Cover niveau 2                       |
| <b>Échelle de constitution</b>        | 1/7 000  | NC  | 1/10 000  | 1/7 000 (artificialisé : 1/3 500)   | NC   | 1/5 000   |
| <b>Échelle d'utilisation</b>          | 1/10 000   | 1/50 000  | 1/25 000  | 1/14 000 (artificialisé : 1/7 000)  | · Niveau 3 : 1/50 000<br>· Niveau 4 : 1/10 000   | 1/5 000   |
| <b>Mises à jour</b>                   | 2000, 2008, 2012 et 2015***  | 1999, 2006 et 2012****  | 1990, 1998, 2005 et 2009  | 1992, 2002 et 2010  | · Ocsol_Paca : 1988, 1999, 2006, (à venir 2012 ou 2013)<br>· Multidates pour les Ocsolge locales   | 1982, 1987, 1990, 1994, 1999, 2003, 2008, 2012  |

\*Des éléments inférieurs à 2,5 ha ont été maintenus car ils permettent de cartographier des thèmes ou des aires marginaux en surface, mais pertinents dans l'explication du paysage.

\*\*La nomenclature a subi quelques modifications par rapport à la nomenclature Corine Land Cover servant de référence : les territoires principalement occupés par l'agriculture, avec présence de végétation naturelle, sont plutôt des mosaïques d'espaces naturels et agricoles ; les landes subalpines ont été ajoutées, sans toutefois supprimer le thème « lande » ; les forêts et végétations arbustives en mutation ont une définition qui se rapproche de celle de la nomenclature de l'Inventaire forestier national, pour accroître la compatibilité de ces deux bases de données ; et, enfin, l'introduction de la notion de « bâti diffus », très importante dans nos régions, qui a fait l'objet d'un traitement spécifique.

\*\*\*La production de l'occupation du sol 2012 a fait l'objet d'une nouvelle livraison complète des millésimes 2000, 2008 et 2012, ainsi que des bases de mutation sur l'ensemble du territoire régional, pour assurer la cohérence. L'ensemble des données est mis en ligne et accessible sur le géoportail Cigal.

\*\*\*\*La mise à jour prévue en 2012 a été annulée devant la part croissante des besoins de données de grande échelle. Un projet de constitution d'une occupation du sol à grande échelle est en cours.

voire s'affrontent. En Picardie, par exemple, les campagnes sont soumises, d'une part, à des influences urbaines et, d'autre part, à des conflits d'usages entre agriculture et milieux naturels. Dans ce contexte, l'élaboration de diagnostics précis, établis sur la base du suivi de l'occupation du sol, permet de comprendre les mutations et donc de les anticiper.

### Comparer les territoires

En Alsace, région frontalière et contrastée, un des enjeux est de comparer le territoire régional à celui de ses voisins, et de développer une approche infrarégionale par terroir ou par territoire administratif. La base de données d'occupation du sol de 2000 a été constituée sur l'ensemble du territoire alsacien, et sur celui des voisins lorrain, allemand et suisse (parc naturel régional des Vosges du Nord et des Ballons des Vosges, secteur de Kehl en Allemagne, et Euro-

district trinational de Bâle, pour la partie transfrontalière).

Dans le Nord-Pas-de-Calais, il s'agit de partager les mêmes outils entre acteurs du territoire afin de faire naître une vision commune et d'en mesurer ensemble l'évolution.

En Provence-Alpes-Côte-d'Azur, la production de ce fichier régional a pour principale ambition d'alimenter des analyses inter-régionales. À ce titre, un partenariat fut noué en 2006 avec l'association SIG L-R du Languedoc-Roussillon pour générer un fichier méditerranéen homogène à l'échelle des deux territoires.

### Vers un outil de suivi national ?

Dans un contexte où la politique environnementale communautaire appelle un système d'information cartographique à l'échelle européenne, et où les lois Grenelle obligent au suivi de la consommation d'espace, une réflexion majeure



sur l'occupation du sol est lancée. En perspective: la mise en cohérence des nomenclatures nationales et locales.

### Distinguer le sol de son usage et garantir une continuité interterritoriale

Cette couverture nationale va dans le sens d'une mise en compatibilité des données produites localement avec les normes issues de la directive européenne Inspire, établissant une infrastructure d'information géographique européenne.

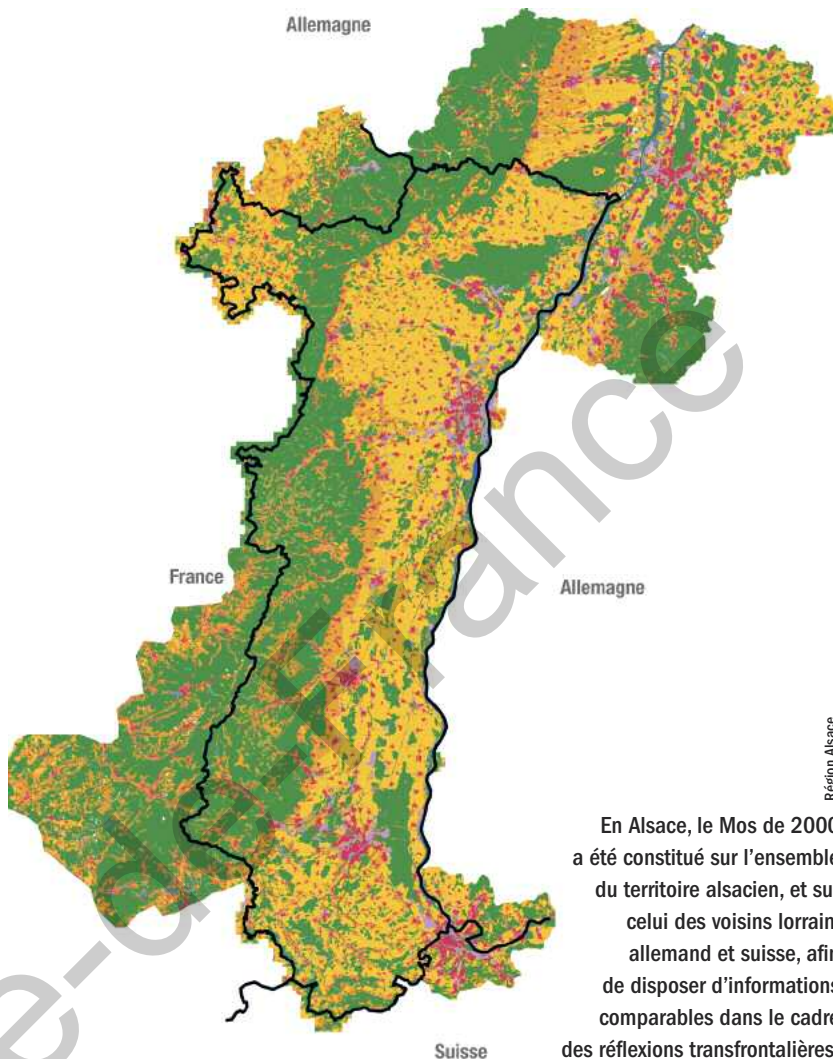
Outre son emprise –qui devrait permettre de bénéficier d'un dispositif homogène sur l'ensemble de l'Hexagone– et son échelle de constitution fine, l'intérêt de cette couverture nationale est la distinction opérée entre la couverture du sol et son usage, ce qui évitera les confusions d'interprétation. Pour autant, il ne sera pas aisé de déterminer l'usage avec la seule photographie aérienne. De nombreuses bases de données exogènes devront être mobilisées. L'autre intérêt d'un outil national de suivi de l'occupation du sol est l'utilisation d'une ossature basée sur le squelette routier et ferré, qui garantirait une continuité territoriale nationale, et donc régionale. Ainsi, chaque producteur, qu'il soit de niveau régional ou plus local, pourra assurer une continuité de sa production (en géométrie) avec ses voisins.

### Harmoniser les nomenclatures

Un premier questionnement concerne justement l'ossature à adopter: celle mise en place au niveau national ne suit pas celle créée au niveau local. Les difficultés liées à ces différences de production ne sont pas encore clairement mesurées. Dans le Nord-Pas-de-Calais, par exemple, l'occupation du sol régionale s'appuie sur une ossature « grossière » qui structure peu le territoire. Se baser sur une ossature plus fine remet en question la façon dont les territoires sont structurés, ce qui risque de modifier en profondeur les indicateurs de suivi de l'artificialisation. À des niveaux plus locaux, où des ossatures fines sont utilisées, le problème de l'appariement des deux ossatures va se poser.

L'harmonisation des nomenclatures est certainement le chantier le plus important. En effet, l'outil national de suivi de l'occupation du sol se fonde sur une nomenclature 4D (croisant quatre matrices: couverture, usage, morphologie, caractéristique), avec laquelle les nomenclatures régionales devront être compatibles. Le fait d'établir des matrices de passage, outre sa difficulté, pourrait conduire à une perte d'information. Or, la richesse des occupations du sol régionales tient à leur historique et à la possibilité de réaliser des études diachroniques, mais aussi à leur adéquation avec le contexte

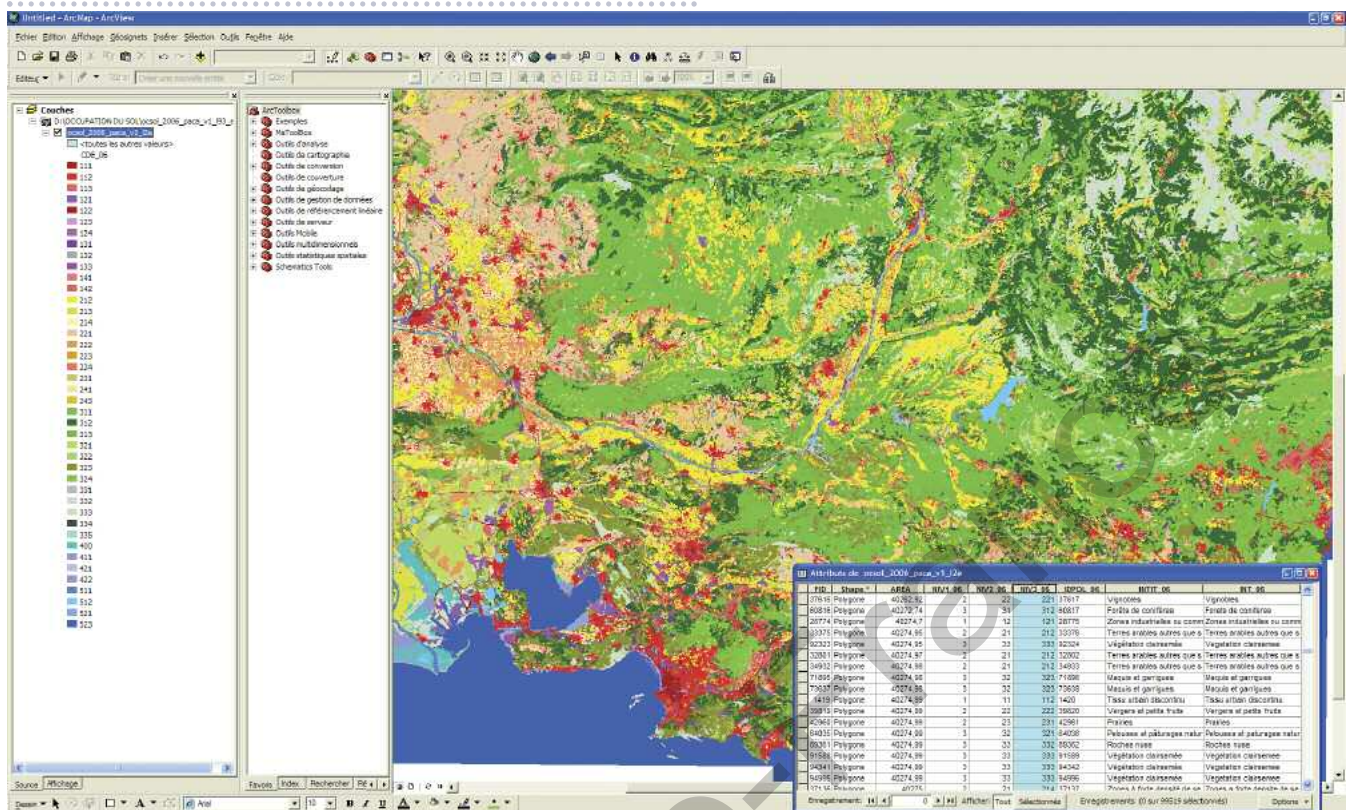
### Alsace: occupation du sol transfrontalière en 2000



local. Enfin, pour assurer un suivi homogène avec les outils d'occupation du sol déjà développés, il faudra les réviser rétrospectivement. En Alsace, par exemple, les postes de la nomenclature répondent à des définitions très précises. Ils ont fait l'objet d'une appropriation partagée par les nombreux acteurs du territoire, fruit d'un long travail. La correspondance entre les postes du niveau national et local représente un risque non négligeable d'erreurs d'interprétation, avec des conséquences sur les résultats de consommation de l'espace. Or cet aspect est extrêmement sensible, notamment sur le plan politique.

Outre la mise en compatibilité des nomenclatures nationale et locales, l'échelle et la finesse de la maille utilisées soulèvent plusieurs questions. Par exemple, l'occupation du sol alsacienne est basée sur l'analyse d'unités minimales d'interprétation différentes selon les postes de la nomenclature. De ce point de vue, comment assurer la compatibilité entre les niveaux national et local?

## Provence-Alpes-Côte-d'Azur : occupation du sol en 2006



Dans l'attente d'un dispositif national, et pour ne pas perturber l'appropriation de l'occupation du sol régionale par les acteurs locaux, sa mise à jour sera reconduite selon les mêmes spécificités techniques que les précédentes. Mais un travail de *mapping* sera engagé afin de se conformer au niveau national à venir.

### Des outils développés localement

La **plate-forme Préface** a été mise en place début 2011, dans le cadre d'une démarche partenariale copilotée par la région Alsace et les services de l'État. Elle associe les partenaires des grandes collectivités locales et de l'aménagement du territoire alsacien. Elle est le lieu de mobilisation des partenaires en faveur d'une gestion plus économe des espaces. <http://www.preface-alsace.fr>

**Cigal** (Coopération pour l'information géographique en Alsace) est un partenariat regroupant l'ensemble des acteurs publics de l'information géographique au niveau régional, qui a pour objectif le partage et l'échange des données géographiques. [www.cigalsace.org/portail](http://www.cigalsace.org/portail)

En **Nord-Pas-de-Calais**, les réflexions sur les nouveaux modes de production d'une OCS prennent place au sein de la plate-forme publique de l'information géographique (PPIGE), issue en 2006 d'une volonté régionale partenariale de mobiliser, mutualiser, diffuser, échanger et développer l'information géographique. <http://www.ppige-ndpc.fr>

**GéoPicardie** est une démarche partenariale d'échange de données préconisée aux niveaux national et européen avec la directive Inspire. Elle favorise l'interopérabilité et la mutualisation des systèmes d'information géographique. <http://www.picardie.fr/GeoPicardie>

De même, en Nord-Pas-de-Calais, avec une unité minimale de collecte de 500 m<sup>2</sup> à 2500 m<sup>2</sup>, il est peu probable que l'outil régional de suivi de l'occupation du sol soit compatible avec le national. La périodicité de l'actualisation pose aussi question. Dans plusieurs régions, un calendrier des mises à jour a été établi sur la base de conventions partenariales visant à programmer les budgets afférents au projet. Le système constitué au niveau national s'adaptera-t-il aux contraintes budgétaires locales?

Aujourd'hui, le modèle national n'est pas complètement arrêté, tant sur le plan technique qu'organisationnel. Des tests sont prévus en ce sens avec l'IGN dans le cadre du groupe de travail national formé pour la mise en œuvre de cet ambitieux chantier.

Le Crige Paca se positionne comme coordonnateur du projet de cette base de données d'occupation du sol régionale, et porte-parole entre les instances locales et nationales dans le cadre de sa participation au groupe de travail.

Il pourra également servir de relais technique auprès des utilisateurs locaux lors de l'application de ce standard. En effet, les modalités d'accompagnement des territoires pour faciliter le passage vers ce nouveau modèle ne sont toujours pas précisées à ce jour, ce qui s'ajoute à ces inquiétudes.

# L'occupation du sol dans les agences d'urbanisme

Marc Lauffer<sup>(1)</sup>  
Pierre Lavergne<sup>(2)</sup>  
Julien Ravenel<sup>(3)</sup>



Les agences d'urbanisme mobilisent une grande diversité de données pour élaborer l'inventaire de leur occupation du sol.

Alors que la plupart des agences d'urbanisme ne détiennent pas d'information sur l'occupation du sol (OS), certaines se sont engagées dans la constitution de leurs propres données.

## Urba Lyon : l'image satellite

Confrontée à l'extension de son territoire de compétence, l'agence d'urbanisme de Lyon est dotée d'une OS depuis 2000 pour le suivi des espaces ruraux. L'OS est fondée sur des images SPOT Thema acquises avec les agences de Grenoble et de Saint-Étienne, pour un territoire de 15 000 km<sup>2</sup>. La première OS réalisée par Urba Lyon comportait deux niveaux de nomenclature et s'est enrichie, dès 2005, d'un troisième, plus précis dans la qualification des espaces urbains. L'existence de cette OS s'est révélée indispensable dans la démarche inter-Scot de la région métropolitaine lyonnaise, promouvant, depuis 2004, un dialogue entre documents de planification à l'échelle de 11 Scot, de Saint-Étienne aux étangs de la Dombes.

## Caen : des données validées collectivement

Pour l'agence d'urbanisme de Caen-Métropole (Aucame), la création d'une OS a été concomitante à l'élaboration du Scot Caen-Métropole. L'Aucame s'est inspirée de l'expérience de l'IAU îdF pour réaliser une OS de 21 postes, réduits à 13 et 3 postes pour les deux niveaux de lecture les plus synthétiques. Cette information est établie par interprétation de photographies aériennes réalisées en 2006. L'expertise de l'agence et, surtout, un travail de correction et de validation par

Adossées à des agglomérations, des régions et parfois même à l'État, les 54 agences d'urbanisme françaises disposent de moyens financiers et humains très différents. Elles font néanmoins face à un besoin commun : depuis la loi Grenelle II, elles ont l'obligation de réaliser un bilan de la consommation des espaces agricoles, boisés et naturels pour les documents d'urbanisme dont elles assument souvent l'élaboration : les schémas de cohérence territoriale (Scot).

l'ensemble des collectivités couvertes, ont permis de faire connaître et partager l'OS, mais aussi d'affiner la donnée et de l'actualiser pour une couche datée de 2009. L'Aucame a depuis produit une OS de 2001 et réalise actuellement, selon le même processus, une mise à jour à partir d'une orthophotographie de 2012.

## Montbéliard : une démarche pragmatique

En 2012, l'agence de développement et d'urbanisme du Pays de Montbéliard a constitué deux couches d'occupation du sol datées 2000 et 2010. Les sources mobilisées<sup>(4)</sup> ont permis d'établir un MOS simplifié distinguant les espaces agricoles, forestiers, naturels et artificialisés. Cette première expérience a constitué un support de suivi synthétique de l'évolution de l'artificialisation des espaces à l'échelle de l'agglomération (Scot), mais aussi des communes (PLU), grâce à des fiches communales mises à la disposition de la population et des élus. Pour assurer le suivi du nouveau Scot Nord Doubs, l'agence d'urbanisme s'engage dans un nouveau projet d'OS en s'inscrivant dans la démarche expérimentale OS grande échelle, lancée par l'IGN. À terme, ce projet national offrira à l'ensemble des collectivités et des agences d'urbanisme les moyens de répondre aux exigences de la loi Grenelle II. Si la plupart des agences d'urbanisme disposant d'une OS sont associées à cette démarche, certaines pensent conserver leur propre OS afin de disposer d'une observation continue et précise, tout en rendant leurs données compatibles avec l'OS nationale pour faciliter les comparaisons.

(1) Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise (Urba Lyon).

(2) Agence de développement et d'urbanisme du Pays de Montbéliard (Adu).

(3) Agence d'urbanisme de Caen-Métropole (Aucame).

(4) PCI-Vecteur 2000 et 2010, orthophotographie de 2000, IGN BD TOPO®, registre parcellaire graphique 2010, notamment.

**Marie-Antoinette  
Basciani-Funestre<sup>(1)</sup>**  
Ministère de l'Écologie,  
du Développement durable  
et de l'Énergie

# Évolution des techniques d'observation de l'usage du sol



Depuis 2002, les observations du satellite SPOT 5 permettent d'identifier et de mesurer l'évolution de l'occupation du sol.

On parle souvent indifféremment d'usage du sol ou d'occupation du sol. Ces notions font pourtant débat dans les différents cercles de spécialistes. L'Union européenne [Di Gregorio, Jansen, 1997] définit l'occupation du sol (*land cover*) comme une description de la couverture biophysique, naturelle ou anthropique, observable de la surface terrestre à un moment donné. Le concept d'utilisation du sol (*land use*) peut être approché comme la description des façons dont les hommes utilisent directement le sol dans leurs activités socio-économiques, les utilisations agricoles et urbaines étant les plus courantes.

Les activités humaines contribuent en effet à modifier l'environnement naturel en un environnement humain, construit, en perpétuelle évolution, dont l'utilisation du sol donne un aperçu à un moment donné.

## Les pionniers du suivi de l'occupation du sol

Le suivi de l'occupation du sol émerge dans les années 1970, dans un contexte où la préservation des espaces naturels et, plus généralement, les politiques d'aménagement prennent de l'ampleur<sup>(2)</sup>. Ainsi ont été conçus, presque simultanément, la mission interministérielle pour l'inventaire permanent du littoral (Ipli) et le mode d'occupation du sol réalisé par l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne (IAURP). Rappelons qu'à l'époque, la décentralisation des missions de l'État n'étant pas encore votée, les services déconcentrés de l'État coha-

Depuis les premières tentatives d'évaluation et de suivi de l'occupation du sol, les dispositifs et les techniques se sont multipliés, mobilisant des sources de données de plus en plus variées. Panorama de la diversité des données sources existantes : de l'orthophotographie aux images satellites, en passant par les données statistiques et fiscales.

bitaient notamment avec les agences d'urbanisme, ce qui facilitait les échanges techniques. La mise en œuvre d'un inventaire permanent du littoral a été décidée en 1977 dans le cadre d'un comité interministériel d'aménagement du territoire pour constituer et gérer une banque de données graphiques et statistiques actualisable tous les cinq ans. Il s'agissait de produire des données au 1/25 000 sur l'état et l'évolution de l'usage des sols du littoral métropolitain et réunionnais, c'est-à-dire sur une bande de 5 km de part et d'autre du trait de côte. Cette cartographie numérique de l'occupation du sol était établie à partir de campagnes de photographies aériennes réalisées par l'IGN en 1977 et en 1982. Les photographies produites à l'échelle 1/20 000 furent ensuite interprétées par stéréoscopie, selon une nomenclature identifiant quatre grands domaines thématiques : l'habitat et les espaces urbanisés, les espaces agricoles et naturels, le linéaire côtier, les espaces aquatiques.

La validation des données photo-interprétées s'appuyait sur la connaissance des services déconcentrés de l'État œuvrant localement pour l'aménagement du territoire. La cartographie

(1) Marie-Antoinette Basciani-Funestre est responsable de la cellule foncier au sein du service de la connaissance, des études et de la prospective de la direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA).

(2) La loi d'orientation foncière n° 67-1253 du 30 décembre 1967 (LOF) crée les schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme, qui ont ensuite été remplacés par les schémas directeurs créés par la loi du 7 janvier 1983 portant décentralisation du droit de l'urbanisme.

quant à elle était assurée par l'IGN. La mission littorale interministérielle a évolué au gré des réorganisations de l'administration et de la mise en place de la décentralisation des missions de l'État. Elle n'a pas été conservée au niveau national. On peut toutefois considérer qu'elle a montré le chemin à de nombreux travaux d'échelle régionale<sup>(3)</sup>. Dans le même temps, les bases de données d'occupation du sol sont peu à peu devenues des sources incontournables pour la compréhension des processus d'aménagement, et ce d'autant plus qu'avec l'informatisation, les données sont désormais géoréférencées.

### L'information d'origine géographique

Il existe deux grandes filières de données sur l'occupation du sol : les informations d'origine géographique et celles d'origine statistique. Dans la première filière, l'occupation du sol est principalement identifiée à partir de sources d'observation situées à une plus ou moins grande distance de la surface terrestre : l'œil humain, les photographies aériennes ou les images satellites.

Les techniques dites de télédétection ont fait d'immenses progrès après la mise en orbite, en 1972, du premier satellite de cartographie, Landsat 1, équipé d'un scanner multispectral (MSS) permettant, par traitement d'image, d'associer à certaines longueurs d'onde des types d'occupation du sol. Puis, en 1986, le programme SPOT (satellite pour l'observation de la Terre), programme financé par l'Europe, mais développé pour beaucoup par la France, a amélioré considérablement l'intérêt de la télédétection spatiale pour l'identification et la mesure des phénomènes d'évolution de l'occupation du sol. C'est dans ce contexte que la France a répondu aux objectifs européens de Corine Land Cover, avec sa couche Land Use sur l'occupation biophysique du sol, réalisée à partir d'images satellites, de photographies et de cartographies existantes par le service de l'observation et des statistiques du commissariat général au développement durable (CGDD)<sup>(4)</sup> du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). Trois versions ont été produites : 1990, 2000 et 2006, et une mise à jour est annoncée pour 2014.

En 2014 est également annoncée la couche cartographique d'occupation du sol à grande échelle (OCS GE), réalisée par l'IGN au niveau national. Elle vise à créer pour la France un cadre de référence homogène permettant les comparaisons entre territoires.

Enfin, dans cette lignée des sources géographiques, mais issues de campagnes de photographie aérienne, il faut signaler l'interprétation des orthophotographies utilisées pour réaliser des outils de suivi de l'occupation du sol dans différentes régions, dont le Mos de l'Île-de-France par l'IAU idF.

### L'information d'origine statistique

D'autres sources, de nature plus statistique, sont souvent utilisées par détournement de leur objectif premier. Elles nécessitent une grande prudence sur l'échelle et le niveau d'utilisation envisagé.

Parmi ces sources, il faut citer l'enquête Teruti-Lucas et le registre parcellaire graphique. Teruti-Lucas est une enquête annuelle sur l'occupation du sol réalisée par sondage aréolaire à deux niveaux de tirage (segment et point) du service statistique du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (Maaf). Des enquêteurs observent sur le terrain l'utilisation du sol au niveau des points tirés.

Si l'enquête a été lancée au début des années 1970, la méthodologie et/ou l'échantillon des points ont été renouvelés en 1990-91 et en 2005, créant ainsi des ruptures de série.

Depuis 2006, en Île-de-France, 10 104 points sont observés avec un échantillon de points renforcé par rapport aux autres départements français, sauf en Seine-et-Marne. Ainsi un point représente 180 ha en Seine-et-Marne, contre 88 à 91 ha pour les autres départements franciliens. L'enquête n'a pas eu lieu en 2011 et en 2012, et sa méthodologie a beaucoup évolué, créant une nouvelle rupture de série et complexifiant les analyses diachroniques.

#### Les images satellites SPOT Thema

SPOT Thema est un produit créé par Spot Image, l'entreprise toulousaine qui assure la diffusion des produits et services d'information géographique issus des satellites d'observation de la Terre (SPOT). Il s'agit d'une base de données d'occupation du sol composée d'une couche vectorielle obtenue par interprétation d'images satellites SPOT à l'échelle des agglomérations, et disponible sur la France métropolitaine. Elle est tout particulièrement conçue pour décrire les paysages urbains et périurbains ainsi que leurs évolutions dans le temps. Elle intègre également les principales composantes naturelles extra-urbaines. SPOT Thema s'appuie sur une nomenclature orientée sur l'aménagement du territoire, dont les caractéristiques sont inspirées et mises en correspondance avec celles de Corine Land Cover. Avec les images SPOT 5, la précision atteint les 2,5 m. La nomenclature compte 46 classes (utilisation possible au 1/10 000), pouvant être regroupées en 29 classes SPOT Thema standard (utilisation possible au 1/25 000) ou en 8 classes généralistes. SPOT Thema offre une précision planimétrique comprise entre 5 et 10 m, et une unité minimale de collecte variant, selon les occupations, de 0,1 ha pour l'habitat isolé à 2 ha pour les tissus urbains denses.



Engagé dès les années soixante, le bétonnage des côtes françaises s'intensifie avec l'aménagement de nouvelles stations balnéaires. En 1975, le Conservatoire du littoral et des rivages lacustres est chargé de la préservation du littoral ainsi que du suivi et de l'évaluation des politiques d'aménagement des espaces littoraux et lacustres.

(3) Notamment en Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

(4) SOeS, base de données Corine Land Cover : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr> (rubriques Données en ligne > Environnement).



Le registre parcellaire graphique est établi à partir de la déclaration d'exploitants agricoles demandant une aide de la PAC. L'horticulture ne bénéficiant pas de ces subventions, elle ne figure donc pas dans le registre parcellaire graphique.

Le registre parcellaire graphique (RPG) est une couche SIG contenant l'ensemble des îlots culturaux déclarés par les exploitations agricoles qui demandent une aide de la politique agricole commune (PAC) européenne, aide fondée sur les surfaces cultivées.

Le RPG comporte cependant plusieurs sources d'imprécision : des îlots peuvent ne pas faire l'objet de demande d'aide pendant une ou plusieurs années, alors qu'ils sont en réalité toujours exploités. De même, certaines cultures ne bénéficient pas d'aide et les îlots concernés ne figurent donc pas dans le RPG. Des occupations non agricoles peuvent être intégrées dans les déclarations de surface agricole du RPG (bâtiments, bosquets, boisements, jachères environnementales) sans qu'il soit possible de les distinguer clairement.

Enfin, les surfaces recensées sont localisées au siège social de chaque exploitation et non dans la commune où elles se situent. Le RPG peut prioritairement être utilisé dans les secteurs de grandes cultures à des niveaux plus locaux (Scot, PLU, par exemple), après vérifications et éventuels croisements complémentaires avec d'autres sources.

### L'information d'origine fiscale

Enfin, on ne saurait être complet sans citer une troisième source d'information : l'information fiscale. En France, il s'agit de l'ensemble des cartographies et analyses fondées sur les fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques (DGFIP). Ces fichiers comportent en effet des informations liées à la propriété cadastrale, bâtie et non bâtie, qui déclinent en 13 groupes de cultures et 182 sous-cultures l'ensemble des types d'occupation du sol fiscalement reconnus.

Ces fichiers ont pour vocation initiale la perception de l'impôt foncier, ce qui induit que son utilisation, bien qu'éminemment intéressante pour suivre l'occupation du sol, mérite toutefois quelques précautions. Ainsi, par exemple, la construction d'une parcelle est plus rapidement répercutée dans les fichiers fonciers car son caractère bâti engendre un « rendement » fiscal plus important que la mutation d'un espace agricole en espace boisé.

Depuis 1996, la direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA) exploite ces fichiers dans le cadre du dispositif régional Ocean (observation de la consommation des espaces agricoles et naturels). Elle a ainsi démontré leur intérêt et, depuis 2008, le Cété Nord-Picardie<sup>(5)</sup> se procure et traite les fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques, pour le compte du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, et du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement. Les données relatives aux années 2009 et 2011 ont déjà été livrées, tandis que celles de 2012 et 2013 sont attendues à la fin du premier semestre 2014.

Chaque source de données possède ses propres spécificités techniques en termes de collecte de l'information, de mise à jour et, éventuellement, de géométrie. Ces particularités sont le fruit des objectifs visés par chacune d'elles. Il est donc important d'identifier préalablement à l'utilisation de l'une d'entre elles l'objectif que l'on souhaite atteindre, les indicateurs à créer pour y répondre et l'échelle territoriale visée. Cela déterminera le niveau de précision scalaire et thématique requis par les indicateurs. Le choix de la source optimale de données découlera de ces exigences.

### Référence bibliographique

- DI GREGORIO A., JANSEN, L.J.M., *A new concept for a land cover classification system. Proceedings of the Earth Observation and Environmental Information, Conference, Alexandria, Egypt, 13-16 October, 1997.*

(5) Les Cété sont aujourd'hui intégrés au Cerema.



Couillard / GRTgaz



IAU tcf

Goby / ORFIA



Sophie Fouillard / IAU tcf

# Le Mos, outil d'aménagement

Comment répondre aux grands enjeux urbains tout en protégeant l'environnement ? Où construire les nouveaux logements ? Comment déterminer les secteurs à densifier ? Où renforcer les trames verte et bleue ? Quel périmètre identifier pour sanctuariser une zone naturelle ou agricole ? À l'heure où de nouvelles obligations légales appellent à économiser le foncier en recyclant le bâti et en construisant dans les dents creuses, et à l'heure de la mise en œuvre du Sdrif, qui fait le choix d'une densification accrue, le Mos est un outil incontournable. Il permet notamment de cartographier les mutations des paysages franciliens et témoigne, par exemple, que la consommation d'espaces agricoles, boisés et naturels y est à son plus bas niveau depuis plusieurs décennies !

Il montre à quel point la ville se reconstruit sur elle-même, comment les friches industrielles se métamorphosent en de véritables quartiers urbains, comment d'anciennes carrières retrouvent une vocation naturelle

Pour répondre aux demandes sans cesse croissantes de ses utilisateurs, le Mos sait aussi s'adapter et s'enrichir. C'est ainsi qu'avec ses outils dérivés (Densimos, Densibati), il sert à mesurer l'exposition des populations aux risques majeurs (inondations, risques technologiques) et aux nuisances (bruit des infrastructures), pour organiser la prévention.

# Qu'apporte le Mos à la planification régionale ?

**Ludovic Faytre**  
**Laurence Nolorgues**  
IAU îdF



Le site industriel des Ardoines, à Vitry-sur-Seine (94), est considéré comme stratégique. Sa restructuration permettra de bâtir logements et locaux d'activités sur les parcelles libérées.

## Du Mos à la carte de destination générale des différentes parties du territoire (CDGT)

Le Mos est le socle essentiel de la carte. Tout en restant lisibles à l'échelle du 1/150 000, les données du Mos doivent laisser la subsidiarité jouer son rôle. Plusieurs traitements sont nécessaires pour répondre aux besoins de compréhension, de simplicité et d'homogénéité. Ainsi, la représentation des postes spécifiques au Sdrif a été définie par regroupements des 81 postes du Mos 2008. Une autre étape a consisté à traiter la précision de représentation des contours et surfaces des polygones. Pour les surfaces prises en compte, une différenciation a été faite entre la zone agglomérée et le reste de la région Île-de-France. Les espaces de moins de 5 ha dans l'agglomération, et de moins de 15 ha dans le reste de la région, sont réunis dans l'occupation majoritaire limitrophe. La CDGT doit indiquer la localisation des secteurs de développement préférentiels, avec une précision suffisante pour que les collectivités puissent aisément repérer leur territoire à travers l'occupation du sol, et pour répondre au besoin du contrôle de légalité.

Le schéma directeur de la région Île-de-France (Sdrif) permet et encadre les conditions d'une urbanisation suffisante, quantitativement et qualitativement, ajustée aux besoins des Franciliens : la priorité est accordée à l'offre de logements et à l'appui au développement économique, dans un cadre de vie agréable. Cela implique l'ouverture à l'urbanisation de certains sites ainsi que la protection et la valorisation des espaces naturels et agricoles. L'élaboration de ce document fait appel à de multiples compétences et données. Par sa précision dans la description des tissus à l'échelle régionale, par sa capacité à observer et à analyser les grands phénomènes et leur spatialisation, le Mos constitue un référentiel extrêmement utile, tant dans les multiples phases de la construction du projet et de la définition de ses objectifs, que dans le suivi de sa mise en œuvre.

## Densification, extension : le potentiel urbain

Pour répondre aux enjeux de l'accès au logement de l'ensemble des Franciliens, le projet Île-de-France 2030 fixe, en cohérence avec la loi relative au Grand Paris, un rythme de production de 70 000 logements par an en moyenne, sur la période 2010-2030 : soit, en prenant en considération les destructions-reconstructions, un accroissement de l'offre de 1 100 000 logements. Cet accroissement du parc de logements attendu à l'horizon 2030 s'inscrit pour partie :

- en densification des tissus d'habitat existant (tissus pavillonnaires, tissus collectifs) ;

Le schéma directeur de la région Île-de-France (Sdrif) est le document d'aménagement et d'urbanisme qui planifie le développement régional à l'horizon 2030. Fondamental pour appréhender les tissus urbains et leurs évolutions à l'échelle régionale, le Mos fut non seulement mobilisé pour la conception du Sdrif, mais il le sera également pour son suivi et son évaluation.

- en extension de nouvelles zones d'habitat : en extension urbaine sur des espaces non urbanisés ou par mutation du tissu urbain (emprises d'activités ou d'équipements, espaces ouverts urbains).

L'importance de ces objectifs et les orientations qui en découlent, tant en matière de répartition spatiale – au travers de la territorialisation des objectifs logements (TOL) – que de densification des espaces urbanisés, en lien avec un principe général de compacité, ont suscité des interrogations sur la capacité de certains territoires à absorber dans cet intervalle de temps ces volumes, notamment dans le cœur d'agglomération, qui concentre les enjeux de construction. Ainsi, il est apparu nécessaire d'engager un travail fin à l'échelle des territoires pour apprécier le réalisme des objectifs au regard des aspects fonciers, des densités existantes, des possibilités d'urbanisation et des potentiels de mutation. L'analyse de ce potentiel urbain des territoires s'est construite à partir du croisement de différentes sources d'information : Mos, Évolumos, Densibati, données Insee (population, logement, emploi), en s'attachant à plusieurs indicateurs, restitués à des échelles communales et/ou infracommunales (quartiers de gare) :

- surfaces et densité des espaces d'habitat (logements/ha) en identifiant les espaces à faible potentiel de densification (habitat collectif discontinu, opérations postérieures à 1990) ;
- surfaces et densité communale moyenne des espaces d'activité (emplois/ha) au sens large :



bureaux, ZAE, mais aussi grands équipements et services publics;

- part de tissus non ou difficilement mutable (contraintes de fait, infrastructures, grands équipements publics, espaces verts, opérations récentes);
- potentiel d'extension urbaine (espaces ouverts, hors espaces boisés ou servitudes interdisant l'urbanisation).

Ce travail a permis, à partir d'hypothèses de mutabilité vers de nouveaux espaces d'habitat, d'objectifs de densification (+10 à 15%) des tissus existants et des espaces d'extension urbaine (nombre de pastilles, taux d'extension des bourgs et villages), de construire un scénario pour répondre aux objectifs du projet Île-de-France 2030.

### La carte de destination générale des différentes parties du territoire (CDGT)

Ainsi, le « fond de la carte » se décline selon cinq postes essentiels d'occupation du sol : les espaces urbanisés, les espaces agricoles, les espaces boisés et naturels, les espaces verts et de loisirs et, enfin, les espaces en eau, auxquels sont affectées des orientations réglementaires spécifiques.

La CDGT traduit aussi les objectifs du projet spatial en termes de préservation et de mise en valeur des espaces ouverts : terres agricoles, sites naturels de grande qualité environnementale, etc. *Via* le Mos, la carte rend également lisibles les objectifs de protection ou de création d'espaces verts et de loisirs recensés dans les bases de données complémentaires du système d'information géographique régional (SIGR) : bases des espaces verts ou des projets d'aménagement.

Selon les secteurs, le fond de plan a pu s'enrichir d'autres informations représentées selon les thèmes par des pictogrammes aidant à une lecture rapide : par exemple, les possibilités de développement préconisées par le Sdrif, les « pastilles » représentant des secteurs d'urbanisation pour des projets déjà connus, recensés dans la couche « Projets d'aménagement » de l'IAU îdF ou pour des projets à plus long terme. Ces informations juxtaposées ne sont pas directement incluses dans le Mos, même si celui-ci peut aider à leur révélation. Dans le cadre de la concertation autour du projet et de l'enquête publique, l'analyse du Mos a permis de valider la possibilité de certaines demandes d'extensions urbaines portées par les collectivités.

La recherche de cohérence entre la rédaction du document et la représentation cartographique des dispositions normatives a constitué un enjeu majeur de l'élaboration de la CDGT. Le but étant d'aboutir à un compromis satisfaisant entre exactitude de la représentation des

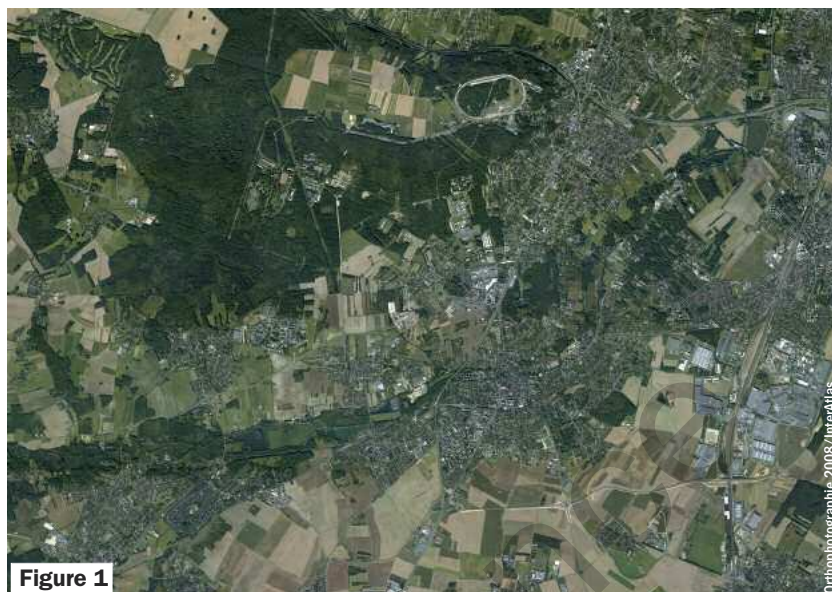


Figure 1

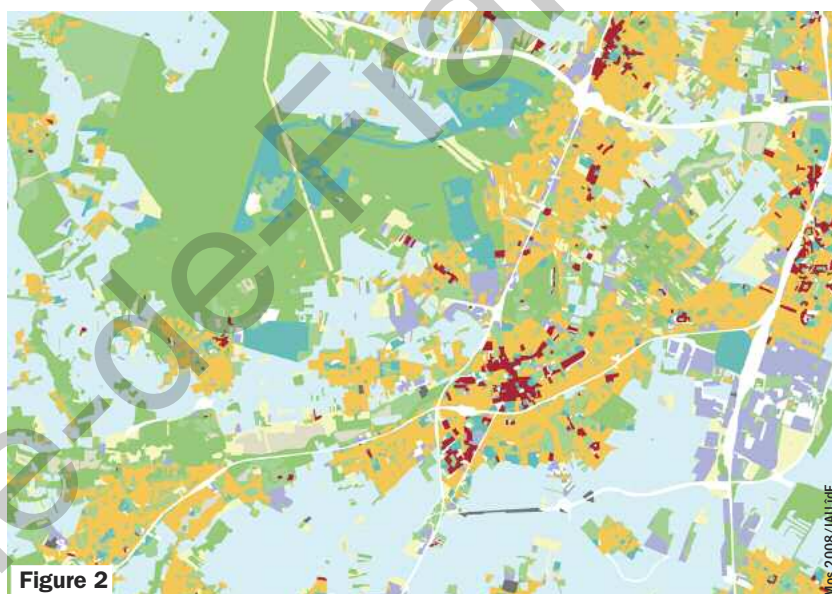


Figure 2

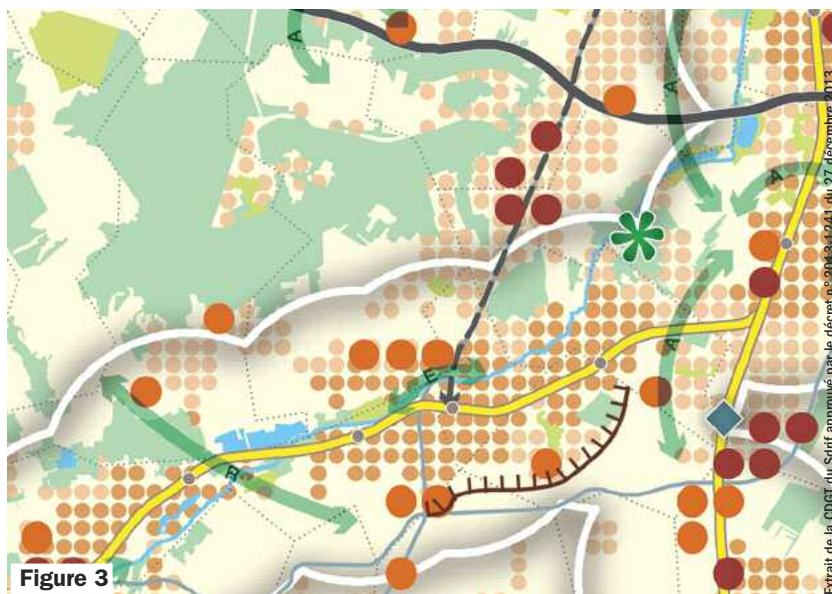


Figure 3

La CDGT (fig. 3) est fondée sur un Mos simplifié en 11 postes (fig. 2), lui-même issu de l'orthophotographie réalisée en 2008 (fig. 1). Cette carte est enrichie de pictogrammes indiquant, notamment, les possibilités de développement offertes par le Sdrif.

territoires et traduction des objectifs pour l'appréhension et la compréhension par tous les acteurs de l'aménagement en charge de la mise en œuvre du document (élus, services techniques, bureaux d'études).

### Le suivi-évaluation du schéma directeur régional

Les propositions pour la mise en œuvre du projet Île-de-France 2030, mais aussi son évaluation environnementale, inscrivent le principe d'un suivi-évaluation du document et de ses actions à un rythme quinquennal. S'agissant plus particulièrement des enjeux quantitatifs, nombreux dans le document, le Mos et ses actualisations futures constitueront un outil important pour la réalisation de ce travail.

Un des premiers enjeux porte sur l'analyse des extensions urbaines avec, comme référence, les quelque 28935 ha potentiellement ouverts à l'urbanisation sur la période 2008-2030 – hors infrastructures et grands équipements. Au-delà de la nature et du rythme de ces extensions, de leur équilibre et leur adéquation avec celui de la construction (surfaces des logements et de locaux d'activités mis en chantier), c'est aussi leur localisation qui sera analysée, au regard des différentes orientations du Sdrif : espaces d'urbanisation préférentielle ou conditionnelle localisés sur la CDGT ; extensions non cartographiées répondant, à l'échelle communale, aux règles des quartiers de gare, des pôles de centralité ou des bourgs, villages et hameaux. À l'échelle communale, ce suivi consistera, entre autres, à trouver la cohérence entre le Mos, outil de description de l'occupation du sol, et le zonage très réglementé des documents d'urbanisme locaux (PLU) ; ce qui peut ouvrir à des interprétations très différentes au niveau local.

À Louvres (photo) et à Puisieux-en-France, communes rurales du Val-d'Oise connectées au RER D, un écoquartier sera bientôt réalisé en recyclage, mais aussi en extension urbaine. Logements, commerces et activités seront aménagés autour des silos désaffectés, dont l'un sera reconverti.



Le parti d'aménagement du Sdrif affiche également la volonté de maîtriser l'étalement urbain en accueillant l'essentiel de la croissance urbaine dans les territoires déjà constitués, notamment ceux bien desservis par les transports en commun.

Les orientations réglementaires visent à augmenter dans les espaces urbanisés la densité de l'ensemble des tissus urbains actuels, quartiers d'habitat, zones d'activités et d'emploi, équipements ou tissus mixtes, au travers de processus de renouvellement urbain par densification ou mutation.

Le niveau de densification attendu s'exprime à la fois en densités des espaces d'habitat (nombre de logements par hectares) et en densités humaines (population et emplois des espaces urbanisés).

Le suivi des processus de mutation et de densification des tissus urbains s'effectuera par le croisement du Mos avec d'autres données descriptives des territoires : orthophotographie numérique, données de l'Insee, BD TOPO® unifiée, fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques (DGFIP), Sitadel (système d'information et de traitement automatisé des données élémentaires sur les logements et les locaux – permis de construire), par exemple. La qualité et la précision de ces données, en constante augmentation, offrent des capacités d'analyse à des échelles de plus en plus fines. Enfin, l'évaluation environnementale détermine plusieurs indicateurs importants dont la définition s'appuie sur l'exploitation du Mos : la consommation des espaces agricoles, boisés ou naturels (en regard de l'extension urbaine), mais aussi d'autres questions liées à la protection et la valorisation des espaces ouverts : la part et l'évolution des surfaces fortement imperméabilisées par grandes entités géographiques, le maintien des continuités (liaisons agricoles et forestières, liaisons vertes, continuités écologiques, etc.), la fragmentation des espaces agricoles par les grandes infrastructures ou l'urbanisation des lisières forestières. Le suivi d'autres enjeux environnementaux portant sur l'évolution de l'exposition des populations aux risques majeurs (zones inondables, risques technologiques) et aux nuisances (bruit aérien) s'appuiera également sur l'exploitation des produits directement dérivés du Mos (Densimos, Densibati).

# Le Mos francilien s'exporte à l'international

**Christian Thibault<sup>(1)</sup>**  
IAU îdF



Pour accompagner la planification de l'aire métropolitaine d'Agadir, l'IAU îdF a soutenu un développement responsable, notamment en matière de tourisme. Ici, la marina d'Agadir.

**A**gence métropolitaine régionale, l'IAU îdF remplit également un certain nombre de missions à l'international, dont les champs géographiques et la gamme, se sont progressivement étendus : élaboration de grands schémas directeurs et de documents d'aménagement du territoire, mise en place ou renforcement d'outils de gestion urbaine, assistance à maîtrise d'ouvrage, formation. Ce mouvement est lié à l'évolution des cadres d'intervention (coopération française, coopération décentralisée, contrats), ainsi qu'à celle des demandes et des moyens techniques et humains.

## Une connaissance à renouveler et à adapter sans cesse

Dans la plupart de ces interventions, la connaissance de l'occupation du sol est incontournable. Cependant, elle reste souvent partielle, que ce soit en termes de zones couvertes ou de nomenclatures, et exige une actualisation permanente, l'occupation du sol évoluant sans cesse.

Une autre « couche » de connaissance indispensable à la description de la ville est celle des réseaux d'infrastructures. Ces deux informations de base doivent donc être créées et mises à jour en même temps.

## Un Mos synoptique pour la découverte d'un territoire

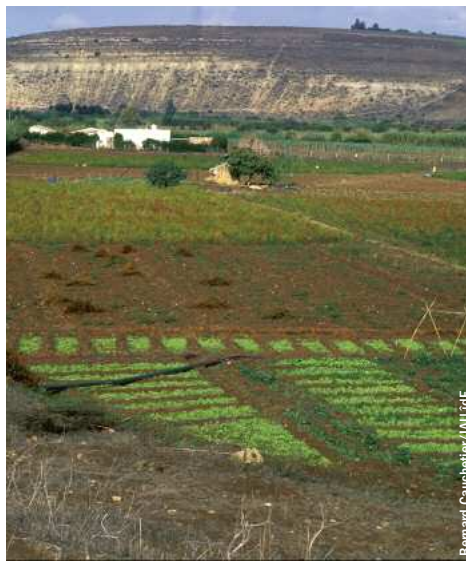
La précision géométrique des cartographies dépend avant tout du pouvoir de résolution spatiale des photographies aériennes ou des images satellites utilisées. Autrement dit, de leur capacité

à séparer des éléments différents en fonction de leur taille. La résolution spatiale conditionne aussi le nombre et la nature des types d'occupation du sol décrits, c'est-à-dire la richesse thématique de la nomenclature, qui dépend encore d'autres critères cruciaux : la compétence du photo-interprète, sa connaissance du terrain, la disponibilité de données annexes (recensements et bases de données préexistantes). En effet, la photographie ou l'image ne montrent que la morphologie des éléments observés, ce qui ne suffit pas pour en déduire leur fonction. C'est notamment le cas du bâti qui peut abriter aussi bien des activités que des équipements ou du logement. Dans certains cas, où il était urgent de disposer de l'information, des premiers Mos ont même été réalisés à précision variable, c'est-à-dire avec une interprétation plus ou moins poussée selon les postes (contours, fiabilité). Aujourd'hui, de telles pratiques n'ont plus cours et l'on s'efforce de produire des cartographies homogènes.

Dans ses missions à l'international, l'IAU îdF livre généralement des propositions moins sophistiquées que le Mos Île-de-France, dans des délais plus courts et avec des moyens réduits, mais suffisantes pour répondre aux problématiques posées. Il y a eu cependant des exceptions : pour la mise en place de l'observatoire urbain de l'atelier d'urbanisme d'Abidjan, un Mos de type Île-de-France a été transposé.

(1) Christian Thibault est directeur du département Environnement urbain et rural.

Le schéma directeur d'aménagement urbain (Sdau) de Casablanca cherche à préserver les terres agricoles. Ici, à l'est de Casablanca.



Le Mos du Liban, qui a servi de germe à la reconstitution de l'information géographique, est aussi un projet très ambitieux: pas moins de 118 postes d'occupation du sol avec une restitution cartographique à la précision du 1/25 000 sur l'ensemble du pays. Autre exemple: la cartographie d'occupation du sol réalisée pour l'élaboration du schéma directeur d'aménagement urbain (Sdau) du Grand Casablanca requérait une bonne précision, intermédiaire entre un Mos Île-de-France et un Mos simplifié. Toutefois, une nomenclature d'une quarantaine de postes, soit la moitié du Mos Île-de-France, a permis de réduire proportionnellement le délai d'obtention. On peut distinguer deux cas de figure: la constitution d'un premier Mos, ou l'amélioration d'un Mos existant par extension géographique (zone cartographiée) ou thématique (nomenclature).

L'IAU îdF, dans ses missions à l'international, doit souvent s'appuyer sur des analyses de l'occupation du sol qui nécessitent soit l'élaboration d'un nouveau Mos, soit l'amélioration d'un Mos existant, intégré aux études.

À Montréal et à São Paulo, les Mos existants ont fait l'objet d'une consolidation de l'information sur la densité urbaine, en adaptant la nomen-

clature du Mos Île-de-France aux réalités locales. Ces différentes expériences menées par l'IAU îdF s'enrichissent donc réciproquement. Le Mos francilien apporte des éléments de calage précieux –une sorte d'étalon– tant en termes de précision géographique que de nomenclature consolidée.

### Des méthodes évolutives et une intégration croissante dans les études

En vingt-cinq ans de diffusion des Mos, les méthodes ont considérablement évolué. Le choix des données de base s'est élargi entre les photographies aériennes –devenues numériques– et les images satellites, même si l'accès à des données à très haute résolution reste encore problématique dans certaines régions du monde, notamment pour des raisons militaires. La possibilité récente de consulter des données ouvertes de type Google Earth®, Google Maps®, Street View® ou OpenStreetMap ouvre de nouvelles perspectives pour élaborer des Mos professionnels.

L'utilisation des SIG est aujourd'hui complètement intégrée aux études, alors qu'elle constituait auparavant un exercice à part. La cartographie de l'occupation du sol, quand elle était disponible, a longtemps formé le principal, sinon le seul support cartographique. Aujourd'hui, une cartographie thématique très riche se développe « autour » ou « à côté », mais le Mos reste la cartographie centrale de l'organisation des SIG.

Au Maroc, sur la trentaine de cartes thématiques préparées pour le schéma d'aménagement territorial de l'aire métropolitaine d'Agadir (Satama) et la centaine préparée pour le Sdau de Casablanca, une bonne partie a été construite à partir de l'inventaire de l'occupation du sol. Dans presque tous les pays, des équipes publiques ou privées sont aujourd'hui en capacité de réaliser des cartes d'occupation du sol. Dans les années 1990, l'IAU îdF réalisait souvent les Mos internationaux par lui-même. Des techniciens locaux étaient alors formés et toujours associés aux projets de manière à favoriser le transfert de compétences. Aujourd'hui, ils occupent souvent des postes techniques clés. Des formations plus larges ont été organisées, par exemple pour la General Organization for Physical Planning (GOPP), en Égypte.

L'IAU îdF s'appuie aujourd'hui sur les ressources locales: par exemple, le Centre royal de télédétection spatiale (CRTS) du Maroc, ou le Conseil national de la recherche scientifique (CNRS) et le Centre national de télédétection du Liban. L'institut intervient alors en assistance à la maîtrise d'ouvrage pour élaborer les cahiers des charges et pour la validation technique. Au Maroc, l'IAU îdF a aidé les agences urbaines (Rabat-Salé, Agadir, Fès, Casablanca) à se doter

### Les interventions de l'IAU îdF dans le monde



d'une compétence interne car les centres spécialisés étaient beaucoup plus performants dans la cartographie des zones naturelles et agricoles que dans celle des zones urbaines. À Abidjan, la problématique était aussi de nouer une collaboration entre le centre de télédétection et d'information géographique, qui travaillait surtout sur l'espace rural et forestier, et l'atelier d'urbanisme.

### Des Mos «sur mesure» et reproductibles

Toutes ces évolutions n'ont pas remis en cause les principes fondamentaux dégagés au fil des expériences. L'IAU îdF a toujours dédaigné les produits standard, en particulier les cartographies d'occupation du sol issues de traitements numériques automatiques, souvent limitées à des nomenclatures très pauvres, entachées de taux de confusion inacceptables en aménagement et en urbanisme. Des taux de confusion de 10 à 20%, jugés très bons en classification automatique, ne sont pas admissibles pour des postes d'occupation clés qui ne représentent que quelques pourcentages d'un territoire.

Les Mos sont donc toujours issus d'une interprétation visuelle, selon une nomenclature adaptée et orientée en fonction des objectifs de l'étude. Le parcellaire, le relief, la végétation, les sols, les matériaux, les formes urbaines... varient tellement d'une région à l'autre qu'une grille d'interprétation a une valeur locale.

Dans le même esprit, l'IAU îdF a toujours placé l'identification des besoins et la compétence des personnels avant l'acquisition de matériels et de logiciels.

Une analyse de l'occupation du sol prend toute sa dimension lorsqu'elle peut être mise en perspective temporelle. L'institut l'a démontré dès l'élaboration d'une première cartographie d'occupation du sol, en acquérant d'emblée des images à plusieurs années d'intervalle : par exemple, dans le cadrage régional de Beyrouth, ou pour suivre le développement urbain du Grand Caire. La reproductibilité de l'exercice dans le temps nécessite la mise en place d'un système de production, avec une méthodologie et une nomenclature stabilisées, comme pour le Mos Île-de-France. Une convergence a été recherchée avec des méthodes et des nomenclatures reconnues au niveau international (il en existe peu), en particulier avec Corine Land Cover<sup>(2)</sup>. Elle comprend cependant deux adaptations majeures : une précision géographique accrue et des nomenclatures plus orientées vers l'aménagement et l'urbanisme, caractéristiques du Mos Île-de-France.

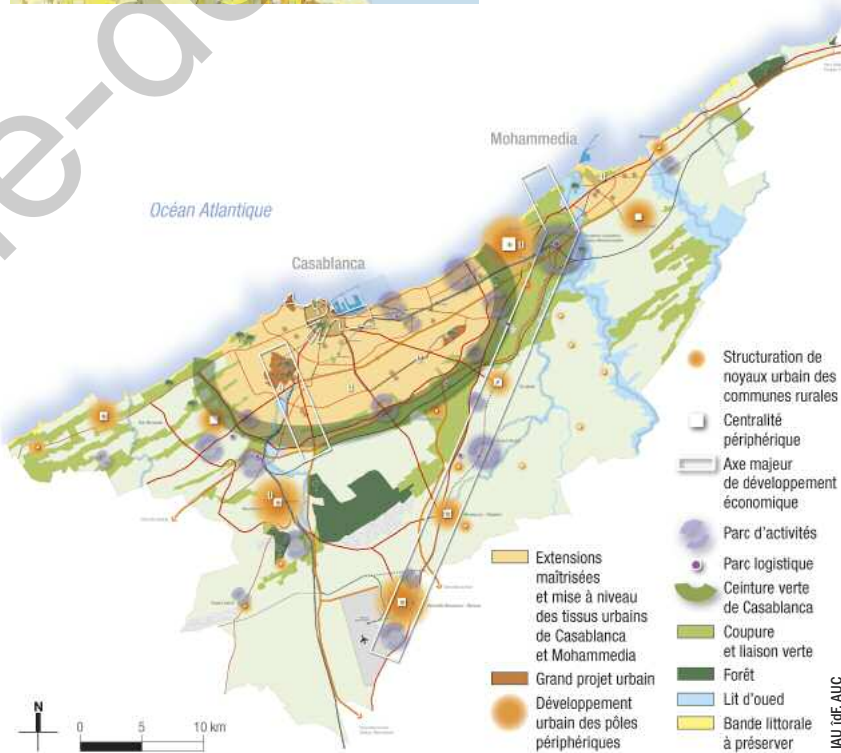
(2) Base de données européenne d'occupation biophysique du sol, partie intégrante du programme Coordination of Information on the Environment (Corine).

## Études sur les extensions urbaines, à Manille et Casablanca



### Manille n'est plus dans Manille

Un Mos a permis d'apprécier pour la première fois l'étendue des extensions urbaines en périphérie, ainsi que les capacités internes de développement, à l'échelle de l'ensemble de la région métropolitaine. Quatre groupes de municipalités ont été caractérisés par rapprochement entre l'occupation du sol, la densité et le taux de croissance moyen : le groupe des communes de l'hypercentre, et trois groupes de communes périphériques, touchant tous le centre, mais différenciés par la consolidation des tissus urbains (densité, présence de terrains squattés), le niveau d'équipement, l'utilisation des espaces ouverts et les capacités foncières.



### Un système d'information dédié pour Casablanca

Un Mos précis est au cœur du système d'information géographique constitué spécifiquement pour l'élaboration et l'évaluation du schéma directeur d'aménagement urbain du Grand Casablanca. Il fallait notamment compléter l'information sur l'occupation du sol au-delà des zones urbaines (qui font l'objet, au Maroc, de restitutions détaillées) pour pouvoir remettre le développement dans son contexte (sources : IAU îdF, Agence urbaine de Casablanca/AUC).

## L'IAU idF épaulé les autorités libanaises pour analyser l'occupation du sol

Depuis 1988, au Liban, l'IAU idF accompagne un processus continu pour le Conseil du développement et de la reconstruction et pour la direction générale de l'urbanisme.



- 1 Reconnaître la région métropolitaine du Grand Beyrouth après quinze ans de conflit**  
Le tiers central du Liban (3 090 km<sup>2</sup>) a fait l'objet d'une cartographie de « cadrage régional » pour orienter le développement régional et les grands projets d'aménagement, juste après le schéma directeur du Grand Beyrouth, édité en 1987, et juste avant la fin de la guerre en 1990 (source : IAU îdF).
- 2 Alerter sur l'état et les potentialités de 243 km de côtes libanaises**  
Le littoral du Liban, qui concentre environ 70 % de la population et du PIB national, a fait l'objet d'une évaluation environnementale appuyée sur une analyse détaillée de l'occupation du sol. Il s'agissait d'apporter des recommandations pour le développement de la zone côtière et de préparer les bases d'un futur plan de gestion environnementale intégrée du littoral. Vingt-six secteurs particulièrement sensibles, justifiant des actions urgentes, ont ainsi été mis en évidence (sources : IAU îdF, Écodit).
- 3 Réhabiliter une région longtemps occupée : le Sud-Liban**  
Le Sud-Liban a fait l'objet d'un programme de développement intégré, qui a été publié quelques mois avant l'évacuation des troupes israéliennes en juin 2000. Cette région a connu une situation de conflit particulièrement éprouvante pendant près de trente-cinq années, engendrant un retard de développement manifeste. La redécouverte de ce territoire au travers du Mos a révélé à la fois ses faiblesses, les stigmates de la guerre, mais aussi ses forces : le grand potentiel agricole (source : IAU îdF).
- 4 Adosser un atlas du Liban au schéma d'aménagement du territoire libanais (SDATL)**  
Les autorités libanaises ont décidé d'accompagner le document de planification nationale par un atlas à portée pédagogique. Cet atlas ne se contente pas de représenter le territoire du Liban : il analyse la manière dont il est utilisé et expose les pistes pour une meilleure appropriation par les Libanais. Son élaboration a essentiellement reposé sur un Mos réalisé par le Conseil national de la recherche scientifique (CNRS) libanais, avec l'appui de l'IAU îdF (source : CNRS Liban).

## L'occupation du sol, clé de l'information géographique

L'utilisation la plus courante des Mos est celle de fond de plan pour l'élaboration de documents de planification stratégique ou l'insertion de grands projets d'aménagement (Agadir, Bangalore, Casablanca, et Liban).

Autre usage important, mais qui demande une certaine maturité du système d'observation : le suivi de l'évolution de l'occupation du sol pour révéler des tendances ou accompagner l'application d'un document de planification (Beyrouth, Le Caire). Les autres exploitations, plus larges, plus pointues, ou même imprévues, couvrent une gamme quasi infinie, qui n'a de limites que celles de l'imagination : constitution d'observatoires des phénomènes urbains (Abidjan, Antananarivo, Bangalore, Brasília, Buenos Aires), cartes d'aptitude des sols à l'urbanisation ou à d'autres usages (Rio de Janeiro, São Paulo), caractérisation des modes d'urbanisation et analyse des principaux axes de développement (Antananarivo, Brasília, Le Caire, Montréal, São Paulo), adéquation des zonages municipaux et identification de groupes de municipalités homogènes (Manille, Rio de Janeiro), constitution d'atlas cartographiques (Liban), incidences territoriales de scénarios de développement urbain (Liban)... ou encore caractérisation de l'environnement selon de grandes entités géographiques sensibles (côte du Liban, bassins versants à Brasília et à Rio de Janeiro, baie à Rio de Janeiro).

On remarquera que les applications sont multiples pour une même région métropolitaine, ce qui montre la richesse d'information et d'analyse qui peut être tirée des cartes d'occupation du sol. Cette richesse s'explique par l'intérêt général de l'information sur l'occupation du sol et par la diversité des expériences : des pays, des commanditaires, des compétences, des métiers, des données, des croisements de données, des types d'urbanisation et des nomenclatures... différents.

## Une redécouverte des territoires au travers et au-delà de l'occupation du sol

L'occupation du sol à l'échelle de grands territoires et de régions métropolitaines entières, perçus dans leur environnement global, est souvent une découverte. Les métropoles de Brasília, Rio de Janeiro et São Paulo ont été révélées dans toute leur extension, ce qui a permis d'aborder en connaissance de cause la gestion des zones périphériques et des villes satellites. Les responsables de l'aire métropolitaine avaient eu conscience que le Grand Manille débordait déjà largement de Metro Manilla au début des années 1990, mais ils ne disposaient d'aucun élément fiable pour l'apprécier avant

la production du premier Mos régional à la fin de la même décennie. Une telle situation est encore très répandue.

Le Mos apporte aussi une objectivation certaine de l'état du territoire, en révélant les décalages parfois très importants entre le perçu et le réel : sur le littoral du Liban, le ruban bâti s'étendant le long des routes donne en voiture la vision

d'une urbanisation totale, à l'exception d'une seule grande zone agricole préservée au nord, le Akkar. Or, le Mos a montré que derrière ce ruban s'étendaient des surfaces agricoles encore cohérentes, tout particulièrement au sud, représentant des surfaces plus importantes que celles du Akkar. Les secteurs agricoles supérieurs à 500 ha couvraient ainsi 81 % de l'ensemble des surfaces agricoles de la zone étudiée.

Au Caire, le Mos a permis pour la première fois d'estimer précisément la part de la métropole construite sur les riches agricoles du delta et la part établie sur le désert, cette limite n'étant plus visible sur le terrain. Il était important de rendre accessible cet indicateur très simple par rapport à l'enjeu de souveraineté alimentaire, crucial pour l'Égypte, et pour le suivi de l'application du schéma directeur du Grand Caire.

À Antananarivo, l'objectif était de préfigurer un observatoire urbain et une agence urbaine d'agglomération en s'appuyant sur des éléments concrets grâce au Mos, inédit dans son contenu et son extension. À Brasília, le système d'information du district fédéral (Siturb) a été développé sur la base du Mos.

Au Liban, le Mos a suscité la création de toute une série de nouvelles couches dérivées, par croisement avec les autres informations disponibles (géologie, relief, etc.) : aptitude agronomique, capacité de drainage, sensibilité à l'érosion, vulnérabilité de la ressource en eau, schéma d'organisation et de fonctionnement des espaces naturels, etc.

À Casablanca, des cartographies thématiques variées ont été établies à partir du Mos : bidonvilles, emprises industrielles et commerciales, typologie de l'habitat, patrimoine et enjeux de grand paysage, zones de desserte des espaces verts urbains, localisation des principaux risques naturels et technologiques, etc.

Les rapports d'études et les documents de projets rendent insuffisamment compte d'une certaine richesse, de tous les récits construits autour de ces cartographies inédites. Les chargés d'études de l'IAU idF qui ont œuvré avec leurs collègues libanais à la reconstitution de l'information géographique du Liban, alors que ce pays était encore en guerre, en gardent une émotion particulière.

Les démarches participatives sont encore rares, mais devraient se développer avec la diffusion des nouveaux outils numériques. Elles permettront de multiplier les références de terrain pour fiabiliser les cartographies, moyennant un minimum de vérification et un protocole *ad hoc*. Elles établiront aussi un partage de la connaissance, gage d'objectivisation et de prise de conscience accrue des enjeux liés à l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol.



Mexico réalise la première cartographie précise de son territoire pour tenter de résorber les bidonvilles.



À Montréal (Québec), le Mos a aidé les autorités locales à accompagner le processus de densification.



Bangalore (Inde) : des vérifications sur le terrain restent indispensables.

## Références bibliographiques

- ANTIER Gilles, DE CASTRO Valeriano, HENIN Michel, THIBAUT Christian, *Updating the land use map of metropolitan Manila through Spot remote sensing imagery*, laurif, MMDA, September 1996.
- AWADA Fouad, SAID Victor, ZUNINO Gwenaëlle et al., *Projet de schéma directeur d'aménagement urbain de la région du Grand Casablanca*, IAU idF, AUC, octobre 2008.
- AWADA Fouad, NSOULI Bassem, PAGES Jean-Louis et al., *Atlas du Liban*, laurif, Dar al-Handasah, CDR, mai 2004.
- BOULAL Rachida, LASLAMI Abdellilah, SAID Victor, THIBAUT Christian, *Schéma d'aménagement territorial de l'aire métropolitaine d'Agadir*, projet Satama, diagnostic territorial, rapport de synthèse, laurif, AUA, mars 2003.
- CAUCHETIER Bernard, HUYBRECHTS Éric, THIBAUT Christian, WATEAU Laure, *Évaluation environnementale de la côte du Liban*, rapport thématique planification, laurif, Écodit, CDR, juin 1999.
- DE BELLO SOARES Laura, NASCIMENTO Iuli, R.S., *Informations pour la planification urbaine et régionale du district fédéral de Brasília et de l'Entorno*, rapport de synthèse 1987-1992, laurif, Codeplan, octobre 1992.
- RADWAN Ali Radwan, THIBAUT Christian, *Analysis of the greater Cairo urban development by satellite*, laurif, Gopp, August 1990.



# Mesurer la consommation d'espace : une obligation légale

**Sandrine Barreiro**  
IAU îdF



Depuis la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbains du 13 décembre 2000, de nombreuses lois ont fondé tout ou partie de leurs objectifs sur la limitation de la consommation d'espace, et son corollaire, plus ou moins tacite, l'encouragement à la densification des espaces urbains bien desservis.

Les lois Grenelle 1 et 2 font de la protection de la biodiversité et de la limitation de l'étalement urbain des objectifs majeurs ayant motivé la réforme des documents d'urbanisme. De même, la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche du 13 juillet 2010 affiche l'objectif de réduire de moitié la perte de surfaces agricoles d'ici à 2020. À cet effet, elle prévoit l'instauration d'un observatoire de la consommation des terres agricoles pour analyser la réduction de ces surfaces, fournir des points de repère aux collectivités territoriales, et tenter de l'endiguer. Elle crée également des commissions dans chaque département ayant pour mission de donner un avis sur les documents d'urbanisme.

## Le contenu des documents d'urbanisme locaux

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (ENE) renforce la dimension « environnementale » des principes généraux fixés à l'article L. 121-1 du code de l'urbanisme devant être respectés et mis en œuvre par les documents d'urbanisme, sous peine de sanction par le juge administratif :

- l'équilibre dans la gestion de l'espace avec une forte accentuation des objectifs de densification de l'urbain existant afin de préserver les espaces naturels, agricoles et forestiers ;
- la mixité sociale et fonctionnelle ;
- la préservation de l'environnement et la prévention des atteintes à l'environnement et des risques.

Dans cet esprit, des objectifs de limitation de la consommation d'espace sont assignés au schéma de cohérence territoriale (Scot) comme au plan local d'urbanisme (PLU), qui sont dotés de nouveaux outils réglementaires. En termes de consommation d'espace, le rapport de présentation du Scot doit désormais présenter « une analyse de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers au cours des dix années précédant l'approbation du schéma ». Il doit également justifier « les objectifs chiffrés de limitation de cette consommation compris dans le document d'orientation et d'objectifs ». Le projet d'aménagement et de développement durables (PADD) doit fixer les objectifs de lutte contre l'étalement urbain.

Le poids réglementaire du Scot a été profondément renforcé. Le document d'orientation et d'objectifs (DOO) se voit ainsi assigner des obligations en termes de définition « des conditions d'un développement urbain maîtrisé et des principes de restructuration des espaces urbanisés » et doit arrêter « des objectifs chiffrés de consommation économe de l'espace et de lutte contre l'étalement urbain, qui peuvent être ventilés par secteur géographique ». Cette déclinaison localisée permettra d'éviter l'écueil d'un objectif global dans lequel chaque commune puise sans se préoccuper des ouvertures à l'urbanisation des autres communes et facilitera le suivi de la consommation d'espace.

Le DOO doit promouvoir le lien urbanisme/transport et favoriser le développement des secteurs déjà desservis par les transports collectifs.

Il peut agir sur l'ouverture à l'urbanisation en déterminant « des secteurs dans lesquels l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation est subordonnée à leur desserte par les transports collectifs », et/ou en imposant « préalablement à toute ouverture à l'urbanisation d'un secteur nouveau, l'utilisation de terrains situés en zone urbanisée et desservis par les équipements ». Il peut en outre prescrire certaines études préalables comme la réalisation d'une étude d'impact ou d'une étude de densification des zones déjà urbanisées.

En ce qui concerne le PLU, le rapport de présentation doit présenter une analyse de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers et justifier les objectifs du projet d'aménagement et de développement durables au regard des objectifs de consommation de l'espace fixés. Le projet d'aménagement et de développement durables « fixe des objectifs de modération de la consommation de l'espace et de lutte contre l'étalement urbain ».

« Les orientations d'aménagement et de programmation peuvent définir les actions et opérations nécessaires pour (...) permettre le renouvellement urbain et assurer le développement de la commune. » Elles peuvent désormais « phaser » l'ouverture à l'urbanisation des zones à urbaniser.

L'évaluation environnementale, dont le champ d'application a été étendu par la loi ENE, doit guider les réflexions sur le projet d'aménagement afin d'éviter les impacts sur l'environnement ou d'en réduire les effets. Les choix de développement de la ville par renouvellement et/ou extension doivent donc être analysés afin d'éclairer la décision publique. L'évaluation de la mise en œuvre du projet, ramenée de dix à six ans par la loi ENE, encourage au suivi de l'application des choix d'urbanisme afin de pouvoir revenir, le cas échéant, sur des options finalement contraires aux objectifs de compacité.

### Le renforcement des pouvoirs du préfet

Le préfet dispose de pouvoirs importants pour veiller à la limitation de la consommation d'espace. Sur cette base, il peut agir sur l'existence même du Scot. Ainsi, s'il constate que l'absence de Scot conduit à une consommation excessive de l'espace, ou que le périmètre d'un schéma de cohérence territoriale ne permet pas d'atteindre les objectifs en la matière, le préfet peut demander « aux établissements publics de coopération intercommunale compétents en matière de schéma de cohérence territoriale ou aux établissements publics prévus à l'article L. 122-4 et aux communes non membres d'un tel établissement, susceptibles d'être concernés : soit de déterminer un périmètre de schéma de cohérence territoriale ; soit de délibérer sur

l'extension d'un périmètre existant. » À défaut de réponse des établissements publics de coopération intercommunale et communes concernés, dans un délai de six mois à compter de la réception de la lettre du préfet, le préfet arrête un projet de périmètre, après avis de la commission départementale de la coopération intercommunale.

Dans le cadre de son contrôle de légalité, le préfet peut notifier, à la commune ou à l'EPCI compétent en matière de PLU ou de Scot, les modifications qu'il estime nécessaires d'apporter au document. Ce dernier ne devient alors exécutoire que lorsque la commune a apporté les modifications demandées. La loi ENE retient au titre des motifs pouvant justifier ce renvoi la consommation excessive de l'espace, notamment due à l'absence de densification des secteurs desservis par les transports ou les équipements collectifs.

Le projet de loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové<sup>(1)</sup> prévoit également des dispositions pour renforcer les outils de limitation de la consommation foncière. Le rapport de présentation des Scot et des PLU est complété par une « analyse de la capacité de densification et de mutation des espaces bâtis devant exposer la stratégie foncière poursuivie pour mobiliser cette capacité et limiter l'ouverture à l'urbanisation de nouvelles zones ». Il prévoit par ailleurs la démonstration par une délibération motivée de la nécessité d'ouvrir une nouvelle zone à l'urbanisation dans le PLU. Il retient le recours à la procédure de révision pour ouvrir à l'urbanisation une zone à urbaniser créée depuis plus de douze ans et qui n'a pas fait l'objet d'acquisitions foncières significatives. Le projet de loi met également fin à la survivance du plan d'occupation des sols au 31 décembre 2015 et favorise le renforcement de la couverture par les Scot en fixant un échéancier pour l'entrée en vigueur du principe de « constructibilité limitée » en l'absence de Scot.

#### Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

Art. 7 : Le droit de l'urbanisme devra prendre en compte les objectifs suivants, dans un délai d'un an suivant la publication de la présente loi :

a) Lutter contre la régression des surfaces agricoles et naturelles, les collectivités territoriales fixant des objectifs chiffrés en la matière après que des indicateurs de consommation d'espace auront été définis. Dans les six mois suivant la publication de la présente loi, une étude sur la réforme de la fiscalité et sur les incitations possibles pour limiter l'extension du foncier artificialisé sera effectuée ;

b) Lutter contre l'étalement urbain et la déperdition d'énergie, ainsi que permettre la revitalisation des centre-villes, les collectivités territoriales disposant désormais, ou étant dotées dans l'année qui suit l'adoption de la présente loi, d'outils leur permettant en particulier de conditionner la création de nouveaux quartiers, d'opérations d'aménagement à dominante d'habitat ou de bureaux à la création ou au renforcement correspondant des infrastructures de transport, ainsi que de prescrire, dans certaines zones, des seuils minimaux de densité ou des performances énergétiques supérieures à la réglementation ; [...]

d) Préserver la biodiversité, notamment à travers la conservation, la restauration et la création de continuités écologiques ;

e) Assurer une gestion économe des ressources et de l'espace et réexaminer dans cette perspective les dispositifs fiscaux et les incitations financières relatives au logement et à l'urbanisme ; [...]

g) Créer un lien entre densité et niveau de desserte par les transports en commun.

(1) Projet de loi Alur tel qu'issu du vote de l'Assemblée nationale le 17 septembre 2013.

# Les fichiers fonciers, la troisième dimension de l'occupation du sol

Vincent Caumont  
Cerema<sup>(1)</sup>



Nicolas Borel - Architecte - Atelier Christian de Portzamparc

L'opération des Jardins de la Lironde à Montpellier : le regroupement des habitations en « îles » a permis de préserver des espaces verts.

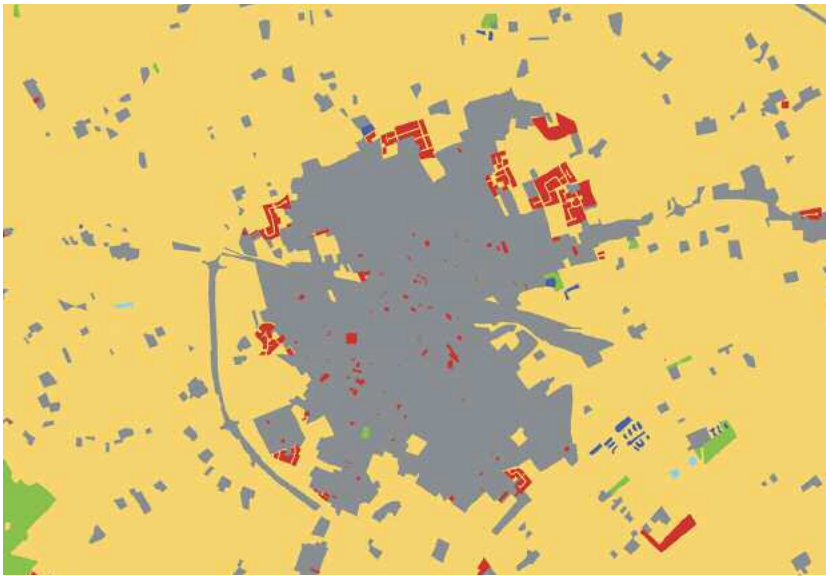
Tout comme les occupations du sol (OS) produites localement, les fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques (DGFIP) permettent d'analyser la consommation d'espace à l'échelle des documents de planification. Les fichiers fonciers donnent en effet information à l'échelle de la parcelle. Ils renseignent également sur les caractéristiques du bâti et sur les propriétaires. Depuis 2009, la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGLN), au sein des ministères de l'Écologie et de l'Égalité des territoires, a lancé une démarche visant à acquérir, retraiter et diffuser les fichiers fonciers. Le retraitement (anonymisation, géolocalisation, liens entre tables) est assuré par le Centre d'études techniques de l'équipement (Cété, qui fait aujourd'hui partie du Cerema) Nord-Picardie et facilite l'utilisation de cette base de données complexe. Les fichiers fonciers présentent l'intérêt de fournir un minimum d'éléments de cadrage sur l'ensemble du territoire national. Aujourd'hui, ils servent autant à alimenter les travaux de l'Observatoire national de la consommation des espaces agricoles (ONCEA) qu'à contribuer aux porter à connaissance de l'État dans le cadre d'un PLU.

**Capitaliser sur l'usage des fichiers fonciers**  
Afin d'accompagner les services de l'État et les collectivités, la DGLN a décidé de monter un groupe de travail pour capitaliser les retours d'expérience. Le but était de constituer un cor-

pus méthodologique, en montrant la complémentarité des fichiers fonciers avec d'autres données, mais aussi leurs limites. La capitalisation a été pilotée par le pôle de compétences et d'innovation foncier et stratégies foncières (Cété Nord-Picardie et Cété Méditerranée) et le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu, également intégré au Cerema comme les Cété)<sup>(2)</sup>. Elle a réuni, outre des services du ministère, la Fédération nationale des agences d'urbanisme (Fnau), le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, l'Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France (IAU îdF), la Fédération nationale des sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural (FNSafer) et l'Institut national de la recherche agronomique (Inra). Le travail s'est articulé autour de quatre thèmes : occupation du sol ; évolution de l'urbanisation et surfaces consommées ; consommation économe d'espace ; qualité et fonction des espaces naturels, agricoles et forestiers (NAF). Les 27 fiches produites et diffusées par le Certu<sup>(3)</sup> ont été élaborées dans une logique de préconisation et non de prescription, pour

(1) Nouvel établissement public à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2014, le Centre d'expertise pour les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) regroupe : les huit Cété, le Certu, le Cetmef et le Setra. Il est intégré au pôle de compétences et d'innovation foncier et stratégies foncières.  
(2) Le Cété de l'Ouest a également piloté la production d'un des quatre sous-groupes thématiques.  
(3) [www.certu-catalogue.fr/urbanisme-et-habitat/connaissance-des-territoires.html](http://www.certu-catalogue.fr/urbanisme-et-habitat/connaissance-des-territoires.html)

## Localisation des constructions résidentielles par rapport au tissu urbain existant, dans une commune du Nord



Sources : DGFIP, fichiers fonciers 2011, exploitation Cété Nord-Picardie, conseil régional Nord-Pas-de-Calais, Sigale® 1998.

Les fichiers fonciers permettent d'identifier les parcelles sur lesquelles des logements ont été construits (en rouge) entre 2001 et 2010. Par comparaison avec les surfaces artificialisées du Mos de 1998 (en gris), on en déduit les surfaces consommées et un taux de logements construits en extension urbaine.

une appropriation locale dans la limite des précautions d'usage. En voici les principaux enseignements.

### Identifier les sols bâtis

Alors que les OS traduisent la réalité physique de l'occupation du sol par photo-interprétation, les fichiers fonciers comprennent une nomenclature fiscale permettant de distinguer *in fine* les espaces artificialisés des espaces NAF. La qualité de la donnée dépend cependant de son intérêt fiscal. Si la construction d'un local, qui engendre une taxe sur les propriétés bâties, est bien prise en compte, les échanges entre espaces agricoles et espaces naturels ne le sont pas nécessairement. Par ailleurs, les surfaces non cadastrées (4% du territoire métropolitain), constituées de surfaces en eau et de voirie, échappent à l'analyse.

Par rapport à une OS, dont la nomenclature est bien plus fine, les fichiers fonciers apportent une information sur la « troisième dimension », celle du bâti. Les logements et locaux d'activités sont localisés à la parcelle avec de nombreux attributs (année de construction, surface de plancher, nature d'occupation, etc.). Dès lors, il est possible de travailler sur l'estimation de potentiels de mutabilité ou de densification.

### Mesurer les surfaces consommées

Deux approches permettent de mesurer les surfaces consommées à partir des fichiers fonciers. La première consiste à mesurer l'évolution des surfaces cadastrées selon les postes de la nomenclature fiscale. À l'heure actuelle, cette solution n'est pas satisfaisante, car les données retraitées ne sont disponibles que depuis 2009. La seconde approche s'appuie sur l'identifica-

tion des parcelles bâties. Elle nécessite la disponibilité d'un état initial de l'occupation du sol pour distinguer renouvellement urbain et consommation d'espace. Fichiers fonciers et OS locales sont alors complémentaires : l'OS qualifie finement les espaces consommés, tandis que les fichiers fonciers quantifient la part du renouvellement urbain et permettent un suivi annuel.

### Qualifier la consommation d'espace

Mais mesurer des « hectares consommés » ne suffit pas. Car urbaniser un hectare sous forme d'opération d'ensemble dense, en continuité du tissu urbain existant d'une commune-centre bien équipée, n'est pas équivalent à la consommation de dix fois 1 000 m<sup>2</sup> en diffus.

En particulier, les fichiers fonciers permettent d'analyser finement la densité des opérations de logement. Cet indicateur constitue souvent un objectif chiffré dans les documents d'urbanisme, sans toutefois s'appuyer sur une analyse des tendances passées. Les fichiers fonciers permettent à la fois d'étudier la densité du parc total et celle du parc récent, donnant ainsi un cadre clair pour l'établissement de densités souhaitables. Par comparaison avec un « tissu urbain existant », on peut également calculer la part de logements construits en extension urbaine. Cet indicateur est complémentaire de la densité. On reconnaît alors, parmi les territoires soumis à une forte extension résidentielle, ceux qui présentent une densité moyenne relativement basse, du fait d'un faible coût du foncier et de l'absence d'un marché de l'individuel groupé.

En revanche, la question d'une consommation économe de foncier à vocation économique reste largement posée. La faiblesse des données disponibles sur le sujet n'est pas la seule raison : les locaux d'activités constituent des objets très hétérogènes, du petit commerce de centre-ville à l'établissement industriel. De plus, calculer une densité d'emplois atteint rapidement ses limites, parce que, par rapport aux logements, les emplois sont fluctuants et ne sont pas localisables aussi finement.

Enfin, d'autres indicateurs permettent d'anticiper l'altération du fonctionnement et la perte de qualité des espaces NAF. Là, les fichiers fonciers n'apportent pas de réponse. Il faut notamment mobiliser des données pédologiques en s'appuyant sur les travaux du groupement d'intérêt scientifique Sol (GIS Sol). On peut ainsi construire des indices d'aptitude agronomique et écologique des sols. On inverse alors le regard, pour allier une urbanisation économe d'espace à une préservation éclairée des espaces NAF à enjeux.

# Des exploitations et des usagers multiples

**Amélie Darley  
Martin Omhové**

IAU îdF



Le Mos est souvent mobilisé à l'échelle locale dans des études sur la biodiversité, en vue de son maintien dans le cadre de projets urbains.

Tous les usagers interviewés disent acquiescer le Mos pour les besoins de leur système d'information géographique et leurs représentations cartographiques. Le Mos simplifié sert ainsi à constituer les fonds des cartes éditées par ces différents acteurs. Mais il est aussi exploité dans le cadre des politiques d'aménagement des territoires, de l'échelle de la planification aux études pré-opérationnelles.

## Étudier la biodiversité

L'établissement public d'aménagement de Marne-la-Vallée (ÉpaMarne) dispose d'une étude sur la biodiversité réalisée par le bureau d'études Biotope, en 2011. Cette démarche est issue de l'approche environnementale de l'urbanisme développée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), engageant à déterminer les enjeux liés à la biodiversité dans la conduite des projets urbains. Le bureau d'études Biotope a pour cela développé une méthode d'analyse spécifique. Il s'agit en premier lieu d'identifier les continuités écologiques existantes et potentielles sur la base d'un diagnostic bibliographique. Une fois ces corridors écologiques identifiés, ils sont classés en trois catégories : la trame herbacée, la trame boisée et la trame des milieux humides. Le Mos va alors permettre de constituer la base des cartographies qui sont ensuite croisées avec Écomos<sup>(1)</sup> et Écoline<sup>(2)</sup>, puis avec des relevés de terrain. Cette méthode est aussi employée par Biotope pour d'autres clients, parmi lesquels l'établissement public du Mantois Seine aval

Le mode d'occupation du sol d'Île-de-France est mobilisé par différents acteurs, à de multiples échelles et pour divers usages. Aménageurs, collectivités locales ou bureaux d'études nous ont présenté l'utilisation qu'ils font du Mos, mais aussi l'intérêt et les limites qu'ils y trouvent.

(Épamsa), mais aussi la Société du Grand Paris, ou encore différentes collectivités locales. Ce travail a débouché sur des cahiers de recommandations, élaborés aux différentes échelles territoriales (unités urbaines, pôles urbains, ZAC/ZAE, quartiers). Ils servent aux chefs de projets des différentes opérations d'urbanisme ainsi qu'à leurs prestataires pour intégrer les éléments de biodiversité au stade des études pré-opérationnelles.

## Connaître la qualité des sols

L'ÉpaMarne mobilise également le Mos pour une étude portant sur les services rendus par les sols, selon trois thématiques : la biodiversité, l'hydrographie et la fertilité. Cette étude, en cours de réalisation, a été confiée au bureau d'études Sol Paysage et couvre le secteur du val de Bussy, un vaste territoire pour ce type d'analyse. Ici encore, Mos et Écomos sont utilisés pour bâtir une cartographie détaillée, avec laquelle sont ensuite croisées des couches d'information issues de diverses données (hydrographie, agronomie, etc.). Cette étude orientera la réflexion sur l'occupation future des espaces, notamment ceux situés

Cet article est écrit sur la base des interviews réalisées auprès de :  
- Marine Dumas, agence Biotope ;  
- Grégory Gabriel, conseil général de Seine-et-Marne ;  
- Thierry Lecomte, établissement public d'aménagement de Marne-la-Vallée (ÉpaMarne) ;  
- Romaric Moyon, communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise.

(1) La base de données Écomos est fondée sur l'interprétation combinée de photographies aériennes et d'images satellites. L'ensemble des postes « naturels » du Mos a ainsi été réinterprété : bois ou forêts, coupes ou clairières en forêts, surfaces en herbe à caractère agricole, eaux fermées, surfaces en herbe non agricoles et espaces ruraux vacants (lire l'article p. 58).  
(2) Écoline référence les éléments végétalisés linéaires (haies, bandes enherbées, etc.).

en frange d'urbanisation, en fonction de leur environnement. Par ailleurs, le Mos et l'Écosmos sont intégrés dans le système d'information géographique de l'établissement. Ils sont ainsi accessibles à tous les chefs de projets en charge de plans d'aménagement de ZAC.

Cette étude sera actualisée en fonction des zones ayant été urbanisées et de leur impact sur l'environnement, à travers la mise en place d'indicateurs. L'objectif à terme serait de modéliser une partie de ces approches.

### Suivre la consommation des espaces agricoles et naturels

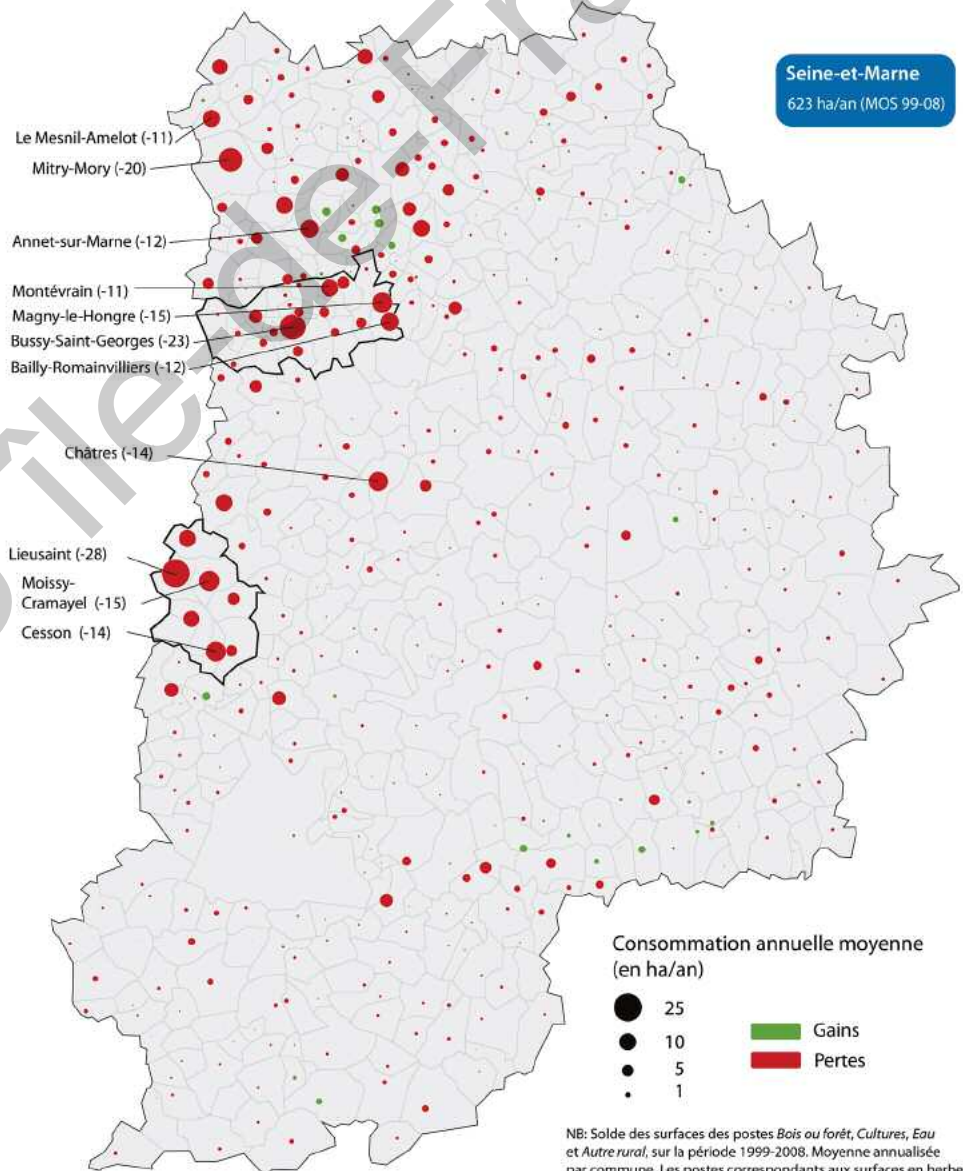
En Seine-et-Marne, la consommation de 600 ha par an, mesurée à partir des dernières campagnes du Mos, montre l'importance des espaces agricoles et naturels et l'enjeu de leur artificiali-

sation. Dans ce contexte, et dans la continuité des travaux menés à l'occasion du schéma directeur d'Île-de-France, le département de Seine-et-Marne mène ses propres études.

Cette exploitation départementale à une échelle fine a permis de fiabiliser l'observation et le suivi de la consommation d'espace, et de partager ces chiffres avec les autres acteurs du territoire. L'objectif est de quantifier et de qualifier les grandes évolutions à une échelle locale plus fine que l'échelle départementale. Ces chiffres sont exploités à l'échelle des intercommunalités et permettent d'élaborer des cartographies statistiques à la commune.

Dans le cadre de ces études, le Mos fut également confronté aux données fournies par la direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA),

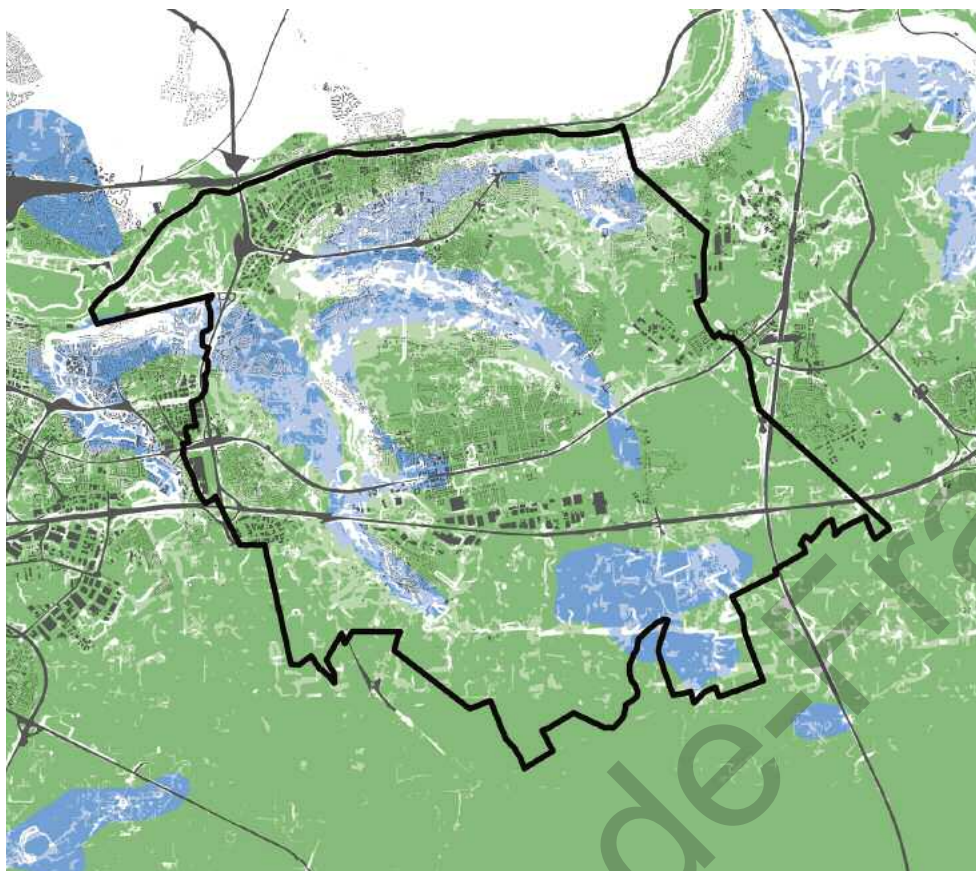
## Évolution des surfaces agricoles et naturelles en Seine-et-Marne



Jusqu'en 2008, les différentes campagnes du Mos ont montré qu'environ 600 ha d'espaces naturels et agricoles étaient consommés chaque année dans ce département. Ces données sont croisées avec celles du cadastre et d'autres organismes.

## Projet agri-urbain et structure urbaine verte à Marne-la-Vallée

### Fonctions relatives à la gestion de l'eau








L'ÉpaMarne mobilise les données du Mos et d'Écomos en les croisant avec des informations sur l'hydrographie, l'agronomie, pour les besoins d'une étude portant sur les services rendus par les sols. Cette étude permet d'orienter les choix d'aménagement futurs.

#### Contexte

-  Emprise d'étude
-  Zones imperméabilisées (bâti, voiries)

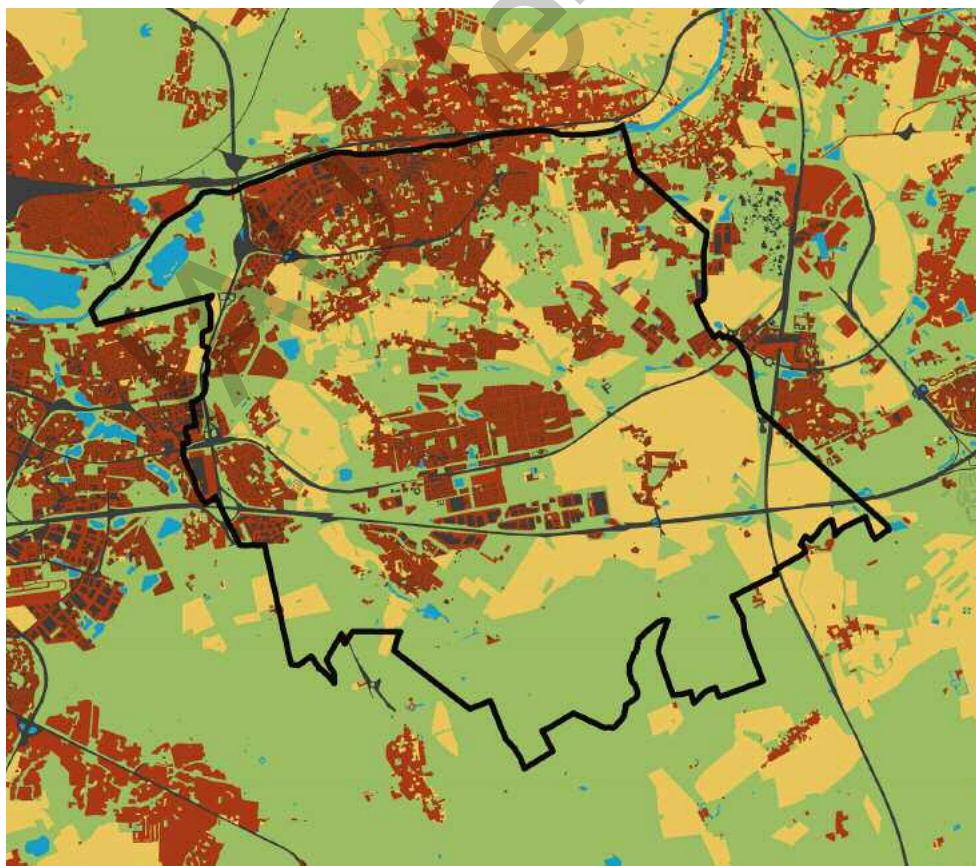
#### Fonctions relatives à la gestion de l'eau

-  Infiltration élevée, rétention faible
-  Infiltration moyenne, rétention faible
-  Infiltration faible, rétention faible
-  Infiltration faible, rétention moyenne
-  Infiltration faible, rétention élevée



N 0 2 km

Source : ÉpaMarne/Sol Paysage





### Usages relatifs à la gestion de l'eau



#### Contexte

-  Emprise d'étude
-  Zones imperméabilisées (bâti, voiries)

#### Usages relatifs à la gestion de l'eau

-  Naturel ou peu anthropisé
-  Naturel ou moyennement anthropisé
-  Eau libre
-  Bâti

N 0 2 km

Source : ÉpaMarne/Sol Paysage

produites au sein d'Océan (observation de la consommation des espaces agricoles et naturels), et tirées notamment de données cadastrales. Toutefois, en raison de sa maille plus fine et de son actualisation plus fréquente, il est difficile de croiser le Mos avec cette source. La comparaison avec les données Teruti, accessibles en ligne gratuitement, a permis d'apporter des compléments d'information, mais aucunement de croiser ces différentes données. En revanche, les données du Mos sont croisées avec des données exogènes issues des connaissances de terrain.

Cette observation de la consommation d'espace sera pérennisée à l'occasion de chaque actualisation du Mos. Dans le travail de mise en œuvre du Sdrif, le Mos devrait ainsi fournir une source essentielle pour le suivi de l'urbanisation de la Seine-et-Marne, en complément des travaux établis au sein des commissions départementales sur la consommation des espaces agricoles (CDCEA)<sup>(3)</sup>. Ces travaux peuvent aussi être mobilisés pour appuyer des politiques de préservation des espaces naturels et agricoles afin de mieux identifier les territoires sous pression.

La communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise analyse également la consommation d'espace en faisant appel au Mos et à l'Évolumos en 24 postes, sur la période de 1999 à 2008. L'objectif est de mesurer les évolutions des surfaces agricoles, naturelles et urbaines. Une attention particulière est portée aux surfaces de chantiers car elles permettent d'identifier les sites en mutation. Pour l'élaboration de l'Agenda 21 qui est en cours, les analyses remontent aux périodes antérieures afin de nuancer les chiffres observés sur dix ans. Ainsi sont également mobilisés les Mos de 1982, 1994 et de 2003. Pour le pôle développement durable de la communauté d'agglomération, le grand avantage du Mos réside dans son ancienneté,

témoignant de la consommation d'espace sur des séries longues. Avec l'acquisition du Mos et ce type d'exploitation, la communauté d'agglomération souhaite développer un outil de suivi dans le cadre de son Scot, prévu pour 2016.

Un mode d'occupation du sol en 21 postes, réalisé en interne par photo-interprétation, vient compléter le Mos de l'IAU idF. Il présente une approche fine à la parcelle cadastrale. Néanmoins, il n'est pas possible de suivre la consommation d'espace, notamment parce que la première campagne date seulement de 2007.

### Les limites du Mos

Une des principales limites évoquées est liée à l'exploitation du Mos sur de petits espaces. En effet, le niveau de précision au 1/5 000 ne permet pas d'entrer dans le détail de certaines mutations, notamment en milieu urbain.

La nomenclature demanderait également quelques ajustements quant au classement de certains postes dans l'urbain ou le rural. Par exemple, le fait que la nomenclature adoptée jusqu'en 2008 plaçait les décharges et carrières dans le rural, a nécessité des corrections. De même, le poste représentant le vacant rural requiert parfois une reprise de l'information pour mieux qualifier les espaces qu'il recouvre.

Pour les études de biodiversité spécifiquement, l'intervalle entre deux campagnes du Mos rend parfois des mises à jour intermédiaires, *via* photographies aériennes, indispensables. Quant aux usagers s'intéressant à la consommation d'espace, un Évolumos en 47 voire 81 postes serait un progrès pour mieux comprendre les différents transferts observés.

Enfin sont évoquées des erreurs ponctuelles dans la photo-interprétation, notamment sur les postes intégrant les friches et les délaissés routiers.

(3) La commission départementale de consommation des espaces agricoles (CDCEA) est un des outils mis en place par la loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche du 27 juillet 2010 pour lutter contre l'artificialisation des terres agricoles. La CDCEA est obligatoirement consultée, au regard de l'objectif de préservation des terres agricoles, lors des procédures de Scot, de PLU et de cartes communales, ainsi que pour les autorisations d'urbanisme relatives aux projets situés dans les espaces autres qu'urbanisés des communes non couvertes par un document d'urbanisme, y compris une carte communale, et dès lors qu'ils ont pour effet de réduire une surface agricole.



# Connaître le terrain pour prévenir le risque

**Simon Carrage  
Ludovic Faytre**  
IAU îdF



Les techniciens de GRTgaz exploitent 3 000 km de canalisations de gaz naturel haute pression en milieu urbain dense.

Plusieurs millions de tonnes de matières dangereuses transitent chaque année en Île-de-France. Une part très importante de ces flux est assurée par des canalisations de fluides sous pression, réputées comme l'un des moyens les plus sûrs pour acheminer sur de longues distances des produits pétroliers, gazeux ou chimiques. Au regard de ses besoins énergétiques, l'Île-de-France est particulièrement concernée par ces infrastructures, qui totalisent près de 5 300 km.

Le plus étendu d'entre eux est le réseau de transport de gaz naturel à haute pression, entièrement exploité par GRTgaz : il totalise à lui seul plus de 3 000 km de canalisations à haute pression. La sécurité d'approvisionnement de la région a nécessité la mise en place d'un réseau fortement maillé, qui s'étend jusqu'au cœur de l'agglomération parisienne, où se concentrent des enjeux humains.

## Des études de danger pour organiser la prévention

L'arrêté du 4 août 2006, modifié le 20 décembre 2010, dit arrêté « multifluide » (AMF) et « portant règlement de la sécurité des canalisations de transport de gaz combustibles, d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés et de produits chimiques », demande que soient réalisées des études de danger dont le volet principal repose sur une analyse de l'environnement humain situé à proximité des canalisations. L'arrêté AMF définit les catégories d'emplacement des réseaux ; celles-ci participent à déterminer les disposi-

Le réseau de canalisations exploité par GRTgaz achemine quantité de matières dangereuses. Pour mesurer les enjeux humains, économiques et environnementaux, et programmer les adaptations nécessaires, GRTgaz région Val-de-Seine a commandé à l'IAU îdF un travail d'inventaire. Le croisement des informations du Mos avec celles d'autres bases de données a été essentiel.

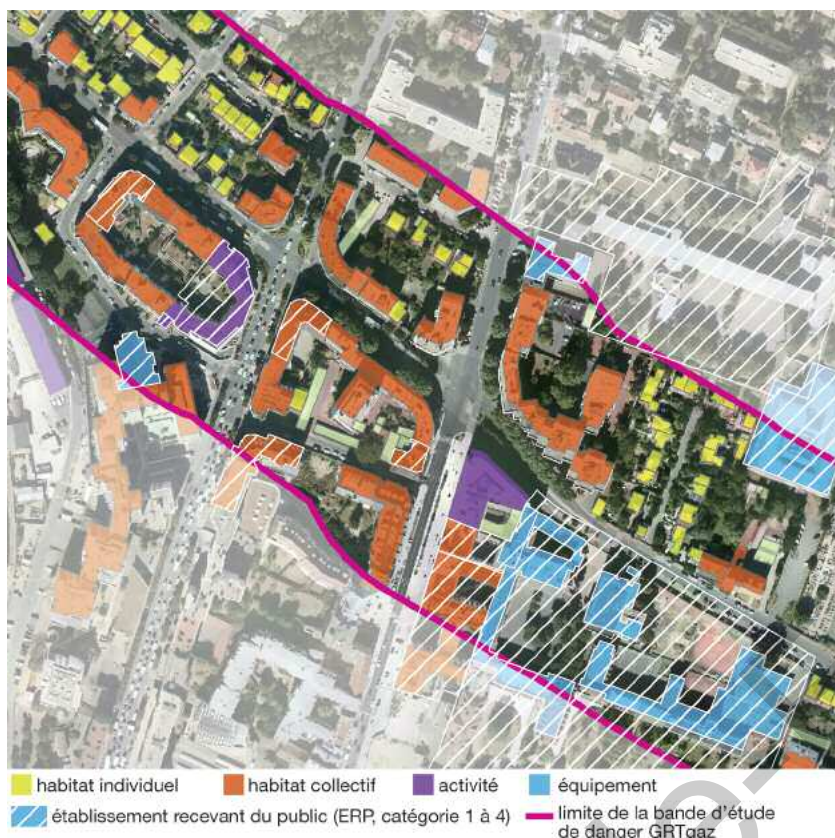
tions constructives préventives pour garantir la sécurité des populations environnantes, mais aussi à anticiper une urbanisation future et la construction, à terme, de certains établissements recevant du public.

Dans le cadre de l'application de cet arrêté, GRTgaz région Val-de-Seine a confié à l'IAU îdF en 2007, le travail d'analyse des enjeux humains dans des zones de danger dites bandes de référence<sup>(1)</sup>, le long de son réseau de canalisations. Cet inventaire, dont le référentiel était constitué de la BD TOPO® de l'IGN (bâti et surfaces d'activités en particulier), portait essentiellement sur :

- la qualification des objets bâtis au regard de leur usage principal : habitats individuels et collectifs, activités industrielles et commerciales, équipements... avec l'affectation, pour chaque objet, de populations résidentes et/ou d'emplois ;
- l'identification des terrains non bâtis susceptibles d'accueillir du public ;
- la localisation précise d'établissements particuliers : établissements recevant du public (ERP), immeubles de grande hauteur (IGH), installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), établissements Seveso, etc.

(1) Ces bandes de référence désignent des bandes définies par des cercles glissants centrés sur la canalisation dont les rayons correspondent à des distances variables liées aux effets létaux significatifs (ELS) et premiers effets létaux (PEL). Ces distances dépendent du diamètre nominal (DN) et de la pression maximale de service de l'ouvrage exploité. Elles varient de cinq mètres à plusieurs centaines de mètres dans la région Île-de-France.

## Extrait cartographique (Visiau GRTgaz)



Il s'agit de calculer avec précision le nombre de logements et les densités de population situées autour d'une canalisation.

Le nombre et la densité des enjeux humains et économiques identifiés dans les bandes d'étude, mais aussi la grande mixité des tissus urbains traversés, ont conduit l'IAU îdF à proposer une méthode « globale » sur le territoire de l'agglomération parisienne. Ainsi, et à la différence des autres régions françaises, où la qualification de la BD TOPO® s'est largement appuyée sur des enquêtes de terrain, le travail d'inventaire a pu bénéficier des ressources et des multiples bases de données thématiques du système d'information géographique régional (SIGR). L'apport du Mos et de ses produits dérivés (Densimos, etc.) a été essentiel sur de nombreux points :

- la qualification de l'usage principal des bâtiments. Si la BD TOPO® apparaît comme un référentiel adéquat pour la représentation des bâtiments, elle est en revanche peu renseignée sur leur catégorie ou nature. Le croisement avec le Mos a permis de préciser l'usage du bâti, notamment dans les tissus urbains denses connaissant une grande mixité des usages ;
- l'estimation des populations résidentes. La détermination des catégories d'emplacement résulte du calcul du nombre de logements et des densités de population dans le périmètre d'une zone d'effet. Des comparaisons entre la couche Densimos de l'IAU îdF et la méthode de calcul préconisée par le

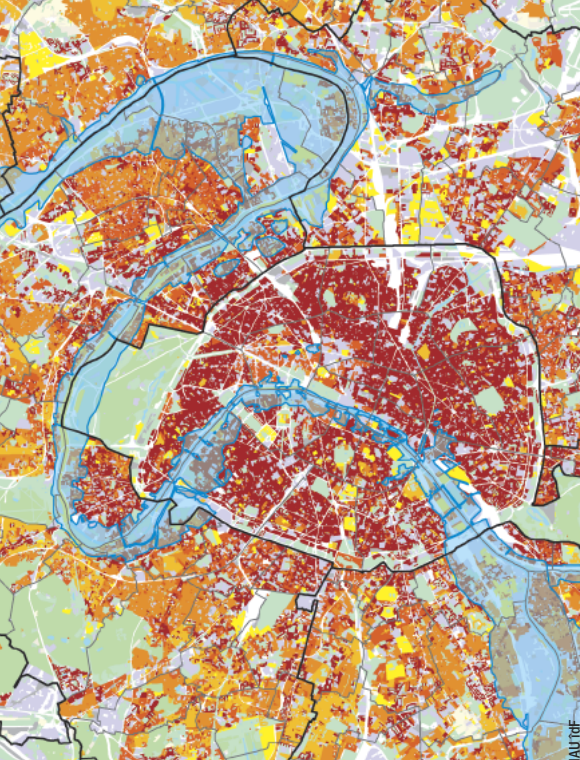
ministère de l'Environnement ont révélé la forte surestimation des populations exposées dans ce dernier cas. De plus, l'évaluation des populations résidentes a été l'occasion pour l'institut de tester et de mettre en œuvre, pour la première fois, une répartition du nombre de logements à l'objet bâti – caractérisé par une emprise et une hauteur –, en croisant les données de Densimos avec la BD TOPO®. Ce travail a été repris et affiné par la suite pour aboutir à la couche Densibati, développée à l'échelle de l'ensemble de l'Île-de-France (lire l'article p. 67) ;

- l'évaluation des emplois. En l'absence d'identification précise de la raison sociale d'un établissement et de ses effectifs, des évaluations ont été proposées en tenant compte de la situation par rapport aux différents postes d'activité du Mos : un salarié pour 20 m<sup>2</sup> de plancher dans les immeubles de bureaux, un salarié pour 60 m<sup>2</sup> dans les surfaces commerciales, un salarié pour 250 m<sup>2</sup> dans les entrepôts logistiques, par exemple ;
- l'identification des emprises des terrains non bâtis susceptibles d'accueillir du public : cimetières, équipements sportifs de plein air, espaces verts, parkings... pour lesquels des règles de répartition de population ont également été proposées.

### Compenser d'éventuelles non-conformités réglementaires

S'agissant d'une étude à caractère commercial, le choix de s'appuyer largement sur les données du SIGR, et en particulier sur le Mos, a permis la réalisation de cet inventaire avec des moyens humains réduits et pour des coûts au kilomètre de réseau et à l'objet renseigné très compétitifs. Ce travail s'est traduit pour GRTgaz par la mise en œuvre de mesures compensatoires visant à traiter d'éventuelles non-conformités réglementaires ou des situations inacceptables en termes d'analyse de risque. Par exemple, la pose de dalles de protection mécanique en polyéthylène haute densité (PEHD) permet de réduire la probabilité d'un accrochage lors de travaux tiers réalisés à proximité des canalisations (il s'agit là du principal risque repéré). En Île-de-France, quelque 55 km de dalles de protection mécanique ont été installés sur le réseau de canalisations, soit un montant de travaux d'environ 55 millions d'euros.

L'actualisation en cours de ces études d'analyse de l'environnement humain, qui ont été de nouveau confiées à l'IAU îdF, bénéficie de la même approche, avec un enrichissement et une précision accrues qui prennent en compte l'évolution qualitative des bases de données disponibles (orthophotographie, version 2.1 « bâti unifié » de la BD TOPO®, nouveau Mos, etc.).



# Modéliser et communiquer

Parce que les utilisations du Mos sont multiples et ses utilisateurs potentiels nombreux, les experts de l'IAU îdF travaillent chaque jour à de nouvelles exploitations et de nouvelles formes de modélisation. C'est ainsi qu'est né Écosmos, outil unique de cartographie des zones humides, des landes et des forêts, en faveur du maintien de la biodiversité.

De même, s'adapter et lutter contre le changement climatique exige de déterminer avec précision la localisation et l'intensité des îlots de chaleur urbains. La modélisation du Mos permet aussi de mesurer les bénéfices et les nuisances d'un nouveau transport en commun pour les populations riveraines de son tracé, de montrer l'impact d'une crue centennale sur des secteurs bâtis, ou encore de prévenir l'expansion désordonnée de certaines zones pavillonnaires et d'envisager des mesures compensatoires...

Enfin, des applications interactives sont développées pour permettre à l'utilisateur d'analyser l'occupation du sol depuis un téléphone portable ou une tablette, ou de calculer la proportion d'espaces naturels et bâtis dans un secteur délimité. Jusqu'à la 3D qui permet de visualiser un paysage, un site, à partir de ces données chiffrées.

**Cécile Mauclair  
Manuel Pruvost-  
Bouvattier**  
IAU îdF

# Écomos, premier outil de connaissance des milieux naturels



Roselière de La Bassée (77),  
une zone humide d'intérêt national.



Pelouse calcaire et forêt mélangée.



Peupleraie gérée écologiquement,  
préservant la ressource en eau.



Milieux diversifiés : bois, lande  
à callune, pelouse sur sable  
calcaire, zone humide.

Roselières, pelouses calcaires, résineux sur callune, etc., autant d'éléments qui créent la richesse des milieux naturels franciliens. Pour mieux connaître cette diversité, sa répartition, les connexions entre les milieux, l'IAU îdF a créé Écomos. Cette base de données cartographique des milieux naturels franciliens est un véritable instrument de connaissance pour écologues, aménageurs et collectivités, permettant de décrire une trame complète du territoire.

Depuis sa première version intégrale sur le territoire régional, en 1982, le Mos fournit un suivi principalement quantitatif de la consommation des milieux naturels. En revanche, la description de la composition de ces milieux et le suivi qualitatif de leur évolution n'y figuraient pas.

En effet, cet outil très développé dans les postes urbains, l'est très peu sur les postes « naturels ». Cependant, en Île-de-France, 348 000 hectares d'espaces naturels sont recensés, soit près de 30 % de la superficie régionale (hors espaces agricoles).

## Répondre au besoin de suivi de l'évolution des milieux naturels

La base de données Écomos a ainsi été développée en complément du Mos, selon des phases successives depuis les années 1990. Le premier inventaire a été effectué en affinant la méthode choisie pour le programme européen Corine Land Cover. Puis, en 1996, un test a été pratiqué sur La Bassée (zone humide d'intérêt national située en Seine-et-Marne), offrant une cartographie de définition comparable à celle du Mos en précision typologique et géographique. De cette expérience généralisée à l'ensemble du territoire régional naîtra Écomos.

La première version exhaustive et détaillée d'Écomos réalisée sur le territoire régional francilien décrit la situation en 2000 et a été finalisée en 2004, après trois années de travaux.

Depuis, Écomos est utilisé régulièrement dans le cadre d'études d'aménagement du territoire.

Une deuxième version, s'appuyant sur des informations de 2008 (Mos et photographie aérienne) est en cours d'achèvement et de diffusion, en partenariat avec Natureparif.

## Affiner la nomenclature Corine Land Cover

D'un point de vue technique, Écomos est une base de données cartographique des milieux naturels en Île-de-France qui résulte de la synthèse de deux approches : le modèle européen de description de l'occupation du sol Corine Land Cover (CLC) et le mode d'occupation du sol (Mos), créé par l'IAU îdF.

En effet, Écomos réinterprète et décrit, selon la nomenclature CLC, les polygones cartographiés en espaces naturels par le Mos. Concrètement, ce sont les bois ou forêts, coupes ou clairières en forêts, prairies, eaux fermées, surfaces engazonnées avec ou sans arbustes et espaces ruraux vacants<sup>(1)</sup>, qui ont été réinterprétés.

Tout comme CLC, Écomos a été interprété à partir d'images satellites et de photos aériennes, en proposant une description des milieux plus affinée, jusqu'à 146 postes. La géométrie des polygones d'Écomos est conçue pour être compatible avec le Mos. Elle permet ainsi d'associer les deux bases pour une description complète des milieux urbains, des milieux naturels, et de leur relation.

La nomenclature établie pour Écomos 2000 a permis de renseigner 80 000 polygones.

(1) Ces postes correspondent à la nomenclature du Mos.

## Développer les niveaux de description

Écomos se décline en quatre niveaux de légende complémentaires et emboîtés (CLC3 à CLC6), qui complètent et s'inscrivent dans la nomenclature Corine Land Cover (trois niveaux : CLC1, CLC2 et CLC3). Le premier niveau d'Écomos reprend donc les 14 grands types de milieux naturels présents en Île-de-France parmi les postes du modèle européen CLC3.

En revanche, les cartographies d'Écomos au premier niveau et de CLC au niveau 3 ne sont pas équivalentes, car la précision géométrique est bien plus élevée dans Écomos (0,25 ha au lieu de 25 ha), qui offre une distinction de tous les milieux mélangés en parcelles homogènes de plus petite taille.

Dans les niveaux suivants, les postes sont encore plus détaillés :

- le niveau 4 (50 postes) informe sur le type de milieu physique (humidité, acidité) et biologique (végétation à callune, avec saules, etc.) et fournit également des données sur le niveau d'anthropisation des milieux ;
- le niveau 5 (96 postes) informe sur la structure des peuplements : niveau de recouvrement par les strates ligneuses (végétation basse, arbustes, arbres) et structures des forêts (dense, clair, jeune, ravagée) ;
- le niveau 6 est le plus détaillé avec 146 postes de légende et fournit des données sur l'environnement du site, c'est-à-dire s'il est anthropisé (par des infrastructures, des zones industrielles, etc.), ou s'il a conservé son aspect naturel (prairies en forêts, friches en terrain ouvert).

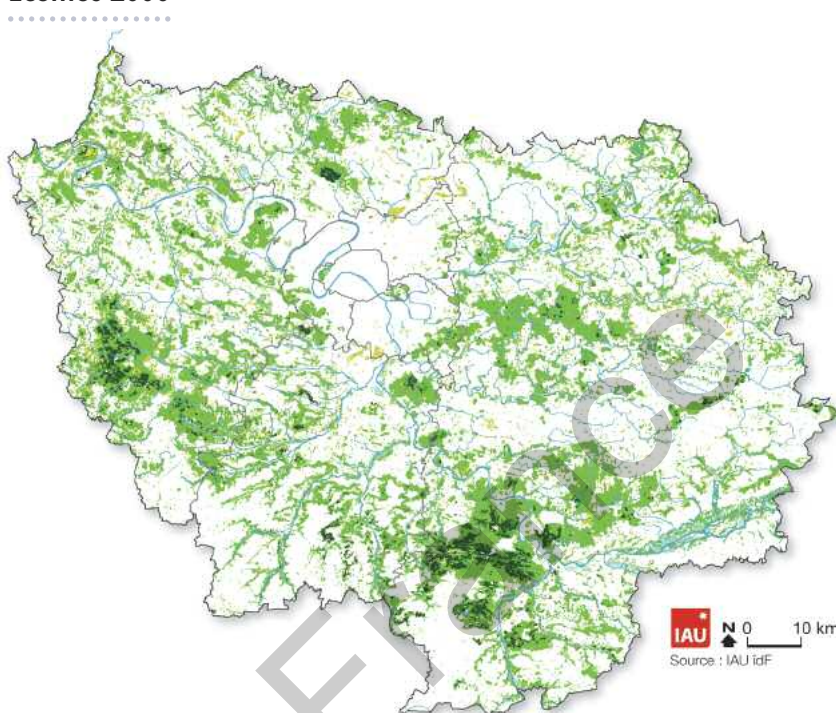
Grâce à cette nomenclature, des études peuvent être menées sur des milieux très spécifiques (optimisation de prospection de zones humides par la Société nationale de protection de la nature – SNPN –, par exemple).

## Étudier la présence et la répartition des milieux naturels

Une carte complète de l'Île-de-France selon Écomos 2000, au niveau CLC4, expose la répartition des principaux milieux naturels visibles à petite échelle dans la région.

Ainsi, les grands massifs forestiers apparaissent très nettement, comme Rambouillet et Fontainebleau. Cette vision est conforme à la réalité de l'occupation des milieux naturels, dominée en Île-de-France par les bois de feuillus à près de 75%. Les prairies, représentant près de 12% des espaces naturels, sont le deuxième poste de légende qui se remarque à cette échelle, avec les résineux. Inversement, des milieux de faible surface ne seraient repérables qu'en zoomant sur une petite zone, permettant l'affichage d'un plus grand nombre de détails, mais n'offrant plus la vision régionale. De plus, il faut noter que la méthode adoptée a tendance

## Diversité des milieux naturels Écomos 2000



à surreprésenter les milieux étendus, au détriment des milieux couvrant de petites superficies, comme les tourbières.

Afin d'appréhender la répartition géographique de chacun des milieux naturels franciliens et leur singularité, une approche par cartes statistiques de densité et de diversité de chacun des postes d'Écomos a été réalisée.

## Approcher la diversité des milieux Par commune

La diversité des milieux naturels peut être mesurée en calculant le nombre de postes de légende différents présents dans chaque commune. On observe la plus grande diversité dans les communes les moins urbanisées de grande couronne, et en dehors des plateaux de grandes cultures. Plus en détail, on retrouve l'arc majeur de la biodiversité en Île-de-France, passant par le massif forestier de Rambouillet et le Gâtinais. Par exemple, Fontainebleau et les communes limitrophes concentrent un très grand nombre de milieux naturels différents (entre 20 et 45). À l'opposé, la plupart des communes de proche couronne ne regroupent pas plus de dix milieux différents.

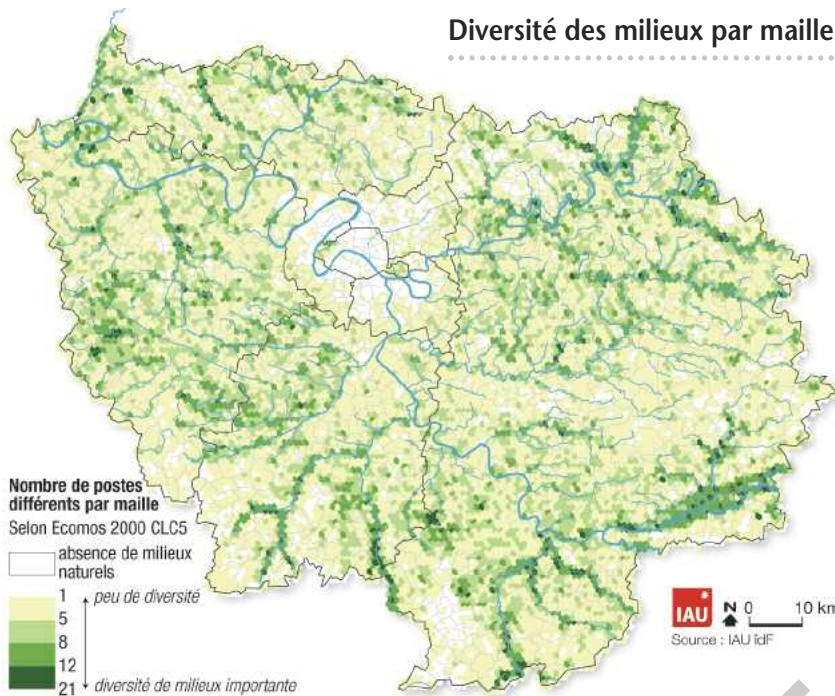
Cette diversité de milieux par commune d'Île-de-France peut être exploitée comme indicateur communal du patrimoine naturel. Cependant, il comporte un biais lié à la taille et à la forme des communes. Afin d'y remédier, un calcul de diversité par maille régulière doit être réalisé.

## Extrait de la légende Écomos de niveau 4

### Milieux herbacés et arbustifs

- prairie mésophile
- prairie humide
- friche herbacée
- pelouse calcaire
- pelouse sur sable
- lande à callune
- lande sur grès
- autres landes ou landes indifférenciées
- formations multistrates liées aux infrastructures ou installations
- friche sur ancienne terre agricole
- verger en friche
- prébois calcicole
- fourrés sur grès
- affleurement rocheux ou sableux
- végétation clairsemée
- végétation clairsemée sur grès

La légende de niveau 4 est organisée en trois types de milieux : forestier, humide, herbacé et arbustif. Ce troisième milieu est détaillé ci-dessus.



Prairie mésoxérophylle (semi-sèche) et corridor aquatique.

#### Par maille

Un traitement par maille<sup>(2)</sup> donne une vision plus exacte de la diversité des milieux naturels en Île-de-France et de leur répartition. On note qu'à cette taille de maille, Fontainebleau n'apparaît plus comme un centre important de diversité de milieux.

Cependant, cette carte apporte une vision originale, faisant ressortir, outre l'arc majeur de la biodiversité, les vallées de la couronne rurale, et particulièrement celles du nord-est (Ourcq, les Morin, Théroutanne).

#### Approcher la densité des milieux : un apport pour la trame verte et bleue

##### Densité des zones humides par maille

Les zones humides sont des écosystèmes particuliers<sup>(3)</sup>, intermédiaires entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Ces milieux fragiles sont devenus rares en Île-de-France et ont tendance à se banaliser. C'est pourquoi la détermination de leur densité de répartition sur le territoire francilien est si importante.

Ce type de représentation par densité est une des méthodes qui permet d'étudier les continuités écologiques que pourront emprunter les espèces animales et végétales inféodées à ces milieux. Les densités les plus élevées sont sans surprise le long des cours d'eau et, en particulier, dans La Bassée<sup>(4)</sup>. Il est intéressant de différencier les territoires dépourvus de zones humides, où le moindre corridor humide sera isolé, des grands secteurs à densité moyenne, susceptibles de présenter de multiples continuités écologiques.

La diversité des milieux humides peut être représentée de façon similaire.

#### Densité de chaque type de milieu naturel par maille

Les différents milieux naturels se développent selon des conditions édaphiques (relatives au sol), climatiques et hydriques particulières. Leur répartition sur un territoire comme l'Île-de-France dépend en premier lieu de ces conditions, mais aussi de perturbations liées à l'occupation humaine du territoire.

On peut ainsi calculer la densité de chaque type de milieu naturel au sein d'une maille, et la représenter cartographiquement afin d'approcher la rareté ou l'abondance de milieux et leur connectivité.

#### De multiples exploitations par des métiers divers

Avec près de dix années de recul, il apparaît qu'Écomos répond à de nombreux besoins :

- base de données ;
- atlas cartographique ;
- cartes avec traitements spécifiques (cartes de densité ou de diversité de milieux) ;
- analyse et/ou schématisation à différentes échelles (comme le schéma régional des continuités écologiques – SRCE –).

On peut faire état d'au moins trois types d'utilisations principales :

- la connaissance naturaliste (optimisation d'études de terrain et de prospection), ou l'apport de compléments sur des propriétés inaccessibles ;
- la conservation et/ou la gestion écologiques, comme les repérages nécessaires à la gestion et à la conservation des milieux, les porter à connaissance, les études d'impact, les études de zones humides liées à la loi sur l'eau, etc. ;
- l'élaboration de documents d'urbanisme (Scot, PLU), de trames verte et bleue, du SRCE, d'études de fonctionnalité de corridors biologiques, d'états initiaux de parcs naturels régionaux, de hiérarchisation d'enjeux écologiques prioritaires, etc., nécessitant une vision analytique des enjeux patrimoniaux, ainsi qu'une vision synthétique de la planification.

Au travers de ces multiples utilisations transparaît ainsi l'intérêt de nombreux acteurs pour Écomos : naturalistes de terrain, collectivités locales, conseil régional et organismes associés, services de l'État, parcs naturels régionaux, bureaux d'études, chercheurs, environnementalistes, urbanistes, etc.

(2) Ce calcul de diversité résulte du dénombrement de postes de niveau CLC5 différents, interceptés par chacune des mailles hexagonales d'1 km de large (soit 87 ha) d'une grille couvrant la surface régionale.

(3) Écomos décrit 17 postes de milieux humides au niveau 4 ; 31 au niveau 5 ; 44 au niveau 6.

(4) Les mailles les plus denses abritent entre 42,5 et 75,5 ha de zones humides. Inversement, les zones les moins denses sont situées en plaine et en contiennent moins de 3 ha par maille.

#### Webographie

- Descriptif d'Écomos : <http://www.iau-idf.fr/cartes/fiches-descriptives/ecomos.html>
- Note rapide n° 388, IAU idF, juin 2005, relative à Écomos : <http://www.iau-idf.fr/detail/etude/ecomos-2000-ou-la-cartographie-detaillée-des-milieux-naturels-en-ile-de-france.html>
- Atlas régional de l'Île-de-France. Les milieux humides selon Écomos 2000, IAU idF, décembre 2010 : <http://www.iau-idf.fr/detail/etude/atlas-regional-de-l-ile-de-france.html>
- Visiau Grand public : <http://sigr.iau-idf.fr/webapps/visiau/>
- Site Internet de Natureparif : <http://www.natureparif.fr/src>

# Caractériser l'environnement urbain à l'échelle de l'îlot

**Erwan Cordeau**  
IAU îdF



Les formes urbaines, expression des architectes et des urbanistes, évoluent avec l'histoire des villes. Encore récemment avec le Grand Paris ont émergé les projets les plus fous, transformant l'image des blocs urbains en jouant sur les hauteurs des constructions, la végétalisation et l'occupation des interstices. Avec une nouvelle approche à l'îlot, l'IAU îdF porte un regard neuf sur le Mos.

« Dis-moi quelle forme tu as, je te dirai qui tu es. »

Qu'est-ce qu'un îlot? Chacun délimite et représente l'espace selon son métier et ses objectifs. L'enjeu est donc de parler un langage commun.

Tandis que la lutte contre l'étalement urbain et la transition énergétique invitent à prôner des solutions de densification et d'intensification, l'exposition aux risques et aux nuisances ainsi que la vulnérabilité au changement climatique plaident plutôt en faveur de l'aération et de la respiration de nos villes. Pour apporter des réponses à ces orientations parfois contradictoires, l'IAU îdF a développé une couche d'information géographique sur la typomorphologie des îlots. La délimitation et la caractérisation des îlots morphologiques urbains – IMU –, en lien avec le Mos mais aussi la BD TOPO® de l'IGN et les fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques (DGFiP), ouvrent la voie à de multiples représentations et analyses statistiques pour étudier des évolutions des blocs urbains et modéliser la métropole. Appréhender finement les densités, l'hétérogénéité, la rugosité, la minéralité des îlots, en lien avec l'occupation du sol et les données sociodémographiques afférentes est en effet un préalable indispensable pour l'aménagement et la planification d'une métropole qui se veut durable.

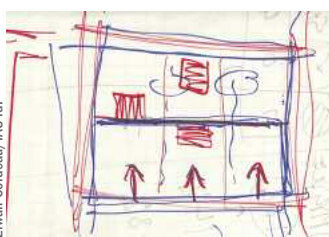
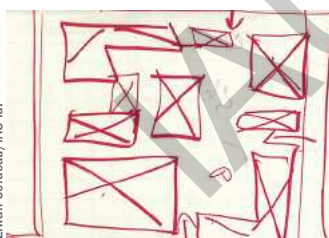
tionnalités du SIG et sur les données géographiques disponibles de référence (IAU îdF, IGN, DGFiP, Insee), régulièrement actualisées par ailleurs, était aussi un attendu. Dernier principe, celui de ne retenir que les données couvrant de manière exhaustive l'ensemble de la région. Ainsi la couche IMU garde une cohérence avec différents référentiels numériques, évite d'avoir à recourir à la numérisation, porte sur l'ensemble de l'Île-de-France et pourra être actualisée.

## Un îlot, des îlots : quelle définition ?

De l'île au lot, du tissu urbain au bâtiment, la notion d'îlot a constitué le premier objet de discussion. Il est clair que la représentation s'avère différente selon le métier, les habitudes de travail et les exploitations imaginées de prime abord. L'îlotier, le recenseur, l'urbaniste, l'aménageur, l'environnementaliste, etc., chacun dans son domaine, définissent les critères les plus pertinents qui font l'îlot. La division cadastrale, le macro-lot des opérations d'aménagement, l'îlot de recensement, l'îlot d'aménagement foncier et le registre parcellaire graphique sont autant de délimitations et de représentations de l'espace, et de ses éléments naturels et construits. Dans un registre plus urbain, au-delà de la division d'une ville, d'un quartier, en unités administratives, l'îlot peut aussi répondre à un mode opératoire comme dans le cas de l'îlotage, qui correspond aujourd'hui plus à un mode d'intervention renvoyant à un territoire spatialement limité dans lequel sont identifiées l'action et la présence d'un policier (parcours à pied, « connaî-

## À l'origine des IMU

La création de la couche IMU 2012 repose sur trois principes fondateurs : la transversalité, l'exhaustivité et la reproductibilité. Un groupe d'échanges transdisciplinaire de l'IAU îdF a travaillé aux délimitations et caractérisations espérées pour aboutir à un « îlot de compromis ». La mise au point d'une méthodologie entièrement automatisée, en s'appuyant sur les fonc-



Esquisses tirées de l'échange sur la représentation et la définition d'un îlot lors d'une séance du groupe transversal dédié à l'élaboration des IMU, à l'IAU îdF.

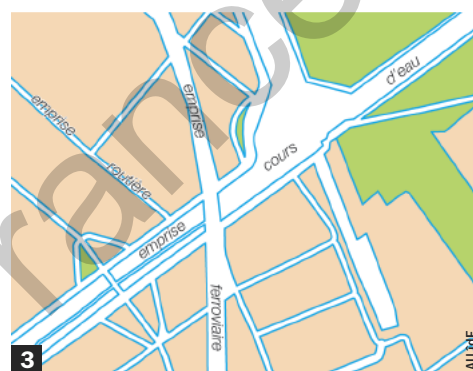
## Principe de délimitation d'un îlot morphologique urbain (IMU)



**1.** Fond : image orthophotographique montrant les différents îlots urbains de la ville.

**2.** Couche intermédiaire : IMU « jointif ». Les éléments de voirie et d'espaces publics sont intégrés à l'îlot. Le trait rouge passe au milieu des voies délimitantes : routes, voies ferrées, cours d'eau.

**3.** Couche finale des IMU. L'IMU correspond à une ou plusieurs parcelles cadastrales, hors voirie et espaces publics délimitants.



tre et se faire connaître»). Il peut désigner aussi l'unité géographique de base pour la statistique et la diffusion des recensements de la population (îlot Insee, iris...), ou encore une unité homogène d'occupation du sol comme l'îlot Mos.

Mais pour l'urbaniste, l'îlot urbain est apparenté au bloc ou pâté de maisons, à un ensemble restreint de bâtiments ou de parcelles non bâties entourées par des rues ou des avenues : l'îlot haussmannien, fermé et aux façades continues, constitue ainsi un exemple typique.

Le principe de découpage simple des IMU s'appuie sur le réseau de voirie principal issu de

la BD TOPO® 2011. Les couches d'information de l'IAU idF renseignant les voies ferrées et les cours d'eau ont également été mobilisées pour compléter le réseau viarie et établir ainsi les entités géographiques « îlot viarie ».

### Îlot rural versus îlot urbain

Dans certains cas, le découpage a dû être affiné. En effet, dans le tissu rural, un îlot pouvait être composé de maisons alignées sur une rue, avec leurs jardins et les champs situés au-delà. De manière similaire, dans le tissu urbain, certains îlots associaient des immeubles et le parc qui leur était contigu. Ainsi certains îlots viaries de plus de 5 ha ont été redécoupés grâce au Mos, en se fondant sur des regroupements typologiques permettant de distinguer les principaux contrastes morphologiques (champs libres/volumes bâtis, naturel/construit). Considérant que certaines entités faisaient néanmoins partie intégrante d'un îlot (comme un parc au sein d'une résidence), les entités d'espace ouvert dont la surface était inférieure à 1,5 ha et qui s'avéraient au contact ou intégrées au sein d'entités bâties ont finalement été réintégrées dans l'îlot les englobant (un « cœur d'îlot »).

Ultime étape nécessaire à la constitution des IMU finaux : les emprises de voies publiques (routes, voies ferrées, cours d'eau) ont été retirées. Cette opération se traduit par le passage d'une couche où l'ensemble des îlots était jointif à une couche où chaque îlot épouse les contours d'un ensemble de parcelles.

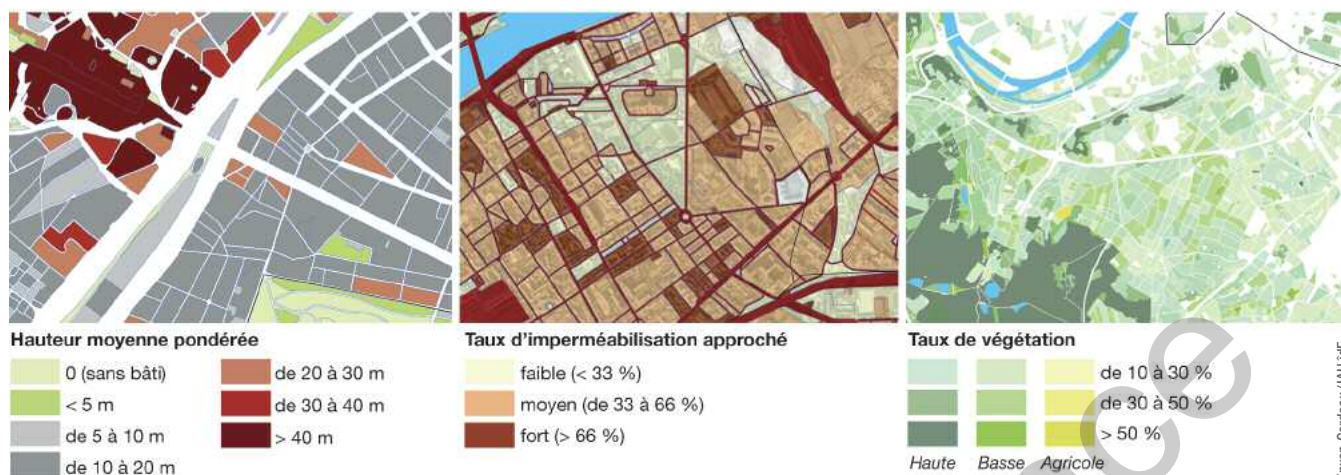
Exemples de contours d'îlots : les îlots récomposés à partir du Mos sont au nombre de 35 339 pour Paris et la petite couronne. Sur ce périmètre, la division cadastrale compte 24 000 entités, les iris (îlots regroupés pour des indicateurs statistiques) de l'Insee sont au nombre de 5 261 entités en 2008, et les îlots IMU totalisent 39 238 entités.



grille 250 m Iris Imu parcelle



## Exemples de variables d'appréciation de la morphologie des IMU



La morphologie des IMU pourra donc être hétérogène, de par les arbitrages méthodologiques qui ont conduit à leur délimitation. La question de l'homogénéité renvoie à celle de la finesse du découpage et l'hétérogénéité d'un îlot est en soi déjà une caractéristique intéressante. C'est par exemple souvent l'un des critères déterminants pour identifier les secteurs les plus à même de muter.

### Caractérisation de l'IMU : pour quelles exploitations ?

Les caractéristiques telles que les formes et fonctions urbaines sont déterminées de façon systématique pour chaque entité IMU afin de proposer une typologie morphologique des îlots. Près d'une quarantaine d'indicateurs sont calculés *via* des croisements géographiques avec les données numériques de référence et, principalement, la BD TOPO® 2011 de l'IGN pour la volumétrie du bâti (hauteur, surface), le Mos 2012 de l'IAU îdF pour l'occupation du sol dominante, les fichiers fonciers 2011 de la direction générale des finances publiques (DGFIP) pour la propriété foncière et les époques de construction, l'Ortho Infra-rouge 2008 de Tele Atlas pour l'indice de végétation, Densibati 2009 pour la population des ménages, Altares 2013 de l'Insee pour la localisation des emplois. En outre, un indicateur synthétique, déterminé à partir des caractérisations précédentes, exprime une classification typomorphologique rendant compte de la rugosité urbaine et de l'occupation du sol simplifiée de chaque îlot. Qui s'intéresse à la problématique de densification dispose aujourd'hui d'indicateurs permettant de mieux appréhender les densités et les formes urbaines, comme la densité bâtie (surfaces de m<sup>2</sup> plancher rapportées à la surface de l'îlot), la densité résidentielle (logements/ha), mais aussi la densité volumique et le coefficient d'emprise au sol (CES) pour se représenter la rugosité urbaine des îlots :

la compacité, tant horizontale que verticale, et la hauteur moyenne pondérée (bâti/végétation). Qui s'intéresse aux questions de qualité de vie peut travailler à partir des caractéristiques de minéralité et de porosité naturelles des îlots (taux d'imperméabilisation approché, taux et type de couverture végétale, CES...), et d'occupation du sol et de présence humaine (densité de population et d'emploi, occupation du sol dominante et son indice d'hétérogénéité...). L'IMU offre la possibilité d'apprécier l'hétérogénéité du Mos à une échelle qui fait sens : celle du pâté de maisons. La plus ou moins grande variété d'occupation du sol au sein de ces îlots est un marqueur de diversité, de mixité fonctionnelle et de qualité de vie. Mos et IMU trouvent ici une complémentarité évidente.

Qui s'intéresse à l'architecture peut combiner les indicateurs de densité et d'occupation du bâti, avec les indicateurs d'ancienneté du bâti (époques de construction des bâtiments les plus anciens et récents de l'îlot).

### Les IMU ont de l'avenir

Les utilisateurs, seuls, nous diront l'étendue et le champ des exploitations que l'on peut faire de cette première couche d'information géographique IMU 2012 dédiée aux îlots. À titre d'exemple, une utilisation déjà envisagée est l'identification des zones sujettes à l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU), en qualifiant au préalable les IMU selon la classification internationale pour le climat des « Local Climat Zone » (LCZ). En facilitant la définition des typologies architecturales et climatiques, l'évaluation des secteurs de mutation, le suivi des évolutions de la morphologie des tissus urbains constitutifs de la métropole, la couche IMU se révèle être un véritable support d'analyse et d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'une densité soutenue et acceptable, facteur de lien social, de pratiques urbaines et de durabilité.

La couche IMU offre plusieurs variables d'appréciation de la typomorphologie des îlots : la hauteur moyenne, le taux d'imperméabilisation et l'indice de végétalisation en fonction du type de couvert (végétation arborée, herbacée et agricole) en font partie.

# Modéliser les risques majeurs en Île-de-France

Simon Carrage  
Ludovic Faytre  
IAU îdF



À Paris, l'inondation des voies sur berges est un phénomène récurrent.

La situation de l'Île-de-France, à la confluence d'un important réseau hydrographique, l'expose à de forts risques d'inondation. Environ un tiers des communes franciliennes est menacé à des degrés divers par des crues provoquées par le débordement direct des eaux de rivières. À côté de ces phénomènes de grande ampleur, certains territoires peuvent être affectés plus localement par d'autres risques : inondations par ruissellement pluvial (épisodes orageux), mouvements de terrain liés à la présence d'anciennes carrières ou à des phénomènes de retrait-gonflement des argiles, consécutifs à des périodes de sécheresse prolongée, etc. La présence de grands sites industriels, mais aussi les flux élevés de matières dangereuses, exposent aussi l'Île-de-France à des risques technologiques majeurs.

Le risque se définit comme la combinaison de l'aléa (la source du risque) et les enjeux exposés (humains, socio-économiques, environnementaux, etc.). Ainsi, le niveau de risque croît d'autant plus que l'aléa est élevé et/ou que les enjeux exposés augmentent.

## Le Mos pour qualifier les enjeux et leur évolution

En Île-de-France, la densité urbaine, l'importance des biens pouvant être atteints, les conséquences possibles sur le fonctionnement de l'ensemble de l'agglomération rendent particulièrement sensible et nécessaire la prise en compte de ces risques majeurs dans la politique d'aménagement et de mise en valeur du territoire.

Outre la dimension humaine, les catastrophes naturelles et technologiques entraînent des coûts de réparation des dommages considérables et en constante augmentation.

Les mesures de prévention des risques s'appuient sur la connaissance de l'aléa, sa représentation cartographique, et l'analyse des enjeux. Des éléments fondamentaux pour la mise en œuvre d'une politique d'aménagement durable.

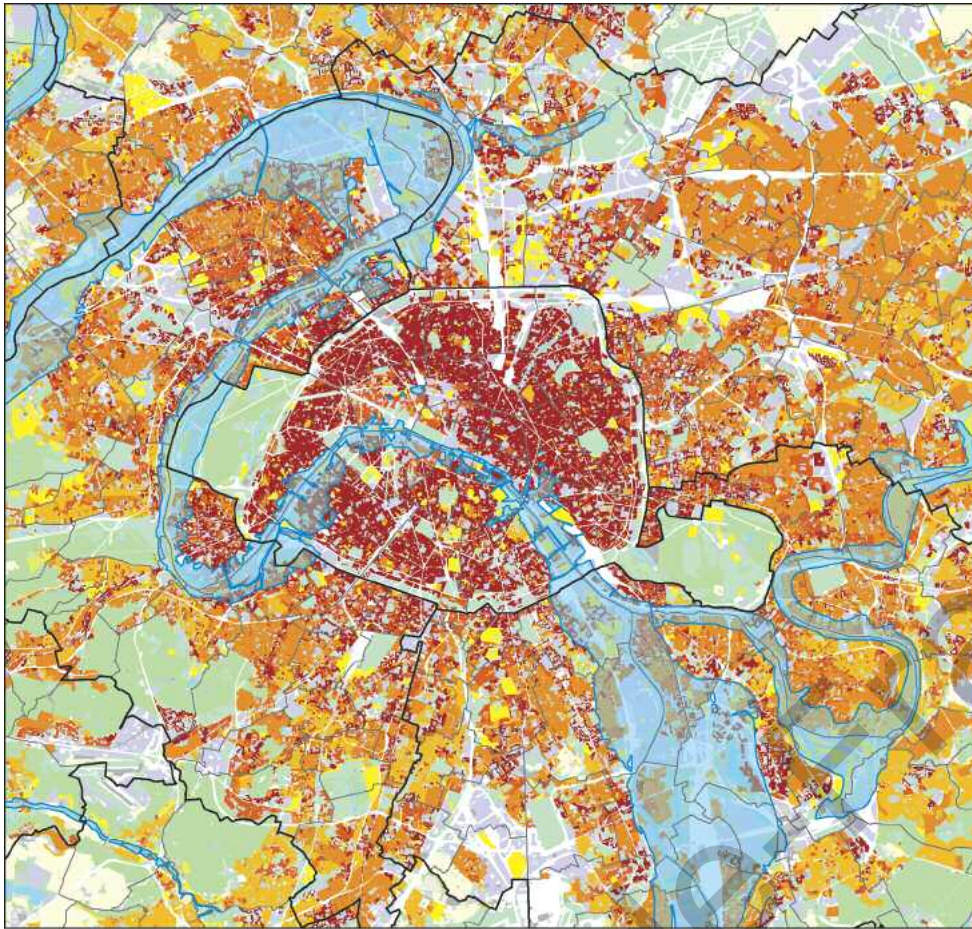
L'exploitation des données du système d'information géographique régional (SIGR) permet de caractériser la population et les biens exposés aux différents aléas sur un territoire. De nombreux indicateurs sont notamment produits à partir du mode d'occupation du sol (Mos) et de ses déclinaisons (Évolumos, Densimos, Densibati, etc.). Le croisement avec le Mos permet ainsi d'estimer les surfaces, mais aussi le type d'urbanisation (habitat, activités, équipements, infrastructures et réseaux) dans une zone vulnérable. L'évolution de l'urbanisation et la caractérisation des mutations urbaines peuvent en outre être observées par comparaison avec les versions plus anciennes. La couche Densimos est issue du croisement des données de l'Insee avec celles du Mos. La population (RGP) est répartie selon des critères statistiques correspondant aux différentes classes de l'occupation du sol, la couche Densibati redistribuant ces données de population sur les éléments « bâti » de la BD TOPO® de l'IGN. Les populations potentiellement exposées à un phénomène, par catégories de logement (individuel, collectif), et les évolutions entre deux recensements peuvent ainsi être estimées.

Pour améliorer la connaissance de ces enjeux, l'IAU îdF a engagé, à l'échelle du territoire régional, la collecte et l'intégration des différentes données relatives à la connaissance des risques majeurs, avec un accent particulier sur les inondations, principal risque. C'est ainsi que, dès le début des années 2000, le Mos a révélé l'importance des enjeux urbains dans les zones

Simulation 3D d'une inondation à Issy-les-Moulineaux.



<http://youtu.be/WhT8tM3ABs8>



La densité de population dans les zones inondables du cœur de métropole



exposées en Île-de-France, avec la publication des premières cartes numérisées des zones inondables – les plus hautes eaux connues (PHEC). Mais c'est surtout la mise en œuvre des plans de prévention des risques (PPR inondations, mais aussi mouvements de terrain et technologiques), avec la construction de cartes de zonages d'aléas beaucoup plus précises (à des échelles du 1/2 000 au 1/5 000), qui a permis d'affiner fortement la connaissance des risques.

### Une forte exposition du territoire francilien aux risques d'inondation

L'implantation d'activités humaines en zone inondable constitue le facteur directement responsable du caractère catastrophique d'un événement. L'analyse de l'occupation du sol des quelque 46 300 ha exposés aux inondations permet d'apprécier l'importance des enjeux humains. Le taux d'urbanisation par les espaces construits, les infrastructures de transport, les espaces urbains ouverts, etc., des zones exposées est de 37,7%. Ce taux d'urbanisation, déjà élevé à l'échelle régionale, masque d'importantes disparités entre les territoires. Si en Seine-et-Marne, moins de 17% de la zone inondable sont urbanisés, ce taux atteint plus de 95% dans le cœur d'agglomération.

Près de 10 200 ha (22%) sont occupés par les espaces « construits » : habitat collectif et indi-

viduel, équipements (enseignement, santé, services publics), activités, etc. C'est sur ces espaces construits, les plus vulnérables à une montée des eaux, que pèse la plus grande partie des dommages. Dommages directs liés aux atteintes aux bâtis, aux mobiliers, aux réseaux (eau, électricité, déchets...), aux pertes d'exploitation liées à la cessation temporaire des activités, mais aussi dommages indirects liés par exemple aux coûts de relogement des populations.

Les espaces strictement dédiés à l'habitat, individuel et collectif, occupent en 2008 plus de 6 000 ha. Il s'agit du premier poste d'urbanisation en zone inondable. Leur part dans les surfaces exposées apparaît particulièrement élevée en petite couronne : supérieure à 35% en moyenne, atteignant même près de 40% dans le Val-de-Marne. La population menacée en Île-de-France, estimée à partir de Densimos, reflète l'importance des enjeux urbains. Près de 830 000 habitants (2006), soit 7,2% de la population francilienne, sont directement menacés par une crue d'occurrence centennale. Les trois quarts (636 000 habitants) s'inscrivent dans les territoires densément peuplés de la petite couronne.

Historiquement, les vallées ont formé les axes préférentiels du développement urbain et économique de l'agglomération parisienne. Les espaces dédiés aux activités économiques occupent en

2008 plus de 2900 ha (6,3% des zones potentiellement exposées), dont plus de la moitié dans la petite couronne. Certains territoires économiques majeurs sont particulièrement exposés : le secteur Seine amont dans le Val-de-Marne, la boucle de Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine, les berges de Seine à Paris (Seine rive gauche). Ces espaces se répartissent principalement entre des zones d'activités, de grandes emprises industrielles ou des activités en tissus urbains mixtes, mais aussi, à un niveau moindre, dans des immeubles de bureaux et des emprises logistiques ou commerciales. Les établissements d'enseignement et de santé, qui accueillent une part importante de l'emploi public régional, représentent quant à eux près de 375 ha. Au total, plus de 50 000 établissements et 600 000 emplois sont directement concernés.

### Une augmentation constante des enjeux

Au-delà de l'importance de l'exposition des personnes et des biens, l'utilisation du Mos et de ses produits dérivés a révélé une augmentation constante, depuis une trentaine d'années, des enjeux humains et économiques en zones inondables, résultats à la fois des phénomènes d'extension et de renouvellement urbains.

Entre 1982 et 2008, près de 1445 ha ont été urbanisés dans les zones inondables, se répartissant entre espaces construits (669 ha), majoritairement à destination de l'habitat, espaces ouverts urbains (559 ha) et infrastructures de transport (217 ha). Cette pression s'est exercée essentiellement en grande couronne, aux dépens d'espaces ouverts, agricoles et naturels. Dans la petite couronne, déjà très urbanisée au début des années 1980, le bilan de l'urbanisation nouvelle se porte à 90 ha, très majoritairement au profit d'espaces construits (70 ha).

Avec 203 ha, dont 184 ha d'espaces construits sur la période 1999-2008, le rythme de l'urbanisation nouvelle apparaît cependant en diminution sensible par rapport aux deux décennies précédentes. Même si ce rythme reste encore élevé, on peut y voir le résultat de la mise en œuvre progressive, depuis le début des années 2000, des plans de prévention des risques inondations (PPRI), qui visent à maîtriser l'urbanisation nouvelle en zone inondable et à préserver les champs d'expansion des crues.

À ces extensions urbaines s'ajoutent, sur la même période de trente ans, 2600 ha<sup>(2)</sup> de zones déjà urbanisées qui ont muté (de l'activité vers de l'habitat, d'espaces ouverts urbains vers des équipements...), ou qui se sont renouvelées, essentiellement dans le cœur de l'agglomération. Confrontée à la forte demande de logement, à la rareté des espaces disponibles, à la pression foncière, etc., la requalification de nombreux territoires passe, dans un contexte

de désindustrialisation progressive, par la mutation d'anciens sites industriels et la reconstruction de zones d'habitat et d'équipements. Plusieurs centaines d'hectares sont concernés en Île-de-France, dont une grande partie en proche couronne notamment, qui s'inscrit le long de la voie d'eau, sites historiques du développement industriel passé.

### Un outil de suivi-évaluation

En matière économique, le Mos trouve aussi son application dans l'évaluation des dommages à l'échelle de grands territoires. L'outil de modélisation Alphée, développée par l'établissement public territorial de bassin (EPTB) Seine Grands Lacs à la fin des années 1990, et réactualisé en 2010, s'appuie largement sur le Mos pour estimer, selon différents scénarios de crue, le coût de dommages par grands postes : habitat, activités, infrastructures, agriculture, etc. La réduction des enjeux dans les zones à risques, la mise en œuvre d'actions pour diminuer la vulnérabilité des biens existants, la préparation à d'éventuelles situations de crise passent par la sensibilisation et le partage d'une culture du risque par l'ensemble des acteurs locaux (élus, décideurs, techniciens, acteurs économiques) ainsi que par la population. À ce titre, la diffusion de l'information est l'un des éléments importants de la politique de prévention des risques. Développé par l'IAU idF depuis plusieurs années, Visiau Risques, outil de consultation et de partage de l'information dédié aux risques majeurs, vise à cette sensibilisation en publiant de nombreux indicateurs d'expositions multirisques, à l'échelle communale, issus de l'exploitation du Mos.

L'amélioration de la connaissance de la vulnérabilité des enjeux économiques et humains exposés aux risques d'inondation figure aussi parmi les principaux objectifs affichés par le plan de gestion des risques d'inondation, mis en œuvre dans le cadre de la directive inondation. Alors que doit s'engager l'élaboration des stratégies locales à l'échelle des territoires à risques importants (TRI), le Mos devrait pouvoir constituer un support pour le suivi et l'évaluation des actions et politiques mises en œuvre, et notamment celles relatives aux outils réglementaires de maîtrise de l'urbanisation élaborés par les PPR. La possibilité de croiser le Mos avec d'autres données géographiques existantes toujours plus précises (BD parcellaire®, fichiers fonciers de la DGFIP/Mise à jour de l'information cadastrale), ou à créer (Densimétrie sur le modèle de Densimos), renforce encore l'intérêt de son utilisation.

(2) Ce chiffre est un minimum, les phénomènes de densification (poste pour poste) sur un intervalle de temps court étant difficiles à analyser via le Mos.

Visiau Risques



Lien raccourci : [bit.ly/visiaurisque](http://bit.ly/visiaurisque)

# Localiser la population au bâtiment avec Densibati

Régis Dugué  
Philippe Louchart  
IAU îdF



Les données d'occupation du sol et celles du recensement de la population sont croisées afin d'évaluer les densités humaines.

Où observe-t-on les plus fortes carences en équipements, les plus fortes densités d'habitat ou les plus fortes disparités? Quelle est la population concernée par une crue? Combien de personnes résident à moins de 500 m d'une gare, vivent le long de tel axe routier? Il devient de plus en plus impératif de connaître finement la localisation de la population et les différents profils qui la composent: résidents des logements individuels ou collectifs, populations des ménages ou hors ménage, etc. La montée des enjeux de localisation fine des logements et des habitants est allée de pair avec une évolution paradoxale: alors que les bases de données géographiques (bâti, cadastre, occupation du sol) s'amélioraient et que leur diffusion s'élargissait, la répartition géographique de la population était disponible avec une imprécision croissante.

La nouvelle méthode de recensement a en effet conduit l'Insee à abandonner, depuis 1999, toute diffusion d'information standardisée à l'échelle des îlots pour privilégier l'échelle plus agrégée des iris (îlots regroupés pour des indicateurs statistiques, dont la plupart comprennent entre 2 000 et 5 000 habitants). Face à ce paradoxe, l'IAU îdF a dû adapter la conception de ses bases de données localisées de logements et de population.

Dès sa création en 1982, le Mos a permis d'affiner la ventilation des chiffres de population sur les surfaces habitables. Les postes de l'habitat associés à certains postes d'activité (concierge dans les lycées, etc.) avaient ainsi été identifiés

Emprise au sol du pavillonnaire, volume et capacité de l'habitat collectif, surface des équipements culturels, de santé ou de loisirs issus du Mos, estimation des logements et de la population autour d'un axe, d'un point, ou dans n'importe quel périmètre... Depuis 2006, l'IAU îdF a développé sa méthodologie et a abouti à une localisation à l'échelle du bâtiment des morphologies urbaines et de leurs composantes démographiques sur l'ensemble de l'Île-de-France.

comme résidentiels. L'expertise de l'institut permettait d'appliquer des densités différentes en fonction de la morphologie de l'occupation du sol, pour l'habitat individuel ou collectif.

## La localisation de la population à une échelle infra-îlot

Des densités moyennes issues d'un premier calcul dans les îlots purs (ne comportant qu'un seul type d'habitat) étaient appliquées dans ces îlots. Ces densités-références étaient analysées et utilisées comme pondération dans les îlots hétérogènes.

La lecture croisée de l'occupation du sol et des données du recensement de la population par îlot permettait à l'IAU îdF une meilleure localisation du logement et de l'habitat sur le territoire communal, et évitait d'affecter la population dans des morphologies urbaines non compatibles.

Depuis 2006, et bien que l'iris soit devenu la brique de référence en matière de diffusion de données infracommunales, l'IAU îdF a continué à utiliser les données à l'îlot du recensement de 1999 (population des ménages, population hors ménage, logements occupés, logements inoccupés et taille des ménages, principalement), chaque fois que cela faisait sens, en particulier lorsque le Mos ne signalait aucune évolution du cadre bâti depuis 1999. Dans ce cas, la géographie actuelle des logements au sein des iris apparaît plus précise en utilisant les données à l'îlot de 1999 en plus du Mos.

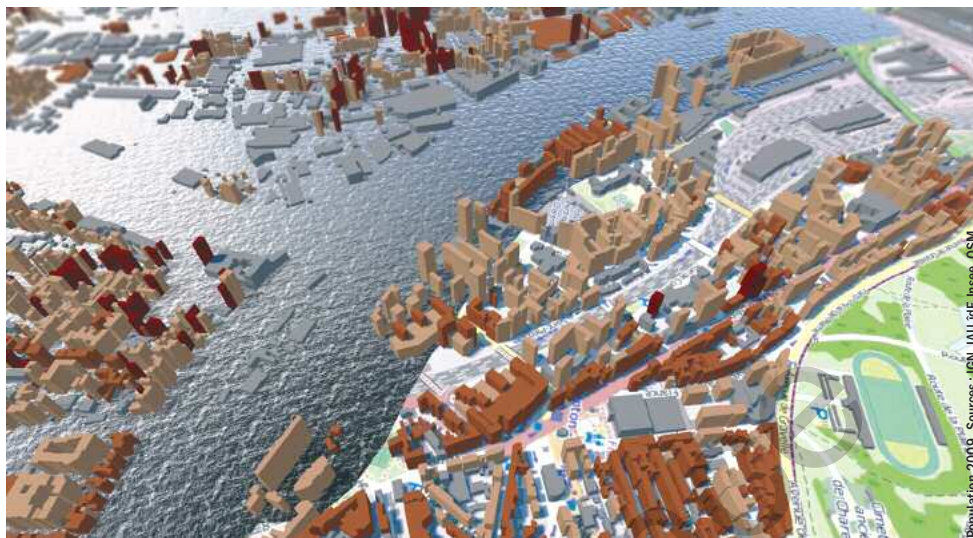
### Méthodologie de ventilation de la population

Le principe global a été de commencer par ventiler les logements sur le bâti puis, dans un second temps, d'estimer la population qui y réside.

Le bâti de type « maison individuelle ou maison de ville » est identifié en croisant le bâti issu de la BD TOPO® avec le nombre de parcelles cadastrales et les postes du Mos relatifs à l'habitat individuel et à l'habitat continu bas, voire à l'habitat autre, en ne retenant que les bâtiments de moins de trois étages. Le programme met en concordance le nombre de logements individuels issus du recensement avec le nombre de bâtiments individuels préalablement identifiés. La principale difficulté est d'éliminer les dépendances.

L'exercice est ensuite mené pour l'habitat collectif en répartissant le nombre d'appartements recensés par iris ou par commune en 2008, soit uniquement au prorata des surfaces de plancher estimées lorsque le Mos a varié entre 1999 et 2008, soit en tenant compte aussi du nombre de logements recensés par îlot en 1999 au sein de chaque iris, lorsque les postes Mos habitat n'avaient pas évolué entre 1999 et 2008. Le nombre total de logements estimés est mis en concordance avec le nombre de logements recensés : soit en remettant à zéro autant de bâtiments/polygones que nécessaire pour enlever les logements en trop, en écartant alors systématiquement ceux dont la surface de plancher est la plus faible ; soit, lorsque les densités sont trop fortes, en mobilisant d'autres postes Mos que des postes d'habitat : équipement, administration, santé, école. Les densités de population de plus de six habitants pour 100 m<sup>2</sup> plancher sont corrigées, la population des ménages et les logements sont réattribués à des éléments sous-densifiés.

À l'inverse, des éléments abusivement considérés comme trop petits peuvent avoir fait l'objet d'une réaffectation ultérieure de population des ménages et de logements, si les vérifications faites sur l'orthophotographie confirmaient la présence d'habitation. Les populations hors ménage (services de moyen ou long séjours, communautés religieuses, foyers étudiants, établissements sociaux de court séjour, etc.) sont ventilées sur les postes Mos correspondant au prorata des surfaces bâties correspondantes. Les populations des prisons et des casernes ont été affectées directement au bâtiment préalablement repéré. Les populations mobiles (sans abri de la rue) et les autres catégories de communautés ne sont pas localisées.



Les estimations de la population exposée à une crue centennale à la confluence de la Seine et de la Marne.

### La localisation de la population au bâti

La mise à disposition récente du référentiel à grande échelle par l'IGN, dans le cadre de sa nouvelle politique de diffusion auprès des organismes publics et des agences d'urbanisme, a permis d'affiner un peu plus cette répartition, notamment dans les espaces collectifs, dont la densité calculée ne dépendait que des surfaces Mos sans pondération par la hauteur ou la densité du bâti.

Dès 2006, la hauteur des bâtiments et leur emprise au sol disponibles dans la BD TOPO® ont permis une meilleure répartition dans l'espace du logement et de la population. Le nombre d'étages est, en effet, déduit de la hauteur des bâtiments pour estimer la surface plancher de bâtiment. Les subdivisions élémentaires des bâtiments de la BD TOPO® sont évaluées à partir des sections cadastrales et du nombre de parcelles.

Le Mos permet d'affecter une typologie aux bâtiments de l'IGN vierges de vocation. La méthodologie mise en place depuis les années 1980 est valorisée dans ces couches de bâtiments.

La localisation fine des logements et de la population au bâtiment est ainsi née, fruit du croisement de ces bases et de l'expertise des démographes et géomaticiens de l'IAU idF

### Les limites de Densibati et les pistes d'amélioration

La relative précision géographique des données proposées ne doit pas faire oublier qu'il s'agit d'estimations qui peuvent lisser la réalité, en particulier dans les iris hétérogènes, soit en termes d'occupation du sol, soit dans l'usage résidentiel ou non du bâti. Dans l'haussmannien parisien, où les bureaux côtoient les logements, le Mos peine à les différencier. Dans ce type d'iris, la population est répartie sur l'ensemble du bâti haussmannien.

Lorsque le parc inoccupé a fortement évolué dans un iris, il n'est pas possible de répertorier avec précision les îlots concernés. La variation a été répartie dans ce cas au prorata des logements inoccupés dans chaque îlot en 1999, ou du parc total estimé en 2006 à l'îlot, selon les cas.

Des pistes exploratoires sont à l'étude en mobilisant d'autres bases de données géographiques comme le répertoire d'immeubles localisés (RIL), utilisé pour organiser chaque année le recensement de la population dans les communes de 10 000 habitants ou plus. Cependant, les limites de diffusion et d'exhaustivité du RIL (les communes de moins de 10 000 habitants ne sont pas couvertes) sont un frein à la généralisation de l'outil à l'échelle régionale, et ne permettront sans doute d'affiner notre méthodologie que sur les communes couvertes par le RIL.

La population et les autres données estimées par l'Insee à la maille (200x200 m) pourront peut-être constituer un appui complémentaire dans la répartition de la population et des logements dans toutes les communes non découpées en iris.

L'exploitation des fichiers fonciers est plus prometteuse, mais, avec des contraintes géographiques fortes, l'exhaustivité n'est pas parfaite. Le déclaratif sur le nombre de logements, les surfaces plancher, la vacance, et le code Nace des activités (nomenclature d'activités européenne) devraient permettre d'affiner la méthodologie aussi bien pour la population des ménages que pour celle hors ménage.

# Histoire et prospective avec le projet Muscade

Marion Bonhomme<sup>(1)</sup>  
Valéry Masson<sup>(2)</sup>  
Vincent Viguié<sup>(3)</sup>



La tendance globale du réchauffement climatique se trouve renforcée en ville par le phénomène d'îlot de chaleur, très lié aux formes urbaines. À travers plusieurs scénarios, Muscade se propose, en s'appuyant notamment sur le Mos, de modéliser l'agglomération parisienne de 2100. L'objectif est d'identifier des leviers d'action réglementaires, énergétiques et d'aménagement pour réduire les impacts du changement climatique.

Le caractère minéral du bâti a une incidence sur le climat local : le soleil chauffe les surfaces construites, produisant des îlots de chaleur urbains. La végétalisation des façades et des toitures pourrait contribuer à rafraîchir les villes.

Les villes sont au premier plan des enjeux climatiques, et ce dans leurs multiples dimensions. L'urbanisme ainsi que l'architecture des bâtiments qui le composent influent en effet de manière importante sur les émissions de gaz à effet de serre, *via* les consommations d'énergie liées au chauffage et au transport. Ces consommations ont également une incidence sur le climat local par la formation d'îlots de chaleur urbains. En outre, les modifications structurelles de la ville sont soumises à une forte inertie, ce qui oblige à raisonner, à l'instar du changement climatique, à l'échelle du siècle.

Dans ce contexte, quelles sont les mesures qui auront un effet significatif sur le climat urbain et la consommation d'énergie des bâtiments d'une ville : l'application du Grenelle de l'environnement concernant les bâtiments et l'énergie ? La production d'énergie locale ? Les usages énergétiques ? Le verdissement de la ville ? La végétalisation des toits ? La forme urbaine ? Les avancées technologiques ?

Muscade étudie les interactions entre ces différents processus et propose des stratégies d'adaptation qui mettent en perspective la consommation énergétique de la ville et ses capacités de production d'énergie. En se plaçant à l'échelle du siècle, ce projet vise ainsi à apporter des éléments d'évaluation aux décideurs urbains, qui doivent bâtir la ville durable de demain.

## Verrous scientifiques et enjeux de l'étude

La problématique de l'adaptation future de la ville au changement climatique, tout autant

que la question de la ville durable, ont exigé de lever deux verrous scientifiques majeurs. Le premier est la nécessité d'aborder des champs scientifiques très différents, du fait de la nature complexe de la ville : une approche par des climatologues seuls laisserait de côté de nombreux aspects. Ainsi, le projet a fait appel aux travaux d'économistes, architectes, géographes, météorologistes et spécialistes du bâtiment.

Le Mos a joué un rôle dans cette osmose, en permettant, par sa description typologique fine du tissu urbain, de faire le lien entre les données de nature différente utilisées par les partenaires de ce groupe de travail. Il a notamment permis de faire dialoguer les données de l'Insee, utilisées par les économistes et les géographes impliqués, avec des données fines sur les types de matériaux de toitures, par exemple, utilisées par les météorologistes. Une « carte » de l'agglomération parisienne actuelle a pu être établie, qui sert de base aux projections d'expansions urbaines.

Elle permet également de décrire des éléments architecturaux nécessaires aux outils numériques, qui calculent les impacts en

(1) Marion Bonhomme est enseignant chercheur au laboratoire de recherche en architecture (LRA) de l'université de Toulouse.

(2) Valéry Masson, CNRM-Game (URA CNRS et Météo-France) est responsable du groupe de recherche en climat urbain à Météo-France.

(3) Vincent Viguié est ingénieur des Ponts et Chaussées et chercheur au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (Cired).

### Le projet Muscade

Le projet Muscade aborde la « modélisation urbaine et les stratégies d'adaptation au changement climatique pour anticiper la demande et la production énergétiques ».

Il a bénéficié d'une aide de l'Agence nationale de la recherche et réunit dans un partenariat interdisciplinaire :

- **le Game** : groupe d'étude de l'atmosphère météorologique (modélisation du climat urbain) ;
- **le CSTB** : Centre scientifique des techniques du bâtiment (conception technique des bâtiments) ;
- **le Cired** : Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (modélisation socio-économique de l'expansion urbaine) ;
- **LRA-Grecau** : groupe de recherche environnement, conception architecturale et urbaine (architecture, énergie et développement urbain durable) ;
- **le Liens** : Littoral, environnement et sociétés (évolution des villes) ;
- **l'Apur** : Atelier parisien d'urbanisme ;
- **l'IAU îdF** : Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France.

termes de consommation d'énergie, de micro-climat urbain et d'îlots de chaleur.

La deuxième difficulté à lever est l'échelle de temps des processus en jeu. Les études prospectives menées habituellement par les acteurs urbains couvrent en général dix ou vingt années. Dans ce cadre d'étude, il faut considérer une échelle temporelle bien plus longue : celle du siècle !

Le réchauffement climatique persistera et s'accroîtra même dans le siècle à venir, plus ou moins, certes, selon les politiques mondiales de réduction de gaz à effet de serre déployées. Mais un autre élément évolue aussi lentement : la ville elle-même. Une majeure partie des bâtiments présents en 2100 dans l'agglomération parisienne sont déjà construits ou le seront bientôt. Modifier les formes urbaines prend donc du temps, beaucoup de temps.

### L'évolution de l'occupation du sol pour l'étude du climat urbain

L'analyse fine de l'occupation du sol et de son évolution est le socle des études en climat urbain et en énergétique. En effet, l'îlot de chaleur urbain prend naissance du fait de la présence de matériaux urbains en lieu et place de surfaces naturelles : le jour, le soleil chauffe fortement les pierres, briques, surfaces bitumées, etc. (il suffit de poser la main sur un mur en fin d'après-midi pour s'en rendre compte). Cette chaleur est rendue à l'atmosphère la nuit, empêchant ou limitant le refroidissement de l'air. L'effet sera d'autant plus important que les surfaces sont imperméabilisées et les bâtiments hauts. L'autre bénéfice d'une description fine de l'occupation du sol concerne les calculs de consommation énergétique : il est en effet nécessaire de connaître le type de bâtiment à diagnostiquer, et ce sur l'ensemble de la ville.

### Méthodologie de simulation de l'expansion urbaine et de ses impacts

Étant donné l'échelle de temps considérée, les modèles d'expansion basés sur des extrapolations

d'enquêtes et de données spatiales du passé montrent leurs limites. C'est aussi le cas pour les modèles statistiques de consommation d'énergie (supposant à la fois climat présent et techniques constructives actuelles). Pour réaliser les simulations, le choix s'est donc porté sur des outils numériques basés sur des processus physiques et socio-économiques. Le modèle numérique d'impact énergétique et de micro-climat est TEB (Town Energy Balance), développé par Météo-France et le CNRS. L'expansion quant à elle a été simulée par le modèle dynamique Nedum (Non Equilibrium Dynamic Urban Model), basé sur des équations socio-économiques. Le modèle Genius (GENérateur d'Îlots UrbainS) d'évolution des formes architecturales a été créé au cours du projet afin d'interpréter les informations d'expansion urbaine et de localisation future de la population.

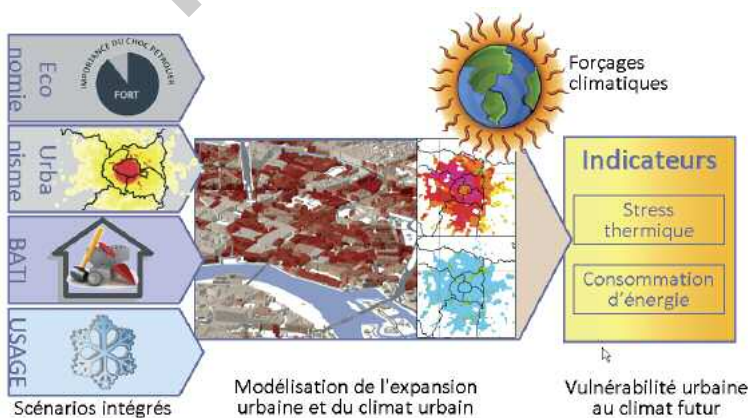
Ces différents outils de simulation permettent de projeter des formes futures de l'agglomération et des impacts sur la consommation et la production décentralisées d'énergie, en fonction de divers scénarios sur des paramètres macroéconomiques, technologiques ou d'aménagement du territoire sur le siècle à venir. Ces scénarios modifient certaines données d'entrée des outils de simulation, mais ne présagent pas de leur effet final un siècle après. Ainsi, ces différentes projections, qui sont autant de futurs possibles de la ville, permettent d'étudier les rôles de différents leviers d'action mis en œuvre dans les scénarios.

### Le projet Nedum

Les travaux de recensement des usages du sol francilien, conduits par l'IAU idF, se sont révélés utiles pour le projet Nedum, qui permet de simuler l'expansion de l'agglomération parisienne sur le siècle à venir. Il convenait d'abord de comparer l'approche utilisée avec les évolutions réellement observées sur tout le siècle passé, en remontant jusqu'en 1900. Seule une telle comparaison peut valider le réalisme des scénarios obtenus. Les travaux de reconstitution de l'usage du sol antérieur en Île-de-France, réalisés par l'IAU idF, ont permis de mener à bien cette tâche.

### Le modèle dynamique Genius : générateur d'îlots urbains

Afin d'identifier précisément les impacts du changement climatique sur la ville, il est nécessaire de disposer de données précises sur les bâtiments qui la constitueront : forme architecturale, forme urbaine, matérialité de l'enveloppe, usages et apports internes associés, équipements, etc. Cependant, aucun modèle prospectif ne permet aujourd'hui de projeter avec précision ces informations. Le cadre du projet Muscade a favorisé la création d'un outil spécifique de



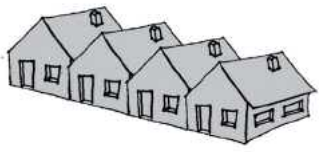





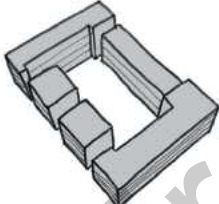


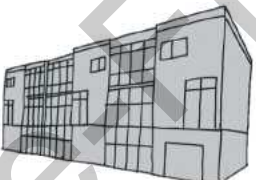





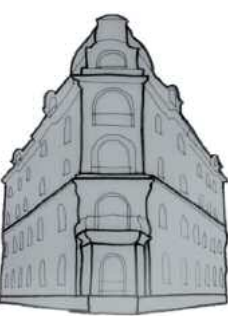



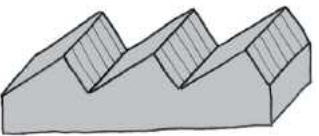


Plusieurs scénarios ont été élaborés afin de déterminer la vulnérabilité urbaine au climat futur.

Projet Muscade



## Les sept îlots types retenus

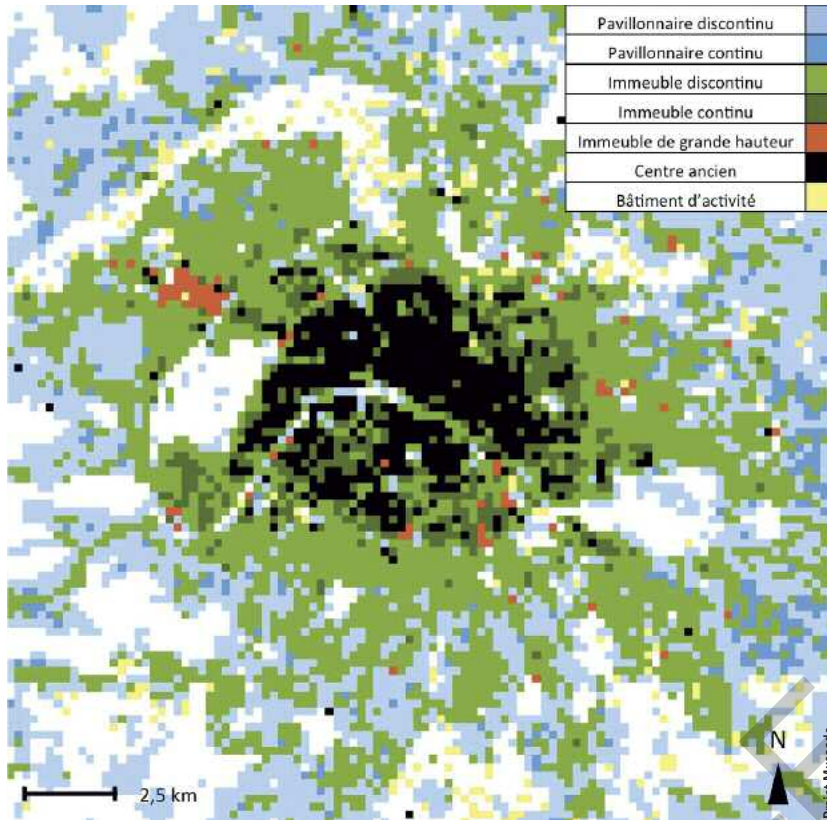
| Îlot type  | Mos en 81 postes   | Illustration   |
|--|--|--|
| N° 1 Pavillon continu (logement)                               | 31  Habitat rural<br>32  Habitat continu bas   |    |
| N° 2 Pavillon discontinu (logement)                            | 29  Habitat individuel<br>30  Ensemble d'habitat individuel identique  |    |
| N° 3 Immeuble continu (logements ou bureaux)                   | 33  Habitat collectif continu haut<br>52  Bureaux  |    |
| N° 4 Immeuble discontinu (logements ou bureaux)                | 34  Habitat collectif discontinu<br>52  Bureaux  |   |
| N° 5 Immeuble de grande hauteur (logements ou bureaux)         | 34  Habitat collectif discontinu<br>52  Bureaux  |   |
| N° 6 Centre ancien (logements ou bureaux)                      | 33  Habitat collectif continu haut<br>52  Bureaux  |  |
| N° 7 Bâtiment d'activités (agricole, industriel ou commercial) | 43 à 46  Zones ou espaces affectés aux activités<br>47  Entrepôts logistiques<br>48 à 50  Commerces |  |

Genius, pour GENérateur d'Îlots UrbainS. Il peut générer des bases de données adaptées aux différentes échelles de l'énergétique urbaine, qui sont capables d'évoluer dans le temps, à partir des informations d'expansion du modèle socio-économique Nedum.

La génération de ces données architecturales s'est réalisée en deux temps. À partir de bases

de données urbaines, une première carte a été constituée avec des « îlots types ». Il s'agit de sept archétypes de formes urbaines illustrés dans le tableau ci-dessus.

Afin de générer cette carte, la zone d'étude a été découpée en mailles de 250 m de résolution. Chacune d'entre elles a été caractérisée par une cinquantaine de paramètres



Carte à la maille générée par le modèle pour le secteur de Paris.

morphologiques (hauteur, compacité, contiguïté, etc.). Ceux-ci sont calculés à partir de bases de données disponibles dans tout le territoire français (BD TOPO® de l'IGN et données infracommunales de l'Insee). Une analyse statistique de ces paramètres a été effectuée par la suite pour identifier de manière automatique le type de chaque maille parmi les sept îlots types.

Dans cette étape, le Mos a joué un rôle essentiel pour valider cette typologie et la carte obtenue pour l'Île-de-France. Ainsi, sur l'emprise du Mos, la méthode a été validée avec un taux d'identification de 97 % des surfaces (soit 71 % des zones bâties seules).

Dans un deuxième temps, pour chaque année jusqu'à 2100, Genius échange avec Nedum, qui fournit des informations sur les évolutions de densité bâtie brute. En fonction de ces informations, de scénarios d'aménagement du territoire et de règles d'évolution urbaine, Genius génère une nouvelle carte à chaque pas de temps. Ces règles d'évolution ont été établies, entre autres, d'après les études d'Amélie Darley et Gwenaëlle Zunino, de l'IAU îdF [Darley, Zunino, 2010], et de Thomas Leveiller et Nathalie Long [Leveiller, Long, 2012], qui s'appuient sur les évolutions du Mos.

Le principe retenu est une certaine continuité dans la forme urbaine et le fait que la ville garde une trace de son histoire [Panerai, Demorgon, Depaule, 1999].

Ainsi, il est très probable que la forme future d'un quartier dépende de sa forme passée. À chaque pas de temps, le type d'îlot préexistant sera donc pris en compte et cette information sera croisée avec les données disponibles : la densité bâtie brute de la maille (issue de Nedum) et l'âge des bâtiments. *A priori*, tant qu'il reste dans un intervalle de densité compatible avec son type, le quartier n'évolue qu'en se densifiant par des constructions supplémentaires. Le type change si deux conditions sont réunies :

- les bâtiments existent depuis plus de cinquante ans ;
- la densité bâtie brute dépasse la limite supérieure du type.

Dans ce cas, on assistera à un changement de type qui pourrait correspondre, par exemple, à la destruction d'un quartier pavillonnaire pour construire des logements collectifs.

L'approche présentée ici a donc permis de construire des scénarios cohérents d'expansion de l'agglomération parisienne jusqu'en 2100, allant jusqu'à décrire le bâti dans chaque quartier. Des caractéristiques architecturales sont associées à chaque type de bâti (en fonction de sa date de construction et/ou de rénovation), ce qui permettra d'estimer les impacts en termes de consommation d'énergie de ces divers scénarios. Le Mos a eu un rôle important dans cette étude prospective sur le très long terme.

#### Références bibliographiques

- BONHOMME Marion, *Contribution à la génération de bases de données multiscalaires et évolutives pour une approche pluridisciplinaire de l'énergétique urbaine*, thèse de doctorat, université de Toulouse, 2013.
- DARLEY Amélie, ZUNINO Gwenaëlle, *Évolutivité des tissus urbains. L'impact de la trame urbaine et de la forme architecturale*, mars 2010, IAU îdF.
- LEVEILLER Thomas, LONG Nathalie, *Vers un développement durable de l'aire urbanisée de la région Île-de-France : une démarche amorcée*, *Environnement urbain*, vol. 7, 2012, pp. 18-37.
- PANERAI Philippe, DEMORGON Marcelle, DEPAULE Jean-Charles, *Analyse urbaine*, Marseille, Parenthèses, coll. Eupalinos, 1999.

# Le Mos : une modélisation visionnaire et moderne

Patricia Bordin<sup>(1)</sup>  
GéoSpective



Pour modéliser le Mos en 1978, l'IAU îdF a fait preuve d'un esprit à la fois visionnaire et précurseur. Comment imaginer aujourd'hui les conditions techniques très différentes auxquelles le projet était confronté ? Pour les producteurs de données géographiques, à l'époque, la préoccupation principale était de produire la base. Ainsi, le délai initial de dix-huit ans pour produire la BD TOPO® de l'IGN représentait alors une vision réaliste et optimiste.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les réflexions sur la mise à jour aient souvent été reportées, celle-ci étant avant tout considérée comme un mal nécessaire pour pallier l'obsolescence des données ; elle était conçue comme une production bis, une reproduction de la base à une date ultérieure, la nouvelle version étant censée remplacer la version antérieure, voire l'écraser, à l'image des cartes routières récentes se substituant aux cartes périmées.

## Concevoir la modélisation pour observer une évolution

Cette façon de concevoir la dimension temporelle est longtemps restée prégnante dans la production de bases d'occupation du sol. La raison principale se trouve probablement dans leur mode de production lui-même. Fondé sur la photo-interprétation, il en reprenait souvent la vision statique, transposant à la base la vision par *snapshot*, sous forme de « clichés photographiques » indépendants. Il faut y voir là le lent passage d'une pratique « papier » devenant numérique, sans être encore pensée avec ses propres spécificités. Penser la dimension temporelle, et surtout l'intégrer dans la modélisation en tant que dimension d'observation des phénomènes géographiques, était en cela visionnaire.

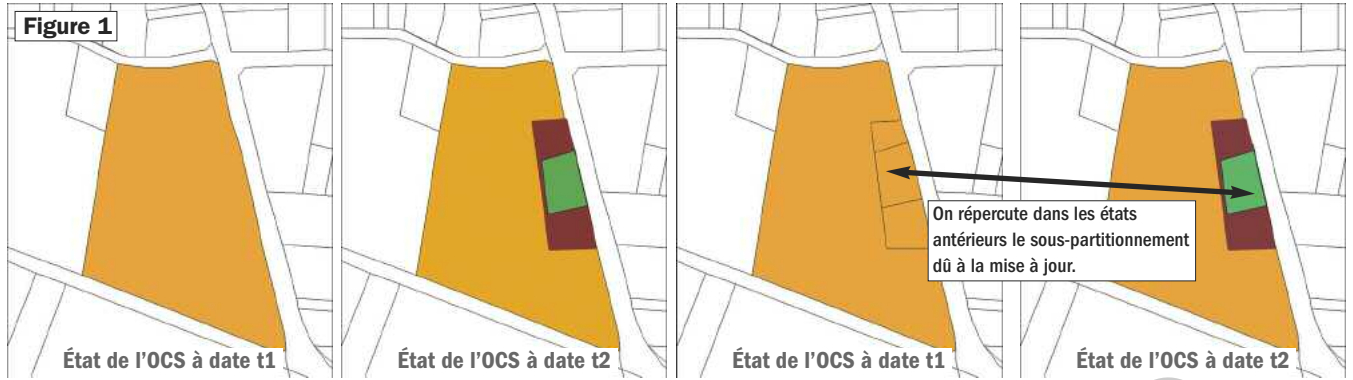
À partir d'une base d'occupation du sol, on peut connaître l'importance relative d'une occupation en additionnant les surfaces de tous les polygones correspondant à celle-ci.

En reproduisant l'opération dans le temps, on voit si la quantité d'espaces couverts par ladite occupation augmente, diminue ou stagne. En revanche, pour une étude plus détaillée, sans précaution supplémentaire lors de la numérisation, on ne peut pas recenser les polygones créés ou détruits, au risque de ne pas voir qu'une stagnation globale correspond en fait à des bouleversements locaux.

L'originalité du Mos repose sur la gestion de sa partition support. Lors de la mise à jour, il utilise le découpage antérieur et le fait évoluer pour l'adapter aux modifications intervenues. Pour maintenir la cohérence entre la labellisation et l'occupation du sol des polygones sous-jacents, il opère une subdivision des polygones, subdivision qui est ensuite répercutée sur les représentations des états antérieurs.

Ce faisant, le Mos facilite le suivi individuel des polygones à travers le temps et leur comparaison. Ce retour en feed-back sur les représentations antérieures montre la volonté d'intégrer, dès l'origine, la dimension temporelle dans les capacités d'observation et, qui plus est, sous une forme simple à exploiter. Ce choix permet aujourd'hui aux utilisateurs du Mos de descendre à un niveau d'observation fin dans l'étude des changements d'occupation du sol (fig. 1).

(1) Patricia Bordin est directrice scientifique et fondatrice de GéoSpective. Elle se dédie à l'intégration de la dimension spatiale dans l'aide à la décision et s'appuie sur son expertise en modélisation des informations géographiques pour concevoir et développer des outils pour observer, suivre et étudier des phénomènes localisés.

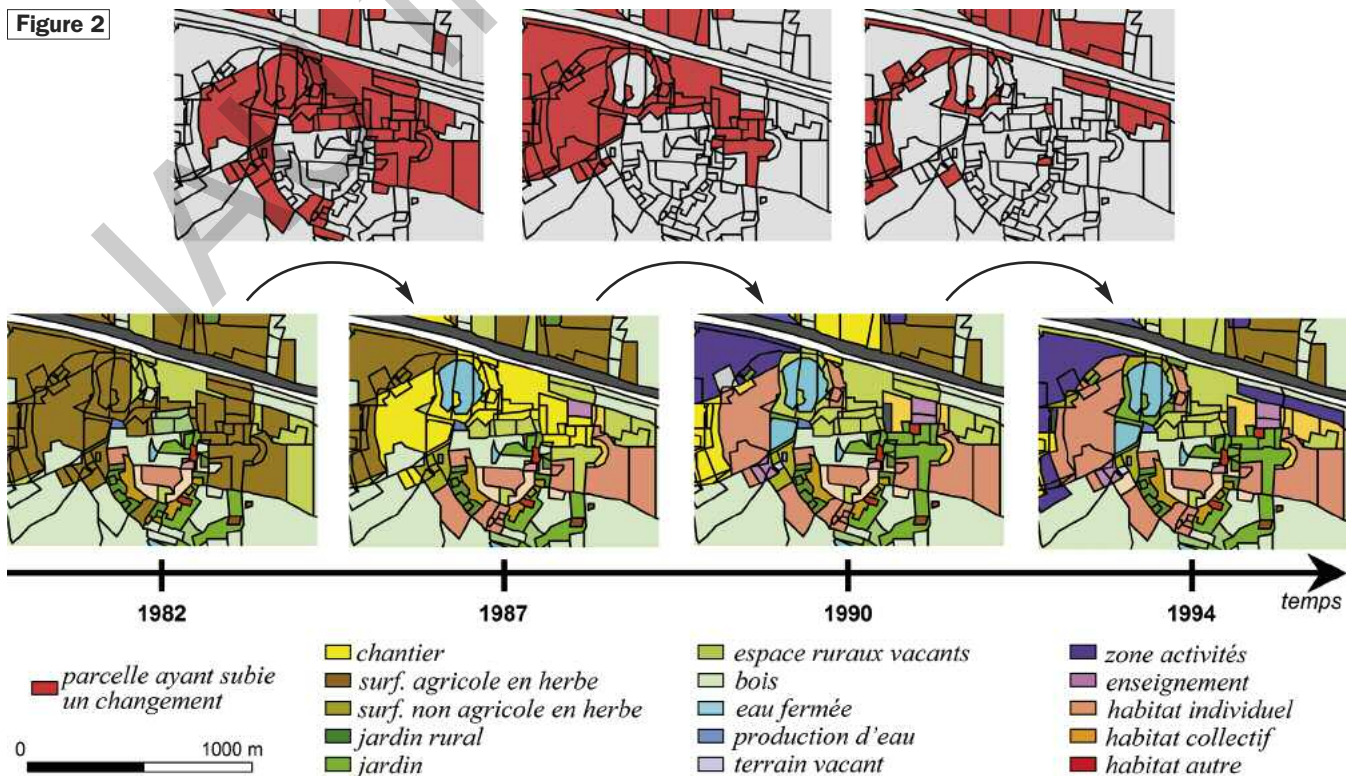


Principe de la « partition maintenue constante ».

La modélisation du Mos est aussi visionnaire pour sa nomenclature, qui emboîte différents niveaux de description, anticipant sur le besoin d'une observation multi-échelle des territoires. En effet, avec le niveau d'observation (national, régional, communal, etc.) le regard varie; les détails tendent à disparaître aux petites échelles. Or l'opération de généralisation, qui consiste à déduire, d'une même base, des données à des échelles moins précises, est une opération technique difficile. Elle est pourtant essentielle car elle assure de prendre des décisions cohérentes entre les différents niveaux. La nomenclature emboîtée du Mos permet de donner aux utilisateurs une généralisation simple, par le biais d'une « généralisation sémantique ». Ainsi, après avoir simplifié le suivi temporel, le Mos facilite le suivi à travers les échelles, deux applications aujourd'hui essentielles.

Cette modélisation nous a beaucoup inspirés lors de nos recherches « sur une méthode d'observation multiniveau de phénomènes géographiques » [Bordin, 2006], à la fois pour les enjeux pris en compte et pour son étonnante facilité de mise en œuvre pour les utilisateurs. En effet, l'importance des enjeux (l'intégration de la dimension temporelle et la généralisation) justifie les recherches sur ces sujets. Toutefois leur complexité et les difficultés qu'ils soulèvent aboutissent parfois à des solutions techniques sophistiquées (gestion détaillée des modifications opérées sur les données intégrées dans la structure des données, développement d'outils d'appariement) difficiles à exploiter pour des utilisateurs non aguerris. Dans une approche formelle [Bordin, 2011], nous avons posé le concept de « portion de territoire » pour évoquer une simple emprise au sol, espace géographique réel, athématique

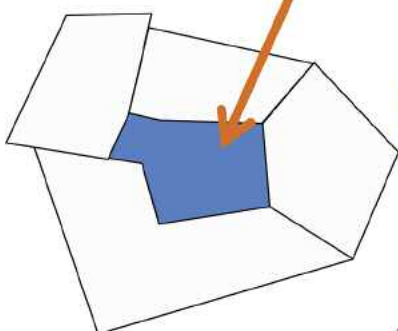
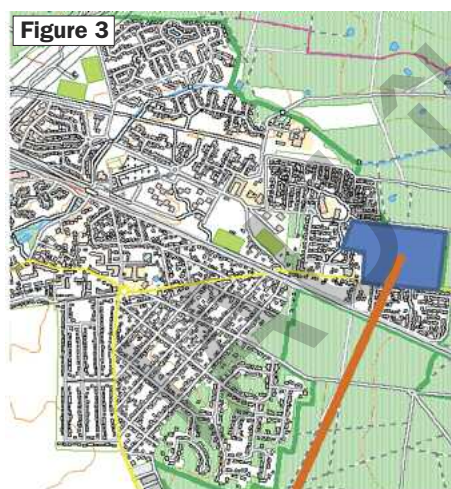
Le Mos pour un suivi simplifié d'évolutions fines.



(exemple : l'emprise d'une zone pavillonnaire). En supposant cette emprise constante, nous avons proposé de l'exploiter comme support pour le suivi d'évolutions...

Nous retrouvons ce concept dans les cartes d'évolution démographique. En effet, celles-ci s'appuient sur des « portions de territoire administratif » (communes, régions, etc.), pour présenter des informations agrégeant des données à un niveau plus fin (habitants, entreprises, chômeurs, etc.). Ces cartes permettent de suivre facilement les évolutions de valeurs, comme la création d'entreprises, le nombre de chômeurs, etc. Le Mos a également été interprété en termes de « portion de territoire ». En particulier pour décrire son mode de production spécifique, nous avons introduit le « principe de la partition maintenue constante ». Ce principe a parfois été entendu de façon rigide comme la cristallisation de la partition initiale (à l'image des cartes démographiques qui s'appuient sur les mêmes régions). Nous avons vu que ce n'était pas le cas, que le maintien était rétroactif.

Ainsi, contrairement aux cartes démographiques, qui privilégient le territoire (fixe) pour faciliter le suivi de caractéristiques (variables), le Mos fait évoluer les emprises pour mieux observer différentes occupations (fixées). Toutefois, les deux applications s'appuient sur des supports semblables aux différentes dates pour faciliter le suivi des changements (fig. 2).



Le concept de « portion de territoire » mobilisé ici pour formaliser les pratiques d'observations temporelles, en démographie ou avec le Mos, peut aussi servir, dans une approche multineveu, à introduire une granularité plus fine des informations. Il peut contribuer à donner de la profondeur aux observations et permet d'extraire des précisions utiles pour analyser les évolutions, comme nous allons l'illustrer sur le cas de l'habitat pavillonnaire.

Dans une première étude à partir du Mos, nous avons constaté que la surface d'habitat individuel était en constante augmentation. Grâce à la « partition maintenue constante » du Mos, nous avons suivi dans le temps chaque polygone pavillonnaire et observé, qu'une fois en place, il demeurerait, faisant du phénomène pavillonnaire un phénomène pérenne.

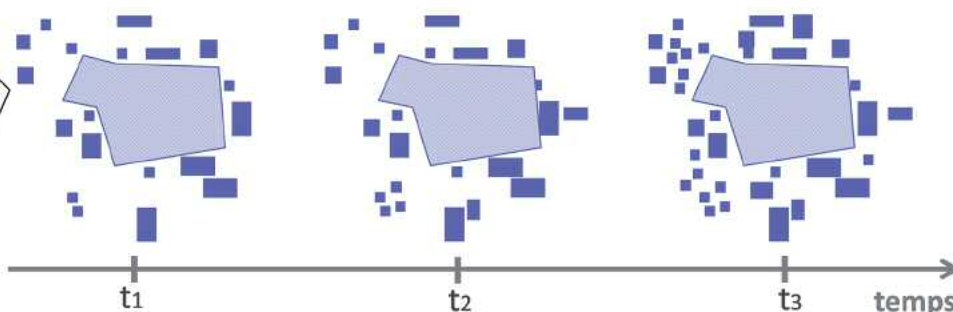
Par ailleurs, à chaque mise à jour, de nouvelles zones apparaissent, permettant de conclure à une croissance stricte de cette occupation.

Un tel constat intéresse les aménageurs et les urbanistes, qui suivent la consommation des terres agricoles, la densification du bâti, etc.

Toutefois, la stabilité pavillonnaire dissimule des situations variées. Or, si les urbanistes peuvent encore tirer du Mos des éléments sur la localisation relative des zones et sur leur éventuelle expansion, il ne permet pas d'aller au-delà, la modélisation par labellisation rendant l'objet opaque à toute observation plus détaillée... à moins d'introduire des données à un niveau plus fin (fig. 3).

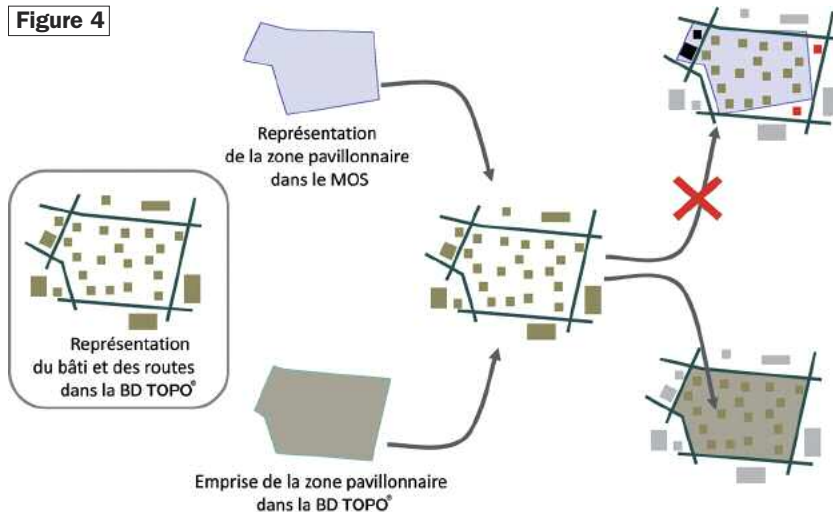
Hélas, des données issues de numérisations différentes sont rarement cohérentes. Ainsi, lors de l'intégration du bâti de la BD TOPO® dans le Mos, certains bâtiments chevauchaient deux zones (fig. 4).

Le suivi faisant appel au concept de « portion de territoire » apporte des éléments de réponse à ce problème. Il suggère de raisonner non pas au niveau des représentations graphiques des emprises, mais sur les emprises géographiques réelles. Plutôt que d'utiliser le polygone représentant la zone pavillonnaire dans le Mos pour agréger le bâti de la BD TOPO®, il propose de remonter à la portion de territoire réelle, de considérer parmi ses représentations celle



Exemple de « portion de territoire ».

Figure 4



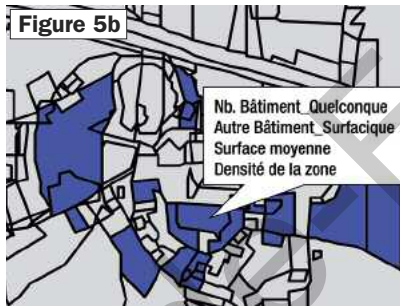
Trouver une cohérence entre l'emprise de la portion de territoire et les données détaillées.

Figure 5a



Calcul d'indicateurs par agrégation de données micro.

Figure 5b



qui lui correspond dans la BD TOPO®, et de l'utiliser pour réaliser les agrégations dans la base de l'IGN (fig. 5a). Le transfert vers l'emprise du Mos des caractéristiques agrégées calculées dans la BD TOPO® (ex. : nombre de maisons, surface moyenne) se fait alors simplement sur la base de l'emprise réelle commune (fig. 5b). C'est la démarche qui a été utilisée pour calculer le nombre de bâtiments sur les zones pavillonnaires étudiées, puis pour obtenir leur évolution dans le temps à partir des différentes versions de la BD TOPO®. Cette étude a confirmé que certaines zones étaient stables tandis que d'autres se densifiaient, soulevant alors les particularités des zones qui évoluent ? En relançant la procédure avec de nouvelles données (en particulier des informations issues d'analyses sur la forme du bâti et les routes), nous avons établi une classification des zones en fonction de leur évolution et montré que celles qui ont un bâti irrégulier et un réseau routier connecté évoluent le plus. Des analyses complémentaires sont envisagées à partir d'autres bases (cadastrales, sociologiques). Une telle démarche a également été utilisée pour une méthode de calcul du coefficient d'imperméabilisation [Lambert, 2010]. Le travail réalisé sur les zones pavillonnaires n'est en effet qu'un exemple, et cette démarche peut être

### Références bibliographiques

- BORDIN Patricia, « Vers une base de données d'occupation des sols à grande échelle », *Revue XYZ*, Association française de topographie, n° 128, 2011, pp. 17-24.
- BORDIN Patricia, *Méthode d'observation multi-niveaux pour le suivi de phénomènes géographiques à l'aide d'un SIG*, Thèse de doctorat en sciences de l'information géographique, université de Marne-la-Vallée, 12/2006, 282 p.
- LAMBERT Simon, « Construction d'informations sur l'imperméabilisation des sols à partir de données topographiques dans un SIG », rapport de stage scientifique de l'École nationale des ponts et chaussées, co-encadrement J.-C. DEUTSCH, P. BORDIN, laboratoire de géomatique appliquée de l'École nationale des sciences géographiques, 2011.

appliquée pour observer de nombreux phénomènes (reboisement, développement de zones industrielles, évolution d'une zone côtière, etc.), dès lors que l'on peut s'appuyer sur des emprises constantes.

### Contribuer à l'élaboration d'une base de données OS nationale

Nous avons vu comment utiliser le concept de « portion de territoire » pour formaliser un suivi temporel qui soit simple et pour compléter des données d'occupation du sol avec des observations à des niveaux plus fins. Dans le cadre de nouvelles recherches, il pourrait également contribuer aux réflexions pour élaborer une base de données d'occupation du sol nationale, en particulier, pour aider à l'intégration des bases régionales existantes. Cette intégration est souhaitable pour des raisons économiques et techniques : économiques, d'abord, pour rentabiliser les investissements locaux et éviter de refaire ce qui existe ; techniques ensuite, pour conserver le recul temporel de certaines bases régionales. En supposant résolu le problème de la mise en cohérence des nomenclatures, il s'agirait de travailler à identifier dans le référentiel national, les « portions de territoire » exploitées comme support dans les bases régionales, puis d'utiliser l'identité des emprises réelles pour transférer les informations d'une base vers l'autre. Si pour certaines emprises, collant à des objets géographiques structurants comme les routes ou les parcelles cadastrales, l'identification serait facilitée par un découpage en îlots routiers ou selon le parcellaire, d'autres zones demanderaient sûrement un plus gros travail de définition. Dans un autre registre de recherche, il serait intéressant d'analyser les proximités spatiales et leur impact sur les évolutions. En effet, comme évoqué plus haut, au-delà du type d'occupation du sol, le Mos renseigne sur la nature des voisins de chaque polygone et sur leur expansion. Parallèlement à l'analyse des relations de succession entre types d'occupation du sol (exemple : bois-prairie), on pourrait étudier comment le voisinage favorise ou freine ces mutations. Par exemple, pour un espace vert, comment évolue sa probabilité de muter quand il est enclavé dans du bâti ? À quelles conditions est-il « sacralisé » ? En dehors du type d'occupation du sol, quelles autres caractéristiques (la taille de la parcelle, sa taille relative par rapport à ses voisines, sa concavité, etc.) influent sur les probabilités d'évolution ? Ces recherches permettraient d'enrichir les connaissances sur les évolutions par type d'occupation avec des éléments complémentaires sur leur contexte... Le Mos a encore beaucoup à nous apprendre. Quand on affirmait qu'il était visionnaire !

# Les outils interactifs développés par le SIGR

Michel Médic  
IAU îdF



La complexité d'une lecture de l'occupation du sol a requis la création d'outils simples, rapides, et à portée du plus grand nombre. La cartographie numérique créée par l'IAU îdF fournit ainsi des réponses synthétiques aux internautes, en exploitant de multiples bases de données.

Le Mos francilien est également accessible via une nouvelle application mobile.

Depuis 2007, le SIGR (système d'information géographique régional) de l'IAU îdF s'est doté d'un outil de publication de cartes interactives disponibles sur Internet afin de mettre à la disposition de tous des cartes thématiques de l'Île-de-France, et de rendre accessibles certaines données qui ont présidé à leur élaboration.

Outre ses fonctions classiques de navigation, d'interrogation ou de localisation, la cartographie interactive propose à l'utilisateur de « requêter » des bases de données complexes, éventuellement non géoréférencées, et de dessiner des cartes dynamiques à partir d'un ensemble de critères qu'il aura défini.

Les cartes de l'occupation du sol par année (de 1982 à 2012) ont ainsi été publiées sur Internet :



Estimation de la population impactée par le prolongement de la ligne T1 dans un rayon de 500 m, entre la gare de Noisy-le-Sec et la place Carnot (Romainville) : environ 26 000 habitants.

par niveau de détail (11, 24, 47 et 81 postes), par évolution entre deux dates (Bilanmos), et par territoire (région, département, intercommunalité, ville nouvelle, commune, quartier, etc.). La cartographie numérique offre également la possibilité d'interroger « spatialement », c'est-à-dire en dessinant un territoire à main levée, afin d'extraire, de manipuler ou encore de synthétiser les chiffres « derrière » ce territoire. L'interrogation spatiale fournit donc une réponse cartographique « chiffrée et prête à l'emploi », sur un secteur défini par l'utilisateur.

Dans le domaine des transports, il est possible, par exemple, d'utiliser l'interrogation spatiale pour connaître :

- l'estimation de la population (Densimos), l'emploi et le nombre de logements impactés par une future ligne de transport ;
- l'estimation des superficies de l'occupation du sol autour d'un point connu (gare, etc.).

Dans les cartes interactives, le Mos peut être également joint à une photographie aérienne ou un IGN Scan 25®, via un effet de transparence, afin de déterminer ce que l'on peut observer du terrain sous la zone d'occupation du sol. On associe aussi très couramment le Mos avec des données relatives à l'économie, au transport, à l'aménagement, à l'environnement, au sport, par superposition.

Le site cartographique de l'IAU îdF est également compatible avec les interfaces de sites comme Google Street View, OpenStreetMap, IGN Géoportail, afin d'intégrer ces sources d'information ; ou encore avec celles des réseaux

sociaux tels que Facebook et Twitter, pour développer une certaine communication autour de ces cartes.

La cartographie interactive permet donc de croiser des données diverses, et peut être interopérable avec d'autres outils informatiques du même type.

### Du Mos interactif au Mos synthétique

Parallèlement aux cartes interactives, le SIGR propose sur Internet un outil de création de fiche synthétique de l'occupation du sol. Ce dispositif (utilisable sur ordinateur et smartphone) permet d'automatiser la cartographie et la synthèse chiffrée de l'occupation du sol sur des territoires délimités par une ou plusieurs communes. Il répond à la question : quelles sont les surfaces concernées par chaque type d'occupation du sol sur une commune, un groupe de communes, une intercommunalité, etc., entre 1982 et 2012 ?

L'internaute peut ainsi calculer sur un territoire :  
 - une occupation du sol simplifiée ou détaillée entre 1982 et 2012 ;  
 - des apparitions ou disparitions d'occupation du sol entre ces deux dates.

Les résultats se présentent sous la forme d'une carte du territoire, d'un tableau synthétisant les surfaces relatives aux différentes occupations du sol, de bilans de changements d'occupation du sol et de graphiques illustrant les surfaces concernées.

Les fiches synthétiques constituent un document de référence sur le bilan de l'occupation du sol par commune ou sur un territoire de la région Île-de-France. D'autres fiches thématiques sont également disponibles sur le même modèle, à partir des fiches synthétiques du Mos.

### Vers de nouvelles représentations de l'occupation du sol

Cette huitième mise à jour de la carte de l'occupation du sol permet de mieux se situer sur le territoire, *via* la superposition du réseau routier « nommé », du réseau de transport en commun (lignes de train, stations de métro, tramways, etc.), de la toponymie associée aux lieux-dits, sites remarquables, et du bâti existant sur la couche d'occupation du sol classique. Cette nouvelle représentation affiche une occupation du sol que l'on peut associer à un lieu connu. Il est ainsi plus aisé de reconnaître à quoi correspondent les emprises du Mos.

La visualisation de cette nouvelle carte est réalisée à l'aide d'un flux WMS (Web Map Service), qui rend cette donnée accessible depuis un logiciel SIG, un navigateur web ou une application smartphone dédiée à la cartographie. La source de cette carte est précalculée grâce à un logiciel de « mise en cache », idéal pour l'affichage rapide des cartes « lourdes » au travers d'un réseau privé ou sur Internet (ArcGis server 10.1 ESRI). En contrepartie, la carte n'est visible qu'à des échelles prédéfinies (1/15000, 1/10000, 1/5000, etc.).

Pour établir des cartes sur des cadrages précis, il est préférable de garder disponible un service dynamique qui génère des cartes « à la volée », à n'importe quelle échelle. Cette cartographie dynamique est actuellement réalisée par le logiciel libre MapServer, à partir de la base de données du Mos. Une technologie très adaptée à la génération automatique de cartes, en utilisant son puissant langage de script (programmation informatique).

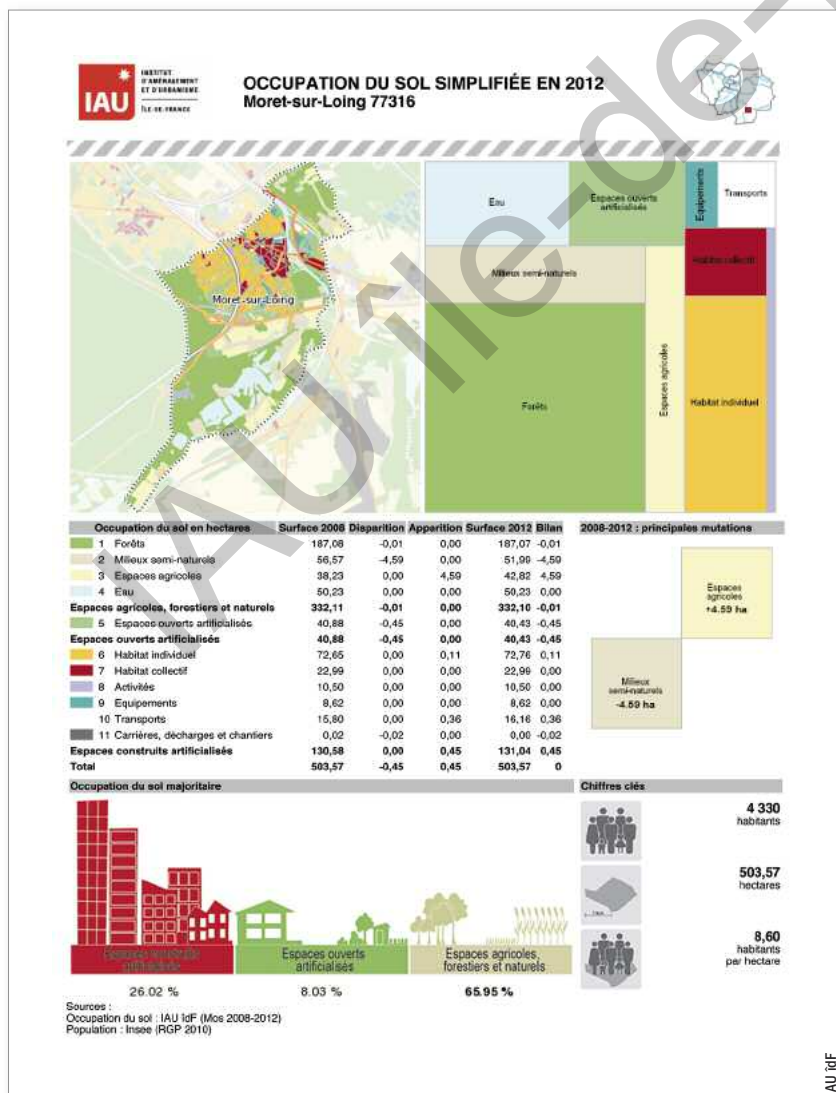
Les calculs et les interrogations de l'occupation du sol se font toujours en direct sur la base de données (ou les bases intermédiaires issues de précalculs), hébergée sur un serveur de type PostgreSQL, capable de calculer et d'évaluer de manière très rapide des chiffres issus de données comprenant un nombre important d'enregistrements.

Cette nouvelle composition de couches géographiques associée à l'occupation du sol a également permis de réaliser plusieurs fonds de plan

Les fiches communales du Mos



Lien raccourci : [bit.ly/fichemos](http://bit.ly/fichemos)





qui servent aujourd'hui d'arrière-plan à la superposition d'autres données géographiques :

- un plan des rues, qui présente le réseau routier nommé avec une occupation du sol très simplifiée ;
- le fond Mos Habitat, qui est la représentation du Mos dédié à l'habitat, le fond Mos Activités, celui dédié à l'activité.

À ces nouvelles cartes sont aujourd'hui associées de nouvelles représentations des données du Mos. La datavisualisation, par exemple, permet de schématiser les bilans du Mos sur un territoire et de faciliter la compréhension des calculs résultant de cette donnée.

L'algorithme du *treemap* est particulièrement bien adapté pour représenter des superficies. La schématisation en rectangles des surfaces ne donne pas forcément un résultat précis, comme le ferait un graphique classique. Elle offre plutôt une idée générale de la proportion occupée par chaque surface. À chaque changement de cadrage (voir la carte du haut, ci-dessous), le *treemap* recalcule les rectangles associés aux proportions du Mos sur le secteur délimité par la carte.

Le *donut chart*, affichant deux anneaux de données, est plus approprié pour afficher des chiffres par rapport à des distances.



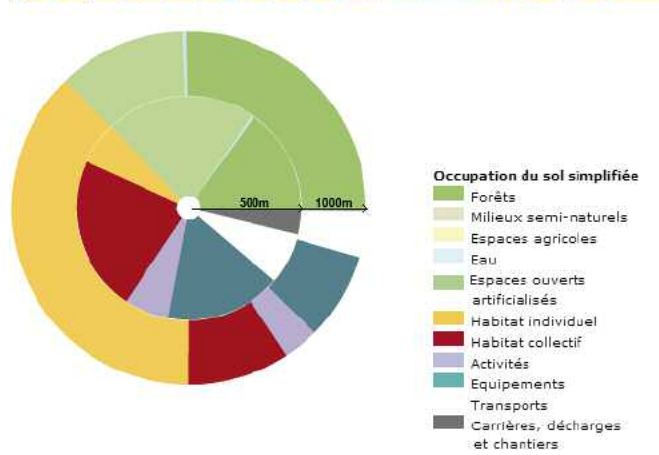
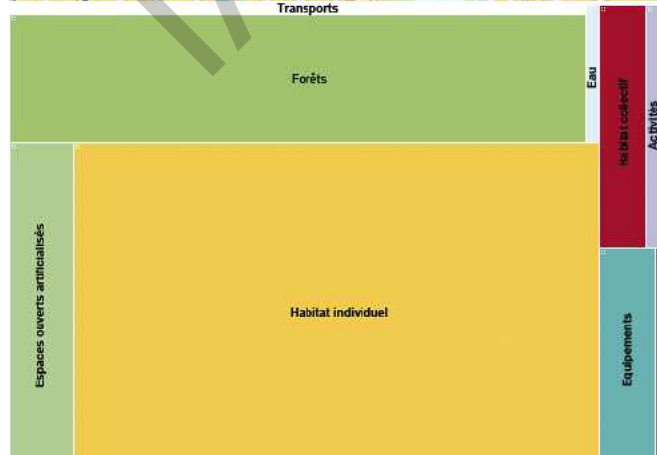
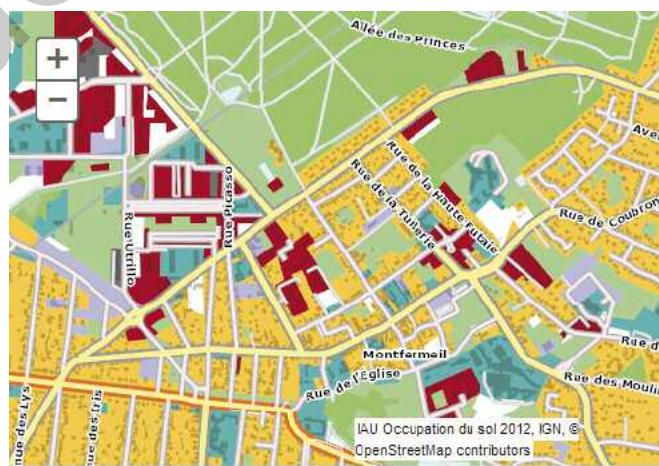
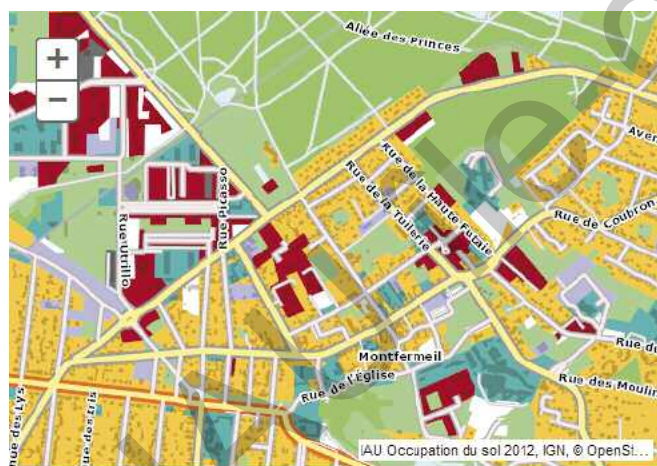
Le Mos en 11 postes de légende.



Le Mos Habitat.



Le Mos Activités.



À partir de la carte du territoire (ci-dessus), la génération dynamique du *treemap* peut s'opérer (au-dessous).

Affichage dynamique d'un *donut chart* autour d'un point. Chaque anneau affiche les quantités de Mos à 500 m, et entre 500 m et 1000 m.



<http://carto.iau-idf.fr/webapps/basemos/>



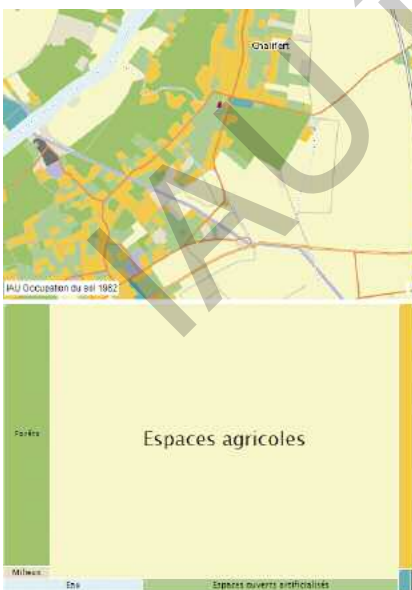
La nomenclature du Mos, une application simple pour comprendre et documenter le Mos.



IGN : orthophotographie 1999.



InterAtlas : orthophotographie 2012.



Treemap Mos 1982.



Treemap Mos 2012.

## Une cartographie adaptée aux périphériques tactiles

Avec l'arrivée des périphériques tactiles (téléphones, tablettes), le SIGR a diversifié son offre pour mettre à disposition de nouveaux services cartographiques accessibles depuis tout type de périphérique tactile, et compatibles avec les environnements Windows et Mac.

Le SIGR utilise les technologies standardisées du web (HTML5, JavaScript, CSS, etc.) en raison de leur aspect multi-plate-forme, leur compatibilité avec les smartphones, tablettes et navigateurs de bureau. Toutes les applications constitueront donc des sites Internet mobiles dédiés aux périphériques tactiles (visibles par le navigateur du téléphone ou de la tablette), et restant compatibles avec les environnements Windows et Mac.

Les périphériques mobiles présentent plusieurs avantages :

- localiser l'utilisateur sur le territoire francilien par un GPS intégré, ce qui implique de lui fournir un certain nombre de données synthétiques sur son environnement proche (sites et monuments, espaces verts, transport en commun, quantité d'urbain construit, d'habitat collectif, population, nombre de logements, d'emplois, etc.) ;
- permettre à l'utilisateur de rester connecté en permanence au système d'information géographique afin d'obtenir des informations sur le territoire, quel que soit le lieu où se situe l'utilisateur ;
- pouvoir adapter les interfaces utilisateurs afin de les rendre les plus simples possible et recentrer les développements logiciels vers les services les plus essentiels.

## La nomenclature du Mos, une métadonnée interactive

La nomenclature du Mos est constituée de quatre niveaux de légende décrivant l'occupation du sol, en 11, 24, 47 ou 81 postes. Elle évolue de postes de légende très généraux (11 postes : forêts, espaces agricoles, habitat individuel, etc.) jusqu'à des subdivisions de plus en plus fines dans une version très détaillée (81 postes : bois ou forêts, coupes ou clairières en forêts, peupleraies, etc.).

Le regroupement et l'identification de ces postes ont conduit le SIGR à élaborer un outil interactif afin d'offrir à l'utilisateur une nomenclature intelligible complétée d'une définition précise de chacun de ses postes.

L'application permet de se localiser sur une commune, d'appréhender l'occupation du sol dans sa version la plus fine (81 postes), et d'obtenir une définition du poste en cliquant sur, ou en touchant un polygone de la carte.



Sources : IAU îdF Mos 2012, InterAtlas orthophotographie 2012, Google Street View, OSM

### La cartographie interactive Visiau au format mobile

La cartographie interactive de l'IAU îdF regroupe une centaine de cartes de la région Île-de-France, désormais accessibles sur les plateformes mobiles.

On retrouve dans cette nouvelle interface toutes les cartes du site Internet de l'institut, adaptées au format mobile.

Le site mobile permet de se situer ou de se positionner à un endroit à l'aide d'un moteur de recherche (concordance créée entre une adresse et une position géographique), de charger des cartes classées par thématique, d'afficher leur légende et d'interroger les données.

Des fiches synthétiques calquées sur le modèle des fiches Mos sont disponibles dans la plupart des thématiques.

Dans une démarche de cartographie participative, il est prévu que l'utilisateur puisse modifier la carte :

- en ajoutant ses propres données sous forme de flux WMS, KML, ou d'autres formats de données standardisés ;
- en ayant la possibilité d'ajouter des données disponibles dans le SIG (équipements de sport, de santé, d'éducation, etc.) par superposition ;
- en personnalisant l'apparence de la carte en jouant sur la symbologie ou en permutant le fond de carte.

Autant de perspectives d'évolution qui invitent l'internaute à créer sa carte sur mesure.

D'autres outils interactifs apportent une vision différente du territoire et viennent compléter les applications classiques :

- la « double orthophotographie » assure une comparaison entre la photographie aérienne de 1999 et celle de 2012. Les deux cartes sont synchronisées par rapport à leur cadrage géographique et leur niveau de zoom ;

- l'étude comparative du Mos de 1982 avec celui de 2012 affiche le bilan des surfaces en 1982 et en 2012. L'outil permet d'évaluer rapidement les changements sur une période de trente ans. Les cartes sont stockées dans des systèmes de cache et les représentations graphiques (*treemaps*) se régénèrent en temps réel à partir de la base de données, à chaque changement de position ou de niveau de zoom sur la carte ;
- la parallèle entre l'occupation du sol en 81 postes, la photographie aérienne 2012 et Google Street View propose trois vues différentes d'un secteur.

### Vers des applications collaboratives

La nécessité de produire plus régulièrement des données actualisées et l'automatisation des processus de mise à jour incitent aujourd'hui le SIGR à évoluer vers une nouvelle gamme d'outils collaboratifs. L'utilisateur-contributeur aura ainsi l'opportunité d'actualiser lui-même les données du SIGR. Il pourra également proposer des modifications, signaler des erreurs, ou encore soumettre de nouveaux objets géographiques en temps réel. Ces apports extérieurs seront ensuite analysés et réinjectés dans le SIGR afin de garantir des services de mise à jour avec une plus grande régularité. Une évolution majeure visant à assurer une certaine pérennité aux apports d'information des contributeurs.

### Navigation simultanée dans le Mos, l'orthophotographie et Street View.

### Webographie

Le site Internet de l'IAU îdF propose des outils de consultation, d'interrogation et d'analyse, incluant la dernière mise à jour du Mos 2012. De nouveaux services cartographiques sont accessibles depuis tous types de périphériques tactiles, tout en restant compatibles avec les environnements Windows ou Mac. Une nouvelle cartographie interactive du Mos permet de se situer sur le territoire à travers la superposition du réseau routier nommé, du réseau de transport en commun (lignes de train, stations de métro, tramways, etc.), de la toponymie associée aux lieux-dits, sites remarquables et du bâti existant : <http://carto.iau-idf.fr/webapps/applimos/>

# Vers un Mos en 3D ?

**Xavier Opigez**  
**Pauline Zeiger**  
IAU îdF



En raison de la variété de l'occupation du sol, le quartier de la Madeleine et la rue Tronchet, à Paris, ont été choisis pour tester un Mos en 3D.

Le Mos est basé sur l'analyse d'une photographie aérienne. La représentation de l'occupation du sol qui en découle ne peut indiquer qu'une occupation unique : celle déduite de l'interprétation du tissu vu d'en haut. Il ne sait donc pas tenir compte de la diversité des usages ni de la mixité des fonctions qui peuvent exister au sein d'un même bâtiment. Pourtant les activités sont combinées dans le tissu, surtout en zone dense, comme par exemple des commerces en rez-de-chaussée, des logements, des bureaux, etc.

Aujourd'hui, de nombreux bâtiments abritent des fonctions diverses alors qu'ils donnent l'impression d'une trame homogène. Il nous a donc paru intéressant de s'atteler à une approche de cette mixité verticale.

L'objectif est d'entrer à l'intérieur du tissu et de compléter le Mos à travers une analyse des usages effectifs. Il ne s'agit plus ici véritablement de mode d'occupation du sol, mais plutôt de mode d'occupation du bâti.

## Croiser l'occupation et l'usage

Pour considérer la diversité des usages présents dans un bâtiment, il faut enrichir le Mos de données complémentaires témoignant de l'utilisation réelle des locaux. Pour cela, les fichiers fonciers de la direction générale des finances publiques (DGFIP) fournissent une information relative à la nature et à l'étage de chaque local<sup>(1)</sup>. La nature du local précise notamment s'il s'agit d'un appartement ou d'un commerce avec ou sans boutique.

La représentation en 3D du territoire permet aujourd'hui de mieux appréhender la morphologie d'une trame urbaine, et notamment la mixité de ses fonctions. Le croisement du mode d'occupation du sol avec les données des fichiers fonciers donne à voir une vision plus juste de la diversité des usages au sein du bâti et de leur localisation dans le tissu dense.

Cependant, dans les fichiers fiscaux, l'information est localisable à l'échelle de la parcelle, rendant l'analyse des usages plus difficile lorsqu'il existe plusieurs bâtiments sur la même parcelle. Il faut veiller à sélectionner des secteurs où les parcelles accueillent un bâtiment unique. De plus, l'information relative à la nature du local étant déclarative et liée à l'impôt, elle peut comporter des biais.

## Rendre compatible l'occupation et l'usage

Afin de rendre les comparaisons possibles entre les informations données par le Mos et celles des fichiers fiscaux sur l'usage, il a fallu faire appel à une nomenclature unique. Pour faciliter la représentation issue de cette analyse et saisir la diversité des usages, la nomenclature du Mos en 24 postes a donc été utilisée. Ainsi, cinq postes pertinents pour aborder la mixité dans le bâti en zone urbaine dense ont été retenus : habitat, activités économiques et industrielles, entrepôts logistiques, commerces et bureaux.

## Représenter la diversité des occupations

L'usage de la 3D pour représenter cette diversité de l'occupation du sol est inédit à l'IAU îdF. Des premiers tests effectués à partir d'un Mos en 11 postes ont été concluants et ont permis d'enclencher un processus de fabrication à plus grande échelle.

À partir de ce premier essai, nous avons sélectionné un territoire caractérisé par une variété d'usages. En effet, le quartier de la Madeleine a été choisi car les fonctions y sont particulières.

rement hétérogènes: commerces en rez-de-chaussée, logements, bureaux et équipements. Nous avons souhaité réaliser deux échelles de rendu: l'une englobant le quartier de la Madeleine, l'autre en immersion sous forme de « vue piétonne » dans la rue Tronchet, à Paris.

La première photographie représente la typologie de l'occupation du sol sous forme de blocs de 11 couleurs correspondant au premier niveau de la nomenclature du Mos.

La deuxième illustration propose un traitement plus fin de la forme et des fonctions urbaines. Elle rend compte du nombre d'étages, chaque strate indiquant l'affectation du local.

Le travail ci-contre illustre ces deux approches. Dans la première image, on appréhende plus facilement le Mos grâce à l'imagerie 3D renforcée par un graphisme simplifié. Dans la deuxième, une opération complémentaire pour réaliser une vue de la rue a été effectuée avec SketchUp<sup>(2)</sup>. Ces deux visions démontrent la force et l'utilité de la modélisation 3D dans la compréhension des typologies des espaces urbanisés et permettent d'entrer dans le tissu pour en capter les usages.

### Générer automatiquement des formes urbaines adaptées au Mos

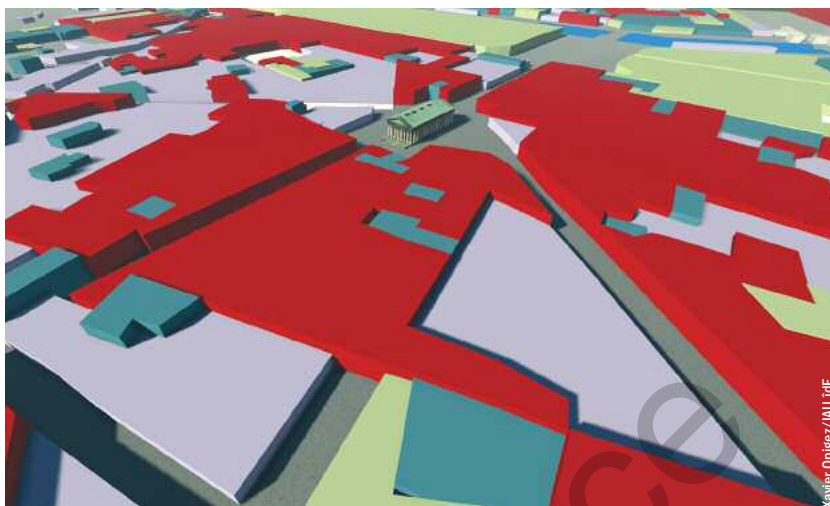
Une autre méthodologie a été mise au point lors d'un atelier métier autour du Mos, véritable rendez-vous de stimulation créative pluridisciplinaire. Il a permis de réfléchir sur une méthode de construction procédurale du Mos.

L'IAU îdF a régulièrement recours à CityEngine<sup>(3)</sup> pour ces travaux de R&D et pour des projets opérationnels. Ce logiciel utilise des *shapefiles*<sup>(3bis)</sup> pour construire des prototypes de ville de façon entièrement automatisée. Par exemple, à partir du zonage d'habitat individuel, le logiciel génère *via* des scripts informatiques des modèles de maisons individuelles placées aléatoirement dans les polygones correspondants du Mos. Cette technique contribue à illustrer de manière automatique et en 3D un plan 2D souvent difficilement lisible.

Deux produits sont nés de ces expérimentations: un outil pédagogique qui affiche les typologies du Mos en 11 postes avec une approche ludique; une cartographie interactive 3D dédiée. Cette interface interactive permet d'identifier les postes du Mos et de présenter les données associées sous forme de fiches illustrées (intitulé, descriptif, vidéos, photos, illustrations, commentaires, etc.).

### Des usages à compléter

Ces premiers essais participent au processus d'amélioration du mode d'occupation du sol grâce aux apports de données complémentaires et à l'utilisation de nouveaux logiciels.



Le Mos fournit une information unique sur l'occupation du sol, mais ne permet pas de rendre compte de la diversité des usages au sein d'un même immeuble.



Cependant, ces démarches demandent un travail de croisement et d'interprétation délicat et précis lié aux différences de nature des données. Les contraintes techniques dues au croisement des données du Mos avec des fichiers fonciers rendent aujourd'hui difficile la modélisation procédurale en 3D à l'échelle régionale. Des essais complémentaires devront être menés pour vérifier la faisabilité d'une généralisation de ce travail, dont les finalités seraient nombreuses: mieux caractériser les tissus, à grande échelle et de façon automatique; localiser et cartographier les linéaires commerciaux; et également appréhender de nouveaux enjeux liés à la localisation des emplois en zone dense.

La représentation 3D fait apparaître diverses fonctions au sein des bâtiments: en rouge, l'habitat collectif; en rose, les commerces; en violet, les bureaux; en bleu, les équipements.

(1) Le local constitue l'unité d'évaluation du bâti. Chaque local est composé de l'ensemble des parties d'évaluation rattachées à un même propriétaire.

(2) Ce logiciel modélise des formes urbaines appliquées à la typologie d'un bâtiment.

(3) Logiciel édité par Esri. (3bis) Formats SIG de CityEngine.



## La 3D à l'avant-garde

Laurent Perrin, IAU idF  
Propos recueillis  
par Pauline Zeiger

### Quel était l'objectif d'Imagis ?

Imagis était un projet développé dans le domaine de l'informatique graphique, de la synthèse d'image et de la maquette en 3D, appliquées, entre autres, à l'urbanisme. L'objectif de notre démarche, très innovante en 1995, était de faire naître un tissu urbain par un procédé de modélisation procédurale. L'idée était de suivre les évolutions du grand paysage dans le temps et en fonction de différents scénarios d'aménagement. En effet, en 1993, le Mos était le seul moyen de représenter le paysage. Il s'est agi alors de passer d'une représentation en deux dimensions, basée sur les systèmes d'information géographique, à une représentation en trois dimensions. De plus, notre démarche s'inscrivait dans la lignée du schéma directeur et devait donc être réalisée à l'échelle régionale.

Pour cela, nous avons mobilisé des techniques elles aussi innovantes : la 3D automatique et la modélisation procédurale qui en était à ses débuts. Pour recréer du tissu urbain, des règles d'urbanisme, comme celles présentes dans les documents réglementaires, ont été intégrées pour faire varier les coefficients d'occupation du sol, les retraits, etc.

### Quels outils de modélisation avez-vous mobilisé pour développer ce modèle ?

Pour la modélisation, nous sommes partis du logiciel Amap, développé par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad). Ce dernier permettait une représentation 3D d'un végétal très proche de la réalité (sur la base d'une analyse morphologique des végétaux) grâce à une modélisation procédurale. Dans cette modélisation était introduit un facteur aléatoire

pour représenter la diversité au sein de l'espèce, qui a été repris pour rendre compte de la diversité du bâti dans l'espace urbain. D'ailleurs, c'est le Cirad qui s'est chargé de développer ce qui relevait du couvert végétal dans Imagis. L'IAU idF s'occupant de la partie urbaine.

### Avez-vous utilisé le Mos ?

Oui, nous nous sommes également appuyés sur le mode d'occupation du sol (Mos), qui couvrait déjà l'ensemble de la région et offrait une classification du tissu. Cela permettait de déterminer le type de bâti qu'il faudrait réaliser en 3D, en fonction de l'occupation repérée. Plus généralement, nous intégrions l'ensemble des données disponibles dans les polygones Mos et nous y ajoutions des informations descriptives imaginées. Imagis était en cela un des premiers outils à intégrer un modèle SIG. Par ailleurs, nous ne disposions pas de parcellaire, il nous a donc fallu en créer un. Pour cela, nous avons mobilisé le Mos et l'ensemble du réseau viaire.

### Concrètement, comment procédez-vous pour réaliser des images 3D dans Imagis ?

Comme je le disais, nous construisions tout d'abord une matrice parcellaire. Ensuite, nous réalisions l'occupation du parcellaire en trois dimensions, en générant automatiquement des bâtiments, selon des règles établies (hauteur, COS, alignement, pourcentage de surface de pleine terre, etc.). Pour cela, le Cirad avait produit une bibliothèque de bâtiments 3D par modélisation procédurale (avec des paramètres architecturaux). Enfin, nous importions dans Imagis ces bâtiments dans le parcellaire, avec les arbres. Ainsi, nous arrivions à générer automatiquement une représentation 3D du tissu urbain et du couvert végétal. En 1993, nous avons réalisé les premiers tests sur Tremblay-en-France. Il s'agissait d'un projet paysager porté par l'Agence foncière et technique de la région parisienne (AFTRP) pour travailler la coupure produite par l'aéroport entre le vieux village et le reste de la ville.

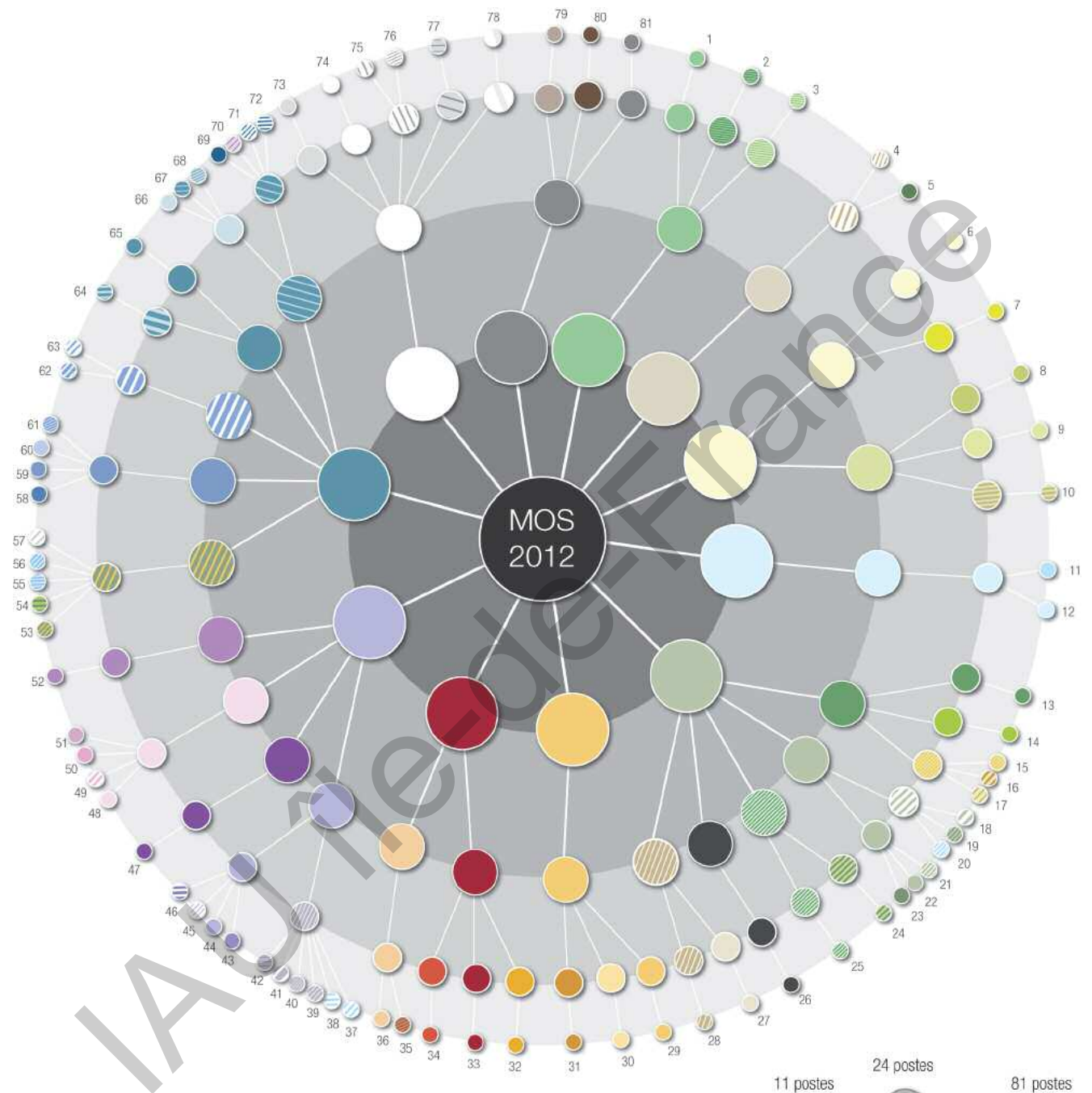


Imagis permettait de générer automatiquement, par modélisation procédurale, des paysages correspondant aux occupations révélées par le Mos, à la fois dans l'urbain et le rural.

The background consists of a grid of colored and patterned rectangles. The top-left is a solid green rectangle. The top-middle is a green rectangle with a fine diagonal line pattern. The top-right is a solid light grey rectangle. The middle-left is a brown rectangle with a fine diagonal line pattern. The middle-middle is a purple rectangle with a fine diagonal line pattern. The middle-right is a solid yellow rectangle. The bottom-left is a solid brown rectangle. The bottom-middle is a solid tan rectangle. The bottom-right is a blue rectangle with a fine diagonal line pattern. A large, faint watermark reading 'Mulle-der-France' is oriented diagonally across the page.

# Annexe

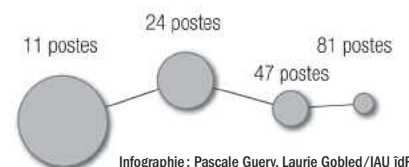
# Nomenclature du Mos



La nomenclature du Mos offre une grande précision thématique grâce à ses 4 niveaux de légende, dont le plus précis comporte 81 postes. Ils permettent de visualiser et d'analyser en détail les évolutions de l'occupation du sol régional : extension de l'urbanisation, mutation des tissus urbains, transformation des espaces ruraux.

La précision de la nomenclature est modulable selon l'échelle et le niveau d'analyse attendus. Les 81 postes de légende font ainsi l'objet de regroupements par arborescence afin de réduire la légende à 47, 24 ou 11 postes pour le niveau le plus agrégé. Cette nomenclature emboîtée permet notamment de garantir la lisibilité des représentations cartographiques.
























À l'échelle régionale, le niveau 1 de la nomenclature (11 postes) est privilégié pour distinguer les grandes entités : les forêts, les milieux semi-naturels, les espaces agricoles, en eau, ouverts, artificialisés, d'habitat individuel, d'habitat collectif, d'activités, d'équipements, de transport et, enfin, de carrières, décharges et chantiers. À l'échelle d'un quartier, les 81 postes de légende du niveau 4 de la nomenclature permettent, par exemple, d'évaluer les différentes activités présentes (16 postes de légende, en camaïeu de violet et de rose). Depuis 1982, des changements ont été effectués dans la nomenclature, notamment pour appréhender de nouveaux phénomènes. Ils ont été répercutés sur l'ensemble des campagnes du Mos pour réaliser des analyses diachroniques.



Infographie : Pascale Guery, Laurie Gobled/IAU idF



# Nomenclature du Mos

| Code | Libellé  | Définition  |
|------|--|---|
| 1    |  Bois ou forêts                                     | Végétation d'arbres, arbustes, buissons pouvant résulter de régénération ou de recolonisation arbustive. Surface composée d'au moins 40 % d'arbres de 5 m de haut (sauf les vergers), y compris les landes arborées.  |
| 2    |  Coupes ou clairières en forêts                     | Clairières, coupes de régénération, coupes rases, semis, y compris les coupes de peupleraies.   |
| 3    |  Peupleraies  | Peupliers cultivés, qu'ils soient plantés ou issus de rejets (dans le cas d'une peupleraie de 2 <sup>e</sup> génération), représentant au minimum 75 % du couvert relatif du peuplement. Lorsque les arbres sont majoritairement non recensables, au moins 100 tiges à l'hectare doivent être présentes. La peupleraie cultivée est une formation arborée individualisée du fait de la sylviculture spécifique qui lui est appliquée (cycle court). |
| 4    |  Espaces ouverts à végétation arbustive ou herbacée | Zones humides, marais, landes non arborées, végétation clairsemée ou herbacée, friches agricoles y compris les jachères et gels pluriannuels, carrières abandonnées avec végétation, terrains de manœuvres, emprises de déboisement des lignes électriques ou aqueducs.   |
| 5    |  Berges   | Berges de voies d'eau sans activités portuaires ou de stockage, non bâties et non aménagées en espaces verts.   |
| 6    |  Terres labourées                                   | Cultures annuelles, y compris les jachères avec traces de labours, à l'exclusion des maraîchages et cultures florales.  |
| 7    |  Prairies   | Surfaces en herbe sauf les gazons. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté, y compris celles des centres équestres. On peut y trouver des jachères.  |
| 8    |  Vergers, pépinières                                | Pépinières et cultures fruitières de plus de 1 000 m <sup>2</sup> homogènes ou mélangées et de production commerciale. Éventuellement, la vigne sera classée dans ce thème ainsi que les vergers abandonnés ou en friche.   |
| 9    |  Maraîchage, horticulture                          | Cultures intensives annuelles de plein air, de plein champ, cultures légumières (salades, etc.), les maraîchages sans serre, ni châssis, les cultures florales, etc.  |
| 10   |  Cultures intensives sous serre                   | Cultures sous serre, châssis, arceaux.  |
| 11   |  Eau fermée (étangs, lacs, etc.)                  | Surfaces en eau d'au moins 500 m <sup>2</sup> , y compris les étangs des parcs, les nappes des fonds de gravières et les bassins de rétention.  |
| 12   |  Cours d'eau                                      | Cours d'eau permanents sans restriction de largeur maximum, y compris les canaux.   |
| 13   |  Parcs ou jardins                                 | Parcs ou jardins (publics ou privés) dont la superficie est supérieure à environ 5 000 m <sup>2</sup> . Dans le cas d'une très grande propriété dont une partie est boisée, les diverses composantes sont dissociées (en bois, parc, eau, etc.). Ils peuvent disposer d'équipements pour le public (aire de jeux).  |
| 14   |  Jardins familiaux                                | Jardins, vergers, potagers sur des parcelles indépendantes de l'habitat, d'usage familial et non de production agricole.  |
| 15   |  Jardins de l'habitat individuel                  | Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat individuel et d'une superficie supérieure à 1 000 m <sup>2</sup> et inférieure à 5 000 m <sup>2</sup> environ par parcelle.  |
| 16   |  Jardins de l'habitat rural                       | Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat rural et d'une superficie supérieure à 1 000 m <sup>2</sup> et inférieure à 5 000 m <sup>2</sup> environ par parcelle. Les jardins hors agglomération avec abris, cabanes, etc., sont classés dans ce poste.   |
| 17   |  Jardins de l'habitat continu bas                 | Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat et d'une superficie supérieure à 1 000 m <sup>2</sup> et inférieure à 5 000 m <sup>2</sup> environ par parcelle. Les jardins potagers des châteaux et ceux des écoles sont inscrits à ce poste.  |
| 18   |  Terrains de sport en plein air                   | Terrains en plein air autres que tennis (terrains de football, athlétisme, rugby, etc.).  |
| 19   |  Tennis découverts                                | Terrains de tennis identifiés par photo-interprétation, qu'ils soient publics ou privés.  |
| 20   |  Baignades  | Zones de baignade en plein air aménagées dans les parcs de loisirs essentiellement.   |
| 21   |  Parcs d'évolution d'équipements sportifs         | Pistes de rollers et pistes de cross, stands de tir découverts. Le circuit Carole est référencé dans ce poste.  |
| 22   |  Golfs  | Parcs d'évolution pour la pratique du golf, y compris les bâtiments.  |
| 23   |  Hippodromes                                      | Équipements pour les courses de chevaux de grandes surfaces ouverts au public : Auteuil, Maisons-Laffitte. Les centres équestres sont classés en poste 54.  |
| 24   |  Camping, caravanning                             | Terrains de camping et de caravanning, y compris les parcs résidentiels avec mobil-homes. Les caravanes isolées implantées sur un lotissement individuel de manière permanente seront classées dans le poste 36 « Habitat autre », ainsi que les aires d'accueil des gens du voyage.  |
| 25   |  Parcs liés aux activités de loisirs              | Parcs animaliers, zoos, parcs d'attractions (réservés aux aires de loisirs non bâties), Eurodisney, parc Astérix, zoo de Vincennes, etc., centres de loisirs sans hébergements. Les aires de loisirs proprement dites sont distinguées des parkings, équipements hôteliers, espaces boisés, etc.  |
| 26   |  Cimetières                                       | L'emprise totale est considérée, y compris les zones d'extension.   |

# Nomenclature du Mos

| Codes | Libellés  | Définition  |
|-------|---|---|
| 27    |  Surfaces engazonnées avec ou sans arbustes    | Surfaces en herbe non agricoles. Elles constituent les espaces en herbe associés :<br>- aux infrastructures (délaissés d'autoroutes entretenus) avec ou sans arbres ;<br>- aux terrains de manœuvres militaires ;<br>- aux abords des pistes d'aéroports ;<br>- aux surfaces engazonnées des zones d'activités et commerciales ;<br>- aux châteaux ou similaires (grandes pelouses décoratives non arborées).   |
| 28    |  Terrains vacants                              | Terrains vagues, terrains libres, non bâtis, situés à l'intérieur de la trame urbaine.  |
| 29    |  Habitat individuel                            | Lotissements et constructions individuelles. Pour les parcelles de plus de 1 000 m <sup>2</sup> , il ne sera pris en compte que les bâtiments plus une bande de 10 m, à rattacher si possible à la voirie.  |
| 30    |  Ensembles d'habitat individuel identique      | Ensembles d'habitations réalisés par un même promoteur, maisons le plus souvent identiques et disposées régulièrement.  |
| 31    |  Habitat rural                                 | Groupements de bâtiments espacés de moins de 100 m, majoritairement de forme rurale de 1 à 2 niveaux, exceptionnellement 3, édifiés en continuité les uns des autres, formant un noyau bâti, comportant dans sa partie centrale un point de convergence ou un point particulier (monument, église), incluant des bâtiments de ferme, comprenant une structure de voirie dont la faible largeur et le tracé témoignent d'une voirie d'origine villageoise. Les châteaux seront classés en habitat continu bas pour le bâtiment lui-même, et en village pour les dépendances. |
| 32    |  Habitat continu bas                           | Habitat R+1 à R+3. Les zones concernées sont surtout linéaires, en bordure de voirie dans les faubourgs et les centres anciens et dans les nouveaux quartiers « maisons de ville ». Les châteaux (sauf ceux ouverts au public).   |
| 33    |  Habitat collectif continu haut               | Habitat R+4 à R+7. Il s'agit de centres urbains (immeubles haussmanniens ou ceux en brique de l'immédiat après-guerre). S'il existe des jardins dans ces zones, ils sont traités en espaces verts.  |
| 34    |  Habitat collectif discontinu                | Habitat R+4 à R+12 et plus. Ensembles relativement récents. Toute la zone concernée par l'emprise de ce type d'habitat est cernée. Sont indiqués à l'intérieur, les parkings, espaces verts, commerces, aires de jeux faisant partie intégrante de l'ensemble et repérés en tant que tels.  |
| 35    |  Prisons                                     | Emprise totale de la prison.  |
| 36    |  Habitat autre                               | Hôtels (hors zones d'activités), auberges de jeunesse, centres d'accueil, centres de vacances et de loisirs, foyers de travailleurs et d'étudiants, couvents, séminaires, maisons de retraite, habitat précaire ou mobile (caravanes ou mobil-homes isolés).  |
| 37    |  Production d'eau                            | Usines d'eau potable, châteaux d'eau, aqueduc.  |
| 38    |  Assainissement                              | Usines de traitement des eaux usées.  |
| 39    |  Électricité                                 | Postes de transformation, usines de production.   |
| 40    |  Gaz   | Installations de stockage.  |
| 41    |  Pétrole                                     | Installations de production, raffinage et stockage.   |
| 42    |  Infrastructures autres                      | Usines de traitement de déchets, centrales thermiques, chaufferies urbaines, etc.   |
| 43    |  Activités en tissu urbain mixte             | Activités à caractère industriel (en locaux d'activités, laboratoires, entrepôts, ateliers, etc.) dispersées dans des zones d'habitat, formant ainsi un tissu mixte, mais qui sont individualisées par rapport à l'habitat. Se trouvent classées dans ce poste les activités de production animale : chenils, haras, installations avicoles, etc.   |
| 44    |  Grandes emprises d'activité                 | Emprises affectées à l'activité d'une seule entreprise, de type industriel. L'emprise peut couvrir plusieurs îlots entiers. Les parkings et grands espaces vacants sont repérés comme tels.   |
| 45    |  Zones ou lotissement affectés aux activités | Activités regroupées sur un territoire propre issu d'un développement spontané (ex : Plaine-Saint-Denis) ou programmées (dans le cadre d'un lotissement ou d'une ZAC). Par exemple : la zone d'activités de Paris Nord II ou celle de Courtabœuf.   |
| 46    |  Entreposage à l'air libre                   | Zones de stockage de véhicules neufs, de caravanes, de matériaux de construction, scieries, casses de véhicules, y compris les zones portuaires.  |
| 47    |  Entrepôts logistiques                       | Entrepôts logistiques dont la surface est supérieure à 10 000 m <sup>2</sup> .  |
| 48    |  Grandes surfaces commerciales               | Établissements dont la surface commerciale est supérieure à 5 000 m <sup>2</sup> . Il peut s'agir de centres commerciaux régionaux ou locaux. La zone entière est cernée à l'exclusion des parkings, espaces verts repérés comme tels.  |
| 49    |  Autres commerces                            | Établissements dont la surface de vente est comprise entre 400 et 5 000 m <sup>2</sup> . La zone entière est cernée à l'exclusion des parkings, espaces verts repérés comme tels, supermarchés, magasins populaires, commerces spécialisés, chaînes de restaurants, chaînes de restauration rapide.   |
| 50    |  Grands magasins                             | Grands magasins, situés majoritairement à Paris.  |

# Nomenclature du Mos

| Codes | Libellés   | Définition   |
|-------|--|--|
| 51    |  Stations-service                             | La zone entière est concernée, située en ville, en zone commerciale, sur les aires d'autoroutes, etc.  |
| 52    |  Bureaux                                      | Bureaux de plus de 5 000 m <sup>2</sup> .  |
| 53    |  Installations sportives couvertes            | Installations sportives couvertes, y compris les tennis et les stands de tir couverts.   |
| 54    |  Centres équestres                            | Bâtiments, box et carrières, à l'exclusion des pâturages.  |
| 55    |  Piscines couvertes                           | Établissements qui accueillent le public pour une activité nautique.   |
| 56    |  Piscines en plein air                        | Bassins artificiels en plein air y compris les bassins biologiques, à l'exclusion des piscines privées de petites dimensions.  |
| 57    |  Autodromes                                   | Installations sportives permanentes comprenant une piste de vitesse ou routière, comme le circuit de Montlhéry.  |
| 58    |  Enseignement de premier degré                | Écoles maternelles, primaires, du secteur public ou privé. La zone entière est cernée à l'exclusion des parkings, espaces verts, équipements sportifs, repérés comme tels.   |
| 59    |  Enseignement secondaire                      | Établissements, collèges ou lycées, du secteur public ou privé.  |
| 60    |  Enseignement supérieur                       | Établissements du secteur public ou privé.   |
| 61    |  Enseignement autre                           | Établissements du secteur public ou privé.   |
| 62    |  Hôpitaux, cliniques                          | Hôpitaux publics ou privés, cliniques.   |
| 63    |  Autres équipements de santé                  | Dispensaires, instituts médico-pédagogiques, centres de PMI et autres établissements de santé.   |
| 64    |  Grands centres de congrès et d'expositions | Lieux d'accueil d'événements culturels, artistiques, professionnels : Villepinte, porte de Versailles, etc.  |
| 65    |  Équipements culturels et de loisirs        | Musées, certaines bibliothèques, les châteaux ouverts au public.   |
| 66    |  Sièges d'administrations territoriales     | Préfectures, sous-préfectures, conseils généraux, conseil régional, sièges d'administrations départementales.  |
| 67    |  Équipements de missions de sécurité civile | Commissariats, gendarmeries, casernes de pompiers.   |
| 68    |  Équipements d'accès limité au public       | Immeubles de bureaux ou d'activités de grandes administrations, DDE, DDA, DASS, cadastre, Sécurité sociale, ministères, ambassades, grandes installations publiques y compris militaires, installations radioélectriques.  |
| 69    |  Mairies                                    | Sièges de l'administration communale, y compris les annexes et maisons communales.   |
| 70    |  Marchés permanents                         | Lieux physiques identifiés permanents de rassemblements à but commercial.  |
| 71    |  Lieux de culte                             | Bâtiments aménagés pour la pratique d'une religion.  |
| 72    |  Autres équipements de proximité            | Crèches, locaux municipaux annexes, centres d'action sociale, locaux d'activités socio-éducatives, MJC, conservatoires, écoles d'art, bibliothèques municipales, bâtiments d'activités de loisirs, bureaux de poste, centre de tri postal, autres équipements locaux, péages d'autoroutes, et écluses. |
| 73    |  Emprises de transport ferré                | Faisceaux de triage, gares, installations d'entretien du matériel, voies ferrées y compris les remblais et déblais.  |
| 74    |  Voies de plus de 25 m d'emprise            | Voies d'une largeur > 25 m d'immeuble à immeuble, y compris les bretelles d'accès, talus de remblais et déblais, échangeurs en entier. Les péages sont inscrits dans le poste 72.  |
| 75    |  Parkings de surface                        | Parkings de surface, avec une emprise propre, à l'exclusion des parcs souterrains. Ce poste comprend les parkings associés aux équipements et à l'habitat.   |
| 76    |  Parkings en étages                         | Parkings en étages, avec une emprise propre, à l'exclusion des parcs souterrains. Ce poste comprend les parkings associés aux équipements et à l'habitat.  |
| 77    |  Gares routières, dépôts de bus             | Gares routières, d'autobus, d'autocars pour voyageurs. Les installations de transport de marchandises sont repérées dans les activités de stockage. Ce poste inclut les dépôts d'autobus RATP.   |
| 78    |  Installations aéroportuaires               | Aérogares, zones de stationnement des appareils, installations techniques (hangars, etc.) et pistes seulement sont intégrés dans ce poste. Les parkings, surfaces en herbe attenantes (dans le poste 27), installations industrielles et entrepôts sont repérés comme tels.                            |
| 79    |  Carrières, sablières                       | Carrières, sablières en activité ou abandonnées, sans traces de végétation. Lorsque la colonisation végétale est visible, les surfaces sont assimilées au poste de leur couvert.   |
| 80    |  Décharges                                  | Décharges autorisées ou non (les casses de véhicules sont classées dans le poste 46 « Entreposage à l'air libre »), déchèteries et zones d'enfouissement des déchets.  |
| 81    |  Chantiers                                  | Chantiers de construction et de démolition.  |



Manuel Puvion-Bowattier / IAU idf



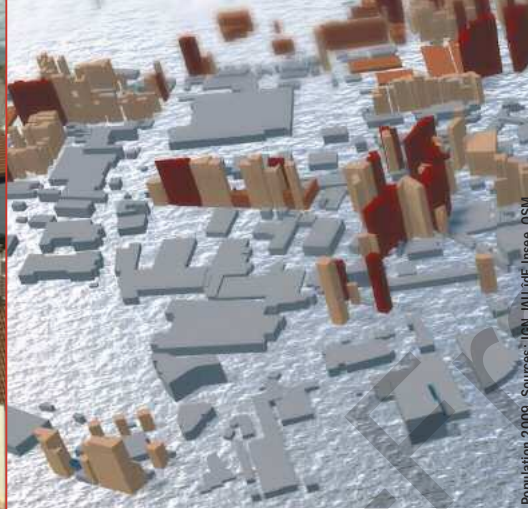
Orthophotographie 2014 / InterActis



Kerine Bogst



Laurent Mignaux / METL-Medde



Population 2009, Sources : IGN, IAU idf, Insee, DSM

# Ressources



CGRO



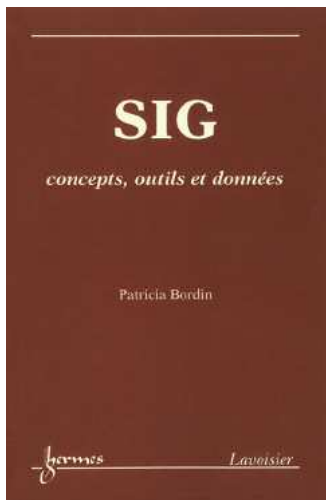
Dominique Berthine



IAU idf



photo aérienne SCSM - Paris - Cailis



**BORDIN PATRICIA**  
**SIG, concepts, outils et données**  
 Paris, Lavoisier, 2002, 259 p.

**C**ET OUVRAGE DE RÉFÉRENCE FAIT ÉTAT DE LA QUESTION DES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE EN 2002. Il permet d'acquérir les éléments de base utiles pour élaborer une solution SIG, comprendre le rôle de ces outils intégrés dans les chaînes de traitement de l'information et des systèmes d'aide à la décision, ce qui les constitue, leur usage et leur contexte.

Les SIG sont d'abord présentés selon une approche conceptuelle, puis de façon pratique en explicitant leurs trois principales composantes techniques : les applications, les données, les logiciels.

Les applications et leurs classifications mettent en évidence les problèmes techniques qui se posent lors des échanges, une même utilisation conduisant à des modélisations différentes selon la question étudiée et le point de vue adopté.

Les données soulèvent la question de l'acquisition, de la production, de l'interopérabilité, de la mise à jour, de la qualité et de la diffusion.

Quant aux logiciels, un panorama du marché français en 2002 pointe les différences dans les fonctions d'acquisition, de gestion, d'analyse et de communication, et permet de comprendre les critères de choix techniques et non techniques.

Les solutions SIG sont ensuite illustrées plus en détail dans les trois contextes applicatifs des collectivités locales, du géomarketing, et des systèmes d'informa-

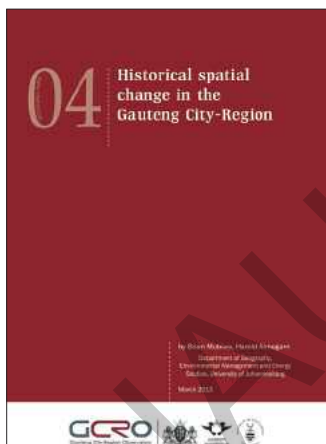
tion et de communication militaires. Les collectivités locales, pionnières en exploitation des SIG, traitent une quantité d'informations géographiques de types et de thèmes variés, dans le cadre de nombreuses applications.

Le géomarketing est un des domaines les plus actifs en 2002. Ses utilisateurs, moins techniques, ont fait évoluer les SIG vers une démocratisation de son utilisation.

Les militaires participent quant à eux aux réflexions sur les échanges de données, l'interopérabilité, les métadonnées, la qualité, etc.

Les SIG occasionnent des rapprochements d'acteurs et de technologies. Les collaborations techniques ou économiques caractérisent le domaine de l'information géographique, pris dans un mouvement général d'intégration des matériels et des données qui profite aux utilisateurs. Le développement de combinaisons entre données de gestion et données géographiques est facilité. Les SIG s'intègrent alors à l'ensemble des organisations et participent de plus en plus aux prises de décision. Ils sont devenus plus accessibles, plus proches des besoins applicatifs, plus ouverts.

Ce tour d'horizon se conclut sur le devenir des SIG et plus généralement sur celui des technologies de l'information localisée, avec l'évolution rapide des pratiques non-professionnelles, notamment avec la généralisation du tactile et du mobile.



**MUBIWA BRIAN, ANNAGARN HAROLD**  
**Historical spatial change in the Gauteng City-Region**  
 Université de Johannesburg, 2013, 44 p.  
 (avec cartes, tableaux, graphiques et bibliographie).

**L**E GAUTENG CITY-REGION OBSERVATORY (GCRO), EN AFRIQUE DU SUD, A POUR MISSION D'AIDER À LA COMPRÉHENSION DES DYNAMIQUES À L'ŒUVRE SUR CE TERRITOIRE. Les études qu'il mène doivent permettre d'éclairer les décisions à prendre quant à l'aménagement du Gauteng.

Tandis que la Commission nationale du développement d'Afrique du Sud a conçu un plan national de développement à l'horizon 2030, de son côté, le gouvernement provincial du Gauteng, en collaboration avec les différents acteurs locaux, publics et privés, élabore un plan à plus long terme, pour 2055.

Dans une première partie, l'examen des documents de planification historiques aide à retracer l'évolution du développement de l'espace urbain entre 1890 et 1980. Il montre notamment les facteurs qui ont influencé la forme spatiale de la Transvaal Sud et du territoire de Pretoria-Witwatersrand-Vaal. Les modèles initiaux de croissance urbaine du Gauteng étaient principalement linéaires, suivant la ceinture minière est-ouest du Witwatersrand. La montée en puissance des déplacements individuels, avec l'arrivée de la voiture, a modifié cette structure urbaine, en même temps que la périphérie augmentait.

La seconde partie présente une analyse des changements d'usage du sol. Les données collectées et le travail d'analyse du GCRO éclairent sur les évolutions spatiales qui ont façonné cette région pendant un siècle. Elles fournissent une image de sa croissance urbaine au cours des deux dernières décennies, grâce à l'imagerie satellite et à un système de suivi de l'occupation du sol. Les années

1991-2009 couvrent la période de transition et de changements rapides après l'effondrement du régime de planification urbaine de l'apartheid. L'analyse, qui s'appuie sur l'interprétation des images de télédétection, décrit la croissance du paysage urbain et l'extension des agglomérations, au détriment des zones agricoles et naturelles.

Ainsi, les cartes issues de ces images révèlent des nœuds de croissance urbaine intensive, des zones d'extension et de remplissage.

Dans le même temps, la cartographie de l'occupation du sol souligne l'importante réduction des autres classes, notamment celles associées au couvert végétal. La ségrégation sociale et économique – une caractéristique de l'aménagement du territoire durant l'apartheid – a créé un paysage urbain très fragmenté.

Cependant, malgré la disparition de ce régime, la construction d'immenses cités-dortoirs et la croissance des quartiers informels, très éloignés des centres économiques, ont perpétué cette forme urbaine. Le développement des parcs de bureaux, séparés des zones résidentielles, a renforcé la fragmentation. Ainsi, les outils cartographiques mis en place suggèrent que l'empreinte de l'apartheid sur l'aménagement de ce territoire est difficile à effacer.

Toutefois, ils montrent aussi qu'au cours des deux dernières décennies, malgré l'étalement urbain généralisé, sont apparues des zones de croissance maîtrisée, une certaine densification urbaine, et le développement de corridors écologiques. L'étude du passé explique les évolutions actuelles et, surtout, donne des pistes pour l'avenir.



## La consommation d'espaces par l'urbanisation. Panorama des méthodes d'évaluation.

Éditions du Certu, décembre 2010, 97 p.

(1) Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, le Certu, les huit Cété, le Cetmef et le Setra ont fusionné pour donner naissance au Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement. Le Certu est devenu « direction technique territoires et ville » (DTTV).



## Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure

La Revue du CGDD, Commissariat général au développement durable, mars 2012, 102 p.

LES LOIS DU GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT ONT RÉAFFIRMÉ LA NÉCESSITÉ D'ASSURER UNE GESTION ÉCONOME DES RESSOURCES ET DE L'ESPACE AFIN DE LUTTER CONTRE L'ÉTALEMENT URBAIN ET LA DISPARITION DES SURFACES AGRICOLES ET NATURELLES. Elles prévoient ainsi une meilleure prise en compte de ces objectifs dans les documents d'urbanisme, notamment les Scot (schémas de cohérence territoriale) et les PLU (plans locaux d'urbanisme). La rédaction de ces documents impose donc aux collectivités territoriales la mise en place de méthodes et d'outils de suivi à différentes échelles.

Ce rapport, destiné à les accompagner dans cette démarche, présente les conclusions du groupe de travail « Suivi de la consommation de l'espace », mené par le Certu (Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques), en liaison avec le réseau des Cété (Centre d'études techniques de l'équipement)<sup>(1)</sup>.

Trois grandes problématiques ont été abordées : comment quantifier et qualifier la surface et la localisation des espaces consommés par l'urbanisation ? Comment évaluer la compacité des formes urbaines en examinant les liens entre dynamiques de construction et densité, d'une part, et une utilisation rationnelle de l'espace, d'autre part ? Comment observer l'évolution des caractéristiques socio-économiques des espaces urbanisés afin de mieux répondre aux besoins

des populations, notamment dans l'accès aux services et aux équipements ?

Dans un premier temps, un état des lieux permet de recenser les données et paramètres existants pour quantifier et qualifier l'étalement urbain. Puis des thématiques sont sélectionnées et des questions formulées, aboutissant à la production d'une série d'indicateurs. Chacun de ces indicateurs est accompagné d'une grille d'analyse précisant les variables et bases de données nécessaires à leur construction. Un schéma d'ensemble complète cette grille de façon à identifier les liens entre les indicateurs et leur complémentarité.

Par ailleurs, des indicateurs de cadrage, au niveau supracommunal, sont identifiés pour fournir des repères sur le territoire dans lequel se situe la zone d'études. Ces indicateurs sont ensuite répartis en lots homogènes et expérimentés sur trois territoires (le Scot du Pays de Rennes, le Scot de Rouen-Elbeuf et la communauté de communes Sud-Grenoble).

Dans les deux dernières parties du rapport, chaque indicateur proposé par le groupe de travail est examiné en détail : son intérêt par rapport à la problématique, les sources utilisées, les méthodes de calcul et les résultats obtenus dans les territoires étudiés. À l'issue de cette étude, dix indicateurs ont été sélectionnés en privilégiant leur intérêt pour la problématique globale et la facilité à produire les données.

DEPUIS LES ANNÉES 1970, LE MODÈLE DE LOGEMENT DES FRANÇAIS EST LA MAISON INDIVIDUELLE AVEC UN JARDIN OU PROCHE D'UN ESPACE VERT. Les ménages s'éloignent du centre-ville. Des équipements commerciaux et de transport se développent avec ce mode de vie. Le foncier est alors souvent pris sur les terres agricoles, les espaces naturels.

Les objectifs du Grenelle de l'environnement mettent en évidence la lutte contre l'étalement urbain et la consommation d'espaces naturels et agricoles. La loi de modernisation de l'agriculture (2010) prévoit la définition d'indicateurs sur la consommation d'espace. L'artificialisation des espaces naturels est au cœur des problématiques.

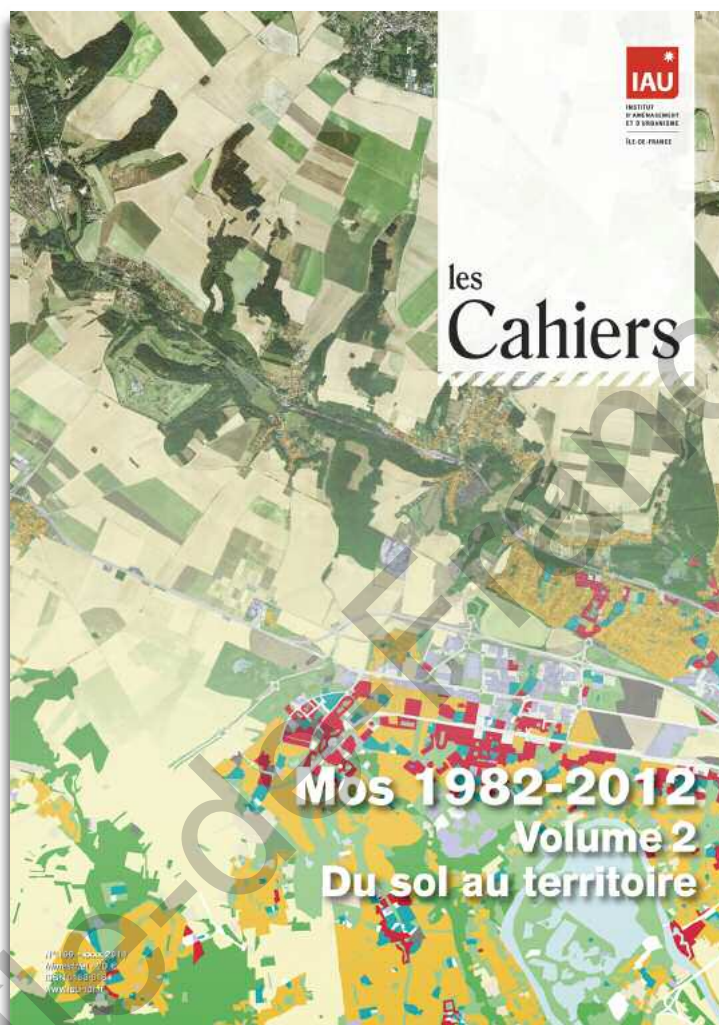
Quinze contributions d'experts dressent un constat de l'urbanisation et de la consommation d'espace, proposent statistiques, indicateurs et idées nouvelles. L'étalement urbain est abordé dans l'un des articles sous l'angle économique et théorique. Une autre contribution, sur la base de données Corine Land Cover, livre des chiffres sur une des mesures du Grenelle pour la protection de la biodiversité, la trame verte et bleue.

D'autres articles définissent des indicateurs pour suivre la consommation d'espace par l'urbanisation, la construction et les caractéristiques socioéconomiques dans les milieux denses. Par exemple, un indicateur peut être la mesure de la distance de la construction neuve au centre des aires urbaines : on observe qu'au cours de ces dix dernières années, la distance de la construction neuve au centre s'est accrue dans les plus grandes aires urbaines et a diminué dans les autres.

Les fichiers fonciers de la DGFIP apportent des éléments géoréférencés sur la mesure de la consommation d'espace, l'analyse des marchés locaux du foncier et de l'habitat, la biodiversité, etc. Un des articles décrypte une enquête réalisée sur les ménages français : ils consentent à payer un tiers plus cher pour une maison que pour un appartement, et ce constat est plus marqué pour ceux qui résident dans le périurbain. S'éloigner des centres-ville est un choix sociétal et économique des ménages, mais il a un coût. La surface des logements étant plus grande, les dépenses d'énergie sont plus importantes. De même, l'usage de la voiture est plus courant. Les distances parcourues en kilomètres pour des déplacements domicile-travail et domicile-loisirs, et en temps de trajet croissent. Les dépenses liées au carburant augmentent comme les émissions de CO<sub>2</sub>. Le Grenelle de l'environnement renforce les documents d'urbanisme : le plan de prévention du risque inondation (PPRI) met un frein à l'étalement urbain en zone inondable.

Lutter contre l'étalement urbain engendre une réflexion sur de nouvelles formes de ville, plus denses et compactes, plus fonctionnelles et mixtes, dans laquelle la prospective peut apporter des réponses. La périurbanisation doit être assumée, les territoires réinvestis pour en faire une composante de la ville de demain. Une deuxième approche est celle du renouvellement urbain : intégrer la nature en ville, proposer des formes urbaines correspondant aux aspirations de nature, d'espace et de meilleure qualité de vie des urbains.

À paraître  
au printemps  
2014



# Mos 1982-2012 Volume 2 Du sol au territoire

Le code qui ouvre  
la page web sur le Mos :



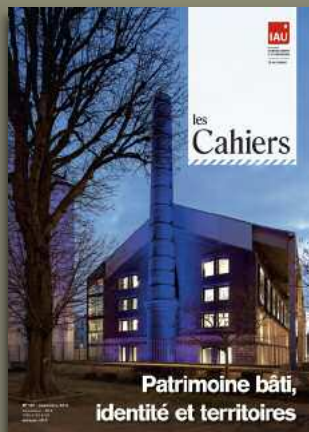
Lien raccourci :  
[bit.ly/lemos2012](http://bit.ly/lemos2012)

Le volume 2 de ces *Cahiers* consacrés aux 30 ans du Mos fera le point sur les transformations du territoire francilien et proposera une analyse diachronique des mutations opérées.

Entre 1982 et 2012, huit campagnes de photographies aériennes ont été réalisées et photo-interprétées. Ces huit documents illustrent de façon très précise l'évolution de l'occupation du sol de l'Île-de-France. Ils témoignent de la périurbanisation, de la désindustrialisation et de la mutation de l'appareil productif, de la densification, de l'émergence de nouvelles polarités et aménités, du changement des formes urbaines et de la reforestation. Ce volume 2 des *Cahiers* Mos sera également l'occasion d'exposer de nouvelles formes de représentation de l'évolution du territoire.

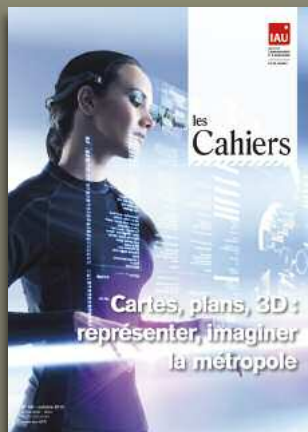
# Derniers Cahiers parus

////////////////// n° 167



**Patrimoine bâti,  
identité et territoires**  
*novembre 2013*

////////////////// n° 166



**Cartes, plans, 3D :  
représenter, imaginer  
la métropole**  
*octobre 2013*  
Numéro double

////////////////// n° 165



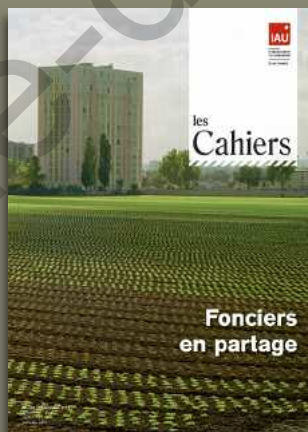
**Les cités-jardins,  
un idéal à poursuivre**  
*avril 2013*  
Numéro double

////////////////// n° 164



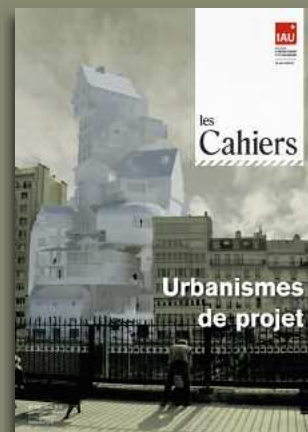
**La jeunesse,  
fabrique du futur**  
*octobre 2012*

////////////////// n° 163



**Fonciers en partage**  
*septembre 2012*

////////////////// n° 162



**Urbanismes de projet**  
*mai 2012*  
Numéro double



En vente à l'IAU île-de-France

15, rue Falguière, 75740, Paris Cedex 15 - Tél. : 01 77 49 79 38 - [www.iau-idf.fr](http://www.iau-idf.fr)

