



**Méthode pour l'estimation de l'artificialisation des sols  
(et de la consommation des terres agricoles)**  
*Méthodes, données et pistes d'utilisation*

***Jean-Edouard Legendre US-ODR INRA Toulouse***  
***N° 2015-01 Note Méthodologique***

INRA Toulouse  
Unité de service de l'Observatoire du Développement Rural (0685)  
24, Chemin de Borde Rouge - Auzeville  
CS 52627  
31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX

## Introduction

L'artificialisation<sup>1</sup> des sols est un phénomène qui affecte la majorité des territoires français, et qui ne cesse de croître ces dernières années. Cette artificialisation, attribuée pour l'essentiel à l'accroissement de la population, est maintenant une problématique inhérente des documents de planification territoriale. Elle est aussi la principale cause de consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers. Un document d'Agreste en 2010 reporte les résultats de l'enquête Teruti (cf. section suivante) en France pour 2009: « Les sols artificialisés progressent globalement de 259 000 hectares dans la période 2006-2009, ce qui est équivalent à une extension annuelle moyenne de 86 000 hectares ou 1,9 % par an. [...] À titre de comparaison, l'avancée moyenne des sols artificialisés sur la période 1992-2003 mesurée par l'enquête Teruti était de 61 000 hectares par an, soit un département tous les dix ans. » L'exemple le plus probant de cette volonté de mesurer le phénomène pour mieux l'appréhender reste la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, qui stipule dans son article 17 que le rapport de présentation d'un SCoT doit s'accompagner d'une « analyse de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers au cours des dix années [...] ».

De nombreuses enquêtes (SSP, Teruti,...) et études (Cete, Cerema, Certu,...) tendent à mesurer la consommation de ces espaces et leur artificialisation, mais les enquêtes nationales peuvent parfois manquer de précision ou d'actualisation pour satisfaire les collectivités territoriales, surtout à un niveau local (commune, intercommunalité, etc.). La présente note fait état de ce qui se fait actuellement en France pour mesurer l'artificialisation, en passant en revue les données accessibles et les méthodes applicables.

## Quelles données mobiliser?

### Teruti-Lucas

Les données probablement les plus utilisées pour les enquêtes nationales sont celles de l'enquête Teruti-Lucas<sup>2</sup>. Les résultats étant des estimations calculées à partir d'un échantillonnage, ils ne sont pas fiables ni représentatifs à des échelles locales ; ainsi le niveau le plus fin d'utilisation reconnu est le département.

### Fichiers fonciers

Les fichiers fonciers (aussi appelés fichiers MAJIC<sup>3</sup>) fournis par la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP) sont plus adaptés à la problématique d'une analyse de l'artificialisation à une échelle fine. À l'échelle de la parcelle cadastrale, l'information qu'ils contiennent est pertinente pour des études communales et intercommunales. La revue du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) de mars 2012 relative à l'urbanisation et la consommation de l'espace souligne les intérêts de ces fichiers (standardisation nationale, mise à jour annuelle,...), mais aussi ses limites et contraintes (ne sont renseignées que les surfaces cadastrées<sup>4</sup> et les données sont déclaratives). De plus

---

<sup>1</sup> Selon le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE), « Les espaces artificialisés recouvrent les zones urbanisées [...], les zones industrielles et commerciales, les réseaux de transport, les mines, carrières, décharges et chantiers, ainsi que les espaces verts artificialisés [...], par opposition aux espaces agricoles, aux forêts ou milieux naturels, zones humides ou surfaces en eau ». L'artificialisation est le passage des sols vers des espaces artificialisés.

<sup>2</sup> [Agreste/Teruti-Lucas](#)

<sup>3</sup> Mise A Jour des Informations Cadastreales.

<sup>4</sup> Certaines surfaces relevant du domaine public ne sont pas présentes (voirie publique par exemple).

une parcelle est considérée entièrement artificialisée si un local est construit dessus, ce qui n'est pas forcément le cas (par exemple s'il s'agit d'un bâtiment agricole dans une parcelle). Des ratios estimatifs restent néanmoins calculables, ou il est possible d'utiliser des subdivisions fiscales (qui permettent aussi de déterminer la nature du local ou de la parcelle).

Les données des fichiers fonciers sont utilisées dans de nombreux cas (SCoT du Haut-Jura, de Dijon, de Flandre Intérieure, ...), et la méthode est bien renseignée dans des documents comme celui de la Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature de septembre 2013 portant sur la « mesure de la consommation d'espace à partir des fichiers fonciers »<sup>5</sup>.

La Figure 1 montre un exemple d'utilisation de ces fichiers croisés avec la BD Parcellaire® (couche SIG).

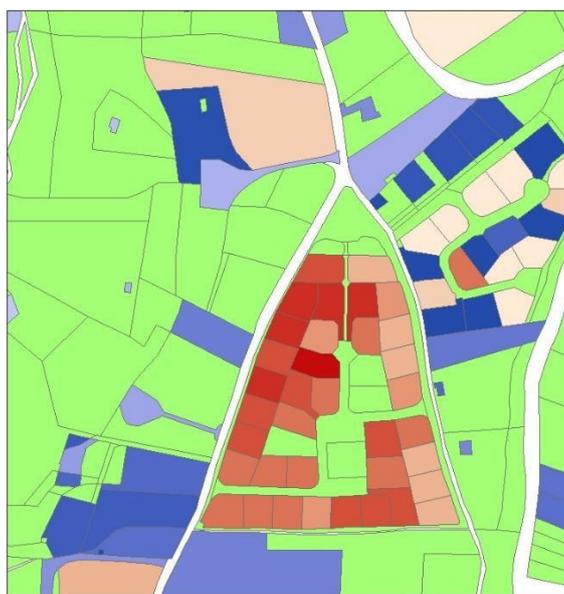


Figure 1 : Année de construction du local sur la parcelle. En vert figure les parcelles sans local ; en bleu celles avec un local datant d'avant 2003 (bleu clair : 1850, bleu foncé : 2002) ; en rouge celles avec un local datant d'après 2003 (rouge clair : 2003, rouge foncé : 2011).

## BD Topo®

La troisième source de données mobilisable est la base de données topographique de l'Institut Géographique National (IGN). Ces données renseignent les infrastructures artificialisées de type bâti, réseaux routiers et ferroviaires, zones d'activités, etc. La donnée est extrêmement précise en termes de localisation, mais certaines classes ne sont pas toujours très bien renseignées, en particulier pour les versions anciennes de la BD Topo®. Il convient aussi de rappeler que dans le cas du bâti par exemple, seule la surface construite figure : l'intégralité de la zone artificialisée est donc sous-estimée (terre-pleins et parkings connexes rarement présents). À l'inverse des fichiers fonciers sur la base desquels on considère une parcelle entièrement artificialisée si un local est construit dessus, la BD Topo® conduit à sous-estimer l'artificialisation des sols. Il existe différentes méthodes qui tendent à pallier cette sous-estimation, lesquelles sont explicitées *ci-après*.

Le second principal inconvénient de cette base de données est relatif à son actualisation qui n'est pas annuelle, mais avec une périodicité de 10 ans.

La Figure 2 illustre l'utilisation de la BD Topo®.

<sup>5</sup> [http://www.cotita.fr/IMG/pdf/02\\_AtelierGeo-2014-02-11\\_CEREMA-DTecTV-DTerNP-RecueilFiches.pdf](http://www.cotita.fr/IMG/pdf/02_AtelierGeo-2014-02-11_CEREMA-DTecTV-DTerNP-RecueilFiches.pdf)

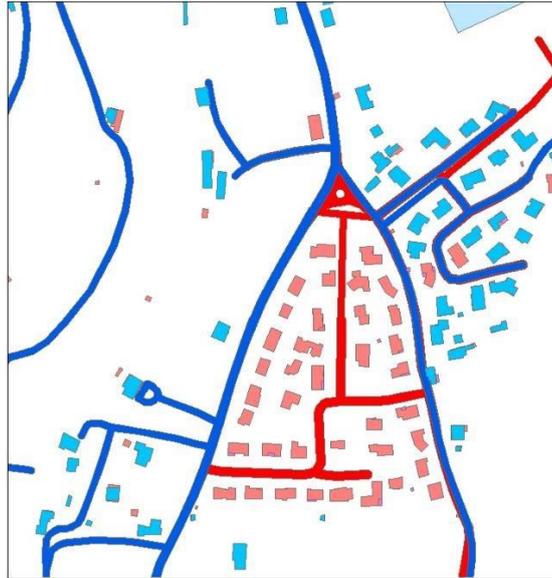


Figure 2 : BD Topo® de l'année 2005 (PVA 2003, en bleu) superposée à celle de 2014 (PVA 2013, en rouge). Les routes sont les couleurs foncées, les bâtiments en clair.

### Orthophotographies et télédétection

De nouvelles techniques se développent dans le domaine de la télédétection, pouvant permettre un suivi temporel avec plusieurs photos satellites (ou aériennes) par an. En parallèle de l'évolution des outils se développent aussi l'accessibilité des données (projet Sentinel-2 par exemple, amélioration Landsat). Mais l'utilisation des outils de télédétection reste destinée à un public averti, étant donnée les compétences nécessaires pour retraiter ou manipuler les données afin de produire des résultats fiables, compréhensibles et publiables.

Reste l'option de la photo-interprétation, qui est incontestablement la plus précise et exhaustive de toutes, mais le coût en temps de cette approche n'est purement et simplement pas envisageable pour la très large majorité des acteurs territoriaux.

La Figure 3 présente un exemple de comparaison de photographies ortho rectifiées pour une zone en 2003 et 2011.



Figure 3 : Photo orthorectifiée de 2003 (gauche) et de 2011 (droite).

### *Quelle approche privilégiée?*

#### Le croisement de couches

Comparer deux versions de la BD Topo® permet d'identifier les surfaces artificialisées apparues entre les deux années de prise de vue aérienne (PVA). Plus marginalement les surfaces artificialisées détruites sont aussi relevées, il convient alors à l'utilisateur de choisir s'il les considère ou non étant donné que leur fonction naturelle n'est pas restituée intégralement pour autant.

Le fait est que les surfaces calculées ne prennent pas en compte les réelles surfaces perturbées (cf. paragraphes précédents). Pour pallier cette situation, l'application d'un tampon autour des surfaces de bâti (et non de routes) est la solution la plus souvent adoptée. La taille de ce tampon est généralement calculée à dire d'experts ou suite à des recherches bibliographiques.

Le choix a été fait d'estimer les surfaces réellement perturbées à l'aide d'outils de télédétection.

## Estimation des surfaces perturbées par télédétection

Les outils de télédétection permettent de recréer des cartes d'occupation du sol, la nomenclature de ces dernières étant définie par l'utilisateur (classification en fonction des propriétés spectrales). L'intérêt n'est porté que sur les surfaces artificialisées (routes, bâti et autres surfaces imperméabilisées) ou non (bois, prairies, cultures et sol nu).

De nombreuses méthodes de classification de l'occupation du sol sont disponibles, lesquelles sont à choisir en fonction des données disponibles, des temps de traitement allouables et de la précision des résultats attendue. Le logiciel libre Monteverdi utilisant la librairie Orfeo<sup>6</sup> permet de tels traitements. Dans l'exemple présenté ici les calculs ont été effectués sur la BD Ortho<sup>®</sup> de l'IGN qui couvre l'ensemble du territoire à une très haute résolution spatiale (50 cm).

Il existe deux principaux inconvénients à l'utilisation de cette donnée : d'une part le fait qu'il n'y ait qu'une photo par an (elle-même constituée d'une mosaïque de photos prises à plusieurs périodes de l'année), d'autre part l'absence de bande infra-rouge permettant de mieux discriminer la végétation des autres objets. Mais lorsque l'on ne s'intéresse qu'aux objets exposés plus haut (et non aux différents types de végétation par exemple), les résultats sont globalement satisfaisants. Néanmoins il peut exister des confusions entre les classes d'occupation du sol. L'utilisation de données vectorielles permet d'en corriger bon nombre. L'ajout de la BD Topo<sup>®</sup> aux résultats de la classification pour récupérer les toits en tuile confondus avec le sol nu <sup>par</sup> exemple, ou du RPG pour la confusion inverse (terres labourées considérées comme artificialisées par exemple) permet d'obtenir des résultats assez fiables. Enfin les temps de traitements pouvant s'avérer très importants, les calculs peuvent donc s'effectuer sur des zones tests pour obtenir un ratio entre surfaces artificialisées brutes (BD Topo<sup>®</sup>) et surfaces perturbées (issues de classifications) ensuite extrapolable à toute la zone étudiée. Cette différence peut être calculée pour des zones urbaines et rurales pour une meilleure précision, en faisant la différence entre les résultats obtenus au sein et au dehors des tâches urbaines (voir Tâche urbaine - CERTU<sup>7</sup>).

La Figure 4 montre un exemple de résultats de détection des zones perturbées.

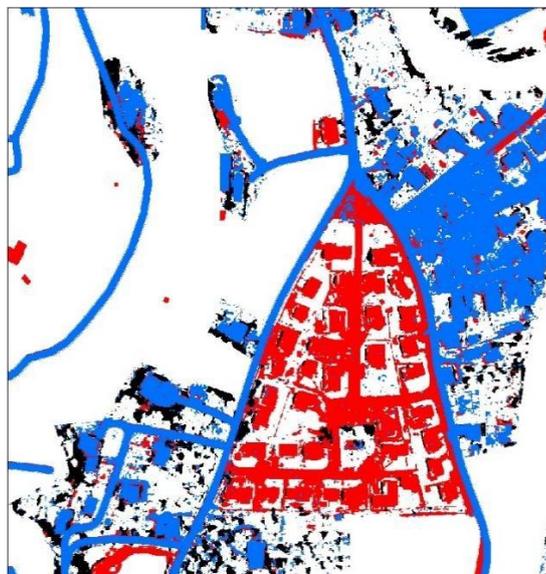


Figure 4 : Zones perturbées par l'artificialisation calculées par télédétection sur la BD Ortho (et ajout de la BD Topo) pour les années 2003 (en bleu) et apparues en 2011 (en rouge). Les surfaces en noir sont les ombres, leur nature est indéterminée.

<sup>6</sup> Développée par le Cesbio, le CNES, CS-SI et OS Géo.

<sup>7</sup> [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1460/CERTU-RE\\_08-25.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1460/CERTU-RE_08-25.pdf?sequence=1)

La surface perturbée permet de calculer une taille de tampon à appliquer autour du bâti (calcul à faire sur les zones urbaines et rurales dans le cas où elles ont été définies), en considérant le tampon comme une entité circulaire autour du bâti selon cette formule :

$$R_{\text{Tampon}} = \sqrt{(SP_{\text{Perturbée}} / \pi)}$$

Le tampon calculé est propre au territoire étudié, il convient donc de le calculer en fonction de l'hétérogénéité du territoire (en répétant la méthode sur des zones tests représentatives).

La Figure 5 montre un exemple de l'application du tampon sur la BD Topo.

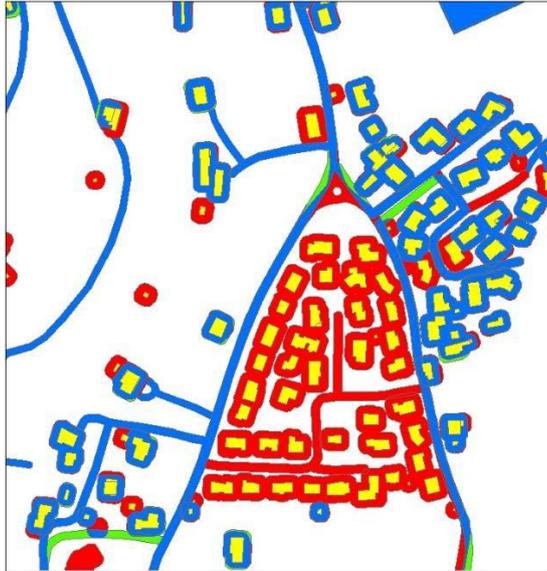


Figure 5 : Zones perturbées par l'artificialisation calculées par ajout du tampon sur la BD Topo® pour les années 2003 (en bleu) et apparues en 2013 (en rouge). Les surfaces en vert correspondent à des disparitions de routes dans la BD Topo® entre les deux versions. En jaune figurent les bâtiments de la BD Topo®.

À l'occasion d'un diagnostic réalisé dans le cadre du SCoT du PNR des Grands Causses, cette méthode a permis d'estimer les surfaces artificialisées entre 2003 et 2013 sur 97 communes. Le croisement des BD Topo® estime à 31 hectares artificialisées en moyenne annuelle pour autant d'hectares perturbés mesurés en plus avec le tampon, soit au total 62 hectares par an (616 hectares sur dix ans) pour le territoire concerné par le SCoT.

#### Estimation de la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers

L'estimation de l'artificialisation du territoire ne permet pas à elle seule de mesurer la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers. Pour cela plusieurs méthodes sont envisageables. L'une d'entre elles consiste à croiser les surfaces artificialisées avec les données RPG et les fichiers fonciers. Les parcelles où du bâti est apparu d'après les fichiers fonciers sont sélectionnées dans un premier temps ; puis y sont retirées les surfaces déjà perturbées en 2003 afin de corriger les possibles erreurs des fichiers fonciers ; et les parcelles du RPG 2012 sont également retirées de la sélection pour ne pas prendre en compte les parcelles incluant du bâti agricole.

Sur le même exemple du Parc des Grands Causses, cette approche a permis d'estimer la perte de surfaces agricoles, naturelles et forestières à 939 hectares sur la période 2003-2011.

La Figure 6 illustre la méthode employée.

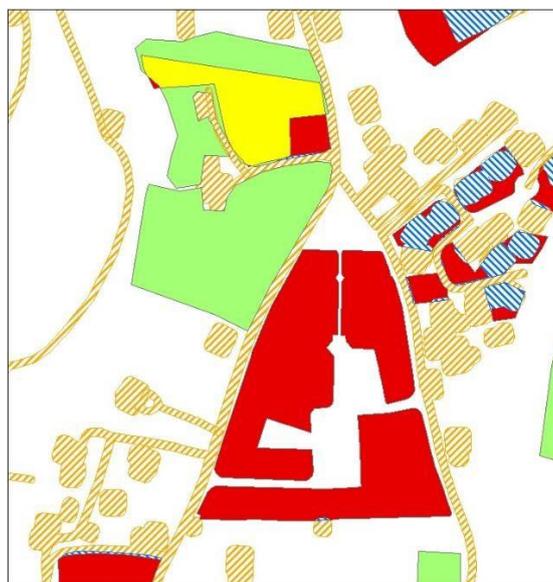


Figure 6 : Estimation de la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers. Y figurent les parcelles RPG non consommées sans bâti agricole (en vert) ; les parcelles RPG non consommées avec bâti agricole (en jaune) ; les parcelles du fichier foncier urbanisées depuis 2003 (en rouge) ; les zones déjà perturbées par l'artificialisation en 2003 intersectant les parcelles du fichier foncier sélectionnées (hachuré bleu) ; et les zones déjà perturbées par l'artificialisation en 2003 n'intersectant pas les parcelles du fichier foncier sélectionnées (hachuré orange).

Ici la différence n'est pas faite entre les espaces agricoles et autres espaces forestiers ou naturels. Pour cela, les fichiers fonciers peuvent apporter l'information en sélectionnant les parcelles qui ont vu leurs surfaces agricoles devenir nulles, pour laisser place à des surfaces artificialisées.

La Figure 7 montre un exemple de cette sélection.



Figure 7 : Sélection des parcelles agricoles artificialisées entre 2009 et 2013 (en rouge), et des parcelles agricoles n'ayant pas changé de statut (en vert). En fond figure la BD Ortho® de 2011.

Par ailleurs les données de la Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural (SAFER) renseignent sur le marché foncier. Pour l'année 2012, le rapport d'activité de la FN-SAFER fait ainsi état d'un marché de 30 000 hectares de biens agricoles cédés en vue d'une artificialisation.

## *Conclusion*

L'artificialisation des sols est un enjeu auquel doivent face tous les territoires français, de l'échelle communale à nationale, avec des degrés d'exposition propres à chacun. Les méthodes employées pour parvenir à des estimations fiables de ce phénomène doivent être choisies en fonction de plusieurs paramètres : l'échelle spatiale et temporelle de représentation du phénomène, conjointement au temps que l'organisme en charge de l'analyse peut y consacrer et aux données à sa disposition.

## *Références bibliographiques :*

Commissariat Général au Développement Durable « Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure », La revue du CGDD, Mars 2012

Rapport d'activité des SAFER, 2012. [http://www.safer.fr/iso\\_album/2013-09-26-plaquette-activite-safer-2012-cra.pdf](http://www.safer.fr/iso_album/2013-09-26-plaquette-activite-safer-2012-cra.pdf)

TERUTI-LUCAS : « L'utilisation du territoire en 2009 », Chiffres et données - Série Agriculture n° 213 août 2010.