



Gérer l'artificialisation des sols : Une analyse du point de vue de la biodiversité

Alice COLSAET

Sous la direction de Yann Laurans et Laurent Mermet

D'après un mémoire de fin d'études du master 2 EEET

Colsaet, A. 2017. Gérer l'artificialisation des sols : une analyse du point de vue de la biodiversité.
Rapport, Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (Iddri), Paris, France, 105 p.

Février 2017

Table des matières

Liste des tableaux.....	3
Liste des figures.....	3
Liste des annexes.....	3
Introduction.....	4
a. Une approche « par pressions » centrée sur l'artificialisation des sols.....	4
b. Identifier les dynamiques à l'œuvre, mieux évaluer les politiques publiques.....	7
c. Problématique de recherche et méthodologie.....	10
1. Définir et appréhender l'artificialisation en tant que pression sur la biodiversité.....	12
1.1. La mesure de l'artificialisation et ses insuffisances.....	12
a. Définition et instruments de mesure.....	12
b. Les limites pour l'analyse des impacts sur les écosystèmes.....	13
1.2. Des indicateurs pour caractériser l'artificialisation du point de vue de la biodiversité.....	16
a. Relier usage des sols et potentiel écologique.....	16
b. Prendre en compte la réversibilité.....	18
c. Aspects spatiaux de l'artificialisation et qualité des aménagements.....	20
1.3. Un référentiel pour la gestion de l'artificialisation.....	23
a. Un problème environnemental identifié mais récent.....	23
b. Des objectifs politiques affichés.....	25
2. Etat des lieux de l'artificialisation sur les territoires français et francilien.....	27
2.1. L'artificialisation du sol en France continentale.....	27
2.2. L'artificialisation en Île-de-France.....	32
a. Une région particulièrement touchée par l'artificialisation.....	32
b. La dynamique de l'artificialisation depuis les années 1980 : grandes tendances et variations historiques.....	33
c. Les changements d'usage des sols : des évolutions complexes.....	36
d. Les usages socio-économiques des nouveaux espaces artificialisés.....	38
e. Quel bilan pour la biodiversité ?.....	40
3. Analyse du système de gestion de l'artificialisation – proposition d'un cadre comptable.....	43
3.1. Un cadre comptable du système de gestion : pourquoi, comment ?.....	43
a. Utilité d'un cadre comptable.....	43
b. Analyse des méthodes existantes.....	44
c. Choix méthodologiques.....	47
3.2. Cadre d'analyse général : trois « sphères » dans la gestion de l'artificialisation.....	48
3.3. La régulation de l'artificialisation.....	50
a. La production et la gestion de normes.....	51
b. Des instruments incitatifs : taxes et subventions.....	61
c. Contractualisation et engagements volontaires.....	63
3.4. La gestion opérationnelle.....	67
a. L'artificialisation dans la conception des projets.....	67
b. Le coût de l'utilisation économe de l'espace.....	68
c. La production d'infrastructures écologiques.....	69
3.5. Connaissance et communication.....	74
Conclusion et discussion des résultats.....	77
Bibliographie.....	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan des entretiens réalisés.....	11
Tableau 2: Potentiel biodiversité selon l'usage des sols.....	17
Tableau 3: Proposition d'un indicateur pour la réversibilité.....	19
Tableau 4: Analyser les liens entre artificialisation et biodiversité : une diversité d'indicateurs.....	22
Tableau 5: Usages du sol en France continentale.....	27
Tableau 6: Usages des nouvelles surfaces artificialisées en France continentale.....	31
Tableau 7: Usages du sol en Île-de-France.....	32
Tableau 8: Evolution nette des principaux usages du sol par période en Île-de-France.....	33
Tableau 9: Evolution comparée de l'artificialisation et de la population en Île-de-France.....	35
Tableau 10: Utilisation des espaces pour l'artificialisation comparée à leur rareté relative.....	37
Tableau 11: Usages des nouvelles surfaces artificialisées en Île-de-France.....	39
Tableau 12: Evolution des usages du sol en IDF en fonction de l'indicateur BioMos.....	41
Tableau 13: Evolution des usages du sol en IDF en fonction de la réversibilité.....	41
Tableau 14: Les procédures liées aux autorisations environnementales.....	55
Tableau 15: Cadre comptable pour la production et la gestion de normes.....	59
Tableau 16: Cadre comptable pour la gestion des taxes, subventions et engagements volontaires.....	66
Tableau 17: Cadre comptable pour la gestion opérationnelle.....	73
Tableau 18: Cadre comptable pour la connaissance et la communication.....	76

Liste des figures

Figure 1: L'approche "par pressions" retenue dans l'analyse.....	5
Figure 2 : Evolution schématique de l'usage des sols dans une société humaine.....	5
Figure 3 : Potentiel biodiversité et réversibilité de différents usages du sol.....	19
Figure 4: Fragmentation des espaces naturels par région forestière départementale.....	28
Figure 5 : Evolution des grands types d'usage du sol en France continentale.....	29
Figure 6: Changements d'usage des sols nets et bruts entre 1999 et 2012.....	36
Figure 7 : Trois sphères dans la gestion de l'artificialisation.....	49
Figure 7 bis : Vision globale des différentes actions composant la gestion intentionnelle de l'artificialisation.....	50
Figure 8 : Acteurs et interactions dans la régulation de l'artificialisation.....	50

Liste des annexes

Annexe 1 : Détail des entretiens réalisés.....	81
Annexe 2 : Guide d'entretien indicatif.....	82
Annexe 3 : Evolution de l'usage des sols dans le MOS, toutes périodes.....	83
Annexe 4 : Changements bruts d'usage des sols entre 1999 et 2012.....	84
Annexe 5 : Usages des nouvelles surfaces artificialisées, MOS 81 postes.....	85
Annexe 6 : Précisions méthodologiques sur l'indicateur national de dépense de protection de la biodiversité et des paysages.....	88

Introduction

Ce rapport part d'une intuition : l'étude des politiques de la biodiversité se concentre souvent sur quelques acteurs et mesures dédiées, prises isolément – avec un certain déséquilibre dans l'intérêt porté aux différents outils ou types d'action, comme l'illustre la focalisation récente des publications scientifiques et grand public sur la compensation écologique.

Parallèlement, l'étude de documents officiels tels que le bilan de la Stratégie nationale sur la biodiversité (SNB) ou le rapport des actions de la France auprès de la Convention sur la diversité biologique (CDB) tend à montrer que l'évaluation des politiques peine à faire le lien entre les actions menées en matière de biodiversité, les objectifs attendus et les résultats. Si des mesures politiques axées sur la biodiversité sont mises en avant, on constate en parallèle que les écosystèmes continuent de se dégrader, voire que les pressions sur la biodiversité augmentent – sans que la responsabilité des politiques publiques soit réellement interrogée. Comment évaluer réellement les politiques publiques mises en œuvre, les moyens employés, et leurs effets sur la biodiversité ?

Ce rapport se concentre sur la problématique de l'artificialisation des sols, une pression majeure sur la biodiversité. Il cherche à développer un cadre pour analyser l'artificialisation et sa gestion, qui soit pertinent du point de vue de la biodiversité.

a. Une approche « par pressions » centrée sur l'artificialisation des sols

La biodiversité n'est pas vraiment, en elle-même, un objet de gestion : ce sont plutôt les pressions anthropiques sur la biodiversité qui sont gérées par les acteurs. On peut faire un parallèle avec le bien-être humain : il s'agit d'un effet émergent, résultant de multiples paramètres (niveau de vie, éducation, santé, sécurité...) qui constituent chacun des problèmes socio-politiques à part entière avec un système de gestion distinct.

La biodiversité est une donnée multi-factorielle, multi-scalaire et complexe, c'est-à-dire qu'elle est marquée par de nombreuses interactions, des relations non-linéaires avec les paramètres et des effets de seuil (voir par exemple Brook et al. 2008). Il est donc difficile de l'analyser comme l'objet d'une gestion directe, d'établir des relations entre les actions menées et l'état des écosystèmes.

Feger souligne dans sa thèse (2016) que nous manquons d'instruments comptables afin d'évaluer les actions de gestion pour les écosystèmes. Nous disposons d'un certain nombre d'indicateurs pour analyser les actions des organisations en lien avec l'environnement (leurs impacts, leurs interdépendances). Nous possédons également des données, même si elles demeurent lacunaires, sur l'état des écosystèmes et leur évolution. Mais il manque, entre ces deux entités de référence (l'organisation et l'écosystème) un indicateur intermédiaire qui fasse correspondre les actions à des indicateurs de résultat, et puisse déboucher sur une évaluation.

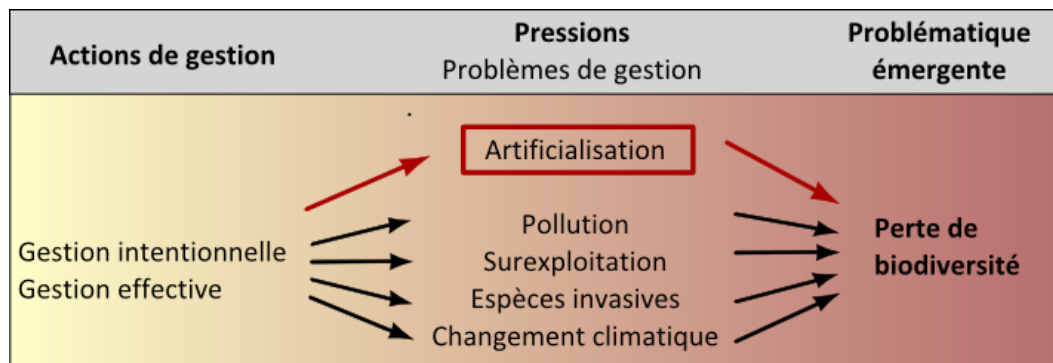
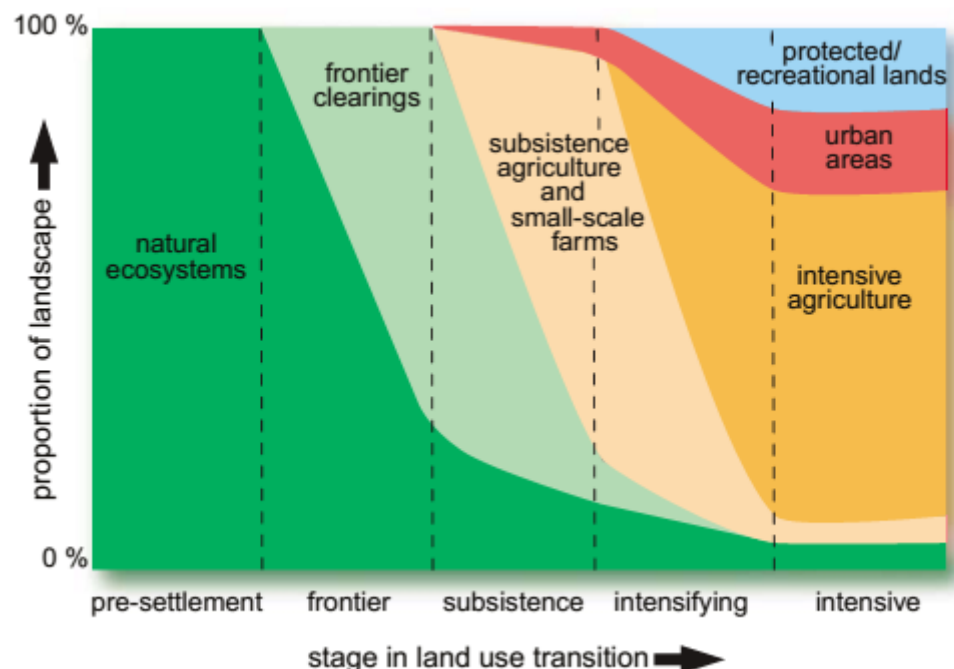


Figure 1: L'approche "par pressions" retenue dans l'analyse

Les changements d'usage des sols constituent une pression majeure sur la biodiversité. Déforestation, développement de l'agriculture ou de l'élevage, mais aussi expansion des aires urbaines contribuent à la réduction et à la fragmentation des habitats naturels. Les mutations les plus spectaculaires se produisent en Asie, en Amérique latine par la déforestation, et globalement dans toutes les régions tropicales notamment en Afrique par l'urbanisation rapide (Haines-Young 2009). L'évolution de l'usage des sols en Europe peut paraître comparativement stable. Cependant l'accaparement des ressources y est particulièrement élevé : Imhoff et al (2004) estiment que l'appropriation de la production primaire nette¹ par les humains s'élève à 72 % de la production locale. La réduction de la surface dédiée aux services écosystémiques tels que la régulation du climat ou la préservation de la biodiversité se voient fortement réduits, ce qui met en danger le bien-être humain (Foley et al. 2005).

Figure 2 : Evolution schématique de l'usage des sols dans une société humaine



D'après Foley et al. (2005)

¹ Quantité d'énergie solaire transformée en biomasse par le biais de la photosynthèse.

Le dernier rapport du Secrétariat de la CDB sur les perspectives mondiales en matière de biodiversité (CDB 2014) examine les indicateurs correspondant aux objectifs dits « d'Aichi » - objectifs internationaux auxquels se sont engagés les pays membres de la Convention sur la diversité biologique.. L'objectif B, qui se concentre sur la réduction des pressions directes, donne des résultats mitigés selon les régions du globe. Les objectifs de réduction de la consommation, dégradation et fragmentation des milieux naturels affichent un bilan particulièrement négatif

L'importance grandissante de ce problème s'accompagne de l'émergence d'une « land change science » (Turner et al. 2007), programme de recherche interdisciplinaire qui étudie les changements d'usage des sols, leurs causes et leurs impacts environnementaux. Au sein de ce programme, beaucoup de chercheurs se focalisent sur les changements d'usage des sols les plus rapides et les plus importants, notamment liés au développement de l'agriculture. Parmi les nombreux impacts environnementaux, l'effet des changements d'usage des sols sur la biodiversité est souvent mentionné mais rarement traité en détail. Ce rapport propose de se focaliser sur les enjeux spécifiques aux changements d'usage des sols en France continentale – notamment le phénomène d'artificialisation (voir clarification sémantique ci-dessous) et ses effets sur la biodiversité – qui méritent d'être davantage étudiés en vue d'analyser les politiques publiques.

Clarification sémantique : *land use*, *land cover*, artificialisation et imperméabilisation

Comme souvent dans le traitement des problématiques nouvelles, une diversité de termes peut être employée pour décrire des concepts liés mais légèrement différents.

L'usage du sol désigne sa fonction économique et sociale : espace réservé à la nature, à la production agricole, aux loisirs, au logement... tandis que la **couverture du sol** désigne des caractéristiques physiques : espace boisé, herbacé, revêtu ou bâti par exemple. Dans ce rapport, c'est essentiellement l'usage du sol qui est abordé.

Les changements d'usage du sol regroupent l'ensemble des mutations qui s'opèrent, mais on constate en pratique un focus important de la recherche sur la conversion d'espaces naturels pour l'agriculture. Or, en France, le problème généralement mis en avant par les pouvoirs publics ou les associations (c.f. partie 1) est essentiellement l'**artificialisation**. Ce terme s'applique à une catégorie particulière de changements d'usage des sols : la conversion de surfaces agricoles ou naturelles en espaces à usage urbain (qu'ils soient revêtus ou non).

On parle également d'**étalement urbain** pour désigner l'artificialisation, notamment quand celle-ci est plus rapide que la croissance de la population – une artificialisation plus modérée étant désignée de préférence par le terme **expansion urbaine**. L'**émiettement urbain** ou le mitage est un terme utilisé pour souligner le caractère diffus, éclaté de l'artificialisation.

Pour certains organismes, l'artificialisation recouvre un phénomène plus large, à savoir tous les changements d'usage des sols (voire toutes les actions humaines) qui vont dans le sens d'une perte de naturalité, par exemple l'intensification de l'agriculture (IAU ÎdF 2016).

Enfin, on parle également d'**imperméabilisation des sols** lorsque l'eau ne peut plus s'y infiltrer, c'est-à-dire quand le sol est bâti ou revêtu. L'imperméabilisation ne concerne donc qu'une partie des espaces artificialisés.

b. Identifier les dynamiques à l'œuvre, mieux évaluer les politiques publiques

De nombreuses recherches existent sur les problématiques d'artificialisation et d'étalement urbain. La revue proposée ici n'est aucunement exhaustive, mais cherche à identifier de grandes approches qu'on retrouve dans la littérature scientifique. Deux besoins semblent émerger de cette revue : mieux identifier les dynamiques à l'origine de l'artificialisation, l'articulation et la hiérarchie entre différents *drivers* ; et, en particulier, reconsidérer le rôle des politiques publiques dans le développement de l'artificialisation

La dynamique de l'artificialisation et ses causes : une littérature « éparpillée »

Les causes de l'artificialisation et de l'étalement urbain font l'objet de recherches dans différentes disciplines, qui se concentrent sur des aspects et sur des *drivers* différents.

Géographes et urbanistes tendent à se concentrer sur le phénomène de l'étalement urbain (surtout résidentiel) et mettent davantage l'accent sur les grandes tendances comme l'évolution démographique, le développement de l'automobile et le prix des logements pour expliquer l'évolution des formes urbaines. Des publications peuvent considérer que les causes de l'étalement urbain sont « bien connues » et que ces grandes tendances démographiques ou macro-économiques suffisent à expliquer le phénomène (par ex. Aguejda 2009). Une publication du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD 2012) cite ainsi trois principaux facteurs concourant à l'étalement urbain : l'évolution des ménages et des modes de vies, l'allongement des temps de transport et le prix des logements.

Certains travaux s'orientent davantage vers des explications liées au marché et aux incitations économiques : rentabilité des différentes formes de construction (Castel 2005), taxes et subventions qui favorisent l'artificialisation (Sainteny et al. 2011) ou encore étude de secteurs économiques particuliers pour expliquer l'évolution de leur implantation spatiale, par exemple l'évolution du secteur logistique (Dablanc et Andriankaja 2011 ; Raimbault et al. 2013).

L'économétrie spatiale est centrée sur la production de modèles pour prévoir les changements futurs dans l'usage des sols, en se basant notamment sur la différence de rente anticipée entre différents usages des sols (Chakir et Le Gallo 2013). Elle peut chercher à intégrer des facteurs réglementaires comme la présence d'un PLU, mais se concentre en priorité sur les facteurs économiques, suivant une vision relativement « mécaniste » des changements d'usage des sols.

Enfin des études plus sociologiques se penchent aussi sur le phénomène, en recherchant les déterminants locaux, les jeux d'acteurs particuliers à un territoire. Par exemple en identifiant les différentes stratégies de développement local et les adaptations réglementaires menées par les communes (Delattre et al. 2012) les relations entre acteurs publics et privés autour de la construction ou de la préservation de terres agricoles (Serrano et Vianey 2011) ou encore de conflits sur les infrastructures (Pham et al. 2013).

Cette littérature riche apporte de nombreux résultats empiriques et explore de multiples liens de causalité dont nous ne donnons ici qu'un bref aperçu. Cependant, il apparaît que l'articulation entre les différents *drivers* de l'artificialisation (évolutions démographiques, techniques, économiques,

contexte et relations entre les acteurs locaux...) est peu traitée. Si la littérature identifie des facteurs explicatifs, il semble difficile de déterminer leur importance relative, ainsi que les interdépendances entre les dynamiques à l'œuvre. Enfin, il semble que les politiques publiques ont relativement peu de place parmi ces facteurs explicatifs.

Reconsidérer la place des politiques publiques dans l'analyse

On peut observer que les politiques publiques sont rarement présentées comme un facteur explicatif majeur de l'artificialisation, que ce soit dans la littérature scientifique ou dans les publications des pouvoirs publics eux-mêmes (études, publications des ministères, *reporting* international, bilan de certaines politiques publiques...).

Dans le résumé analytique du dernier rapport de la France auprès de la CDB, l'évolution des indicateurs de biodiversité est présentée en 1^{re} partie, faisant état d'une dégradation continue des milieux (une minorité de zones humides, par exemple, sont en état favorable de conservation). Le rapport souligne que l'artificialisation se poursuit à un rythme important, atteignant 9,1 % du territoire au moment de la publication. En seconde partie, les politiques publiques sont présentées. Les principales actions nommées ayant trait à l'artificialisation sont la mise en œuvre du volet « compensation » de la séquence ERC et l'introduction du concept de « Trame verte et bleue » (TVB) notamment par les Schémas régionaux de cohérence écologique, la création de nouvelles aires protégées et parcs naturels régionaux. Le développement de la connaissance sur la biodiversité est également mis en avant (MEDDE 2014). Le bilan national de la SNB suit globalement le même schéma.

Les mesures présentées mettent surtout l'accent sur la mobilisation des acteurs (ex : nombre d'adhésions à la SNB) et les aspects juridiques (ex : traduction des objectifs internationaux dans des objectifs nationaux) mais n'explicitent pas en quoi ces mesures se traduisent sur le terrain et permettent d'atteindre les objectifs fixés. La responsabilité des politiques existantes dans l'évolution de la situation tend à être écartée. Ainsi l'introduction du rapport affirme que « les pressions s'accroissent du fait des évolutions démographiques et des modes de production et de consommation ». On retrouve ici une focalisation sur les grands drivers sociologiques, économiques et techniques (notamment le développement des transports).

L'étalement urbain est alors présenté soit comme une évolution résultant de contraintes extérieures, indépendantes des décisions publiques, sans responsabilités clairement identifiables ; ou encore comme un résultat émergent d'une multitude de décisions atomisées, pouvant difficilement contrôler l'étalement – par absence de vision d'ensemble, de concertation ou d'organisation.

Cette lecture du phénomène apparaît comme problématique car elle conduit à considérer l'artificialisation comme une évolution quasi-mécanique, ou comme un simple problème d'organisation. Il ne s'agit pas ici de nier l'effet des grandes tendances, notamment démographiques, ni de prétendre que les problèmes de coordination et d'organisation sont inexistantes – le fort éparpillement des communes françaises et la petite échelle de la planification territoriale posent certainement des problèmes de coordination. Mais cette lecture néglige le rôle que jouent les acteurs locaux, les modulations induites par les politiques réglementaires et incitatives. La cause ultime de l'artificialisation demeure toujours le résultat de décisions des acteurs, incluant des décisions directes, opérationnelles (par exemple, lancer des travaux de construction ou de

restauration écologique) ou de décisions plus éloignées du terrain, qui vont influencer sur les décisions locales : réglementation, incitations fiscales ou encore diffusion de bonnes pratiques.

L'artificialisation, un objet de gestion à part entière

La « paire de lunettes » adoptée ici propose de considérer le phénomène d'artificialisation comme un objet de gestion à part entière, c'est-à-dire le résultat d'une organisation – même si celle-ci peut être éclatée, décentralisée, poursuivre des objectifs flous voire contradictoires.

Il est utile de mobiliser dans ce cadre l'approche de l'analyse stratégique de la gestion environnementale², en cherchant à différencier d'une part la gestion intentionnelle d'un problème d'environnement, soit les politiques ayant pour objectif affiché d'atteindre un objectif de référence concernant ce problème, et la gestion effective, qui comprend « l'ensemble des actions anthropiques qui, consciemment ou non, intentionnellement ou non, ont une influence déterminante sur l'état de l'objet écologique de référence » (Mermet 2014). En identifiant clairement les responsabilités et les actions qui relèvent de la gestion intentionnelle d'un côté, de la gestion effective de l'autre, la perspective de l'ASGE permet d'identifier les ambiguïtés et contradictions au sein de la politique de gestion et ainsi d'évaluer sa capacité d'ensemble à améliorer la préoccupation environnementale de référence (Mermet et al. 2005). Cela passe par l'identification des acteurs impliqués, leurs intérêts, leurs rapports de force, permettant de clarifier des situations où les politiques poursuivent des objectifs contradictoires, où les rapports de force sont déséquilibrés, ou encore où la politique environnementale est isolée ou « diluée » entre de nombreux acteurs.

Ce type d'approche est bien adapté à la problématique de l'artificialisation des sols. En effet, l'aménagement du territoire fait intervenir de multiples acteurs, souvent très atomisés : collectivités territoriales, établissements fonciers, Etat et ses agences, mais aussi très largement des acteurs privés (aménageurs, lotisseurs, constructeurs...). L'aménagement se compose d'une juxtaposition de différentes politiques et doit constamment faire face à des exigences contradictoires : besoin en logements et zones d'activités économiques, production agricole, conservation des espaces naturels. La recherche de « concertation » et « d'équilibre » est donc permanente – comme en attestent plusieurs des entretiens menés dans le cadre de cette recherche – bien que la teneur exacte de cet équilibre soit ne soit pas toujours explicitée et ne représente pas la même chose pour l'ensemble des acteurs.

Chaque changement d'usage des sols résulte d'une décision, d'un arbitrage en faveur de l'extension urbaine ou de la construction d'infrastructures, ou au contraire en faveur de la protection ou de la restauration. En considérant l'artificialisation comme un objet de gestion à part entière, ce rapport cherchera à comprendre « qui fait quoi » dans ce système de gestion, d'analyser les objectifs des acteurs et les moyens à leur disposition, en se concentrant avant tout, dans un premier temps, sur la *gestion intentionnelle* c'est-à-dire les actions mises en œuvre pour encadrer ou limiter l'artificialisation.

² Cette approche a été appliquée à l'analyse des politiques publiques sur différents sujets environnementaux, par exemple l'évaluation de la politique des zones humides (Bazin et Mermet 1999), de la gestion intégrée des zones côtières (Billé et Mermet 2002), ou encore l'identification des points de blocage sur la protection de l'ours dans les Pyrénées (Benhammou et Mermet 2003).

c. Problématique de recherche et méthodologie

Ce rapport cherchera à produire un cadre pour analyser la gestion de l'artificialisation des sols du point de vue de la biodiversité.

L'analyse du phénomène d'artificialisation en France peut parfois se limiter à constater « qu'un département disparaît tous les dix ans » du fait de l'urbanisation. Mais que signifie cette évolution pour la biodiversité ? Comment apprécier les évolutions sur le plan quantitatif et qualitatif, sur quel référentiel se baser ?

Une première partie s'attachera à caractériser l'artificialisation et ses liens avec la biodiversité, afin de proposer des pistes méthodologiques pour analyser le phénomène d'une manière qui fasse sens du point de vue de la biodiversité. Elle analysera également les objectifs affichés pour la gestion intentionnelle de l'artificialisation.

La dynamique de l'artificialisation en France et dans la région Île-de-France sera traitée en seconde partie. Une analyse détaillée des usages du sol permettra de comparer l'évolution de la situation par aux objectifs politiques formulés, et d'apporter des éléments sur les usages socio-économiques agissant comme moteurs de l'artificialisation.

Dans une troisième partie, l'attention sera placée sur le système socio-politique de gestion de l'artificialisation. L'analyse cherchera à identifier les acteurs, publics et privés, qui interviennent dans la gestion intentionnelle. Elle proposera un cadre pour classer les actions menées, représenter leur articulation au sein du système de gestion, et dans une certaine mesure les quantifier (en termes de moyens et de résultats) ou du moins identifier comment demander des comptes sur leur mise en œuvre.

Méthodologie

Tout d'abord, une recherche bibliographique large a été menée, portant sur le phénomène d'artificialisation, ses liens avec la biodiversité, ainsi que des problématiques annexes telles que les formes urbaines. Cela a permis de développer une lecture adaptée à la problématique, qui s'intéresse à l'artificialisation sur un plan quantitatif et qualitatif sans perdre de vue la préoccupation pour la biodiversité.

Des données empiriques ont ensuite été mobilisées pour décrire la dynamique des changements d'usage des sols sur la Région Île-de-France, en s'intéressant notamment aux usages économiques et sociaux de l'artificialisation, ainsi qu'à ses impacts sur les milieux naturels. Les bases de données utilisées, de grande qualité, ont été réalisées et mises à disposition gracieusement par l'Institut d'urbanisme d'Île-de-France : le MOS (mode d'occupation des sols) et Ecomos (cartographie des milieux naturels).

La dernière partie se concentre sur le système de gestion du problème d'artificialisation. Il s'agit de décrire « qui fait quoi » dans ce système de gestion, en développant *un répertoire d'actions* organisé, tout en décrivant l'articulation de ces actions entre elles et les rapports entre acteurs. La déclinaison des actions dans un répertoire permet de décomposer le système en éléments plus petits et intelligibles, tandis que l'analyse des liens et des interactions permet de recomposer un système cohérent.

L'analyse du système de gestion s'appuie sur des entretiens semi-directifs réalisés avec des acteurs publics et privés. Lors de ces entretiens, une attention particulière a été portée à la description très concrète du travail des acteurs (missions, fonctionnement internes...) ainsi qu'aux rapports de la structure interrogée avec d'autres acteurs. Ces entretiens, en adoptant une position compréhensive, visent à comprendre les pratiques et à appréhender le point de vue de la personne, de la structure interrogée. Les entretiens sont ensuite croisés, apportant une vue plus globale du système, et complétés par des documents transmis par les personnes interrogées, ou issus de recherches personnelles : recueils d'expériences, communication des collectivités, plans de gestion, guides de bonnes pratiques... qui permettent d'enrichir le répertoire d'actions.

Au total, des entretiens ont été réalisés avec 27 structures (Tableau 1), acteurs publics (Etat, collectivités, agences...) ou privés (entreprises d'aménagement, associations...). Beaucoup d'entretiens concernent des collectivités et des acteurs travaillant spécifiquement sur la biodiversité, ou des entreprises contribuant à l'artificialisation sur des exemples de projets plutôt « exemplaires », intégrant une certaine préoccupation pour la biodiversité. Cette recherche s'intéressait également à la gestion intentionnelle dans les projets « moyens » mais ceux-ci sont moins présents dans le corpus de données. D'une part, les contacts d'entrée lors des premiers entretiens étaient surtout des responsables développement durable, qui tendaient à renvoyer vers les exemples les plus intéressants pour la biodiversité, donc les plus exemplaires. Les acteurs sectoriels (construction, aménagement) avaient généralement un moindre intérêt pour le sujet, et étaient moins habitués à échanger avec des instituts de recherche : il s'est donc avéré plus difficile de réaliser des entretiens.

Un guide d'entretien indicatif est présenté en annexe 2. Les entretiens ont été pour la plupart enregistrés et retranscrits, avant d'être analysés sous forme de grille thématique. Ils ont permis de construire, avec des compléments bibliographiques, un cadre d'analyse sous forme de répertoire organisé des actions de gestion intentionnelle, ainsi que des schémas représentant l'articulation de ces actions entre elles.

Tableau 1 : Bilan des entretiens réalisés

Etat	Ministères (3) Services déconcentrés (1)
Collectivités	Conseils départementaux (4) Communautés d'agglomération (2) Commune (1)
Agences	Agences régionales (3)
Entreprises	Aménageurs publics ou mixtes (2) Immobilier/promotion (3) Transports (2) Energie (1) Extraction (1) Paysage (1)
Associations	Naturalistes (2) Professionnelle (1)
Autres	PNR (1)

1. Définir et appréhender l'artificialisation en tant que pression sur la biodiversité

L'artificialisation représente une menace pour la biodiversité en France, même s'il s'agit d'une évolution moins spectaculaire et plus diffuse que le front de progression de la déforestation en Amazonie, par exemple. L'effet sur les milieux naturels est progressif et résulte surtout de changements d'usage de petite taille qui se cumulent au fil du temps. L'artificialisation des sols continue de progresser au rythme, désormais bien connu, « d'un département tous les 10 ans » (voire tous les 7 ans, selon les périodes).

En Île-de-France, l'agence pour la nature et la biodiversité (Natureparif) estime que les principales causes de la perte de biodiversité au niveau régional sont l'agriculture intensive (par la pollution aux pesticides, mais aussi la simplification des paysages) et l'artificialisation des sols (Natureparif 2016). Cette première partie cherche à mieux comprendre le lien entre artificialisation et biodiversité, qui n'est pas toujours simple, et tente de mieux caractériser le phénomène en tant que pression sur la biodiversité.

1.1. La mesure de l'artificialisation et ses insuffisances

Cette partie résume brièvement ce que signifie l'artificialisation et s'attache à montrer en quoi le concept et sa mesure, tels que présentés aujourd'hui la plupart du temps, sont insuffisants pour caractériser les liens entre artificialisation et biodiversité, qui nécessitent de prendre en compte de nombreux éléments : potentiel écologique des surfaces « gagnées » ou « perdues », réversibilité des aménagements, ou encore fragmentation.

a. Définition et instruments de mesure

Selon le Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, l'artificialisation désigne « toute surface retirée de son état naturel, forestier ou agricole, qu'elle soit bâtie ou non et qu'elle soit revêtue ou non »³. Cette définition est reprise dans les principales enquêtes menées sur le sujet. Les zones artificialisées s'opposent aux espaces agricoles, milieux naturels et zones humides/surfaces en eau.

L'expression « surfaces artificialisées » recouvre en réalité une grande diversité d'occupations et d'usages du sol. Par exemple, au sein de l'enquête « Corine Land Cover » les zones artificialisées regroupent le tissu urbain continu et discontinu, les zones industrielles et commerciales, les infrastructures de transports, les activités d'extraction, chantiers, décharges ainsi que les espaces verts urbains et équipements de loisirs.

L'artificialisation est suivie à différents niveaux via les données sur l'occupation et l'usage des sols. Plusieurs méthodologies coexistent, notamment les suivantes :

- L'enquête européenne Corine Land Cover (CLC) a été réalisée au niveau européen à quatre reprises (1990, 2000, 2006 et 2012). Elle utilise la photo-interprétation pour identifier des ensembles homogènes du point de vue de l'utilisation du sol, avec une résolution assez grossière (25 ha, puis 5 ha). CLC

³ voir <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Quelques-definitions.html> (consulté le 29/09/16)

ne « voit » que les changements d'assez grande ampleur sur le temps long, et conduit à sous-estimer (parfois très fortement) l'artificialisation de petites surfaces, par exemple les logements individuels ou les réseaux de transport secondaires.

- L'enquête nationale Teruti-Lucas (TL) est réalisée annuellement depuis 1982, avec une rupture de série en 2004-2005. Elle se base sur un sondage de terrain en 320 000 points tirés au sort sur le territoire. L'enquête permet d'obtenir un portrait représentatif du territoire national à un moment donné, avec toutefois une marge d'erreur importante surtout pour les usages du sol minoritaires.
- Les Modes d'occupation du sol (MOS) sont des cartographies basées sur la photo-interprétation, réalisées au niveau local avec une échelle fine. Par exemple, l'Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France réalise un MOS tous les 4-5 ans depuis 1982, avec une résolution fine au 1/5000e et une nomenclature de l'usage des sols détaillée en plus de 80 postes. Il existe des MOS dans d'autres régions, comme l'Alsace ou la Picardie, et certaines collectivités ont également mis en place ce type de recueil de données (ex : communauté d'agglomération de Caen). De telles études sont appelées à se généraliser : à l'échelle nationale, un projet mené par l'IGN est en cours⁴ pour rassembler et compléter les études d'occupation des sols dans différents territoires, mais il est encore loin d'être exhaustif.

Les MOS n'assurant pas une couverture exhaustive et homogène du territoire, ce sont principalement les deux enquêtes CLC et TL qui sont utilisées pour suivre l'évolution de l'artificialisation au niveau national et pour identifier de grandes tendances au niveau régional et départemental. En revanche, elles ne sont pas adaptées pour une étude détaillée à une échelle infra-régionale. Généralement, ce sont les chiffres de TL qu'on utilise pour les évolutions nationales (le fameux « un département disparaît tous les 10 ans ») et les résultats de CLC pour quantifier des évolutions régionales ou réaliser des cartographies. Comparer les chiffres obtenus avec différentes méthodes permet de porter un regard critique sur la mesure du phénomène d'artificialisation (c.f. partie 1.3).

b. Les limites pour l'analyse des impacts sur les écosystèmes

Une évaluation quantitative insuffisante pour analyser les impacts sur la biodiversité

Les méthodes présentées ci-dessus se concentrent essentiellement sur la mesure quantitative de l'artificialisation, c'est-à-dire la consommation de terres, mesurée par exemple en ha/an ou en pourcentage du territoire consommé. Une telle mesure se focalise surtout sur la progression des espaces urbanisés, mais elle est insuffisante pour comprendre la manière dont les espaces naturels et agricoles sont affectés.

Certains aspects qualitatifs sont particulièrement importants quand on considère l'impact écologique de l'artificialisation : la fragmentation des espaces et la forme / répartition spatiale que prend l'artificialisation, qui conditionne ce qu'on pourrait appeler son aire d'influence. La fragmentation concerne notamment les infrastructures de transport. Certes, leur emprise au sol est importante (1,2 millions d'hectares pour les seuls réseaux routiers, selon l'enquête TL) mais ces infrastructures posent surtout problème en segmentant les continuités écologiques, entravant la circulation de certaines espèces (notamment lorsque le trafic est important). Des indicateurs complémentaires

⁴ Projet « Occupation des sols à grande échelle » à voir sur <http://professionnels.ign.fr/ocsge> (consulté le 29/09/2016)

sont parfois utilisés pour mesurer la fragmentation. On peut citer la taille effective de maille, qui correspond à la probabilité que deux points pris au hasard sur un territoire ne soient pas séparés par une barrière, multipliée par la surface totale du territoire⁵. Il existe également des indicateurs de compacité des milieux naturels, utilisés dans certaines analyses de Trame verte et bleue (par ex. GREET Nord – Pas-de-Calais/BIOTOPE 2008) : plus un tel indicateur est élevé, plus les milieux naturels se rapprochent d'une forme circulaire (qui minimise les contacts avec les pressions extérieures).

La question de la répartition spatiale de l'artificialisation est cruciale. Le « mitage » du territoire, c'est-à-dire la consommation des espaces naturels ou agricoles par de petites entités artificialisées (ex : habitat individuel pavillonnaire) pose problème de par son caractère diffus. Eric Charmes (2013) souligne que « les équilibres du territoire français ne semblent pas vraiment menacés par l'augmentation de la quantité de terres artificialisées. Le problème réside plutôt dans les formes d'extension des villes, avec notamment leur émiettement ». Ces petites surfaces artificialisées démultiplient les surfaces de contact avec les espaces agricoles et naturels et donc les perturbations de leur fonctionnalité. L'émiettement urbain accroît donc « l'aire d'influence » de l'artificialisation, une tache urbaine où l'influence anthropique est présente – par exemple sous forme de pollution lumineuse, sonore, déplacements automobiles, fréquentation des espaces naturels... Or l'artificialisation est justement de plus en plus diffuse (Castel 2007). Il semble d'autant plus problématique, dans ce cadre, d'avoir recours à des chiffres d'une précision assez faible comme ceux de CLC, qui ne voient pas les petites conversions et risquent donc de sous-estimer le problème d'artificialisation d'une manière grandissante.

Enfin, on peut remarquer qu'il est difficile de faire le lien entre l'évolution quantitative et les impacts potentiels sur la biodiversité, en l'absence de ligne rouge clairement définie. Une consommation d'1 % du territoire tous les 10 ans peut sembler un rythme plutôt raisonnable, dans un pays où moins de 10 % des surfaces sont considérées comme artificialisées. D'autres pays font face à une consommation d'espace beaucoup plus importante : aux Pays-Bas, les surfaces artificialisées couvrent plus de 30 % du territoire. Mais il est difficile de définir une relation claire entre la surface artificialisée et l'effet sur la biodiversité. Cela dépend à la fois de la surface et de la fragmentation des milieux, probablement selon les interactions avec d'autres pressions qui s'exercent sur les milieux naturels. La biodiversité, comme beaucoup de problèmes environnementaux, est caractérisée par des évolutions non-linéaires et une forte incertitude (voir par exemple Daly et Farley 2011 pour une analyse générale des implications de ce problème pour les politiques environnementales). Il est difficile de savoir de combien peut être réduite la taille ou la compacité d'un milieu, un massif forestier par exemple, sans affecter notablement ses fonctionnalités écologiques (voir par ex. Blandin 2010) d'autant que les effets de la consommation d'espace peuvent se combiner de manière difficilement prévisible avec d'autres pressions, et avoir des effets différés dans le temps – ce qu'on appelle la dette d'extinction (Krauss et al. 2010).

⁵ Cet indicateur suivi par l'ONB est mesuré en utilisant les espaces naturels identifiés par CLC, recoupés avec la cartographie des routes de l'IGN. Du fait de l'utilisation de CLC, il aura tendance à ne pas « voir » les petits éléments fragmentants et à sous-estimer le phénomène, mais c'est une première indication.

Surfaces artificialisées *versus* non-artificialisées : les limites d'une opposition

Quelle que soit la méthode de mesure parmi les enquêtes mentionnées ci-dessus, on se trouve face à une opposition entre surfaces artificialisées et non-artificialisées, ou à une classification en trois usages principaux : urbain / agricole / naturel, même si ces catégories sont ensuite spécifiées en sous-postes.

Or, si l'on veut étudier l'artificialisation du point de vue de la biodiversité, ce n'est pas tant l'usage du sol en soi qui aura une influence sur la richesse en espèces et en individus d'un territoire, mais plutôt le degré de « naturalité » qui pourra se développer dans chacun de ces espaces. Les espaces urbains n'en sont pas exclus. Une zone Natura 2000 multi-sites existe ainsi en Seine-Saint-Denis dans une matrice très urbanisée – même s'il s'agit d'un exemple rare. Toutefois, il est fréquent de trouver en ville une biodiversité ordinaire abondante, dans les espaces verts s'ils font l'objet d'une gestion appropriée, ou dans des espaces plus « improbables » où se développe une végétation pionnière avec peu d'intervention humaine, comme les friches, les terrains vacants, les délaissés des voies ferrées... La « petite ceinture », une voie ferrée abandonnée quasiment ininterrompue autour du centre parisien, est ainsi devenue la principale continuité écologique de la capitale (Guerrini et al. 2015).

A l'inverse, des usages du sol considérés comme non-artificialisés peuvent être en réalité très pauvres en biodiversité si l'intervention de l'homme y est intensive. Les surfaces agricoles peuvent abriter une certaine biodiversité, avec deux conditions principales. Il faut que les pratiques agricoles le permettent, par une limitation de l'usage des biocides et des fertilisants ainsi qu'un travail du sol adapté (ex : techniques culturales simplifiées) ; et que le paysage agricole soit suffisamment diversifié avec un pourcentage significatif d'éléments dit « semi-naturels » connectés entre eux : haies, bosquets, bords de champ, prairies extensives par exemple. On peut estimer qu'il faut environ 20 % d'éléments semi-naturels, répartis au sein d'un paysage agricole, pour maintenir correctement la biodiversité – mais il s'agit d'une estimation grossière qui dépend aussi de la diversité du paysage et des pratiques agricoles (Le Roux et al. 2008). De même, la gestion forestière peut conditionner considérablement la biodiversité présente : ancienneté et hétérogénéité des peuplements, degré d'intervention et de présence humaine. La gestion intensive des forêts peut constituer la première source de perte de biodiversité dans certains pays d'Europe, notamment en Europe du Nord (AEE 2015).

L'ensemble des espaces ouverts peut donc accueillir une certaine biodiversité, selon les connexions qui les relient à d'autres espaces de biodiversité potentielle et la gestion pratiquée. Les travaux de l'IAU mettent d'ailleurs en avant, ces dernières années, les enjeux de la multifonctionnalité des espaces, qui fournissent de nombreux services écosystémiques : production agricole ou forestière, espaces récréatifs, lutte contre le changement climatique, support de biodiversité. Si ces services peuvent entrer en concurrence, ils peuvent également se renforcer – et sont utilisés conjointement pour argumenter en faveur de la préservation de ces espaces (entretien IAU).

L'étude des grandes catégories d'usages du sol (urbain/agricole/naturel) reste pertinente, mais à condition de garder à l'esprit que toutes les surfaces ne se valent pas au sein de chaque grande catégorie. Un parc géré écologiquement n'est pas équivalent à un golf, un verger à une plaine céréalière, un éco-quartier à un lotissement bordé de clôtures et de haies de thuyas. Même sur des espaces ouverts ayant un usage similaire (parcs, jardins, terres agricoles...) la

gestion pratiquée est déterminante pour la biodiversité, comme le souligne un écologue interrogé lors d'un entretien : « *A occupation du sol égale, la gestion va révéler ou annuler complètement la potentialité d'un espace. Quand bien même vous aurez un sol fertile, une pluviométrie convenable, si vous coupez ras le gazon, que vous utilisez des engrais et des biocides...* » (entretien IAU).

A une échelle régionale, il est difficile d'évaluer réellement le niveau de naturalité des espaces. Cela supposerait de connaître la gestion, le niveau de fonctionnalité et de connectivité de chaque espace au niveau de la parcelle puis de les agréger au niveau régional. Or, si certaines de ces données existent pour des cartographies de trame verte et bleue au niveau communal par exemple, elles demeurent partielles et ne sont pas centralisées. La partie suivante propose donc de raisonner plutôt en termes de potentiel.

1.2. Des indicateurs pour caractériser l'artificialisation du point de vue de la biodiversité

Grâce à des bases de données comme le MOS et Ecomos (cartographie centrée sur les milieux naturels) il est possible d'utiliser des données très complètes sur l'évolution de l'usage des sols au cours du temps. Mais comment analyser, et anticiper, ce que ces évolutions signifient du point de vue de la biodiversité ?

Comme souligné ci-dessus, il semble difficile de prendre en compte des données fines sur la gestion des espaces. Des études locales et détaillées, telles que l'analyse fonctionnelle des espaces ouverts ou les études de trame verte et bleue, semblent plus adaptées pour ce type de problématique. De plus, les pratiques de gestion relèvent souvent d'autres pressions sur la biodiversité (pollution aux pesticides, exploitation non-durable des ressources forestières, choix des espèces plantées...). Ce rapport se concentre sur l'usage et l'occupation du sol à un niveau plus macroscopique, c'est-à-dire sur ce qu'on pourrait appeler les « bases spatiales de la biodiversité ». Comme le souligne l'écologue de l'IAU cité plus haut « *la base de la biodiversité, c'est déjà d'avoir un sol* ».

a. Relier usage des sols et potentiel écologique

Des études de trame verte et bleue au niveau régional ont utilisé des pondérations pour évaluer le potentiel écologique des espaces, par exemple en région Nord-Pas-de-Calais (GREET Nord – Pas-de-Calais/BIOTOPE 2008) ou dans les Pyrénées Atlantiques (Obs'64 2016). Si leurs méthodologies diffèrent légèrement, elles reposent sur les mêmes critères : caractériser les espaces selon leur connectivité, leur surface, leur compacité (ces deux éléments pouvant être pris ensemble), leur diversité et leur naturalité.

Liénard et Clergeau (2011) proposent un indicateur similaire à la naturalité, en attribuant à chaque type d'usage du sol une pondération reflétant son intérêt moyen pour la biodiversité ordinaire, et une pondération distincte pour les espaces de biodiversité remarquable (grands massifs forestiers, zones protégées). Il s'agit d'une estimation à dires d'experts et basée sur la revue des études écologiques menées sur différents types d'espaces. L'indicateur proposé, intitulé « Biomos » a été peu utilisé par la suite car la base de données Ecomos 2008 fournissait une meilleure base pour caractériser les milieux naturels en détail, notamment pour les études de TVB au niveau local⁶.

⁶ entretien avec P. Clergeau, juillet 2016.

Tableau 2: Potentiel biodiversité selon l'usage des sols

Usage du sol	Indice de	
	Indice Biomos	naturalité
Bois ou forêts	0,8	5
Coupes ou clairières en forêts	0,8	5
Peupleraies	0,1	3
Espaces ouverts à végétation arbustive ou herbacée	0,8	4 ou 5
Berges	0,8	5
Terres labourées	0,1	1
Prairies	0,8	4
Vergers, pépinières	0,6	4
Maraîchage, horticulture	0,1	1
Cultures intensives sous serres	0	0
Eau fermée (étangs, lacs...)	0,8	5
Cours d'eau	0,8	5
Parcs ou jardins	0,6	2
Jardins familiaux	0,3	n.r.
Jardins de l'habitat individuel	0,3	n.r.
Jardins de l'habitat rural	0,3	n.r.
Jardins de l'habitat continu bas	0,1	n.r.
Terrains de sport en plein air	0,1	1
Tennis découverts	0	0
Baignades	0	0
Parcs d'évolution d'équipements sportifs	0,1	1
Golfs	0,1	2
Hippodromes	0,1	1
Camping, caravaning	0,3	1
Parcs liés aux activités de loisirs	0,3	1
Cimetières	0,1	1
Surfaces engazonnées avec ou sans arbustes	0,6	n.r.
Terrains vacants	0,6	2 ou 3
Habitat individuel	0	0
Ensembles d'habitat individuel identique	0	0
Habitat rural	0	1
Habitat continu bas	0	0
Habitat collectif continu haut	0	0
Habitat collectif discontinu	0	0
Prisons	0	0
Habitat autre	0	0
Espaces bâtis pour activités, commerces, bureaux, équipements	0	0
Emprises de transport ferré	0,3	0
Voies de plus de 25 m d'emprise	0	0
Parkings de surface	0	0
Parkings en étages	0	0
Gares routières, dépôts de bus	0	0
Installations aéroportuaires	0	1
Extraction de matériaux	0,1	3
Décharges	0	0
Chantiers	0	0

Les indicateurs de naturalité semblent intéressants pour apprécier les changements d'usages des sols du point de vue de la biodiversité, au niveau macroscopique. Le Tableau 2 ci-dessus présente les deux indices évoqués (indice de naturalité et Biomos) adaptés pour correspondre à la nomenclature du MOS Île-de-France.

La comparaison entre les deux indices peut être délicate. Biomos possède 5 postes pour la biodiversité ordinaire contre 6 pour l'indice de naturalité, dont les deux niveaux les plus élevés sont ici représentés de la même couleur.

On observe des différences notables : Biomos attribue un niveau supérieur aux parcs et jardins, aux espaces verts de loisirs ainsi qu'aux emprises de transport ferré. Tandis que Biomos donne aux peupleraies et aux golfs un potentiel de biodiversité quasi-nul, il est plus élevé pour l'autre indicateur.

Certaines différences s'expliquent certainement parce que l'indice de naturalité a été développé à partir de la base Sigale®, moins précise que le MOS. Par exemple, elle ne permet pas de distinguer les jardins et les espaces verts lorsqu'ils sont rattachés à des bâtiments (« surfaces engazonnées » du MOS). Les deux bases n'utilisent pas exactement les mêmes catégories, les enjeux écologiques régionaux jouant également un rôle dans la distinction des postes.

b. Prendre en compte la réversibilité

Il est possible de compléter cet indice en prenant en compte la réversibilité de l'usage des sols à long terme. En effet, cet aspect est rarement pris en compte par les études sur l'artificialisation. Il est souvent souligné que l'artificialisation est un phénomène « très difficilement réversible » mais cette irréversibilité n'est pas analysée dans le détail.

Un espace est théoriquement réversible s'il peut revenir à un état naturel moyennant des travaux ou une gestion adaptée. On peut distinguer deux aspects dans cette réversibilité : d'une part la faisabilité technique, d'autre part la faisabilité économique. Si un terrain n'est pas revêtu, une simple modification de la gestion est nécessaire, donc *a priori* faisable techniquement et relativement peu coûteuse. Toutefois un espace en milieu urbain, très fréquenté, ne peut que difficilement redevenir naturel. Si un terrain est revêtu ou bâti, il est beaucoup plus difficile de le restaurer, car le sol a été le plus souvent imperméabilisé, compacté et pollué ; la démolition et la dépollution sont particulièrement coûteuses.

On peut par ailleurs se demander si de tels « retours à la nature » ont été effectivement observés par le passé. Dans le Nord-Pas de Calais par exemple, de nombreuses emprises industrielles abandonnées ont été réaménagées par dépollution, déconstruction et restauration écologique, malgré des coûts élevés (EPF Région Nord - Pas-de-Calais 2004). Qu'en est-il en Île-de-France ? Quels sont les usages du sol pour lesquels on observe, sur une période assez longue, des exemples de retour à un usage naturel ou agricole ?

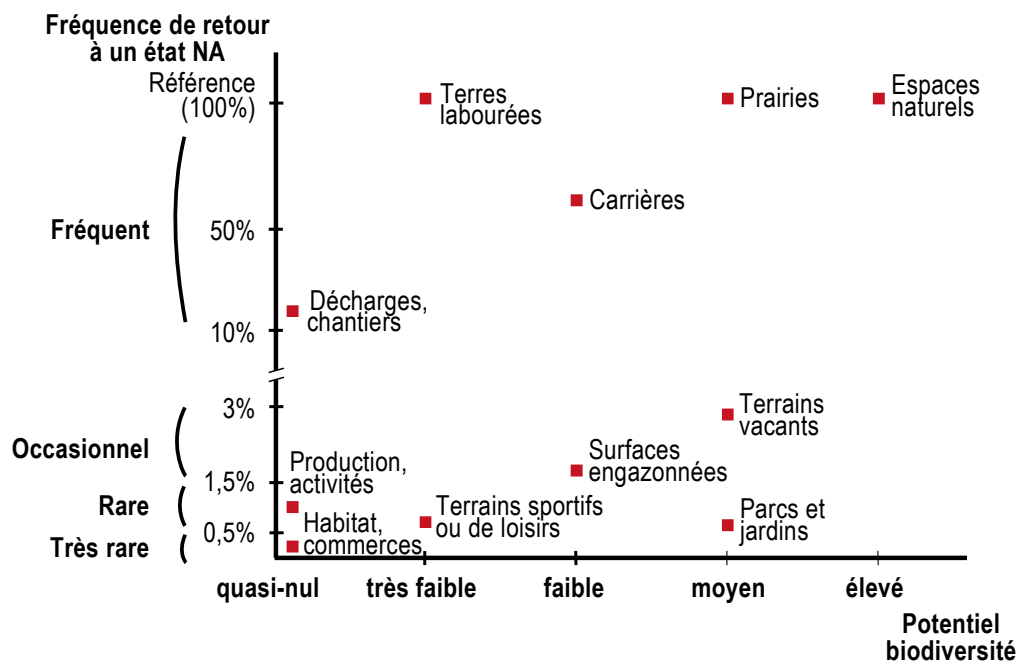
Une analyse rétrospective des données du MOS depuis 1999 apporte ici quelques réponses. Durant cette période, 3600 ha de terrains (soit 0,3 % du territoire) sont passés d'une catégorie A (artificialisée) à une catégorie NA (naturelle ou agricole) contre plus de 17 000 ha (soit 1,4 % du territoire) de changements dans l'autre sens. La majorité de ces exemples de renaturations provient des carrières (55%) qui constituent une artificialisation souvent temporaire, des espaces ouverts artificialisés (17%) notamment des terrains sportifs, des jardins familiaux et des terrains vacants, et des chantiers (15%) - mais il s'agit surtout de chantiers intermédiaires entre un type d'état naturel ou agricole et un autre, donc pas à proprement parler une « renaturation ». On trouve aussi à la marge des équipements (centres équestres, stations d'épuration), des activités, notamment des entrepôts à l'air libre, des décharges et de l'habitat (surtout de l'habitat rural).

Les espaces les plus réversibles en pratique sont en premier lieu les carrières, puis les décharges et chantiers, et enfin les espaces ouverts déjà dédiés à la nature (parcs et jardins) ou au sport, à l'exception des golfs qui, sur la période observée, ne reviennent pas à un état naturel – même si ce serait techniquement possible. Les autres espaces qu'on peut considérer comme réversibles à la marge sont surtout des espaces peu construits : terrains vacants, entreposage à l'air libre, équipements peu denses (production d'eau, d'énergie) et l'habitat rural. Les autres catégories sont très peu réversibles. A partir de ces résultats, on peut proposer une classification des usages du sol en fonction de leur niveau de réversibilité (Tableau 3). En croisant cet indicateur avec le potentiel biodiversité abordé précédemment, on obtient une typologie des usages du sol en fonction de ces deux dimensions (Figure 3).

Tableau 3: Proposition d'un indicateur pour la réversibilité

Degré de réversibilité	Caractéristiques
0 – très faible	Terrain construit ou revêtu en zone urbaine dense
1 – faible	Terrain construit ou revêtu en zone peu dense, nécessitant peu de déconstruction (production d'eau ou d'énergie, entreposage à l'air libre...)
2 – moyenne	Espaces ouverts artificialisés
3 – forte	Carrières, décharges, chantiers
4 – maximale	Espaces naturels ou semi-naturels, espaces agricoles

Figure 3 : Potentiel biodiversité et réversibilité de différents usages du sol



L'indicateur de potentiel biodiversité est repris à partir de l'indicateur BioMos (intérêt moyen pour la biodiversité, à dire d'experts).

En ordonnée, la « réversibilité observée » est mesurée à partir de la fréquence observée de retour à un état naturel ou agricole, sur la période 1999-2012. Exemple : 1,8% des surfaces engazonnées présentes en 1999 sont devenues naturelles ou agricoles en 2012.

Ce graphique montre avant tout que l'artificialisation n'est pas un phénomène binaire : il s'agit plutôt d'un continuum. Certains changements d'usage des sols, qui constituent une « artificialisation » selon la définition officielle du terme, vont plus ou moins fortement diminuer le potentiel de biodiversité des espaces, voire même l'améliorer dans certains cas (passage de terres labourées intensives à des surfaces engazonnées, par exemple). L'effet sur la réversibilité peut être différent de l'effet sur le potentiel de biodiversité.

De manière à tenir compte de cette diversité, il serait nécessaire d'aller plus loin que la dichotomie entre terres artificialisées et non-artificialisées. Cela suppose de pouvoir analyser dans le détail quels sont les usages du sol qui progressent, ceux qui régressent, et comment s'effectuent les changements (qu'est-ce qui est détruit, et pour faire quoi ?) de manière à mieux comprendre l'impact de l'artificialisation sur la biodiversité.

Mieux caractériser le potentiel de chaque espace et sa réversibilité permet déjà d'affiner l'analyse. Mais les aspects spatiaux de l'artificialisation sont également déterminants pour ses impacts sur la biodiversité, ce qui est développé dans la section suivante.

c. Aspects spatiaux de l'artificialisation et qualité des aménagements

L'artificialisation n'est pas uniquement un problème quantitatif, mais également qualitatif. La répartition spatiale de l'artificialisation est un aspect déterminant – qui peut complètement changer son effet sur les milieux naturels.

Aspects spatiaux de l'artificialisation

Les aspects spatiaux de l'artificialisation importants du point de vue des milieux naturels sont notamment son caractère diffus et/ou fragmentant.

Selon sa répartition spatiale, l'artificialisation va non seulement consommer des espaces naturels ou agricoles mais aussi les fragmenter : c'est notamment le cas des infrastructures de transport, mais aussi de la construction de logements ou de zones d'activités si elle supprime des continuités écologiques d'importance. L'évaluation de cet effet fragmentant peut être faite au niveau du projet (en prenant en compte, si possible, les possibilités réelles de circulation de différentes espèces) ou au niveau du territoire par des indicateurs comme la taille effective de maille ou la surface-compacité, déjà cités plus haut (pour plus d'éléments à ce sujet, voir Jaeger 2000).

Le caractère plus ou moins diffus de l'artificialisation est également essentiel : plus elle est diffuse, plus les surfaces de contact entre milieux naturels et milieux artificialisés augmentent, générant davantage d'impacts. Une piste intéressante est de considérer la progression de la tache urbaine (ou aire d'influence des surfaces artificialisées) en appliquant une méthode de dilatation-réduction sur un logiciel SIG⁷. Il est également intéressant d'identifier où la tache urbaine progresse davantage : dans les zones déjà très urbanisées, ou dans les zones rurales par exemple. L'analyse de ces aspects spatiaux requiert des moyens techniques dont ne disposaient pas les chercheurs pour cette étude. Les données du MOS étant particulièrement précises, le niveau de détail et la capacité de traitement requise rendaient difficile une analyse qualitative détaillée. Toutefois la question de la spatialité de l'artificialisation mériterait d'être approfondie dans de futures recherches.

⁷ Système d'information géographique.

La qualité des aménagements en zone urbaine

Une autre question, légèrement différente, est celle de la capacité des aménagements (en zone urbaines) à accueillir la biodiversité. La question de la nature en ville suscite un intérêt croissant ces dernières années, de la part des collectivités mais aussi, de manière embryonnaire, des aménageurs (entretiens IAU, Entr. Elan).

Les espaces urbains et péri-urbains pouvaient abriter une certaine biodiversité, parfois plus que des espaces considérés comme « non-artificialisés ». Cela soulève en premier lieu la question de la densité. Mieux vaut-il densifier en urbanisant au maximum les « dents creuses », quitte à perdre des espaces de biodiversité, ou préserver ces espaces de nature urbaine – et donc faire de l'extension, si l'on part du principe largement accepté aujourd'hui qu'il est nécessaire de construire quelque part ?

Cette question renvoie à une tension entre une vision utilitariste et une vision conservationniste. La vision utilitariste tendra à privilégier des espaces verts urbains, où le milieu est déjà très artificialisé, où chaque surface de vert « compte » donc beaucoup – parce qu'elle sera davantage utilisée par les habitants, aura une meilleure « rentabilité » en termes de bien-être. C'est surtout l'espace de verdure qui compte ici, moins que la biodiversité à proprement parler, qui apporte peu de services immédiats et directs. La vision conservationniste cherchera au contraire à contenir au maximum l'espace urbain pour préserver les espaces naturels les plus grands, les plus connectés, et ainsi maximiser les chances de conserver une biodiversité riche et abondante.

Les deux visions ne sont pas forcément antagonistes. Ainsi, il existe des espèces spécifiques des milieux urbains, des espaces de biodiversité riche – voire même des réserves de conservation intégrale en milieu urbain⁸.

On peut tout de même affirmer que la controverse est généralement résolue en faveur de la densité, les pouvoirs publics mettant depuis longtemps en avant la nécessité de reconstruire la ville sur elle-même (entretien Ministère log.). L'évaluation environnementale du Sdrif mentionne les impacts de la densification et de l'étalement, et tranche en faveur de la densification (Région IDF 2013 Chapitre 4.2). On peut aussi relativiser cette opposition en observant qu'il existe souvent de nombreuses possibilités pour offrir plus de place à la nature en ville, sans pour autant renoncer à la densification – sauf, peut-être, dans des villes déjà exceptionnellement denses comme Paris.

Les formes urbaines, au sens plus large, peuvent être un paramètre important pour la biodiversité. Gilles Lecuir (Entretien Natureparif) donne l'exemple d'une commune préconisant de créer des espaces de nature en cœur d'îlot, afin de les protéger de la circulation automobile, du bruit et de la sur-fréquentation. Mais cette approche conduit au final à isoler la végétation et se révèle plutôt défavorable à la biodiversité. Il y a donc une véritable écologie du paysage à faire en milieu urbain, initiée par exemple par Philippe Clergeau (2007), pour déterminer quelles formes urbaines préservent au mieux les trames vertes et bleues et la diversité des milieux. La thèse de Bourgeois (2015), portant sur les impacts de différentes formes urbaines, apporte des éléments intéressants sur ce sujet.

⁸ Par exemple la Petite Amazonie à Nantes.

Enfin, au niveau d'un projet ou même d'une parcelle, la qualité des aménagements peut considérablement varier : le sol peut être plus ou moins fortement imperméabilisé, des continuités écologiques peuvent être préservées (en adaptant les clôtures, la forme des bâtiments, les voies de circulation au sein du projet...), une partie du bâti (toiture, façade) végétalisée. Il s'agit d'aspects très qualitatifs, qui relèvent de l'éco-conception d'un projet d'aménagement ou de construction. Une piste d'évaluer ces paramètres est le coefficient de biotope : cet indice permet de calculer le pourcentage de la surface au sol laissée en « pleine terre » mais peut également être augmenté par l'utilisation de revêtements non-imperméables (également favorables à la biodiversité, pour certains d'entre eux), la végétalisation et d'autres paramètres⁹.

On ne pourra pas déterminer ici quelle serait la densité optimale ou la meilleure forme urbaine pour préserver la biodiversité. Cette optimalité n'existe probablement pas, puisque tout dépend de la perspective dans laquelle on se place – utilitariste ou conservationniste – mais aussi du contexte local, des espèces concernées, sans oublier un facteur d'incertitude important. Une piste de réponse serait de raisonner à partir de seuils, dans l'esprit de l'approche de la viabilité, en définissant par exemple une surface d'espaces verts par habitant considérée comme suffisante pour le bien-être (ce type de ligne directrice existe déjà dans certaines villes) tout en déterminant des limites d'artificialisation à ne pas dépasser, pour choisir un chemin viable satisfaisant les différents objectifs. Si les seuils sont compatibles entre eux, il existe alors une multitude de scénarios possibles en fonction des formes urbaines choisies.

Cette première partie s'est attachée à proposer un cadre pour analyser l'artificialisation en prenant en compte la biodiversité. Le tableau ci-dessous présente une diversité d'instruments de mesure qui pourraient être utilisés, combinant des indicateurs centrés sur l'évolution des surfaces artificialisées (mode d'occupation du sol), leur efficacité et leur répartition spatiale (densité, tache urbaine) et la qualité écologique des aménagements (coefficient de biotope) et des indicateurs centrés sur la biodiversité : degré de naturalité, de fragmentation et/ou réversibilité des espaces ; et, à un niveau plus fin, étude des types de milieux naturels et de leur connectivité dans la trame verte et bleue.

Tableau 4: Analyser les liens entre artificialisation et biodiversité : une diversité d'indicateurs

	Indicateurs macroscopiques	Indicateurs locaux ou au projet
Indicateurs centrés sur l'urbanisation	Mode d'occupation du sol Progression de la tache urbaine Densité	Coefficient de biotope
Indicateurs centrés sur les milieux	Degré de naturalité Réversibilité Fragmentation (surface-compacité / maille effective)	Types de milieux naturels Connectivité

⁹ Club PLUi : Trame verte et bleue et PLUi, outils et mise en œuvre. Fiche n°8 : le coefficient de biotope par surface (disponible sur trameverteetbleue.fr).

1.3. Un référentiel pour la gestion de l'artificialisation

Après avoir brossé un tableau assez large de la problématique de l'artificialisation, notamment du point de vue de la biodiversité, il s'agit ici de démontrer que l'artificialisation est une problématique reconnue, qui mérite qu'on la place au centre d'une analyse des politiques publiques. *« C'est le point où se rencontrent d'une part les besoins, ou les demandes exprimées par la société, et d'autre part les engagements politiques, que nous appelons 'problématique de référence' »¹⁰* (Mermet et al. 2010). Cette partie analyse donc également quels engagements ont été pris en rapport avec l'artificialisation, ou du moins quels objectifs ont été évoqués ou affichés par les responsables politiques ou par la société civile.

a. Un problème environnemental identifié mais récent

Pour concevoir un *système de gestion* de l'artificialisation des sols, et tenter de l'analyser comme tel, il est nécessaire de montrer que cette problématique est reconnue comme un problème à gérer. On peut se poser plusieurs questions : ce problème est-il soulevé dans la sphère publique ? Les pouvoirs publics ont-ils énoncé leur préoccupation, ont-ils pris des engagements dans ce domaine ?

L'étalement urbain, pris dans son ensemble (et non seulement sous l'aspect « biodiversité ») n'est pas une préoccupation nouvelle. La question des différents coûts qu'il génère (directs et externalités) a donné lieu à plusieurs études et rapports. On peut citer par exemple un rapport pour le Ministère de la région wallonne sur les coûts de la désurbanisation (De Keersmaecker 2002), une revue de la littérature économique par le CGDD (2010), ou encore une étude du CREDOC sur les coûts privés et publics de l'étalement urbain (Maresca et Mercurio 2014). Ces recherches s'intéressent aux effets économiques plus ou moins directs de l'étalement urbain : coût de construction, mais aussi coût de développement des services publics comme l'eau, l'électricité ou la gestion des déchets. L'étalement urbain génère également des préoccupations d'ordre social et esthétique, par exemple les questions de mixité sociale, la ségrégation spatiale induite par les prix du foncier, ou encore la perte de dynamisme et la disparition des commerces en centre-ville.

Dans les recherches portant sur l'étalement urbain, guidées avant tout par des questionnements géographiques et sociaux, les préoccupations environnementales apparaissent comme secondaires. La question des surcoûts énergétiques de l'étalement urbain a beaucoup mobilisé la recherche, de nombreuses études se développant à partir des travaux de Newman et Kenworthy (1996) sur la mobilité. Bien que le lien entre consommation énergétique, climat et biodiversité mérite d'être exploré, nous nous concentrerons davantage sur les impacts directs sur la biodiversité.

Aujourd'hui, l'artificialisation des sols est progressivement considérée comme un problème en soi – en tant que consommation d'espace, et non uniquement par ses effets indirects sur les coûts ou la consommation énergétique. Au premier rang des préoccupations apparaît la consommation de terres agricoles,

¹⁰ « It is the meeting point of expressed societal needs or claims and political commitments that we call the "focal concern." »

notamment la perte de potentiel productif qu'elle engendre. Mais la biodiversité est aussi présente, ainsi que l'imperméabilisation du sol susceptible d'augmenter le risque d'inondation, d'érosion et de pollution du sol. Le sol en tant qu'objet scientifique bénéficie d'une attention accrue depuis quelques années, de par son potentiel en services écosystémiques (production agricole, biodiversité, stockage de carbone...) par exemple au travers du travail du Groupement d'intérêt scientifique dédié aux sols (Lemerancier et Walter 2011).

L'artificialisation est un phénomène de plus en plus suivi, par les enquêtes déjà évoquées au niveau national, ainsi qu'un nombre de plus en plus important de MOS locaux. Des publications du Ministère de l'environnement (ex : *Le point sur*, publication du CGDD, articles sur le site du ministère) font régulièrement l'analyse des enquêtes sur l'usage des sols et s'alarment de la consommation continue de terres pour l'artificialisation, conduisant à la perte « d'un département tous les 10 ans » voire tous les 7 ans, si l'on considère la période la plus récente. Ces chiffres sont régulièrement repris pour attirer l'attention sur le sujet, par les pouvoirs publics ou les associations environnementales. La progression de l'artificialisation fait partie des indicateurs suivis par l'ONB et est incluse dans le rapportage international de la France sur les questions de biodiversité (MEDDE 2014). Enfin des commissions ont été spécifiquement mises en place pour suivre ce problème et proposer des solutions : un Observatoire national de la consommation d'espaces agricoles, et des commissions départementales, les CDPENAF¹¹ (anciennement CDCEA) qui sont également chargées d'émettre un avis consultatif lors de l'ouverture à l'urbanisation de nouvelles zones dans les PLU.

Au sein de la société civile, de nombreuses associations environnementales mettent en avant l'artificialisation comme une problématique majeure, qu'elle concerne des terres agricoles ou des milieux naturels. Certaines interviennent pour donner leur avis sur les documents d'urbanisme, pour contester des ouvertures à l'urbanisation qu'elles estiment surdimensionnées ou trop impactantes pour les milieux naturels. Les objectifs qu'elles préconisent en matière de réduction du rythme de l'artificialisation sont souvent plus élevés par rapport à ceux des responsables politiques. Certaines vont jusqu'à préconiser l'arrêt de l'artificialisation au plus vite, par exemple en obligeant la renaturation de surfaces équivalentes aux nouvelles surfaces artificialisées (Association Négawatt 2015). Mais généralement, elles ne rejettent pas toute forme d'artificialisation, mais s'opposent à des projets précis qui rassemblent souvent plusieurs critères : leur impact environnemental (jugé trop élevé, et ne se limitant généralement pas à la consommation d'espace) et leur intérêt économique et social - jugé faible, nul voire négatif, dans le cas des centres commerciaux qui concurrencent les commerces locaux des centres-villes (entretien association VOE et CPTG). Les « grands projets inutiles »¹² concentrent la majorité des oppositions, de par leur impact plus spectaculaire et leur aspect emblématique. Des projets plus locaux (zones d'activités par ex.) peuvent toutefois faire l'objet de lobbying et de recours juridiques de la part des associations.

L'artificialisation est donc un problème présent dans le débat public, bien que sa composante spécifique « biodiversité » soit apparue plus récemment et demeure la plupart du temps mêlée d'autres aspects économiques, sociaux ou

¹¹ Commission Départementale de la Préservation des Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers. Elle associe des représentants de l'Etat, des collectivités territoriales et de différents intérêts (professions agricoles, associations environnementales, propriétaires, fédérations de chasseurs...)

¹² Camille : *Le petit livre noir des grands projets inutiles*. Le passager clandestin, 2015.

environnementaux. La préoccupation majeure demeure la perte de terres agricoles, mais la protection des milieux naturels est aussi un enjeu identifié.

b. Des objectifs politiques affichés

Différents objectifs sont affichés, à travers des textes législatifs ou des communications officielles, sur la consommation d'espace et la protection des milieux naturels et de la trame verte et bleue.

Des objectifs portant sur la consommation d'espace

D'une part, des objectifs ont été énoncés pour ralentir la consommation d'espace, voire l'arrêter à long terme. Ces objectifs demeurent toutefois flous et parfois incohérents entre eux. L'objectif de « consommation économe de l'espace » se décline dans différents textes de loi et stratégies.

Peu de textes affichent des objectifs précis en matière d'artificialisation. La loi de modernisation agricole¹³ (LMA) de 2010 fixait comme horizon une réduction de 50% de la consommation des terres agricoles d'ici 2020, un objectif souvent repris par les collectivités territoriales par exemple dans les SCoT (CEREMA 2015). Mais plus récemment, la feuille de route pour la transition écologique, publiée à l'issue de la première conférence environnementale en 2012, indiquait vouloir « freiner l'artificialisation des sols pour atteindre la stabilité à l'horizon 2025 ». Au niveau européen, la Commission européenne a demandé aux Etats membres d'arrêter l'artificialisation en 2050. Ces différents objectifs ne sont pas nécessairement compatibles entre eux – un référé de la Cour des Comptes du 1^{er} août 2013 en souligne d'ailleurs l'incohérence¹⁴ – et ne sont pas toujours repris, les lettres de cadrage sur la transition écologique énonçant par exemple la « nécessité de réduire le rythme de l'artificialisation » sans indiquer d'objectifs chiffrés. Toutefois, ces objectifs ont en commun d'affirmer que le rythme actuel n'est pas acceptable et doit être réduit pour aller progressivement vers la stabilité.

On retrouve ces objectifs, dans une certaine mesure, dans les PLU et les SCoT. Depuis les lois Grenelle, ces documents d'urbanisme doivent intégrer une analyse de la consommation d'espaces agricoles et naturels (sur les 2 dernières années) et fixer des objectifs de limitation. Ces dispositions ont été renforcées par la loi ALUR¹⁵. Selon les documents, les objectifs peuvent s'exprimer soit par un objectif de consommation maximale (en surface) soit par des objectifs en termes de densité ou de renouvellement urbain, ou encore par des réglementations d'urbanisme restrictives pour l'étalement urbain.

Des objectifs sur le maintien ou l'amélioration de la trame verte et bleue

Aux objectifs de limitation de la consommation d'espace s'ajoutent des objectifs plus « positifs » de préservation, reconnexion ou restauration des espaces pour renforcer leur capacité à accueillir la biodiversité. L'ensemble de ces mesures a été rassemblées sous la dénomination « Trame verte et bleue » avec les lois Grenelle.

¹³ Loi n° 2010-874 du 27 juillet 2010 de modernisation de l'agriculture et de la pêche.

¹⁴ Référé de la Cour des comptes n°66580 sur les terres agricoles et les conflits d'usage, 1^{er} août 2013.

¹⁵ Loi n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové.

Ce concept de trame verte et bleue porte l'idée que l'aménagement n'est pas nécessairement synonyme d'artificialisation, mais peut aussi aller dans le sens du développement d'infrastructures écologiques. Cela souligne que les espaces de nature ne sont pas cantonnés aux zones protégées mais doivent constituer un réseau fonctionnel à protéger et restaurer, y compris en ville. L'objectif est également de développer les services écosystémiques, notamment en ville (espaces récréatifs, régulation de la chaleur, gestion de eaux pluviales).

La Stratégie nationale pour la biodiversité, qui décline les objectifs nationaux en lien avec les engagements de la France auprès de la CDB, exprime la nécessité de préserver la diversité des espèces, mais également les effectifs en nombre suffisant ; pour cela, la Trame verte et bleue doit être développée et remise en état, ainsi qu'un réseau d'espaces protégés. Les écosystèmes doivent être préservés en quantité (superficie) et en qualité, « en particulier en réduisant leur fragmentation » (objectif 5).

Bien qu'ils soient souvent flous, les objectifs en matière d'artificialisation sont de plus en plus présents – que ce soit au travers du Grenelle de l'environnement, de la loi ALUR, ou encore de l'action des collectivités territoriales. Ils peuvent se résumer ainsi : d'une part, ralentir progressivement le rythme de la consommation d'espace pour atteindre l'arrêt de l'artificialisation nette à l'horizon 2050 (c'est-à-dire compenser toute nouvelle consommation d'espace par une renaturation de surface équivalente) ; d'autre part, améliorer la qualité des aménagements, recréer des continuités écologiques et renforcer le potentiel de biodiversité des espaces urbanisés.

2. Etat des lieux de l'artificialisation sur les territoires français et francilien

L'artificialisation des sols est un phénomène présent partout en Europe. Elle se concentre surtout dans les zones déjà denses et urbanisées (région parisienne, Benelux, Italie du Nord ou encore Allemagne du Sud) mais aussi dans les pays en situation de « rattrapage » dont la croissance a été stimulée par l'intégration européenne, ainsi que le long des côtes (le littoral étant globalement plus artificialisé que le reste du territoire), des fleuves et des axes de transport (AEE 2006).

2.1. L'artificialisation du sol en France continentale

Le tableau ci-dessous présente la répartition de l'occupation du sol selon les deux enquêtes TL et CLC, avec des catégories similaires. Les deux sources sont tout à fait valables, à condition de garder à l'esprit les précautions d'interprétation nécessaires : la marge d'erreur statistique de TL, représentée ici par le demi-intervalle de confiance, et le biais systématique en défaveur des petites surfaces de CLC.

Tableau 5: Usages du sol en France continentale

	Surfaces artificialisées		Surfaces agricoles		Surfaces naturelles	
	milliers ha	%	milliers ha	%	milliers ha	%
Corine Land Cover 2012	3 040	5,5	32 619	59,5	19 192	35,0
Teruti-Lucas 2014	5 104	9,3	28 030	51,0	21 785	39,7
demi-intervalle de confiance	83		153		154	

Occupation du sol selon les enquêtes Teruti-Lucas (nomenclature simplifiée en 3 postes) et Corine Land Cover 2012 (nomenclature en 5 postes avec agrégation des postes 3, 4 et 5)

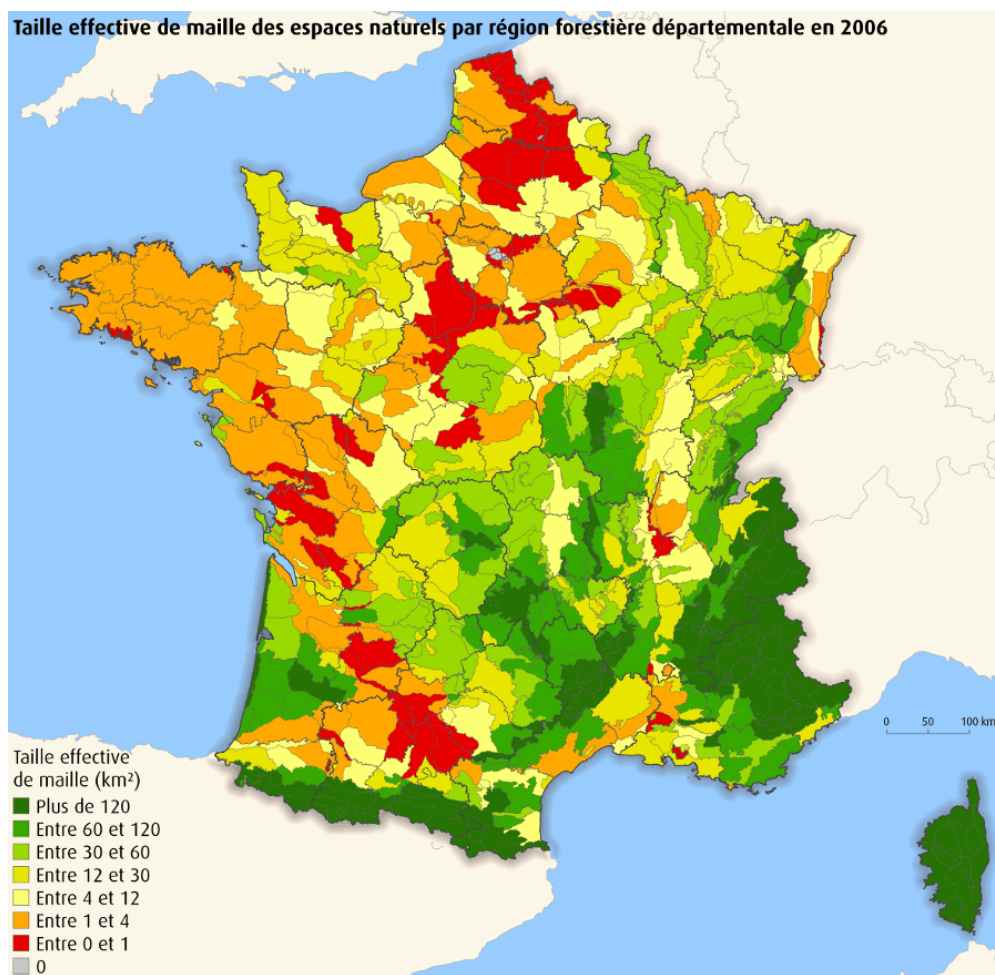
Selon les deux enquêtes, le territoire français est pour plus de moitié agricole, avec une surface importante d'espaces naturels (notamment des forêts). Les deux enquêtes montrent des écarts importants concernant les espaces artificialisés : plus de 9 % du territoire selon TL, 5,5 % selon CLC. Ces différences s'expliquent par la méthodologie et, secondairement, par des variations de nomenclature. On voit que CLC a tendance à surestimer les grands espaces homogènes, notamment les plaines agricoles, en ne « voyant » pas les petits éléments hétérogènes en leur sein (petits bois, petites entités artificialisées...). Les chiffres de TL sont considérés comme plus représentatifs du territoire national et sont plus souvent repris (MEDDE 2014).

Ce tableau national ne doit pas faire oublier de grandes diversités régionales. L'Île de France est la région la plus artificialisée, avec 22 % du territoire, suivie par le Nord-Pas-de-Calais-Picardie (10 %). D'autres régions sont particulièrement agricoles, notamment dans l'ouest et le centre, par exemple en Bretagne ou en Pays de la Loire où les surfaces agricoles dépassent les 80 %

du territoire. Le sud et le sud-est sont marqués par une forte présence de paysages naturels (68 % en PACA, 55 % en Rhône-Alpes)¹⁶.

Un autre indicateur pertinent pour évaluer l'impact de l'artificialisation sur les milieux naturels est la taille effective de maille. Au niveau national, cet indicateur est mesuré avec les données de CLC, sur l'ensemble des milieux « semi-naturels » - comprenant les milieux naturels et une partie des milieux agricoles et considère comme éléments fragmentants les grands cours d'eau et les réseaux de transports importants. On peut donc penser qu'il sous-estime largement la fragmentation des milieux par de petites entités artificialisées et des réseaux de transport de moindre importance. Toutefois, il est intéressant de voir que les régions les plus artificialisées ne sont pas forcément les plus fragmentées. La fragmentation touche particulièrement le Nord, le Centre, la Bretagne et une partie du Sud-Ouest. Dans ces régions, la maille effective de milieux naturels équivaut à un carré de 1 ou 2 km de côté, parfois beaucoup moins.

Figure 4: Fragmentation des espaces naturels par région forestière départementale



Source : Cemagref d'après UE – SOeS (CORINE Land Cover 2006), IGN 2006, IFN 2010.

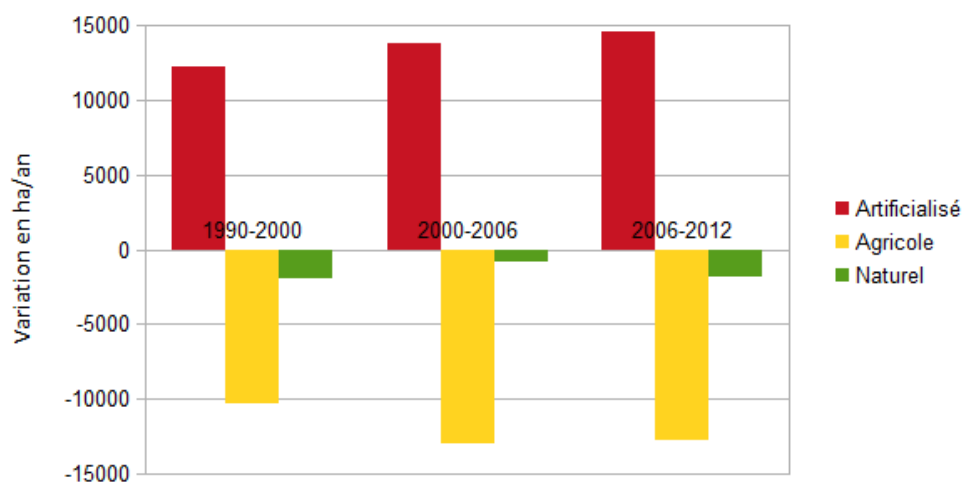
¹⁶ Les deux enquêtes ayant été réalisées pour la dernière fois avant la fusion de certaines Régions entre elles, les délimitations des territoires sont ceux d'avant la réforme.

L'artificialisation des sols : un phénomène en progression

La surface artificialisée augmente tendanciellement sur l'ensemble du territoire national, en touchant en premier lieu les terres agricoles. On parle ici d'évolutions nettes (sauf mention explicite du contraire). Par exemple, environ 700 ha/an de surfaces artificialisées reviennent à un état agricole ou naturel (essentiellement des carrières après leur période d'exploitation), mais dans le même temps, les échanges dans l'autre sens sont beaucoup plus importants : on parle donc d'un phénomène d'artificialisation nette.

Le graphique ci-dessous présente les évolutions de l'occupation des sols selon CLC ¹⁷.

Figure 5 : Evolution des grands types d'usage du sol en France continentale



Selon l'enquête Teruti-Lucas, les chiffres sont sensiblement différents : rythme de -70 000 ha/an pour la perte d'espaces agricoles, 67 000 ha/an d'augmentation des surfaces artificialisées, et un gain de 3000 ha/an pour les espaces naturels, sur la période 2006-2014. L'artificialisation progresse, mais il est difficile d'évaluer son rythme sur les différentes périodes, à cause des ruptures de méthodologie. Il semble que le rythme reste à peu près stable voire augmente. L'enquête Teruti-Lucas enregistre un pic puis un ralentissement de l'artificialisation sur les dernières périodes.

L'analyse des changements bruts d'usage du sol, c'est-à-dire des passages d'une catégorie à l'autre et non plus seulement des variations nettes, montre des différences parfois très grandes entre CLC et TL (qui peuvent atteindre un ordre de 1 à 100) pour l'estimation des surfaces. Notamment, selon TL, les transformations de terres agricoles en terres naturelles concernent 100 000 ha/an (même si les trois quarts sont compensés par des conversions de surfaces dans l'autre sens), alors que CLC n'identifie quasiment pas de

¹⁷ Concernant CLC, les chiffres sont obtenus en comparant les éditions cohérentes entre elles (d'une part 2000 révisée-2006 et d'autre part 2006 révisée-2012). La comparaison entre l'évolution 2000r-2006 et 2006r-2012 doit toujours être faite avec précaution, car la méthodologie est différente sur les deux séries. Une publication du CGDD (2015) ne tient pas compte de cette rupture de série et interprète donc les résultats comme un fort ralentissement du rythme d'artificialisation, alors qu'une grande partie de la différence est liée à l'amélioration de la précision de l'enquête en 2012.

changements d'usage des sols dans ces deux catégories. De même pour les surfaces artificialisées qui reviennent à l'état naturel ou agricole : cela concerne pour TL environ 50 000 ha/an, alors que ces mouvements sont quasiment inexistants pour CLC.

L'artificialisation se développe à presque 90 % au détriment de terres agricoles. Les sols qui ont les meilleures potentialités agronomiques représentent plus d'un tiers des surfaces artificialisées au niveau national (CGDD 2011). Une revue des données existantes, menée par l'Observatoire national de la consommation des espaces agricoles, montre que les estimations peuvent varier très fortement selon les sources : entre 13 000 ha par an selon CLC et 70 000 ha par an selon TL, les fichiers fonciers et recensements agricoles aboutissant à d'autres chiffres entre ces deux bornes (ONCEA 2014).

Usages économiques et sociaux de l'artificialisation

De quoi se compose exactement cette artificialisation ? Il existe peu d'analyses qui s'intéressent en détail à ces nouvelles surfaces urbanisées, même s'il est identifié que l'artificialisation progresse majoritairement en périphérie des grands centres urbains et le long des axes de communication, par le développement de l'habitat individuel, des zones industrielles et commerciales, des équipements sportifs et enfin des infrastructures de transport.

Le tableau ci-dessous, résumant succinctement les chiffres de CLC, montre que le développement de l'habitat individuel, qui constitue la majeure partie du « tissu urbain discontinu » représenterait en effet plus de la moitié de l'artificialisation des sols. En comparaison, le tissu urbain continu (ville dense) n'augmente presque pas. Les zones industrielles et commerciales, catégorie qui inclut aussi les installations publiques, représentent un quart à un tiers des nouvelles surfaces artificialisées et connaissent une croissance relative de 7 % sur chaque période de 6 ans, supérieure à celle de l'habitat.

Il est difficile d'analyser les évolutions pour les transports, car c'est une des catégories qui est très sous-estimée par CLC, qui ne peut prendre en compte que les infrastructures routières d'une largeur supérieure à 100m de large. Par comparaison, L'enquête TL évalue l'emprise au sol des réseaux routiers à 1,2 millions d'hectares, alors que CLC n'en « voit » que 50 000 environ.

Il en est sûrement de même avec le tissu urbain continu : il est peu probable qu'aucun tissu urbain continu ne soit construit sur ces deux périodes. En revanche, il est possible que CLC ne voie pas les changements, parce que l'extension du tissu urbain continu se fait surtout en densification (ex : augmentation de la hauteur, construction sur des « dents creuses ») c'est-à-dire par des changements qui font généralement moins de 5ha, la limite du seuil de détection de CLC.

Les deux enquêtes montrent des évolutions tendancielle souvent similaires. L'artificialisation progresse sensiblement à chaque période, par conversion de terres agricoles et secondairement de milieux naturels. Ces derniers diminuent cependant peu, car ils bénéficient de l'abandon des terres agricoles. L'artificialisation progresse avant tout du fait de l'habitat individuel, des zones d'activités et commerciales, des équipements sportifs. Les infrastructures de transports sont également un facteur non négligeable, mais leur impact en termes de fragmentation est encore plus important que celui de la consommation de surfaces.

Tableau 6: Usages des nouvelles surfaces artificialisées en France continentale

	Variation 2000r-2006 (ha)	Variation 2000r-2006 (%)	% des nouvelles surfaces artificialisées
Tissu urbain discontinu	43 620	2,13%	52,00%
Zones industrielles ou commerciales, installations publiques	22 907	7,21%	27,31%
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	7 358	19,27%	8,77%
Extraction de matériaux	6 890	8,72%	8,21%
Equipements sportifs et de loisirs	2 153	1,99%	2,57%
Zones portuaires	132	1,35%	0,16%
Aéroports	510	1,11%	0,61%
Décharges	322	4,23%	0,38%
Chantiers	-810	-8,78%	n.a.
Espaces verts urbains	-291	-1,19%	n.a.
Tissu urbain continu	0	0,00%	0,00%
	Variation 2006r-2012 (ha)	Variation 2006r-2012 (%)	% des nouvelles surfaces artificialisées
Tissu urbain discontinu	45 659	2,07%	52,28%
Zones industrielles ou commerciales, installations publiques	25 559	7,11%	29,26%
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	4 655	9,92%	5,33%
Extraction de matériaux	7 384	9,10%	8,45%
Equipements sportifs et de loisirs	2 044	1,76%	2,34%
Zones portuaires	280	2,63%	0,32%
Aéroports	681	1,49%	0,78%
Décharges	332	4,63%	0,38%
Chantiers	731	8,19%	0,84%
Espaces verts urbains	13	0,05%	0,02%
Tissu urbain continu	5	0,01%	0,01%

Il est toutefois difficile de suivre le phénomène d'artificialisation de manière fiable au niveau national, que ce soit par l'enquête TL, en raison des biais statistiques et de la difficulté à transformer les résultats sur des points en surfaces - avec une surestimation avérée de certaines surfaces. Par exemple, pour l'habitat individuel, TL estime que les seules maisons individuelles couvrent 500 000 ha, alors que l'Insee estime par diverses sources que le chiffre exact est plutôt autour de 200 000 (Agreste 2014). CLC de son côté sous-estime les surfaces artificialisées. Pour les deux enquêtes, les ruptures de série représentent une difficulté supplémentaire, et la précision ne permet pas de descendre à des niveaux d'analyse détaillés dans la nomenclature, ou à des niveaux géographiques infra-régionaux. C'est notamment pour répondre à ces manques que l'IGN mène actuellement un projet pour rassembler et harmoniser les études plus détaillées au niveau régional ou local (les MOS), qui n'est pour l'instant pas exhaustif. La partie qui suit exploite les données du MOS Île-de-France et se concentre sur la situation dans cette région.

2.2. L'artificialisation en Île-de-France

Il s'agit ici de montrer comment la dynamique d'artificialisation peut être analysée sur un territoire donné avec une préoccupation axée sur la biodiversité. Les données mobilisées sont celles du MOS (enquête réalisée par l'IAU ÎdF), qui existe depuis 1982 et a été révisé rétrospectivement afin de conserver au maximum la cohérence méthodologique et de permettre les comparaisons. Toutefois, les techniques ayant considérablement évolué, les erreurs d'interprétation sont plus probables lorsqu'on remonte dans le temps, notamment entre des usages du sol proches. Cette partie propose une analyse détaillée du contenu de l'artificialisation, de ses usages économiques et sociaux, et dans la mesure du possible de ses impacts sur les écosystèmes, sur la région Île-de-France.

a. Une région particulièrement touchée par l'artificialisation

Pour donner de premiers chiffres sur la situation régionale, sa composition selon quelques grands types d'occupation du sol est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: Usages du sol en Île-de-France

	Données IDF, MOS 2012 (ha et %)		Moyenne France (TL)	Moyenne France (CLC)
Espaces agricoles	604 429	50,1%	51,0%	59,5%
<i>dont terres labourées</i>	551 264	45,7%		
<i>dont prairies</i>	45 433	3,8%		
<i>dont autres</i>	7 732	0,6%		
Espaces naturels	329 289	27,3%	39,7%	35,0%
<i>dont forêts</i>	287 313	23,8%		
<i>dont espaces ouverts</i>	26 380	2,2%		
<i>dont surfaces en eau</i>	15 597	1,3%		
Espaces artificialisés	272 780	22,6%	9,3%	5,5%
<i>dont espaces ouverts</i>	74 488	6,2%		
<i>dont espaces revêtus ou bâtis</i>	192 551	16,0%		
<i>dont carrières, décharges et chantiers</i>	5 741	0,5%		

Sources : données MOS 2012 (catégorisation personnelle), Teruti-Lucas 2014 et Corine Land Cover 2012

Les espaces artificialisés couvrent plus de 22 % du territoire francilien, soit une proportion deux fois plus élevée que la moyenne nationale. Les trois-quarts de ces espaces sont bâtis ou revêtus, ce qui conduit à supprimer *de facto* la biodiversité. Les espaces ouverts artificialisés, comprenant les parcs, jardins, terrains sportifs de plein air, ou encore les surfaces engazonnées autour des commerces et activités, ont un impact moindre sur les fonctionnalités écologiques et sont davantage réversibles, tout comme les carrières.

Les espaces agricoles couvrent la moitié de l'Île-de-France, et il s'agit majoritairement de grandes cultures (terres labourées) cultivées de manière intensive. Enfin, les espaces naturels représentent 27 % du territoire et sont essentiellement des forêts. Les espaces ouverts naturels, qui comprennent les

pelouses, les landes, les zones humides... sont particulièrement intéressants pour la biodiversité et sont relativement rares au niveau régional avec seulement 2 % des surfaces environ. Enfin, l'eau couvre 1,3 % de la surface régionale.

27 % d'espaces naturels peut paraître une proportion plutôt élevée. Mais, comme souligné dans la première partie de ce rapport, leur qualité, leur répartition spatiale et leur compacité sont également des paramètres déterminants. Or les espaces naturels sont particulièrement fragmentés en Île-de-France : la taille effective de maille y est souvent inférieure à un km², parfois deux. La région est particulièrement dense en infrastructures de transport, et de nombreux espaces naturels se trouvent enclavés, certains massifs forestiers devenant totalement isolés (Région IDF 2013).

b. La dynamique de l'artificialisation depuis les années 1980 : grandes tendances et variations historiques

Comment l'artificialisation a-t-elle évolué depuis le début des mesures du MOS ? Ces analyses doivent être menées avec précaution : si les éditions du MOS ont été rétrospectivement corrigées pour pouvoir être comparées entre elles, des incohérences peuvent tout de même apparaître (entretien IAU).

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de l'usage des sols depuis 1982. L'analyse sur l'ensemble des périodes est présentée en annexe 3. Trois périodes sont identifiées sur l'intervalle de temps étudié, qui ont été choisies de manière à mettre en avant les ruptures dans les évolutions apparaissant dans les données.

Tableau 8: Evolution nette des principaux usages du sol par période en Île-de-France

Evolution en hectares annuels	1982-1999	1999-2008	2008-2012
Espaces agricoles	-1 806	-1 870	-796
<i>dont terres labourées</i>	<i>-1 777</i>	<i>-3 416</i>	<i>-252</i>
<i>dont prairies</i>	<i>-60</i>	<i>1 490</i>	<i>-504</i>
<i>dont autres</i>	<i>31</i>	<i>56</i>	<i>-39</i>
Espaces naturels	-409	660	153
<i>dont forêts</i>	<i>-165</i>	<i>-138</i>	<i>83</i>
<i>dont espaces ouverts</i>	<i>-338</i>	<i>724</i>	<i>44</i>
<i>dont surfaces en eau</i>	<i>94</i>	<i>73</i>	<i>26</i>
Espaces artificialisés	2 214	1 209	643
<i>dont espaces ouverts</i>	<i>549</i>	<i>274</i>	<i>-148</i>
<i>dont espaces revêtus ou bâtis</i>	<i>1 700</i>	<i>1 193</i>	<i>707</i>
<i>dont carrières, décharges et chantiers</i>	<i>-35</i>	<i>-257</i>	<i>84</i>

Source : IAU Île-de-France pour les données du MOS, analyse personnelle – chiffres en ha annuels

Sur le temps long, les surfaces agricoles diminuent (50 000 ha de moins en 30 ans) tandis que les espaces artificialisés augmentent en continu, qu'il s'agisse d'espaces revêtus ou bâtis ou, dans une moindre mesure, d'espaces ouverts artificialisés. L'ensemble des espaces artificialisés passe ainsi de 18,3 % du

territoire en 1982 à 21,5 % en 1999, 22,6 % en 2012. Des différences notables sont présentes entre les différentes périodes.

- Entre 1982 et 1999, l'urbanisation connaît un développement rapide et tous les types d'espaces naturels et agricoles sont consommés ou presque (à l'exception des espaces agricoles particuliers, de maraîchage ou de vergers par exemple, et des surfaces en eau qui augmentent tendanciellement).
- Sur la période 1999-2008, la progression des surfaces artificialisées ralentit, mais la conversion d'espaces agricoles est encore plus importante (à la fois par artificialisation et par transformation en espaces naturels). Les terres labourées régressent de manière particulièrement spectaculaire. Parmi les explications avancées pour ce pic de la déprise agricole (les terres labourées sont transformées en prairies, en milieux naturels ou en espaces urbains) on trouve notamment l'arrivée à la retraite des générations d'agriculteurs issues du *baby-boom*. Cette évolution démographique a pu être accélérée par des mesures prises par le gouvernement Fillon en 2003 facilitant les départs anticipés à la retraite des exploitants agricoles (rachat de trimestres plus favorables), mesures qui ont été supprimées en 2009 (Agreste 2014).
- On peut souligner cependant qu'au sein des espaces agricoles les surfaces de prairies tendent au contraire à augmenter (en réalité, c'est le cas à partir de 1994) cette évolution se poursuivant jusqu'en 2008. Aujourd'hui les prairies dépassent les 45 000 ha, soit un niveau supérieur à celui de 1982. La région IDF fait ici figure d'exception, car les prairies ont plutôt tendance à régresser en France (CGDD 2013a ; Huygue 2007). Toutefois, les prairies restent des milieux rares en Île-de-France par rapport à d'autres régions françaises : les terres labourées (grandes cultures de céréales et d'oléagineux notamment) représentent 90 % des terres agricoles. Une analyse rétrospective sur ces « nouvelles prairies » apparues depuis 1999 montre que la très grande majorité, presque 18 000 ha, étaient auparavant des terres labourées. Une petite partie (quelques centaines d'hectares) provient de la conversion de milieux naturels.
- Les milieux naturels, qui régressaient auparavant, connaissent à partir de 1999 une croissance importante – du fait, notamment, de la déprise agricole particulièrement rapide. La forêt « bouge » relativement peu par rapport à l'importante surface qu'elle couvre en Île-de-France. C'est surtout l'évolution pour les milieux naturels ouverts qui est à souligner : ils retrouvent, en 2012, des surfaces comparables à celles de 1982. Ces milieux sont rares en Île-de-France (2 % des surfaces environ) et des évolutions de plusieurs centaines d'hectares par an sont loin d'être négligeables. Enfin, les surfaces en eau augmentent de manière constante, résultant de la formation de gravières sur d'anciennes terres agricoles, du réaménagement de carrières en étangs, et de la création de plans d'eau à des fins paysagères ou de loisirs.
- Une véritable rupture se produit sur la période 2008-2012 : après avoir ralenti depuis 1999, l'artificialisation se réduit alors très fortement. Le rythme de croissance des espaces bâtis ou revêtus diminue de moitié, et les espaces ouverts artificialisés enregistrent même une diminution, essentiellement au sein des jardins de l'habitat (une évolution de long terme, qui s'accroît) mais aussi, fait nouveau, des parcs et jardins et des surfaces engazonnées, qui augmentaient jusque-là rapidement ; de même, les surfaces dédiées aux équipements sportifs se stabilisent, alors qu'elles étaient auparavant une composante importante de l'artificialisation. La déprise agricole se ralentit, tombant à un niveau sans précédent de 800 ha/an et, fait nouveau, ce sont cette fois les prairies qui sont davantage consommées que les terres labourées.

Comment expliquer ce recul spectaculaire ? Une première hypothèse est que la crise de 2007-2008 a fortement affecté la demande de nouveaux logements, zones d'activités ou équipements. La production du bâtiment a ainsi reculé, passant au niveau national de 140 à 120 milliards d'euros (constants 2007) entre 2008 et 2012¹⁸. Le rythme des constructions en Île-de-France est d'environ 5,7 millions de m² commencés par an sur la dernière période, soit 25 % de moins que sur la période précédente. Il s'agit donc là d'une explication probable mais pas suffisante, car la baisse de la consommation d'espace est encore plus élevée.

Une analyse fournie par l'IAU sur la dernière édition du MOS souligne qu'entre 2008 et 2012, la majorité des changements d'usage des sols se font dans des zones déjà urbanisées, et non en extension. C'est la première fois qu'on observe une construction de la ville majoritairement en « recyclage » (IAU ÎdF 2013). On peut donc faire l'hypothèse d'une évolution des pratiques : un urbanisme plus dense, avec une plus grande proportion de logement collectif, et davantage tourné vers le renouvellement urbain plutôt que vers l'extension. Cette observation est confirmée par le détail des évolutions sur cette période : tous les types de construction connaissent un recul marqué (de l'ordre de 50%) notamment l'habitat individuel, qui passe de 490 à 290 ha/an. Les exceptions sont l'habitat collectif et « autre », qui se maintient à un niveau constant, certains équipements et les bureaux.

Cette meilleure efficacité peut être induite par des contraintes économiques, comme le prix du foncier. On peut émettre l'hypothèse que le coup d'arrêt mis en 2009 au régime de départ anticipé à la retraite des agriculteurs a rendu le foncier moins disponible que dans la période de déprise agricole importante. Des facteurs réglementaires peuvent entrer en jeu, ainsi qu'une attention accrue des acteurs (notamment les collectivités) à la consommation d'espace, avec la montée en puissance de ces enjeux et les mesures du Grenelle de l'environnement. Toutefois, il est difficile de distinguer ici ce qui relève exactement de la tendance de long terme et de la rupture.

Tableau 9: Evolution comparée de l'artificialisation et de la population en Île-de-France

	1982	1990	1999	2008	2013
Population d'Île-de-France (millions d'habitants)	10,07	10,66	10,95	11,66	11,96
Espaces artificialisés (m²/hab)	220,1	223,0	236,8	231,8	228,1
Espaces ouverts artif (m ² /hab)	62,8	62,2	66,3	64,4	62,3
Espaces revêtus ou bâtis (m ² /hab)	149,0	152,5	163,4	162,7	161,0

Sources : IAU Île-de-France pour les données MOS, Insee pour les données de population

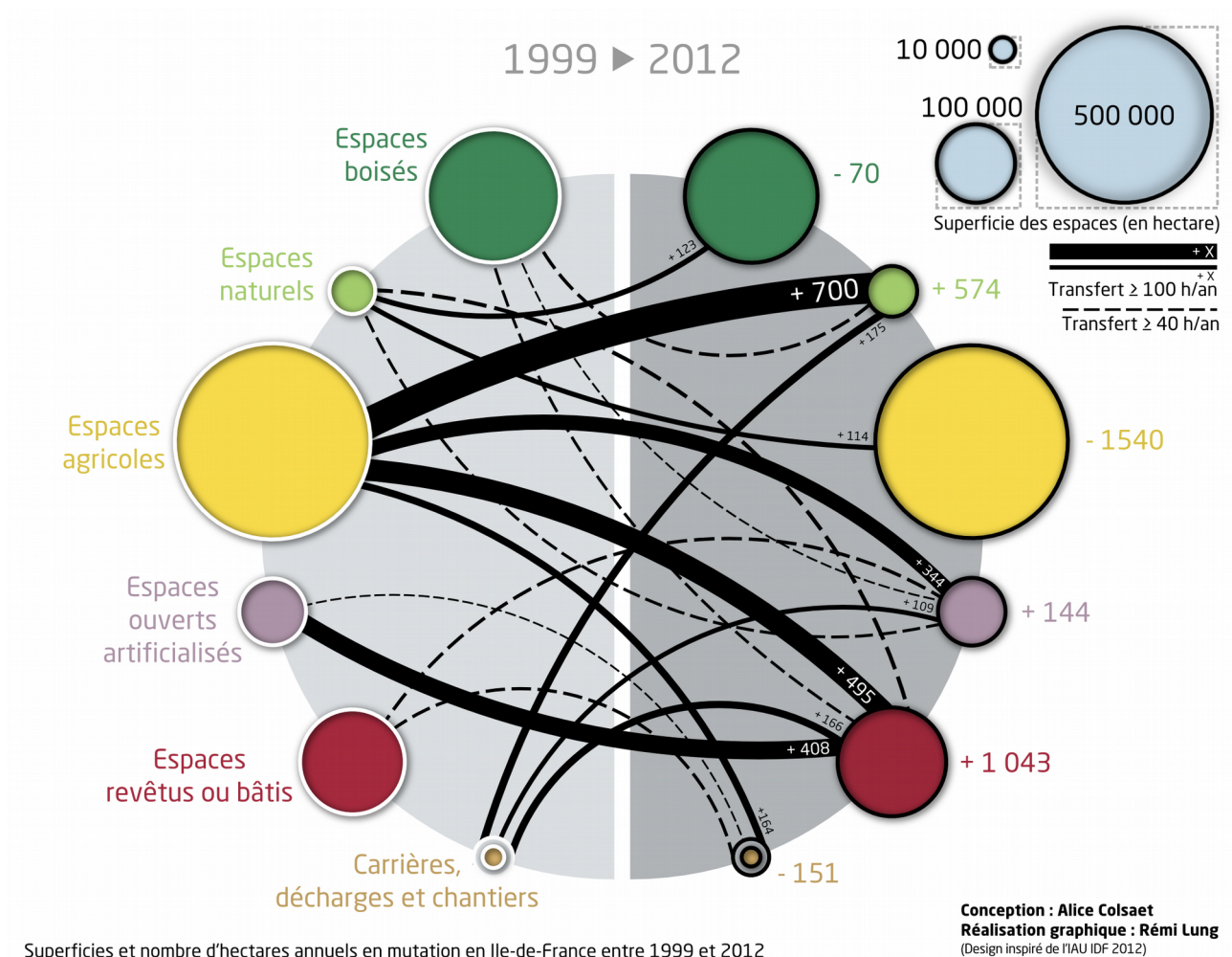
Une comparaison avec l'évolution de la population en Île-de-France (Tableau 9 ci-dessus) confirme les conclusions mentionnées plus haut. Dans les années 1990, la région est confrontée à l'étalement urbain : la population augmente alors de 0,3 % par an, soit le taux le plus bas de toutes les périodes étudiées, mais la consommation d'espace pour l'urbanisation atteint également son maximum observé dans les données du MOS. Au contraire, depuis 1999, on voit une stabilisation, voire une diminution, des surfaces artificialisées par habitant.

¹⁸ Source : Fédération française du bâtiment – www.ffbatiment.fr

c. Les changements d'usage des sols : des évolutions complexes

Afin de faire une analyse du problème d'artificialisation pertinente du point de vue de la biodiversité, il est intéressant d'aller dans le détail des changements d'usage des sols, de ne pas se focaliser uniquement sur les grandes catégories et les évolutions nettes. La Figure 6 ci-dessous propose une représentation des évolutions en identifiant six grandes catégories dans l'usage du sol. Une distinction est faite, en particulier, entre forêts et espaces naturels ouverts, ces derniers étant beaucoup plus rares au niveau régional, et entre différentes catégories d'espaces artificialisés : bâtis/revêtus ou ouverts (en pleine terre) ; les carrières, décharges et chantiers formant une catégorie d'espaces artificialisés à part, souvent temporaire, et occasionnant des changements d'usage des sols importants.

Figure 6: Changements d'usage des sols nets et bruts entre 1999 et 2012



Ce graphique permet de montrer la complexité des évolutions, qui ne se limitent pas à la consommation de terres agricoles pour d'autres usages, même si ces mouvements sautent tout de suite aux yeux. Les espaces agricoles sont massivement transformés en espaces artificialisés, mais aussi en espaces naturels (à hauteur de 700 ha/an en moyenne). On peut faire l'hypothèse qu'il s'agit surtout d'un retour des friches, puis des boisements, après abandon de l'activité agricole, notamment dans les années 1999-2008. Une partie de ces conversions pourrait être le résultat d'actions de renaturation ou de compensation écologique, réalisées sur des parcelles agricoles. Mais il est difficile de déterminer le poids réel de ces dernières en l'absence de

Gérer l'artificialisation des sols : une analyse du point de vue de la biodiversité

statistiques globales sur les politiques de restauration et les surfaces agricoles mobilisées pour la compensation.

Les forêts, au vu de leur taille, sont assez peu soumises aux changements d'usage, notamment à l'artificialisation. En revanche, les milieux naturels sont non seulement plus artificialisés (en hectares annuels) que les forêts, mais une part relativement importante disparaît aussi par enrichissement ou par retour à l'activité agricole. Au total, plus de 400 ha/an de milieux naturels ouverts sont ainsi convertis chaque année pour un autre usage. C'est une évolution considérable, car ces milieux sont rares au niveau régional : cela équivaut à une conversion d'environ 2 % de leur surface totale, chaque année.

En comparant la rareté relative des milieux agricoles, naturels et forestiers et leur utilisation pour l'urbanisation ou l'exploitation (Tableau 10) on voit que les forêts sont relativement peu transformées, tandis que les terres agricoles et surtout les milieux naturels sont sur-représentés. Si ces derniers ne représentent que 3 % des surfaces environ, 15 % des nouvelles surfaces artificialisées se trouve sur d'anciens espaces naturels ouverts.

Tableau 10: Utilisation des espaces pour l'artificialisation comparée à leur rareté relative

	Forêts	Espaces naturels ouverts	Terres agricoles	Surfaces en eau
Part dans les espaces non-artificialisés en 2012	30 %	3 %	65 %	2 %
Part dans les surfaces artificialisées entre 99 et 2012 (brut)	10 %	14 %	76 %	0 %

Source: IAU Île-de-France pour les données MOS, exploitation personnelle

Cependant, comme souligné ci-dessus, une surface encore plus importante de terres agricoles (700 ha/an) est transformée en milieux naturels ouverts. Ces derniers voient donc leur surface augmenter et rattraper un niveau comparable à celui des années 1980. Il serait intéressant d'identifier si les milieux nouvellement « créés » sont équivalents aux milieux perdus par artificialisation, en termes de qualité écologique, et s'ils présentent la même répartition sur le territoire. Par ailleurs, la base de données Ecomos met en avant le phénomène de banalisation des milieux naturels : certains milieux ouverts rares disparaissent par enrichissement au profit de milieux plus banals (forêts de feuillus par ex.) ou à cause de l'urbanisation. Certains sont particulièrement en danger : pelouses, landes, végétation humide (IAU ÎdF 2015).

L'analyse des changements d'usage des sols confirme que l'artificialisation est très peu réversible, sans être toutefois totalement irréversible. Ainsi, chaque année, environ 100 ha d'espaces bâtis ou revêtus redeviennent des espaces ouverts. Les espaces ouverts artificialisés (parcs, gazons, jardins...), en théorie facilement réversibles puisqu'ils constituent des surfaces « de pleine terre », ne reviennent en fait que rarement à un état naturel et sont beaucoup plus souvent transformés en espaces bâtis. Exception notable, les carrières représentent une transformation temporaire du sol : théoriquement réversibles, une partie d'entre elles est transformée en espaces naturels (40% des cas), 25 % sont converties en espaces ouverts artificialisés (bases de loisirs par exemple) et 35 % est remblayée et urbanisée au sens strict. Peu de carrières sont réaménagées pour un usage agricole. Ainsi l'exploitation des carrières est un vecteur

supplémentaire de transformation d'espaces agricoles en espaces naturels et artificialisés.

Cette analyse montre l'intérêt de ne pas s'arrêter aux évolutions nettes, et de considérer des catégories d'usage du sol plus détaillées que les 3 grandes catégories généralement utilisées (artificialisé/naturel/agricole). La partie suivante propose de s'intéresser également au contenu et aux usages des nouveaux aménagements qui constituent l'artificialisation.

d. Les usages socio-économiques des nouveaux espaces artificialisés

Cette partie entre davantage dans le détail des postes du MOS pour se poser la question des usages économiques et sociaux de l'artificialisation. Avec 81 postes d'usages du sol différents, nos données permettant d'analyser les évolutions des différents types de constructions et d'équipements. On peut se poser deux questions : d'une part, quels sont les usages qui consomment le plus de terres, c'est-à-dire qui portent le plus la responsabilité de l'artificialisation (en ha/an) ? Et d'autre part, quels sont les usages du sol qui connaissent la plus forte croissance relative ? Il est nécessaire, même si cela paraît délicat au premier abord, de faire la différence entre variations *nettes* et variations *brutes*. En effet, si certains usages gagnent en superficie, cela peut se faire par artificialisation (conversion de zones naturelles et agricoles – notées ci-après NA – en zones artificialisées – notées A) ou par renouvellement urbain, sans générer d'artificialisation nouvelle mais simplement par une réallocation des usages au sein même des surfaces artificialisées. Si un usage reste stable en bilan net, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'a pas généré d'artificialisation nouvelle, à l'image par exemple des carrières (pour lesquelles les nouvelles exploitations compensent à peu près les carrières remises en état). Pour avoir une vision claire et exhaustive de l'évolution des usages, on peut mettre en parallèle ces trois « bilans » : le bilan global, le bilan des échanges entre surfaces A, et celui des échanges entre surfaces A et NA. Un tableau complet présentant ces bilans pour les 81 postes du MOS se trouve en annexe 5. Une version synthétique de ces bilans est proposée dans le Tableau 11 en 37 postes agrégés de manière cohérente (selon les usages et les évolutions, de manière à ne pas masquer des évolutions internes aux catégories).

Tableau 11: Usages des nouvelles surfaces artificialisées en Île-de-France

Type d'usage du sol	Surface en 1999	Echanges nets avec surfaces NA	Echanges nets avec surfaces A	Bilan global 1999-2012	% nouv. surfaces artif.	Evolution par rapport à 1999
Parcs et jardins	26 999	874	-700	174	6,86%	0,64%
Jardins de l'habitat et jardins familiaux	552	19	-58	-39	0,15%	-7,15%
Terrains de sport en plein air	5 141	162	-235	-73	1,27%	-1,42%
Parcs d'évolution d'équipements sportifs	361	153	11	164	1,20%	45,47%
Golfs, hippodromes	4 529	234	11	245	1,84%	5,41%
Espaces ouverts de camping et loisirs	1 185	47	13	60	0,37%	5,08%
Cimetières	1 968	28	8	36	0,22%	1,83%
Surfaces engazonnées	7 505	2 478	538	3 016	19,42%	40,19%
Terrains vacants	4 326	587	-1 403	-816	4,60%	-18,86%
Habitat individuel	89 167	3 163	2 399	5 562	24,79%	6,24%
Habitat collectif bas	6 506	217	701	918	1,70%	14,12%
Habitat collectif haut	14 971	52	483	535	0,41%	3,58%
Habitat autre	694	128	65	193	1,00%	27,80%
Eau et assainissement	1 695	24	18	42	0,19%	2,47%
Energie – autres	1 329	56	-73	-17	0,44%	-1,27%
Activités en tissu urbain mixte	5 725	358	-271	87	2,80%	1,51%
Grandes emprises industrielles	1 954	5	-448	-444	0,04%	-22,69%
Zones d'activités économiques	7 364	639	330	969	5,01%	13,15%
Entreposage à l'air libre	3 167	735	317	1 052	5,77%	33,23%
Entrepôts logistiques	987	574	209	784	4,50%	79,37%
Grandes surfaces commerciales	803	125	135	259	0,98%	32,30%
Autres commerces	558	39	35	74	0,30%	13,29%
Bureaux	1 447	54	429	483	0,42%	33,38%
Installations sportives	1 941	274	148	422	2,15%	21,74%
Equipements (enseignement)	5 791	90	119	209	0,70%	3,61%
Equipements (santé)	1 393	39	18	57	0,30%	4,11%
Equipements d'accès au public limité	2 707	21	-123	-102	0,16%	-3,77%
Equipements autres (administration, culture, loisirs...)	2 532	42	12	54	0,33%	2,14%
Emprises de transport ferré	8 331	183	-120	63	1,43%	0,75%
Voies de plus de 25 m d'emprise	11 070	415	217	632	3,25%	5,71%
Parkings	6 442	799	626	1 425	6,26%	22,12%
Gares routières, dépôts de bus	92	2	-7	-5	0,01%	-5,90%
Installations aéroportuaires	2 219	55	245	300	0,43%	13,53%
Extraction de matériaux	3 202	-826	-187	-1 013	-6,48%	-31,65%
Décharges	370	286	126	412	2,24%	111,31%
Chantiers	4 145	627	-2 000	-1 373	4,91%	-33,13%

Le plus gros consommateur de terres est l'habitat, et en premier lieu l'habitat individuel, qui représente à lui seul 25 % des nouvelles surfaces artificialisées. Il s'agit aujourd'hui davantage de maisons construites en diffus, et non d'ensemble d'habitat individuel identique comme cela a pu être le cas dans les années 80. L'habitat collectif représente seulement 2 % des nouvelles surfaces artificialisées environ, alors que 40% des logements environ sont construits en collectif pendant la période étudiée (contre 60% en individuel).

Les activités constituent 17 % des nouvelles surfaces artificialisées, et quasiment les deux tiers sont dédiées à la logistique (entrepôts logistique ou entreposage à l'air libre). Ces activités étaient quasi-inexistantes dans les années 1980 et couvrent aujourd'hui une surface de 6000 ha en Île-de-France. Toutefois, ces résultats doivent être pris avec précaution, car la distinction entre entrepôts logistiques et autres activités peut être difficile dans la photo-interprétation, les chiffres sur ces catégories détaillées ne sont donc pas très fiables. Les équipements ont une part faible (3,5 % des nouvelles surfaces artificialisées environ) : leur part a décru par rapport aux années 1990, où la construction de nouveaux équipements pouvait représenter une consommation d'espace de 200 ha/an.

La part des surfaces engazonnées peut paraître surprenante : presque 20 % des nouvelles surfaces artificialisées sont dédiées à ces espaces verts qui bordent les zones d'activités ou les infrastructures de transport. Elles augmentent également par conversion d'autres espaces artificialisés. On peut remarquer que ces évolutions sont liées : les parkings et les surfaces engazonnées jouxtent les nouvelles zones d'activités, les centres commerciaux et les équipements et se développent donc de manière conjointe.

Les espaces ouverts ont joué un rôle variable dans l'artificialisation au fil du temps. On construit jusqu'à 400 ha d'espaces sportifs par an dans les années 80, les grands consommateurs d'espace étant notamment les golfs et plus récemment les parcs d'évolution. Les parcs et jardins se développent fortement dans les années 90. Depuis 1999, la surface des espaces ouverts croît d'environ 150 ha/an mais, sur la dernière période (2008-2012), on observe plutôt une stagnation. On peut noter par ailleurs que la surface dédiée aux jardins de l'habitat individuel *diminue* quasi en continu depuis les années 80, alors même que l'habitat individuel en lui-même ne cesse de croître. On peut faire l'hypothèse que le pavillonnaire devient progressivement plus dense (même si cette forme d'aménagement reste beaucoup moins dense que l'habitat collectif) et que la division parcellaire liée aux successions favorise aussi le morcellement de grands terrains et leur construction progressive.

Les occupations du sol qui augmentent le plus de manière relative sont les activités, commerces et bureaux, ainsi que les parkings et les « autres espaces ouverts » notamment les surfaces engazonnées. Malgré la crise, les surfaces couvertes par ce type d'usage du sol croissent très rapidement, autour de 20 % entre 2008 et 2012, soit une augmentation bien plus rapide que la population – et cela même en période de faible dynamisme économique. Leur rationalité, leur utilité économique et sociale mériterait d'être examinée plus en profondeur dans des recherches futures.

e. Quel bilan pour la biodiversité ?

Le Tableau 12 applique les pondérations de l'indicateur Biomos (c.f. partie 1) aux évolutions de l'usage des sols en Île-de-France. Cet indicateur a été choisi, plutôt que l'indicateur de naturalité de la méthodologie GREET/Biotope, car il est mieux adapté à la méthodologie et aux catégories du MOS.

Tableau 12: Evolution des usages du sol en IDF en fonction de l'indicateur BioMos

Indicateur BioMos	MOS 82	MOS 99	MOS12
0	148 854	176 654	189 120
0,1	633 593	607 337	575 596
0,3	28 798	29 556	28 789
0,6	39 243	43 775	45 802
0,8	356 010	349 177	367 191

Entre 1982 et 1999, les catégories de surfaces ayant un fort potentiel écologique avaient tendance à décliner, ainsi que les terres labourées (qui constituent la majeure partie des terres affectées d'un coefficient à 0,1). Les seules surfaces en forte augmentation étaient les espaces sans intérêt écologique ou presque. En revanche, entre 1999 et 2012, les espaces au potentiel écologique élevé (0,6 ou 0,8) augmentent et dépassent même le niveau de 1982. Ce sont essentiellement les espaces agricoles qui continuent de décliner, alors que les espaces à intérêt écologique nul continuent d'augmenter. Tant sur le plan quantitatif que qualitatif, l'artificialisation semble moins affecter le potentiel biodiversité à partir de 1999, et surtout l'augmentation des milieux naturels est positive pour la biodiversité.

Les changements d'usage des sols ont un effet un peu différent sur la réversibilité. Ainsi, même si une part des nouvelles surfaces artificialisées conserve un certain potentiel de biodiversité (voire en gagne) l'artificialisation demeure un mouvement continu vers moins de réversibilité des usages des sols. Les usages très réversibles – surfaces agricoles et naturelles – diminuent, tandis que les usages peu ou pas réversibles augmentent en continu.

Tableau 13: Evolution des usages du sol en IDF en fonction de la réversibilité

Niveau de réversibilité	MOS 82	MOS 99	MOS 12
0	132 135	157 048	168 604
1	19 573	23 203	24 928
2	61 663	71 356	73 506
3	8 923	8 229	6 237
4	984 204	946 663	933 223

L'artificialisation se ralentit et ses impacts sur la biodiversité diminuent, notamment sur la dernière période (entre 2008 et 2012). Un prolongement de ces tendances serait donc compatible avec les objectifs politiques identifiés dans la première partie (réduction du rythme de l'artificialisation et arrêt à l'horizon 2050). Toutefois, il serait nécessaire d'étudier plus précisément les causes de cette évolution, notamment la part liée au ralentissement de l'activité sous le choc de la crise de 2007-2008 et celle liée à l'évolution des réglementations et des pratiques dans l'aménagement. Si l'effet de la crise est prépondérant, le rythme pourrait croître à nouveau dans les prochaines années, et même dépasser le rythme de la période 1999-2008, notamment avec les projets prévus dans le cadre du Grand Paris. Par ailleurs, les évolutions dans le rythme d'artificialisation diffèrent selon les usages, certains conservant un rythme de croissance supérieur à celui de la population (zones d'activités, bureaux, parkings, grandes surfaces) ce qui interroge leur utilité économique et sociale.

Cette analyse reste relativement macroscopique et les résultats doivent être interprétés avec précaution. La répartition spatiale de l'artificialisation est essentielle, or elle est inégale : certaines zones s'étalent ou se densifient plus que d'autres. Une évolution positive au niveau régional peut donc masquer des évolutions antagonistes au niveau local, notamment un étalement urbain dans des communes périurbaines et rurales. Une analyse plus spatialisée de l'artificialisation constituerait donc un complément utile à développer. Enfin, les évolutions nettes ne doivent pas masquer les mouvements bruts dans l'usage des sols. Les milieux naturels continuent d'être consommés à un rythme important, et l'équivalence écologique entre les milieux consommés et « recréés » n'est pas certaine. Une analyse de terrain plus précise sur les milieux naturels ouverts serait particulièrement intéressante afin de répondre à cette question.

La région Île-de-France est particulièrement touchée par l'artificialisation, à la fois par les surfaces et le degré de fragmentation du territoire. Certains éléments de la biodiversité du territoire apparaissent comme particulièrement fragiles : forêts parfois enclavées, milieux naturels ouverts rares, prairies moins présentes que dans d'autres régions, terres agricoles en exploitation particulièrement intensives et pauvres en biodiversité, et relativement faible proportion d'espaces ouverts au sein des espaces artificialisés. Dans un tel contexte, il est envisageable qu'une progression de l'artificialisation, même à un rythme faible, ait des conséquences importantes et irréversibles. Une grande difficulté pour analyser nos résultats du point de vue écologique est justement l'absence de « ligne rouge » claire concernant la surface artificialisée soutenable pour conserver la biodiversité.

3. Analyse du système de gestion de l'artificialisation – proposition d'un cadre comptable

Cette partie fait le bilan, de manière organisée et problématisée, des résultats issus des entretiens et de la littérature étudiée. Elle fait le va-et-vient entre deux logiques : d'une part la décomposition en actions de gestion, organisées selon un cadre comptable ; d'autre part la recombinaison de ces actions pour former un système de gestion cohérent et interconnecté. D'abord, une réflexion est menée sur la manière de classer les actions, en distinguant celles qui relèvent de la gestion intentionnelle de l'artificialisation, ainsi que sur la manière de les quantifier. Le système de gestion est ensuite analysé en une schématisation en trois sous-systèmes (régulation, connaissance, opérationnel) ainsi qu'un cadre comptable décliné pour chacune de ces catégories.

3.1. Un cadre comptable du système de gestion : pourquoi, comment ?

L'articulation des actions sous forme de répertoire, de cadre comptable, n'est pas une démarche qui va de soi. La partie qui suit explicite l'intérêt du cadre comptable et mentionne des initiatives existantes en matière de comptabilité-biodiversité de manière à construire une méthodologie adaptée à la problématique.

a. Utilité d'un cadre comptable

On peut définir la comptabilité comme un « ensemble de systèmes d'information subjectifs ayant pour objet la mesure de la valeur des moyens et des résultats d'une entité » (Richard et Collette 2008). La comptabilité générale (ou financière), fortement normée et réglementée, a pour objet de faire connaître la situation financière d'une organisation et de permettre un contrôle des comptes. La comptabilité de gestion, ou comptabilité analytique, a pour but de fournir à l'organisation, en interne, des informations sur les moyens et les résultats se rapportant à ses propres objectifs. Cette comptabilité est ordonnée selon un système propre à chaque structure. Elle englobe tous les outils du contrôle de gestion, soit tous les indicateurs qui permettent à une organisation de suivre ses préoccupations et de s'évaluer.

La comptabilité, il faut le souligner, comporte un aspect subjectif. Les catégories de représentation de la réalité répondent à des objectifs précis, et leur définition est le reflet des relations qui existent dans le système de gestion. Pour l'exprimer autrement, les efforts financiers et humains d'une organisation à destination d'un objectif – par exemple protéger la biodiversité – ne seront comptabilisés que si cet objectif est identifié comme tel et suffisamment important, notamment s'il est porté par une portion suffisante de personnes au sein de l'organisation.

Feger (2016) identifie une double-dynamique dans la comptabilité des organisations en rapport avec les enjeux environnementaux. D'abord un élargissement des préoccupations, mesurées par de nouveaux indicateurs environnementaux comme l'empreinte écologique ou encore la dépendance aux services écosystémiques de l'activité d'une entreprise, qui trouvent leur place au sein du *reporting* en matière de responsabilité sociale et environnementale

des entreprises. Une autre dynamique, plus récente, constitue plutôt un « décentrement » par rapport aux problématiques comptables classiques. Elle consiste par exemple à s'éloigner de la comptabilité d'une seule organisation pour considérer un « groupe d'acteurs liés à un problème écologique ». Une telle approche met la préoccupation environnementale au centre de l'analyse et définit le cadre comptable par rapport à elle.

Cette dynamique de décentrement répond clairement à un besoin de gestion. En effet, on trouve aujourd'hui nombre d'indicateurs constituant une comptabilité « environnementale » de l'état global des écosystèmes (par exemple, la perte d'espèces d'oiseaux en Île-de-France). Chaque organisation utilise son propre cadre comptable, qui lui permet de mieux comprendre les impacts et contraintes environnementales en lien avec ses activités. Il manque en quelque sorte un pont entre ces deux types de comptes, qui permette de faire le lien entre actions de gestion individuelles et état global des écosystèmes ; on peut retenir la dénomination proposée par Feger de *comptabilité pour les écosystèmes*.

La comptabilité des enjeux constitue également une porte d'entrée pour décrire les actions de gestion, surtout si elles impliquent de nombreux acteurs. Elle peut permettre de mettre en lumière des actions habituellement peu étudiées, comme l'intégration de l'enjeu biodiversité dans les politiques sectorielles (aménagement, construction), le rôle des entreprises ou des associations. La comptabilité représente un « inventaire structuré des gains, des pertes, des transferts internes associés à un système d'action » (Mermet 2005). Une décision ne peut être bien comprise qu'en passant par un effort de comptabilité des enjeux : qui gagne ? qui perd ? Le travail de l'analyste consiste alors à développer une méthode pour structurer les « postes » de comptabilité correspondant à l'objectif considéré.

b. Analyse des méthodes existantes

Il n'existe pas de méthodologie pour comptabiliser les actions spécialement dédiées à la gestion de l'artificialisation. Mais il est intéressant de se pencher sur les démarches de « comptabilisation biodiversité » pour construire un cadre comptable adapté à la problématique.

Indicateur agrégé national : dépense de protection de la biodiversité et des paysages

Cet indicateur, qui est un sous-ensemble des dépenses de protection de l'environnement, existe depuis l'année 2000, et a été mis en place dans le cadre du rapportage auprès d'Eurostat. Un tel suivi agrégé n'aurait sans doute pas été mis en place sans cette demande supra-nationale. Il s'agit en réalité d'une juxtaposition des sources comptables disponibles à l'époque sur la dépense de différents organismes dans des politiques de protection de la biodiversité. La composition n'a pas été modifiée depuis la création de l'indicateur, notamment pour conserver un suivi dans le temps (entretien CGDD). La dépense globale est divisée en sous-ensembles : les dépenses de gestion des espaces et des espèces (politiques dédiées), la réduction des pressions (acteurs sectoriels), et la connaissance de la biodiversité. Une liste des acteurs et dépenses pris en compte par cet indicateur est disponible en annexe 6.

Plusieurs éléments laissent penser que l'indicateur ne constitue pas une image fidèle de la dépense pour la biodiversité. D'abord, il s'agit d'une juxtaposition de montants provenant d'acteurs différents, calculés selon les pratiques comptables de ces acteurs ou des organismes fournissant les sources, qui sont très diverses : budget des ministères et des collectivités, auto-évaluation des

entreprises, recettes fiscales... Les critères selon lesquels les dépenses sont comptabilisées ne sont pas explicités, ils ne sont pas nécessairement les mêmes pour les différents acteurs. La répartition dans les sous-catégories est surtout déterminée par la nature de l'acteur, par défaut (ex : le budget des collectivités est affecté d'office à la gestion des espaces et des espèces) et sans rentrer dans le détail des actions menées.

Par ailleurs, certains acteurs sont absents comme les SAFER, les organismes de recherche, certaines agences locales dédiées à la biodiversité. Dans le secteur productif, la mesure se base sur deux grandes enquêtes : l'enquête Antipol menée par l'Insee, portant sur les mesures de réduction d'impacts environnementaux chez les industriels, et une enquête auprès des sociétés d'autoroute. Les entreprises de services, d'aménagement... n'entrent pas dans le champ, la mise en œuvre de mesures de réduction et de compensation dans leurs projets est donc absente. Dans le volet « connaissance de la biodiversité » seuls les dépenses du MNHN sont comptabilisées. Il est donc possible que les conclusions de cet indicateur, par exemple le ratio entre dépenses publiques/privées ou le faible niveau des dépenses de connaissance de la biodiversité, soient fortement affectées par des biais méthodologiques et par les sources de données.

Méthodologies pour évaluer la dépense biodiversité au sein des budgets publics

La question des moyens alloués à la protection des espèces apparaît assez tôt mais jusqu'en 2008, l'aspect financier est régulièrement abordé sans jamais arrêter une méthodologie précise. « Il faut investir davantage pour protéger la biodiversité » mais il n'existe pas de consensus ne serait-ce que pour définir ce qui peut être considéré comme une « dépense pour la biodiversité ».

Un cadre méthodologique est développé par la CDB en 1994 pour faciliter la rédaction des rapports nationaux, *Methodologies for estimating funding needs* (UNEP 1994) Il s'agit en réalité d'une grille à renseigner en identifiant les différentes mesures (principales mesures favorables ou défavorables à la biodiversité). Mais ce cadre ne donne pas de critères communs pour classer les mesures en fonction de leur effet sur la biodiversité, chaque pays étant libre d'appliquer ses propres critères. Il s'agit donc davantage d'un instrument pour faciliter réflexion sur les politiques menées que d'un instrument de mesure.

L'attention portée à cette question est ravivée en 2010, avec l'adoption des objectifs d'Aichi dans le cadre de la CDB, qui comporte non seulement des objectifs de résultats mais aussi des objectifs de moyens, c'est-à-dire l'augmentation des investissements pour protéger la biodiversité. Il devient alors nécessaire de réellement comptabiliser ces moyens. La CDB publie des lignes directrices plus précises, ainsi que l'Union européenne, mais en 2015 seulement (Medarova-Bergstrom et al. 2015). Ces différentes méthodologies se basent sur les Marqueurs de Rio, utilisés pour coder la correspondance entre une mesure et les trois objectifs formalisés par la CDB : conservation de la biodiversité, utilisation durable de ses éléments et partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Les marqueurs de Rio

0 – ne poursuit aucun des 3 objectifs

1 – poursuit un des objectifs de manière significative – la biodiversité n'est pas l'objectif principal, mais la mesure a des effets indirects significatifs sur la biodiversité

2 – a un des trois objectifs pour objectif principal ou pour effet direct – 1) soit la mesure ne serait pas mise en œuvre sans l'objectif biodiversité 2) soit elle a un autre objectif principal, mais a des effets directs et immédiats sur la biodiversité (ex : conservation d'habitats).

La Commission Européenne recommande par exemple la pondération suivante : 100 % pour les mesures marquées 2, 40 % pour les mesures marquées 1.

Mesure de la dépense pour la biodiversité dans les aides internationales

C'est historiquement par l'analyse des aides internationales (aide au développement...) que la préoccupation de comptabilisation de la dépense pour la biodiversité s'est développée. Une première initiative en la matière a été mise en place par l'OCDE en 1998 pour évaluer le « contenu biodiversité » des mesures d'aide bilatérale. Cependant, le Comité d'aide au développement de l'OCDE ne dispose pas pour cela de données de bonne qualité (sur-déclaration...) et met sur le même plan les dépenses réellement ciblées sur la biodiversité et celles qui ont la biodiversité comme objectif annexe.

Le « bilan biodiversité » de l'aide au développement fait l'objet d'un intérêt particulier : la France a notamment affiché l'objectif de porter progressivement à 10 % la part de l'aide au développement affectée à la biodiversité (contre environ 1,6 % en 2009). A la suite de cette déclaration, une réflexion comptable est lancée au sein de l'Agence française de développement (AFD) en 2009 pour revoir sa méthode de comptabilisation du « contenu biodiversité » des aides distribuées. Chaque type d'aide est noté au moyen des marqueurs de Rio et se voit affecter une pondération (5, 30, 80 et 100%) selon la place de la biodiversité dans les objectifs. Les coûts de fonctionnement de l'AFD elle-même sont également comptabilisés. Leménager (2015) fait notamment remarquer qu'il n'existe pas de moyen d'affecter une pondération objective aux mesures d'aide, mais que cette difficulté peut être en partie surmontée en mettant en débat le cadre comptable au sein de la structure concernée. La confrontation d'idées au sein de l'AFD a permis une réflexion approfondie non seulement sur la classification des mesures, mais aussi de manière plus générale sur les effets de l'aide au développement sur la biodiversité.

Reporting au sein des entreprises

Progressivement, la biodiversité s'intègre également dans les pratiques comptables des entreprises, par exemple pour évaluer la dépendance aux services écosystémiques et les impacts de l'entreprise sur la biodiversité à travers le reporting RSE. Une étude menée par l'association Orée (2014) sur le reporting de 40 grandes entreprises souligne cependant que l'utilisation de statistiques chiffrées dans ce reporting, représentatives des activités et des impacts réels de l'entreprise, est plutôt l'exception. Les entreprises mettent ainsi en avant quelques réalisations ou démarches exemplaires, ou des déclarations de principe, affirmant un attachement aux « valeurs du développement durable ».

Dey et Russel (2014) identifient différents objectifs des pratiques comptables, selon les acteurs qui en sont à l'origine. A travers un exemple sur les actions de

gestion d'une rivière, ils montrent que la comptabilité interne des acteurs sectoriels cherche davantage à justifier l'action (notamment vis-à-vis de problèmes environnementaux), et peut participer au maintien du système plutôt qu'à son évolution. Les acteurs défendant des intérêts environnementaux vont au contraire se placer du point de vue des écosystèmes et mettre en avant des indicateurs pour problématiser, pour évaluer l'action.

c. Choix méthodologiques

La comptabilisation de la « dépense biodiversité » reste encore embryonnaire, tandis que celle des enjeux spécifiques à l'artificialisation est fondamentalement exploratoire. Toutefois les questionnements méthodologiques évoqués par rapport à la dépense biodiversité sont intéressants. Deux questions principales se posent :

1) Définir et classer les actions de gestion qui relèvent de la gestion de l'artificialisation. En particulier, jusqu'où faut-il remonter dans la « chaîne de responsabilité » de l'artificialisation ? Par exemple, de nombreuses incitations fiscales jouent sur les incitations à la densité ou à l'étalement. Il faudrait pour cela étudier l'ensemble des dispositions de la politique du logement. Le choix est fait ici de se cantonner aux mesures de gestion intentionnelle qui vont avoir un effet direct sur l'artificialisation (les travaux qui conduisent à changer l'occupation du sol) et aux normes et incitations qui ont un lien étroit avec la consommation d'espace.

2) Caractériser l'effet des actions répertoriées sur l'artificialisation. On peut ici s'inspirer du système des marqueurs de Rio développé précédemment. Les principes méthodologiques préconisés par l'Union Européenne sont transposés dans l'encadré ci-dessous afin de correspondre à la problématique de l'artificialisation.

Marqueurs de Rio adaptés à la lutte contre l'artificialisation

- 0 – la lutte contre l'artificialisation n'entre pas dans les objectifs, la mesure n'a pas d'effet positif notable sur la consommation d'espace
- 1 – la lutte contre l'artificialisation est mentionnée explicitement comme un objectif secondaire ou la mesure a des effets indirects significatifs sur la consommation d'espace ou la qualité de l'artificialisation
- 2 – la mesure a pour objectif principal ou comme effet direct (même non-explicite) de lutter contre la consommation d'espace ou de restaurer des espaces artificialisés

3.2. Cadre d'analyse général : trois « sphères » dans la gestion de l'artificialisation

La gestion intentionnelle de l'artificialisation est modélisée ici en trois grandes familles d'actions. Il s'agit d'un schéma très global, où ne sont déclinés ni des acteurs, ni des processus précis, mais qui permet de comprendre le système de gestion comme un tout cohérent où les trois types d'actions interagissent entre elles.

- La régulation correspond à la mise en place de règles qui peuvent être plus ou moins explicites et contraignantes, depuis la norme unilatérale, jusqu'à l'engagement volontaire dans un label par exemple. Les acteurs conçoivent ces règles, les négocient, les appliquent et les contrôlent.
- Certaines de ces règles ont pour visée explicite d'éviter l'artificialisation, par exemple en protégeant des espaces. D'autres, comme certaines taxes, sont reconnues pour encourager l'étalement urbain. Beaucoup de ces règles, toutefois, ont un effet hybride : elles ont pour but de limiter l'artificialisation et ses impacts sur l'environnement, sans chercher à l'empêcher ; leur but est surtout « d'améliorer le contenu environnemental » des projets d'aménagement. On peut les considérer, logiquement, comme faisant partie de la gestion intentionnelle du problème d'artificialisation, mais avec un degré de contrainte moindre que, par exemple, les aires protégées.
- Le volet opérationnel va avoir un impact direct sur l'usage du sol, par la réalisation d'un aménagement. Celui-ci peut aller dans le sens d'une amélioration de la biodiversité (restauration), d'une stabilité (préservation) ou d'une altération (artificialisation). L'artificialisation est plus ou moins prononcée selon la qualité des aménagements, qui présentent des caractéristiques différentes en matière de densité, de continuités écologiques, de compatibilité avec le maintien d'une certaine biodiversité.
- Enfin, le volet connaissance et communication se situe à part mais interagit avec les deux autres sphères. On peut distinguer la production de connaissances nouvelles et la communication, sensibilisation ou formation qui constitue plutôt une diffusion de connaissances existantes. Des actions peuvent également relever de la médiation, c'est-à-dire amener les acteurs à travailler ensemble. Cette catégorie, qui n'était pas envisagée au départ, s'est imposée au fil de la recherche car presque tous les acteurs interrogés menaient à un moment ou à un autre des activités de ce type.

Les deux volets « régulation » et « opérationnel » sont en partie liés : en effet, la réglementation des projets d'aménagement et leur contenu ne sont pas déconnectés, les préconisations de l'administration pouvant influencer par exemple sur les mesures de réduction des impacts écologiques. Certaines actions mêlent également volet réglementaire et opérationnel, tel l'aménagement d'espaces protégés, combinant statut de protection particulier, travaux et gestion de terrain.

La Figure 7 propose une schématisation de ces trois sphères d'action, tandis que la Figure 7 bis apporte une vue d'ensemble des actions considérées, afin de faciliter la lecture des parties suivantes (3.3 à 3.5) qui étudient plus en détail chacune de ces trois sphères.

Figure 7 : Trois sphères dans la gestion de l'artificialisation

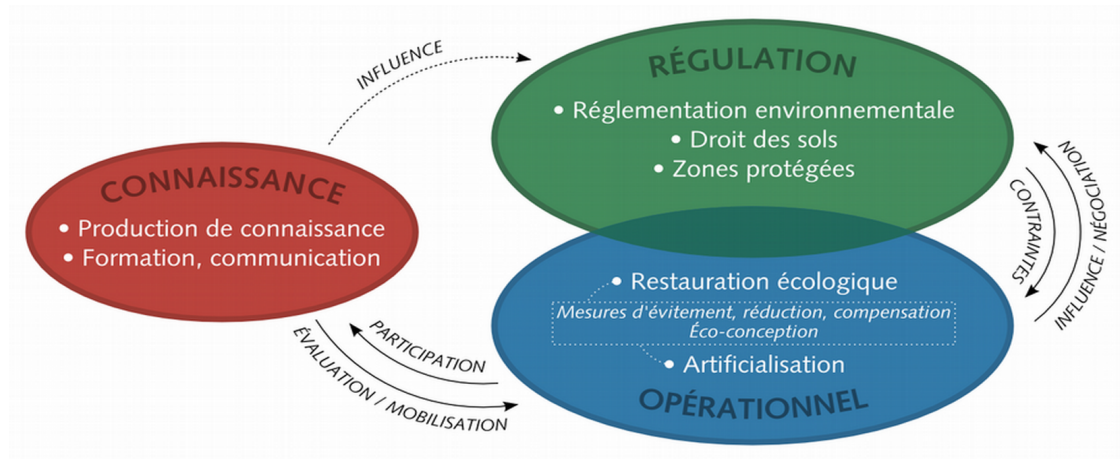
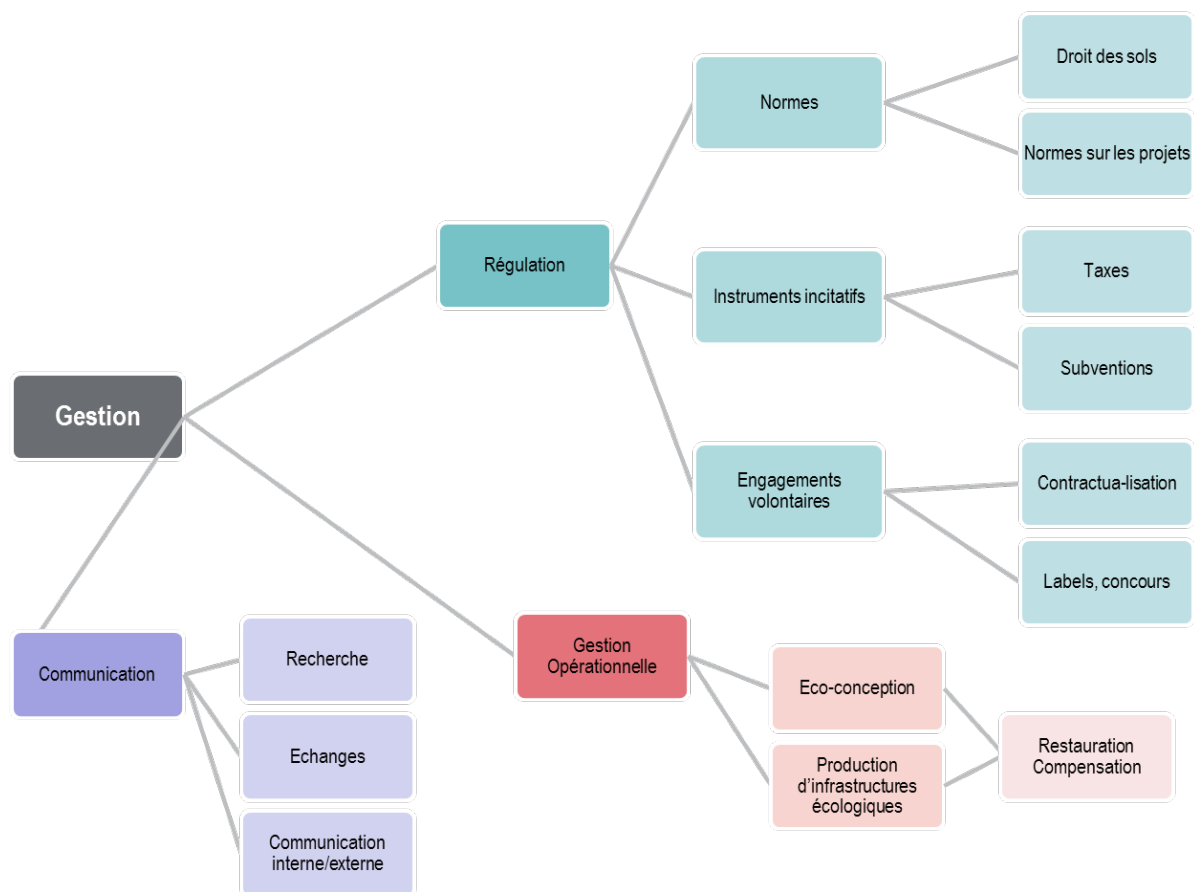


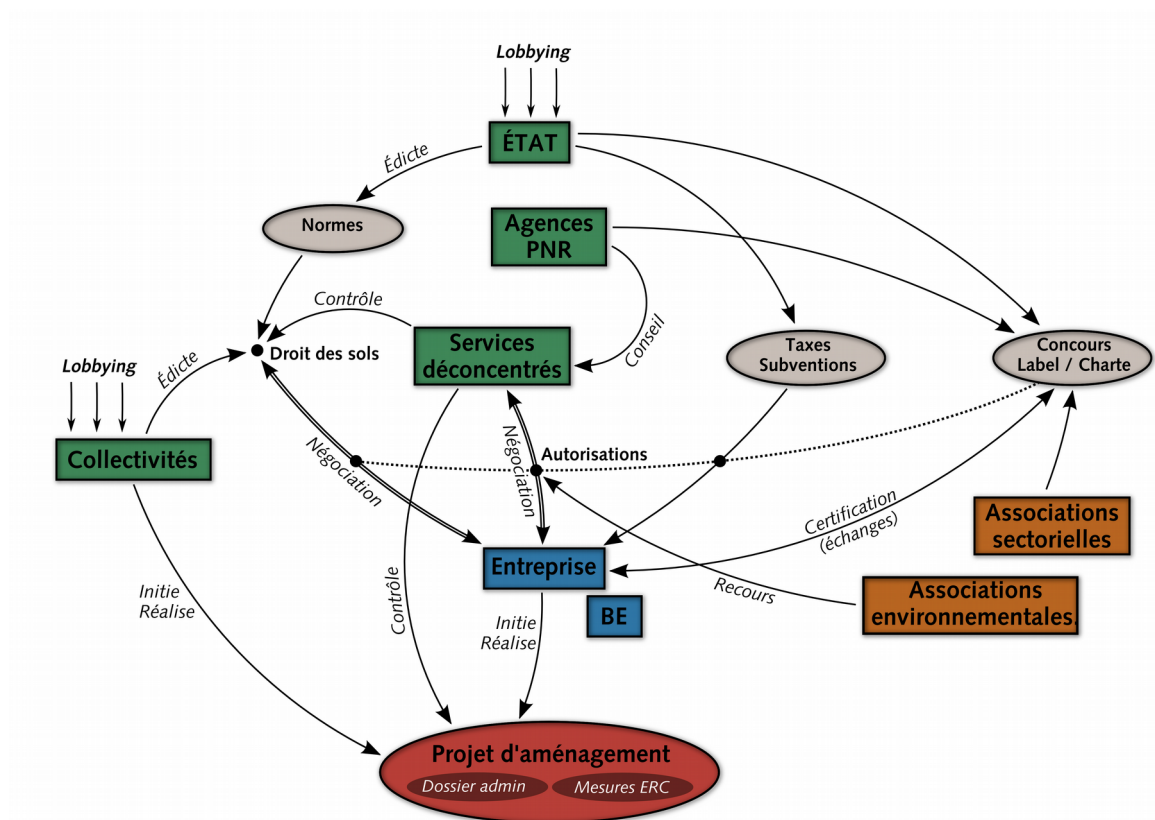
Figure 7 bis : Vision globale des différentes actions composant la gestion intentionnelle de l'artificialisation



3.3. La régulation de l'artificialisation

Seront analysés ici les instruments relativement formalisés au travers desquels les acteurs (publics ou privés) imposent, négocient ou expriment des engagements pour limiter ou encadrer l'artificialisation. On peut distinguer la production et la gestion de normes (hard law) de la régulation sous forme d'incitations (soft law). Le parti pris est de se limiter aux éléments de régulation qui touchent directement à la problématique de l'artificialisation, notamment s'ils ont été abordés comme tels dans les entretiens ou dans la recherche documentaire.

Figure 8 : Acteurs et interactions dans la régulation de l'artificialisation



Ce schéma fait apparaître différents instruments de régulation (en gris) : les normes et taxes (hard law) et les engagements volontaires (soft law). De nombreux acteurs interviennent dans la régulation. Certains pourraient paraître « annexes » mais sont en réalité centraux : les agences environnementales ont un rôle de conseil important pour les collectivités et les services de l'Etat, voire un rôle doctrinal dans l'interprétation des normes environnementales (entretien PNR) ; les bureaux d'études sont chargés d'une partie importante de l'application de la réglementation dans les entreprises, et sont un interlocuteur à part entière pour l'État et ses services. D'autres acteurs, telles que les associations ou les entreprises, peuvent également intervenir en étant associées au processus d'élaboration des normes. En réalité, presque tous les acteurs exercent un lobbying, plus ou moins officiel et organisé. Les services environnement des départements donnent ainsi leur avis sur les PLU (entretien CD93). Le Ministère du logement comporte un service dédié pour faire le lien entre réglementation environnementale et entreprises du secteur (entretien Ministère log.).

Le schéma montre, sous forme de points, les principaux nœuds de négociation ou de décision. La négociation porte sur le contenu du projet d'aménagement : l'entreprise cherche à réaliser le projet, et doit donc négocier avec la mairie ou la collectivité pour obtenir une modification du droit des sols, souvent nécessaire, ainsi que les autorisations requises (permis de construire, de démolir...). Elle doit également échanger avec les services déconcentrés de l'état pour obtenir des autorisations administratives (c.f. section « les règles s'appliquant aux projets»). Il apparaît ici clairement que la régulation prend souvent un caractère négocié – qu'il s'agisse du droit des sols ou des normes s'appliquant directement aux projets.

Un pan de la régulation est constitué de ce qu'on peut appeler le « soft law » soit des mesures d'incitation ou de mise en avant de la part de l'Etat ou des collectivités, ou encore d'acteurs d'environnement (comme les PNR ou les agences environnementales par ex.) qui peuvent proposer des concours ou labels. Ces éléments de « soft law » doivent contribuer à faire évoluer les pratiques, mais ils peuvent aussi être plus ou moins intégrés dans le « hard law » en devenant des critères de négociation sur le contenu du projet pour les collectivités (Club Ville et Aménagement 2015). Trois sous-parties traitent respectivement des normes, des incitations et des engagements volontaires.

a. La production et la gestion de normes

On peut distinguer d'une part les normes qui s'appliquent à un territoire (le droit des sols et la planification à différents niveaux) et d'autre part les normes qui s'appliquent directement au niveau des projets (exigences environnementales liées aux procédures d'autorisation).

Le droit des sols et la planification territoriale, un instrument majeur entre pression d'étalement et prise en compte de la biodiversité

Le droit des sols est un instrument majeur de régulation de l'artificialisation. Il passe, notamment, par les principaux documents d'urbanisme : le Plan local d'urbanisme (PLU) et le Schéma de cohérence territoriale (SCoT), ainsi qu'un schéma régional de planification spécifique à l'Île-de-France : le Sdrif.

Le PLU définit des zonages sur la commune et des règles de constructibilité pour chaque zonage. En zone A ou N, la construction est généralement interdite, tandis qu'en zone U ou AU, un simple permis de construire est nécessaire. Le PLU peut donc être un outil radical de lutte contre l'artificialisation, puisqu'il permet théoriquement de l'interdire. Mais le PLU et l'urbanisme en général sont au confluent de très nombreux enjeux, et cherchent à faire des compromis entre de nombreux objectifs. Les équipes municipales recherchent un équilibre entre le nombre d'habitants, les recettes fiscales et les équipements disponibles sur la commune (Delattre et al. 2012). Cet équilibre est sous contrainte : le PLU doit respecter des normes nationales et les documents d'urbanisme supérieurs, il est également soumis à des lobbies, notamment la pression des entreprises et des habitants.

Le PLU est soumis à de nombreuses pressions à l'étalement d'une part, et à des contraintes sur la consommation d'espace d'autre part. Les communes sont poussées à ouvrir de nouvelles terres à l'urbanisation, afin de préserver leur équilibre - en raison du vieillissement de la population et de la décohabitation, il est nécessaire pour elles de construire des logements afin de ne pas voir leur population diminuer. De nouvelles surfaces d'activités ou de commerces

fournissent également des recettes fiscales à la collectivité (entretien commune).

Les communes doivent également répondre à des demandes extérieures, notamment de la part des propriétaires de terrains en péri-urbain, qui anticipent de longue date la plus-value que leur apporterait la vente d'un terrain constructible – ce qui fait monter les prix, et compromet notamment la rentabilité d'une activité agricole sur ces terres (entretien AEV). La lutte contre la spéculation foncière demande de l'attention, les collectivités qui souhaitent préserver des espaces naturels ou agricoles devant assurer une veille foncière (qui peut être fournie par la SAFER, par ex.) négocier avec les propriétaires, voire les estimateurs des Domaines (entretien CA MG). A la pression des propriétaires de terrains périurbains s'ajoute la réticence des habitants déjà installés à accepter une densification de la commune où ils habitent (Charmes 2007). La maison individuelle apparaît plus acceptable politiquement que la densification de l'existant. Ce frein est souvent cité en premier lieu, avant même les coûts économiques (entretien Min. log). Un élu d'une commune rurale souligne simplement que « *ici, c'est de la maison individuelle* » (entretien commune).

La pression vient également des entreprises, qui ont la possibilité d'aller s'implanter ailleurs si la commune n'offre pas des conditions avantageuses – notamment un foncier disponible et bon marché, qui est pour certaines communes le principal levier d'attractivité. Pour profiter du « boom » de secteurs qui « bougent très vite » comme la logistique, en pleine expansion, la concurrence entre communes est exacerbée, ce qui pousse les maires à fournir aux entreprises davantage de foncier que nécessaire (Serrano et Vianey 2011). On peut observer une dynamique comparable pour le développement des centres commerciaux : bien que le territoire en compte plus qu'ailleurs en Europe, certains étant sous-fréquentés, cela n'empêche pas des maires de souhaiter l'implantation d'un centre sur leur commune dans l'espoir de créer des emplois – même s'il s'agit davantage de déplacement d'emplois existants (entretien association 2).

Cependant, le droit des sols intègre de plus en plus la préoccupation de la consommation d'espace, notamment depuis le Grenelle de l'environnement. Les SCoT et les PLU doivent justifier d'une consommation économe de l'espace, et prendre en compte le Schéma régional de cohérence écologique (SRCE). Ces obligations demeurent toutefois assez souples. Une analyse du CEREMA (2015) portant sur 10 SCoT votés après le Grenelle de l'environnement montre que les objectifs de consommation d'espace sont généralement peu précis (souvent par manque de données) et interprètent la « consommation économe de l'espace » de manière souple, pouvant permettre une augmentation des surfaces consommées. Depuis 2010 les PLU entraînant une consommation supplémentaire d'espaces agricoles et naturels doivent être contrôlés par une commission consultative, la CDPENAF – mais il est en réalité très rare qu'un PLU soit rejeté pour une consommation excessive d'espace (entretien DDT).

En Île-de-France, un outil supplémentaire existe pour la planification territoriale : le Sdrif (schéma directeur régional), opposable aux plans d'urbanisme mais avec une marge d'interprétation. Présenté comme une volonté de limiter l'étalement urbain, le Sdrif de 2013 permet une urbanisation d'un peu plus de 1300 ha/an. Ce rythme est inférieur aux autorisations du Sdrif précédent (datant de 1994) qui permettait 1750 ha/an, mais il est comparable au rythme observé en pratique pendant la période 1990-2008 (Région IDF 2013 p. 111). Le Sdrif constitue donc plutôt une prolongation des tendances précédentes, voire une augmentation de l'artificialisation par rapport à la tendance. En effet le

rythme de l'artificialisation tend jusqu'ici à diminuer : se situant autour de 1200 ha/an pendant la période 1999-2008, et encore moins par la suite. De plus, les pastilles d'urbanisation prévues par le Sdrif, pensées pour être ouverte à l'horizon 2030 et dont l'autorisation devait reposer sur un effort préalable en matière de densification, ont été plutôt interprétées par les communes comme des droits d'ouverture à l'urbanisation immédiate, aboutissant à l'inverse de l'effet escompté (entretien AEV)¹⁹. Le Sdrif contient toutefois un outil assez unique dédié spécifiquement à la lutte contre l'artificialisation : les fronts urbains, c'est-à-dire des lignes d'arrêt de l'urbanisation sur des secteurs à enjeu. Cela oblige à penser l'aménagement différemment, particulièrement les lisières et la « fin de la ville » (entretien AEV).

Dans l'ensemble, les documents d'urbanisme représentent une régulation potentiellement très restrictive, mais en pratique plutôt souple notamment de par l'instabilité structurelle des PLU et la concurrence entre communes (Vilmin 2008). L'évolution progressive vers des PLU intercommunaux – qui deviendront progressivement la règle suite à la loi ALUR – pourrait contribuer à atténuer ce dernier point.

Il existe toutefois des documents, dans le droit des sols, qui sont dédiés spécifiquement à la lutte contre l'artificialisation. En premier lieu, le SRCE cartographie les réservoirs et les continuités écologiques à préserver à l'échelle régionale, mais ce n'est pas un document opposable (il n'apporte que des lignes directrices). Plusieurs acteurs interrogés soulignent que le SRCE a contribué à la prise de conscience de nombreuses collectivités en Île-de-France, mais qu'il a peu d'effets directs (entretien IAU). Sa transposition dans les documents d'urbanisme locaux (les PLU) s'avère compliquée en raison de l'échelle assez grossière (entretien CG93).

Un outil plus contraignant, mais plus ponctuel, sont les aires protégées. Selon leur type, elles interdisent partiellement ou totalement l'artificialisation. La protection par la maîtrise foncière, par les départements (Espaces naturels sensibles) ou par l'Agence des espaces verts (AEV) via les Périmètres régionaux d'intervention foncière, ou encore la protection réglementaire forte sont les plus efficaces. Mais ce type de protection ne recouvre qu'une faible partie du territoire. Le territoire français compte 20 % d'aires protégées, mais il s'agit surtout des PNR (qui apportent peu d'obligations pour limiter l'artificialisation) qui couvrent 15 % du territoire ; seuls 2 % du territoire bénéficie d'une protection forte (Moncorps et Lefebvre 2010).

Enfin, un autre outil permettant d'interdire l'artificialisation est le PPEANP²⁰, soit la création d'un zonage (négocié par les communes concernées) qui ne pourra pas passer en zone AU mais devra rester obligatoirement en A ou en N. Il en existe assez peu en France (une trentaine). Les premiers ont été créés sur de grands plateaux agricoles assez peu soumis à la pression foncière, ce qui suggère qu'il faut une forte volonté des communes pour le mettre en place. Par exemple, dans la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire, les élus se sont mobilisés face au développement urbain très rapide de la ville nouvelle (Marne-la-Vallée), en quelque sorte en réaction à la politique de croissance urbaine imposée par l'Etat, afin de créer un PPEANP qui couvre aujourd'hui 1500 ha sur 22 communes. *« Globalement, les communes soutenaient toutes la nécessité de préserver les espaces agricoles [...] Sur 15 communes à l'époque,*

¹⁹ Il faut souligner ici que le contenu du Sdrif a été fortement remanié, en partie dans l'urgence, avec l'émergence du projet « Grand Paris » qui se situait aux antipodes des objectifs initiaux du projet de Sdrif, plutôt axés sur le développement limité de la métropole parisienne (c.f. Orfeuill et Wiel 2012).

²⁰ Périmètre de protection des espaces agricoles et naturels périurbains. Anciennement PAEN.

forcément tous n'étaient pas toujours d'accord. Sur la finalité première, oui, sur le découpage pas forcément. » (entretien CA MG).

Une étude portant sur un large échantillon de plans d'urbanisme en Île-de-France conclut que 50 % environ contiennent des dispositions qui encouragent, voire rendent obligatoire l'étalement urbain, notamment en fixant une densité maximale à un niveau faible (Laplaige et al. 2014). Enfin, il faut rappeler que la planification territoriale est un processus lent – de nombreuses communes fonctionnent encore avec les anciens Plans d'occupation des sols (POS) et les projets d'aménagement qui se réalisent aujourd'hui ont été décidés il y a au moins cinq ans, et plutôt dix – et qu'elle n'est pas éternelle. Il peut être compliqué de protéger les espaces agricoles face aux difficultés de la filière (spéculation foncière, déprise, manque d'attrait de la profession...). La meilleure manière de pérenniser la protection d'un espace naturel ou agricole serait alors de valoriser cet espace par un projet dédié, par exemple par le développement des circuits courts, l'installation de nouveaux agriculteurs, ou encore l'ouverture au public (entretien CA MG).

Il ressort de cette analyse qu'une partie seulement du droit des sols est dédiée à la gestion intentionnelle du problème d'artificialisation. Seules les études ou les expertises dédiées spécifiquement à cette question – étude de trame verte et bleue, atlas de la biodiversité communale, analyse fonctionnelle des espaces ouverts, avis sur le PLU donné par le service environnement d'une collectivité ou par la CDPENAF, ou autre acteur d'environnement – peuvent être comptabilisées. On peut en revanche compter l'ensemble des études préalables, du travail de négociation et d'administration réalisés pour mettre en place des aires protégées, un PPEANP ou élaborer un SRCE. Le Tableau 15, en fin de chapitre, rassemble des propositions sur les éléments à prendre en compte ou non pour quantifier les actions.

Deux remarques conclusives peuvent être mises en avant par rapport au droit des sols. D'abord, ce cadre réglementaire apparaît comme assez souple, rassemblant de nombreux instruments peu contraignants (Sdrif, SCoT, charte de PNR...). Ceux qui le sont, à l'instar des PLU, demeurent fondamentalement instables et négociables par les acteurs locaux, afin de préserver la marge d'appréciation des communes. Par ailleurs, le système réglementaire du droit des sols semble favoriser l'étalement dans les petites communes. En effet, les communes rurales ont moins d'intérêt à limiter l'étalement urbain, car elles disposent de davantage d'espace et leurs résidents sont moins disposés à accepter la densification (entretien commune). Elles ont souvent pour unique choix d'offrir du foncier abondant et accessible aux entreprises ou aux ménages qui souhaitent s'installer afin de conserver un certain dynamisme dans la commune (et des recettes fiscales), en comparaison de grands centres urbains qui disposent de nombreux autres facteurs d'attractivité. Enfin, elles ont moins de moyens pour initier des projets d'aménagement ou soutenir des projets de logement collectif dense, et moins d'ingénierie pour élaborer un PLU et rechercher des solutions pour limiter l'étalement urbain.

Les normes s'appliquant aux projets : une doctrine nationale qui masque une hétérogénéité des pratiques

Si certaines normes concernent les territoires, d'autres s'appliquent à l'échelle du projet – notamment la doctrine « Eviter-Réduire-Compenser » (ERC). Pour le pétitionnaire, la réglementation se concrétise sous forme d'autorisations administratives à obtenir, dont les principales sont résumées dans le Tableau 14. Dans sa demande d'autorisation, le pétitionnaire doit en principe fournir des informations sur la démarche ERC mise en place pour le projet. Il

doit en particulier justifier l'implantation du projet en montrant les efforts d'évitement qui ont été faits (ex : pour éviter une zone protégée...), identifier les mesures de réduction des impacts prévues, et enfin proposer des mesures de compensation ou se conformer aux préconisations de l'administration en matière de mesures compensatoires (CGDD 2013b)

Tableau 14: Les procédures liées aux autorisations environnementales

Procédure	Type de projets concernés	Service instructeur	Autres acteurs intervenant dans le processus
Avis sur l'étude d'impact	Projets soumis à étude d'impact d'office ou au terme de l'examen au cas par cas	DREAL généralement (CGEDD pour les projets initiés par l'Etat)	Bureau d'études en environnement
Autorisation Loi sur l'eau	Tout projet soumis (c.f. Nomenclature eau)	DDT	Bureau d'études spécialisé (hydrologie...)
Dérogation à la protection des espèces		DREAL (généralement) CNPN (avis)	Bureau d'étude en écologie
Autorisation de défrichement		DDT	Bureau d'études spécialisé
Etude d'incidence Natura 2000		selon procédure de rattachement (étude d'impact/ loi sur l'eau)	Bureau d'études en écologie
Autorisation d'exploiter	ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) soumises à déclaration/autorisation selon les cas	DREAL	Bureau d'études en environnement
Modification des règles d'urbanisme	Tout projet d'aménagement non conforme aux règles d'urbanisme en vigueur	Collectivité DDT	Bureaux d'études (urbanisme, architecte, biodiversité...)
Concertation Enquête(s) publique(s)	Projets soumis à concertation (ex : ZAC) ou à enquête publique (selon seuils)	Préfet Commissaire enquêteur	Habitants, associations, élus
Déclaration d'utilité publique	Projets nécessitant une expropriation.	Préfet	Habitants, associations (pour l'enquête publique préalable)

Il existe une grande diversité de procédures, qui impliquent de nombreux acteurs différents. Le pétitionnaire en fait partie, avec les cabinets chargés des études environnementales, qui peuvent apparaître comme un agent à part entière : ils participent aux négociations avec les services de l'Etat aux côtés du pétitionnaire et peuvent « dialoguer avec les gens du CNPN²¹ d'expert à expert »

²¹ Comité national de protection de la nature, composé d'experts bénévoles chargés de donner leur avis sur les dérogations à la destruction d'espèces protégées.

(entretien Entr. GSM). Les services déconcentrés de l'Etat (DREAL ou DDT) sont devenus des partenaires de négociation majeurs. Enfin, l'obtention des autorisations implique souvent de nombreux avis, par ex. du CEREMA pour une autorisation loi sur l'eau ou du CNPN pour les dérogations espèces protégées. Ces dernières années, à la suite notamment du Grenelle de l'environnement, les procédures liées à l'environnement se sont multipliées (Club Ville et Aménagement 2015).

Quels sont les efforts budgétaires, humains, consacrés à cette régulation ? Les entretiens montrent qu'ils peuvent être relativement plus faciles à mesurer que pour les normes nationales ou le droit des sols. Au sein des services déconcentrés, chaque type d'autorisation a un service dédié. Les avis extérieurs, demandés à différentes structures, peuvent être obtenus en interrogeant directement ces structures (CNPN par ex.). Il s'agit probablement d'une sous-estimation, puisque d'autres structures (comme les PNR par ex.) peuvent également fournir des conseils. Chez les aménageurs, un service peut être dédié à la gestion des dossiers administratifs. Toutefois, la négociation des autorisations implique également la direction opérationnelle, puisque le contenu du projet est concerné. Il est difficile d'estimer avec exactitude le temps qui y est consacré, mais la montée en puissance des réglementations environnementales a modifié en profondeur les pratiques des aménageurs, avec l'augmentation de la part des métiers liés aux autorisations administratives, laissant moins de temps disponible à consacrer aux métiers classiques et à la définition du projet urbain (Club Ville et Aménagement 2015).

Au-delà du temps de travail lié au traitement, c'est surtout l'allongement des délais pour les opérations et le risque d'un refus administratif qui est mis en avant par les aménageurs, ainsi que les difficultés d'adaptation liées à l'évolution de la réglementation. Le rapport du Club Ville et aménagement (CVA) estime ainsi (à dire d'experts et en réalisant quelques comparaisons empiriques) que depuis les années 90, les procédures administratives se sont allongées de 2 ans environ, et qu'il est difficile de les « comprimer » au-dessous de 5 ans. Le risque d'annulation du projet existe également, et il est renforcé par la durée des procédures, car il est plus fréquent que la majorité politique soutenant le projet change avant sa réalisation. Un salarié d'une entreprise d'extraction estime que les nouvelles réglementations, notamment sur les espèces protégées, ont probablement doublé la durée entre le début de la prospection et l'ouverture d'une carrière à l'exploitation (entretien GSM). Depuis les années 1980, les modifications du code de l'urbanisme et du code de l'environnement sont de plus en plus nombreuses, au point que la probabilité de conserver la même législation d'un bout à l'autre d'un projet d'aménagement est quasi-nulle.

L'incertitude et l'instabilité sont probablement, pour les opérateurs, ce qui pose le plus problème. C'est ce que souligne l'extrait d'entretien suivant, réalisé avec deux fonctionnaires du ministère du Logement.

***Question :** Quel type de demandes remontent de la part des praticiens de l'aménagement ?*

***Ministère du logement :** D'abord, que les règles ne changent pas tout le temps. [...] Même si c'est long et que ça va durer 6 mois, ils préfèrent savoir que ça va durer 6 mois plutôt que se dire "peut-être ça va durer 3 mois, mais on n'est pas sûr". Eux ce qui leur coûte cher, ce sont les choses imprévisibles. (Entretien Ministère 2)*

Les entretiens révèlent le caractère plus ou moins négocié des autorisations administratives, et de la mise en place de mesures ERC. Dans certains cas, l'instruction des dossiers est une simple validation, assortie d'obligations de compensation. Par exemple, les autorisations de défrichement sont rapidement traitées, le travail de la DDT se limitant alors à vérifier l'exactitude du défrichement annoncé et à chiffrer les obligations de replantation correspondantes. Dans le cas des dossiers loi sur l'eau, au contraire, le dossier peut faire la navette entre les services de l'Etat et l'opérateur pendant plusieurs années, l'administration demandant des études supplémentaires ou des modifications du projet. Selon les procédures, l'application de la réglementation va d'un simple traitement administratif à une quasi-procédure d'accompagnement. Ces différences se ressentent dans les moyens employés, avec sur une DDT un poste en équivalent temps-plein (ETP) pour les autorisations de défrichement, contre six pour les dossiers loi sur l'eau.

Il est essentiel de noter l'ensemble des projets n'est pas concerné par les démarches résumées dans le tableau ci-dessus. Il existe des écarts selon les types de projets, par exemple entre les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement, par exemples les carrières) et les projets d'aménagement plus classiques, qui ne semblent pas toujours justifiés par les impacts environnementaux. La taille des projets entre également en compte – notamment, ne sont soumis à étude d'impact que les projets au-dessus de 40 000 m² de SHON²² ou ayant une emprise supérieure à 10 hectares, dans le cas où le PLU n'a pas fait l'objet d'une évaluation environnementale permettant le projet. Le rapport Vernier sur l'évaluation environnementale souligne ainsi qu'il y a sur-transposition des directives européennes pour certaines activités, et au contraire sous-transposition pour les projets qui échappent à l'étude d'impact par effet de seuil. Des écarts de transposition sont également constatés entre des projets de même ampleur mais qui utilisent des procédures d'urbanisme différentes (Vernier 2015).

A ces écarts dans la lettre de la loi s'ajoutent des différences de traitement. De par leurs moyens limités, les services déconcentrés vont davantage se concentrer sur les projets de grande ampleur, le dialogue avec le pétitionnaire commençant alors bien en amont du dépôt du dossier (entretien DDT). L'instruction du projet mobilise des échelons plus hauts dans la hiérarchie, le préfet pouvant lui-même intervenir (pour les projets plus modestes, ce sont les services qui instruisent et signent l'autorisation). Plusieurs éléments peuvent l'expliquer. Les grands projets, notamment les infrastructures de transport terrestre (ITT), peuvent être fortement contestés, médiatisés, et sont l'objet de nombreuses pressions politiques. Les gros opérateurs ont souvent davantage intégré les contraintes environnementales, l'« exemplarité » étant pour eux un moyen de faire face aux critiques de la société civile quant aux projets qu'ils développent (entretien Sofilo). Ils possèdent plus d'ingénierie et de moyens pour intégrer les évolutions de la réglementation.

Un autre acteur s'intercale également dans cette négociation des autorisations administratives : les associations, notamment environnementales, qui peuvent déposer des recours contre ces autorisations. La contestation repose généralement sur l'insuffisance des études environnementales ou la sous-estimation des impacts (bureaux d'études qui n'identifient pas les espèces

²² Surface hors d'oeuvre nette.

protégées sur le site, par exemple) mais aussi sur l'utilité socio-économique du projet. Par exemple, si le projet « EuropaCity » est décrié par les associations environnementales, c'est surtout parce qu'il s'agit d'un centre commercial – si le projet concernait, comme cela avait été annoncé au départ par l'aménageur lors de la révision du Sdrif, un « Technopôle » apportant des emplois plus diversifiés, l'opposition aurait été différente (entretien association 2). Par la voie pénale, les associations ont rarement gain de cause. Un membre d'une association de défense de l'environnement raconte le cas d'une autorisation annulée sur la base d'une insuffisance de l'étude d'impact, concernant le projet de remblaiement d'une carrière abandonnée avec des déchets. Mais dans ce cas, qui constitue une exception, un projet alternatif existait pour le site, qui faisait déjà l'objet d'un tourisme local important et se révélait particulièrement intéressant pour la plongée du fait de la profondeur du plan d'eau. Selon des acteurs du monde associatif, l'impact sur l'environnement suffit rarement à faire annuler un projet. C'est davantage le « portage politique » du projet qui conditionne son autorisation que sa conformité au droit de l'environnement. Les associations ont donc plutôt intérêt à agir en amont, en faisant du lobbying auprès des collectivités et en mobilisant l'opinion publique : *« on a gagné des combats à partir du moment où on les a anticipés, si on arrive au moment où il y a les enquêtes publiques, là c'est trop tard. »* (entretien association 1).

Les exigences quant au respect de la séquence ERC se sont considérablement accrues au fil du temps (Quétier et al. 2015). Mais du point de vue de l'administration, les études d'impact sont souvent insuffisantes. Les études naturalistes nécessaires à l'étude d'impact sont se révèlent peu adaptées aux réels enjeux écologiques du projet, se limitant souvent à une compilation de données sans présenter la spécificité des impacts du projet (Vanpeene-Bruhier et al. 2013). A ces insuffisances s'ajoutent les projets qui ne s'engagent pas dans les procédures alors qu'ils devraient y être soumis. Une fonctionnaire estime ainsi que 50 % environ des projets qui devraient déposer un dossier d'autorisation « Loi sur l'eau » ne le font pas (entretien DDT).

Pour l'administration, la responsabilité en incombe essentiellement aux pétitionnaires, qui ne s'approprient pas suffisamment les exigences environnementales. Les explications avancées sont le manque de connaissance technique sur la biodiversité, de communication entre les bureaux d'études et leurs pétitionnaires, ou encore la difficulté à comprendre et à s'approprier les procédures. Les associations et les acteurs d'environnement en général imputent plutôt la responsabilité au contrôle insuffisant des projets. Ainsi, des services de l'Etat qui autorisent des dossiers de compensation « peu qualitatifs » n'encouragent pas le développement de projets de compensation exigeants, ce qui est également peu incitatif pour le développement d'une offre de mesures compensatoires de qualité (entretien CG 78). Des acteurs interrogés soulignent aussi un manque de normalisation des exigences associées à l'étude d'impact et à la mise en œuvre des mesures compensatoires. Une doctrine nationale sur la séquence ERC a été publiée en 2012, ce qui est tardif par rapport à la première apparition de cette séquence dans le droit en 1976. Les services font face à des difficultés pour évaluer à la fois la conformité administrative des mesures et leur effet sur l'environnement. Des acteurs comme les PNR peuvent intervenir activement pour faciliter l'interprétation de la séquence ERC en tant que spécialistes de l'environnement et du terrain (entretien PNR). Enfin, les services de l'État et les experts associés, comme le CNPN, voient leur activité augmenter ces dernières années, mais leurs moyens se révèlent souvent insuffisants pour y faire face.

En conclusion de cette partie dédiée à la production et à la gestion des normes, le Tableau 15 constitue un répertoire des actions de gestion abordées, et propose des pistes pour la mesure et la quantification de ces actions, ainsi que des exemples tirés des entretiens menés. La sous-partie suivante se concentrera sur les instruments de gestion incitatifs.

Tableau 15: Cadre comptable pour la production et la gestion de normes

Type d'action Niveau 1	Type d'action Niveau 2	Acteurs concernés	Codage	Proposition de mesure	Facilité de mesure	Propositions méthodologiques et difficultés particulières
Production de normes nationales	Elaboration (écriture)	Etat (services « sectoriels » = spécifiquement sur l'environnement, et service de lien), partenaires	1 - si lien avec artificialisation (prise en compte de la biodiv dans le droit des sols, réforme des études environnementales. 0 – sinon	ETP	difficile	Services dédiés des ministères comme porte d'entrée – la difficulté réside dans la délimitation du travail sur l'artificialisation et la segmentation du travail
	Production d'avis et d'expertises	bureaux d'étude		coût des études	moyen	
		Partenaires		ETP	difficile	
	Lobbying	Associations et entreprises		ETP	difficile	Entretien avec entreprises ou associations (plus facile pour ces dernières)
Production de normes locales (droit des sols)	Elaboration (écriture)	Collectivités (services, élus)	1 – si prise en compte significative de l'enjeu artificialisation	ETP	moyen	Entretien auprès de la collectivité lors de la modification du PLU/SCoT
		bureaux d'étude	2 – si dédié artificialisation (PPEANP)	coût des études	facile	
	Concertation	Habitants, associations	2 – si études environnementales / usage des sols / TVB	coût /nombre de participants	difficile	
Contrôle du droit des sols	Contrôle administratif	Services déconcentrés	1 – pour les autorisations environnementales	ETP	facile	Entretien auprès des services, souvent différenciés par type d'autorisation
	Examen par partenaires	CDPENAF, services environnement des collectivités, PNR, Agences spécialisées	2 – si principalement axé sur l'artificialisation 1 – si un aspect parmi d'autres	ETP	moyen	Entretien auprès des organismes – généralement, une personne dans chaque structure est chargée de fournir l'avis sur les PLU
Contrôle administratif des projets	Etudes environnemental es	Bureaux d'étude	1 – pour les autorisations environnementales ou volet environnemental d'autres autorisations	coût des études	moyen	Entretien auprès des bureaux d'études directement

Gérer l'artificialisation des sols : une analyse du point de vue de la biodiversité

Type d'action Niveau 1	Type d'action Niveau 2	Acteurs concernés	Codage	Proposition de mesure	Facilité de mesure	Propositions méthodologiques et difficultés particulières
	Elaboration des demandes et suivi	Aménageur (suivi)		ETP délai risque	moyen à difficile	Entretien auprès du service dédié. Difficulté = pas toujours facilement identifiable, surtout si travail en mode projet
	Examen et négociation avec les entreprises	Services déconcentrés		ETP	facile	Entretien auprès des services, souvent différenciés par type d'autorisation
		Collectivités (permis de construire)	1 – si artificialisation apparaît comme un élément important (présence dans la consultation...)	ETP	difficile	Entretien auprès du service dédié (urbanisme)
	Elaboration d'avis externes	Divers organismes : CNPN, commission d'aménagement commercial	1- si lié à procédures environnementales	ETP	moyen	Entretien auprès des organismes
Contrôle pénal	Recours	Associations	2 – si question de l'artificialisation entre en jeu	ETP (élaboration du dossier) ; coût (frais, amendes)	facile	Entretien auprès des associations / consultation du budget
		Tribunaux	Sortie du cadre de l'artificialisation ?		difficile	

b. Des instruments incitatifs : taxes et subventions

Les taxes et les subventions constituent deux formes d'incitation, et diffèrent du point de vue de la gestion interne : les taxes sont généralement automatiques, non négociables, tandis que les subventions supposent de faire acte de candidature, puis de dialoguer pour l'obtention. Ces deux types d'instruments seront donc traités séparément.

Les taxes limitant l'artificialisation

Le premier instrument fiscal qui concerne la problématique d'artificialisation est la taxe d'aménagement, qui a remplacé en 2012 la taxe locale d'équipement ainsi qu'une dizaine d'autres instruments fiscaux²³. Elle comporte une part communale (intercommunale, si l'EPCI a la compétence urbanisme), une part départementale, et une part régionale uniquement en Île-de-France. Son taux est fixé par chaque collectivité, dans les limites fixées par la loi²⁴. Pour les parts communale (et régionale), l'objectif principal de cette taxe est de faire participer les aménageurs ou constructeurs aux équipements publics rendus nécessaires par les nouveaux aménagements – desserte en routes et transports en commun, raccordement aux réseaux par exemple. Elle peut être modulée selon les secteurs de la commune. Pour la part départementale, la taxe est affectée à la création d'espaces naturels sensibles, aires protégées dont les départements assurent la maîtrise foncière, la gestion et l'ouverture au public, et finance également les CAUE.

La taxe d'aménagement peut-elle être considérée comme un outil de lutte contre l'artificialisation ? D'un côté, elle taxe – même faiblement – des projets de construction. Mais elle est basée sur la surface plancher (qui correspond aux m² intérieurs, sans tenir compte des murs) et non sur la surface artificialisée. De plus, il existe des abattements pour certains types de construction, auxquels peuvent s'ajouter des exonérations par les communes²⁵. Elle varie considérablement d'une commune à l'autre. Elle est globalement peu incitative. Il ne s'agit donc pas vraiment d'un instrument de gestion intentionnelle.

Un autre instrument intéressant est le versement pour sous-densité, qui est une taxe facultative. Elle peut être mise en place par les communes sur certains secteurs ou parcelles, et s'applique aux constructions qui ne respectent pas un seuil minimal de densité. L'objectif affiché est la lutte contre l'étalement urbain. Le versement peut être très incitatif (Avner et al. 2014), mais il semble être peu mis en place par les communes jusqu'à aujourd'hui, même nous manquons de retours d'expérience pour juger de la situation récente.

23

Fiche pratique sur la taxe d'aménagement :

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23263> (consulté le 29/09/16)

²⁴ Entre 1 % et 5 % pour la part communale, avec possibilité de l'augmenter jusqu'à 20 % dans certains secteurs ; maximum de 2,5 % pour la part départementale, et de 1 % pour la part régionale (pouvant être différente selon les départements). Ce taux s'applique à une base forfaitaire par m² de surface plancher (de 795€/m² en IDF en 2016, 701€ dans le reste de la France).

²⁵ Bénéficiaire d'un abattement de 50 % : les résidences principales pour les premiers 100m², les entrepôts et hangars, les locaux à usage industriel ou artisanal, les parkings couverts. Les logements sociaux et les bâtiments de service public sont exonérés de droit. Les communes peuvent décider une exonération totale des habitations principales financées par un prêt à taux zéro, des locaux à usage industriel ou artisanal et des commerces au-dessous de 400m².

La taxation des logements vacants peut également permettre de lutter contre l'étalement urbain (tout en favorisant l'accès au logement, ce qui mérite d'être souligné car il est rare que ces deux objectifs concordent). Elle est aujourd'hui peu appliquée ; les propriétaires en sont dispensés s'ils peuvent montrer que le logement nécessite des travaux supérieurs de 25 % à sa valeur. De plus l'administration peut prononcer des dégrèvements de manière dérogatoire (CEV 2015).

Enfin, la taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines, créée en 2012, permettait aux communes de taxer les surfaces imperméabilisées – et donc de favoriser les espaces de pleine terre et les revêtements perméables, qui permettent une meilleure infiltration des eaux et ont également un effet positif en termes de biodiversité (c.f. indicateur du coefficient de biotope, mentionné dans la partie 1). Cette taxe a cependant été supprimée trois ans plus tard – trop tôt pour qu'il soit possible de juger de son efficacité ou de sa mise en œuvre.

Les taxes sont finalement des instruments peu utilisés pour la gestion intentionnelle de l'artificialisation des sols. Le rapport sur les subventions dommageables à la biodiversité, coordonné par Guillaume Sainteny (2011) qui comprend un volet sur l'artificialisation, souligne que la plupart des instruments fiscaux n'incitent pas à la densification, ou négligent les externalités négatives de l'étalement (notamment le prêt à taux zéro, qui favorise *de facto* la maison individuelle).

Les subventions éco-conditionnelles

Les subventions éco-conditionnelles peuvent être utilisées pour encourager des projets d'infrastructures écologiques, qu'il s'agisse de restauration à petite ou grande échelle, de création d'aires protégées ou d'ouverture d'espaces verts. Ces subventions peuvent venir de la Région, des Départements, ou encore des agences spécialisées comme l'AEV. Elles sont considérées comme un moyen positif d'action (par opposition aux normes, interdictions) susceptible non seulement de permettre à des projets de voir le jour, en comblant un manque de moyens du côté des communes (entretien commune) mais aussi d'instaurer un dialogue, une négociation autour du contenu des projets en question. Même si les critères d'éco-conditionnalité sont clairement définis, il subsiste toujours une marge d'interprétation ; il peut également exister différents niveaux de subventions, susceptibles d'inciter le porteur de projet (qu'il s'agisse d'une commune ou d'un opérateur privé) à augmenter ses efforts pour atteindre le niveau de subvention supérieur.

« Plus la commune s'investit sur la biodiversité, plus le taux de dispensation augmente. Par exemple rénover un lavoir c'est 30% de dispensation, si vous intégrez les cavités etc. pour les animaux on passe à 45%, mais vous pouvez obtenir 80% si on envisage un projet global à l'échelle de la commune, par exemple si vous avez une mare, une haie - en général, ils ont toujours quelque chose en relation avec la biodiversité, à restaurer, à protéger ou à réimplanter » (entretien CG 77)

On remarque dans le cas cité ci-dessus que les subventions éco-conditionnelles peuvent se « greffer » à des politiques qui ne sont pas nécessairement ou exclusivement destinées à développer des infrastructures écologiques. Ainsi, les subventions pour la restauration des chemins ruraux inscrits au PDIPR²⁶ dans un département est modulée en fonction des travaux de restauration écologique compris dans l'opération. Ce système présente un avantage

²⁶ Plan départemental des itinéraires de promenade et de randonnée

financier pour la structure attribuant les subventions : il permet de développer une incitation à la création d'infrastructures écologiques sur la base de dépenses existantes, sans nécessairement dégager de subventions dédiées.

Quand un dispositif « marche bien » les subventions peuvent ainsi populariser l'intégration de mesures pour la biodiversité, agissant non-seulement par le volet financier mais aussi par la diffusion des techniques associées. Le principal problème, comme dans tout système de subventions, est la réalité du caractère incitatif. Toute subvention peut créer un effet d'aubaine, c'est-à-dire que l'opération aurait été réalisée sans la subvention. Les entreprises peuvent aussi s'en tenir au minimum exigé pour recevoir la subvention, même si celui-ci ne constitue pas un réel aménagement écologique – ainsi, une part importante des toitures végétalisées encouragées par une subvention régionale ne comprennent qu'une seule espèce (le Sédum) et n'apportent pas d'amélioration en termes de biodiversité ou de gestion des eaux pluviales (entretien Natureparif, CD93).

c. Contractualisation et engagements volontaires

La gestion de l'artificialisation emploie également des mécanismes qui relèvent davantage du « soft law » même si la contractualisation peut tendre, en pratique, vers le « hard law ». Ces instruments ont des points communs : le porteur de projet échange et négocie avec un partenaire et adapte le contenu de son projet (dont le volet artificialisation) de manière à obtenir quelque chose en échange : une autorisation, une commande, ou une subvention de la part d'une collectivité ou de l'Etat ; ou une reconnaissance particulière, comme un prix ou un label, qui peuvent permettre de vendre un projet plus vite ou éventuellement plus cher, et surtout de valoriser l'image de l'entreprise pour lui permettre de décrocher de nouveaux marchés.

La contractualisation recouvre différentes réalités. Prenons l'exemple d'une entreprise (aménageur, promoteur immobilier) qui souhaite décrocher un contrat, une autorisation ou une modification nécessaire du droit des sols de la part d'une commune. Celle-ci dispose d'un pouvoir de négociation et peut l'utiliser pour influencer sur le contenu du projet. Dans l'exemple d'une ZAC à Torcy, le projet a été lancé par l'intercommunalité, qui souligne dans le marché public l'importance du volet environnemental. Le projet du maître d'œuvre retenu ayant suscité l'adhésion de la commune, la modification nécessaire du PLU se déroule sans problème. Mais dans d'autres cas, la mairie assortit le permis de construire de certaines conditions. Cette réalité de la négociation (même si elle est encadrée par la loi) entre collectivités et aménageurs a été notamment décrite à travers l'exemple de l'implantation des logements sociaux (Dupuy 2010).

Cette contractualisation n'est pas toujours visible (même si une partie peut être formalisée dans les appels d'offre). De plus, la consommation d'espace est un élément à négocier parmi d'autres dans le contenu du projet : qualité des logements, part de logement social, exigences environnementales, participation aux aménagements, charges foncières, prix de sortie des logements... Des compromis sont réalisés entre ces différents aspects. L'aménageur, qu'il soit privé ou public, devra assouplir ses exigences sur certains aspects pour avoir des constructions de haute qualité environnementale, ou accepter que le prix de sortie des logements ou des locaux soit plus élevé.

Au travers des entretiens, il ressort que l'artificialisation est rarement abordée en tant que telle, par rapport aux exigences énergétiques (RT 2012, bâtiment à

énergie positive...) qui sont beaucoup plus souvent cités comme des demandes des communes. Un des outils utilisés en rapport avec l'artificialisation sont les « fiches de l'eau » c'est-à-dire les exigences en matière d'écoulement des eaux pluviales (noues végétalisées, calcul des capacités d'infiltrations...). Les obligations peuvent aussi s'appliquer à des particuliers – dans une commune interrogée, le règlement d'un lotissement impose d'implanter des massifs drainants et de limiter l'artificialisation des surfaces. Il est notamment permis de construire des terrasses, places de parking... mais uniquement avec des revêtements non-imperméabilisés (entretien commune). D'autres demandes citées par certains acteurs des entretiens sont les toitures végétalisées (entretien CAPVM) et l'aménagement écologique des espaces verts (entretien Entr. Gally).

Ces exigences concernant des projets « à la pointe » : l'attention portée aux enjeux biodiversité n'est pas une demande courante mais plutôt un sujet émergent dans le monde de l'aménagement. La biodiversité peut être le différentiel qui fait pencher la balance en faveur d'une proposition. Les efforts sur ce sujet sont donc plutôt concentrés sur les grands concours architecturaux (entretien Elan). D'autant que le sujet, tout en étant encore précurseur, est tout de même à la mode et représente un bon moyen de se démarquer – les réels effets environnementaux de ces engagements pouvant fortement varier (Guerrini et al. 2015).

Le dernier type de « régulation » qui sera abordé rassemble les initiatives volontaires mises en place par les maîtres d'ouvrage (publics ou privés) et les entreprises pour diminuer leurs impacts, qu'il semble pertinent d'inclure dans les instruments de régulation. En effet, les entreprises peuvent mettre en œuvre une auto-régulation pour éviter une réglementation contraignante ; tandis que les acteurs publics y voient une possibilité d'économies. Il peut s'agir du résultat d'une négociation pour éviter, justement la réglementation par le *hard law*. Ce type d'outil a été présenté de manière omniprésente dans les entretiens, suggérant qu'il s'agit d'une part importante de la gestion de l'artificialisation. Il est présenté comme une alternative, ou du moins un complément, à la réglementation de type *hard law*. Les administrations elles-mêmes y voient un moyen d'intervention plus « positif » ou « proactif » susceptible d'être mieux perçu par les acteurs sectoriels et donc d'apparaître comme plus légitime. Lors d'un entretien une agence environnementale affirme même que « *la valorisation et l'exemplarité, il n'y a que ça qui marche* » (entretien Natureparif).

Pour l'entreprise ou l'organisme, l'engagement volontaire est une manière d'être en avance sur la réglementation, d'être un leader dans son secteur – c'est-à-dire un positionnement stratégique. C'est aussi un moyen de se démarquer des concurrents, d'améliorer sa notoriété et son image, d'obtenir de nouveaux marchés. En particulier pour ce dernier objectif, il est nécessaire que les engagements volontaires soient mis en avant, représentés par des signes : labels, prix, distinctions... qui peuvent être organisés par l'Etat, des collectivités, des agences (ex : Natureparif) des associations indépendantes (HQE, Cibi...) ou encore par des professionnels (associations professionnelles, salons immobilier). La difficulté, là encore, réside dans le fait que les concours ou labels cherchent souvent à mettre en avant une démarche environnementale globale, où les aspects biodiversité (dont la consommation d'espace) n'ont qu'une petite place. Ainsi les labels Ecoquartier, HQE (HQE aménagement) ont peu d'aspects biodiversité, même si des travaux sont en cours sur le développement de cet aspect pour la labellisation HQE. Le label BREEAM comporte un volet biodiversité plus développé (entretien Sofilo). En revanche, le label BiodiverCity développé par l'association CIBI se concentre spécifiquement

sur la biodiversité dans le bâti, mais il ne concerne pour l'instant que peu de projets (entretien CIBI).

La frontière entre engagements volontaires et *hard law* se révèle poreuse, ce qui est formalisé sur le schéma portant sur la régulation (Figure 8) par les pointillés entre l'outil « labels » et les différents nœuds de négociation. En effet, certaines normes contraignantes (RT 2012 par ex.) ont d'abord été des labels facultatifs, qui ont pris peu à peu un caractère quasi-réglementaire – en étant utilisés pour formaliser les clauses environnementales dans l'attribution des marchés et des subventions. Pour une commune, il est plus facile de communiquer sur un projet en mettant en avant les labels obtenus.

Cette régulation par les engagements volontaires occasionne, tout comme la régulation par le *hard law*, des coûts budgétaires d'élaboration, de contrôle : pour développer le label ou les critères du concours, évaluer les candidatures, échanger éventuellement avec l'entreprise pour précisions... l'entreprise doit également y consacrer du temps pour élaborer le dossier, avec parfois une équipe dédiée (entretien Sofilo, Elan). Une proposition de cadre comptable pour ces coûts est incluse dans le Tableau 16, qui clôt la partie dédiée à la *régulation*, premier volet de la gestion de l'artificialisation. Celle-ci comprend également un volet *opérationnel* et un volet *communication* (c.f. Figure 7) qui sont traités dans les deux parties suivantes.

Tableau 16: Cadre comptable pour la gestion des taxes, subventions et engagements volontaires

Type d'action Niveau 1	Type d'action Niveau 2	Acteurs concernés	Codage	Proposition de mesure	Facilité de mesure	Propositions méthodolo / difficultés particulières
Taxes et subventions						
Gestion des taxes liées à l'artificialisation	Elaboration et suivi	Ministères et partenaires	2 – si l'objectif est de limiter la consommation d'espace ex : VSD, TGEF, taxe sur les logements vacants	Coût (études) et ETP	difficile	
		Collectivités locales		Coût (études) et ETP	difficile	
	Perception et contrôle	Etat, collectivités		ETP	moyen	Entretien auprès des services dédiés
	Païement des taxes	Aménageur, entreprise, propriétaire		Coût (montant de la taxe)	facile	Budgets publics (montant des recettes)
Gestion des subventions éco- conditionnelles	Elaboration et suivi	Organisme qui attribue la subvention : Etat, collectivité ou agence	2 – à destination de projets de restauration/ préservation 1 – à destination de projets d'aménagement « exemplaires »/ ayant un effet positif sur l'artificialisation	ETP	difficile	Entretien auprès de chaque organisme : Etat, collectivités (région et département surtout) et agences environnementales
	Constitution des candidatures	Entreprise, organisme qui reçoit la subvention		ETP	difficile	
	Examen des candidatures et décision	Organisme qui attribue la subvention		ETP	moyen	Entretien auprès de chaque organisme
	Païement des subventions	Organisme qui attribue la subvention		Coût	moyen	Entretien auprès de l'organisme ou examen des budgets Difficulté : multiplicité des subventions
Engagements volontaires						
Concours et prix	Similaire aux subventions éco-conditionnelles					
Gestion des labels	Elaboration du label	Etat, association professionnnele	2 – centré sur l'artificialisation et/ou biodiversité dans l'aménagement 1 – comportant un volet significatif sur l'artificialisation	Coût (études) et ETP	moyen	Entretien auprès des organismes de labellisation, éventuellement entreprises labellisées ; Selon le type de label, les entreprises peuvent travailler avec les assesseurs (réunions communes) ou embaucher pour être accompagnées
	Formation des assesseurs	Etat, association professionnelle		coût de la formation	moyen	
	Elaboration du dossier de labellisation et accompagnement	Entreprise ou organisme qui souhaite être labellisé		ETP	moyen	
		Assesseurs (accompagnement, examen)		ETP	moyen	

3.4. La gestion opérationnelle

La partie *opérationnelle* de la gestion intentionnelle de l'artificialisation regroupe les actions de terrain qui ont pour impact direct de limiter l'artificialisation : soit des actions visant à protéger des terrains, soit des actions visant à améliorer le « contenu écologique » des projets. La conception du projet (a.) et sa réalisation seront considérées séparément, avec d'une part les coûts liés à l'utilisation économe de l'espace (b.) et d'autre part les actions pour préserver, améliorer ou réaliser des infrastructures écologiques (c.).

a. L'artificialisation dans la conception des projets

Plusieurs entretiens soulignent que la conception de projets intégrant les enjeux de biodiversité demande davantage de compétences et de pluridisciplinarité dans la conception. En particulier, la présence dans l'équipe de conception d'un écologue, ou d'un paysagiste ayant une « affinité » avec les sujets de biodiversité, est particulièrement importante (entretiens Sofilo, Elan, CAPVM). La différence de culture, de langage, entre les écologues et les professionnels de l'aménagement peut rendre le dialogue difficile (entretien Ministère 2), les personnes possédant une double-casquette (formation d'écologue mais expérience dans l'aménagement, par ex.) deviennent alors une ressource précieuse. Un fonctionnaire de la CAPVM souligne que sur la conception d'une ZAC, les synergies avaient particulièrement bien fonctionné grâce à la présence à la fois d'un paysagiste et d'un architecte attachant de l'importance à la question de la biodiversité, et à un interlocuteur de l'établissement public d'aménagement qui avait également une formation de paysagiste. Cependant la présence de ces « double-casquettes » est encore très rare car les grands groupes, y compris ceux qui souhaitent avoir une démarche sur la biodiversité, embauchent peu d'écologues (entretien Elan).

La conception est également plus complexe et plus exigeante, puisque davantage d'aspects doivent être pris en compte. Elle nécessite, du moins dans les exemples étudiés, des investissements supplémentaires en études, de manière à avoir une connaissance écologique détaillée du terrain : études faune, flore et habitats (entretien CA PVM), modélisation de la capacité d'infiltration des sols et calcul de l'imperméabilisation maximale acceptable (entretien commune). Il peut également s'agir d'études sur les usages. Pour la conception d'espaces verts plus naturels (moins gérés), il est nécessaire de dialoguer davantage avec les futurs usagers pour répondre à leurs attentes – ne serait-ce que « *pour expliquer, parfois, que les feuilles des arbres tombent en hiver* » (entretien Gally) ce qui peut générer un délai supplémentaire.

C'est également dans cette phase de conception que sont élaborées les mesures d'évitement des impacts, qui méritent qu'on s'y attarde. En effet, les entretiens montrent que tous les projets ne sont pas égaux dans ce domaine. Dans la plupart des projets, le choix de l'implantation ne se fait pas pour éviter des impacts environnementaux, mais en fonction des opportunités foncières. Mais dans le cas des infrastructures de transport, la procédure de définition du projet est bien rodée, les étapes se succédant avec d'un côté la concertation et le dialogue avec l'administration, de l'autre côté la réduction successive du « faisceau » du projet (Vandeveldt 2013). Les exemples de projets d'aménagement évoqués dans les entretiens – une ZAC et un lotissement, tout deux plutôt engagés sur le plan environnemental – montrent qu'il n'y a pas de procédure bien rodée pour l'évitement dans le cadre de ces projets. Dans un

cas, l'implantation des bâtiments a été pensée en fonction de l'insertion paysagère, grâce à l'implication forte de paysagistes dans la conception. Dans l'autre cas, une étude particulière a été menée sur l'infiltration des eaux pluviales afin de définir un coefficient minimal de surfaces non-imperméabilisées à la parcelle. Ces mesures d'évitement relèvent ici plutôt de l'inventivité des concepteurs que d'un schéma préconçu.

Dans quelle mesure ces différences dans la conception du projet sont-elles significatives ? Certains acteurs considèrent qu'il s'agit surtout d'une manière de faire différente : les enjeux de biodiversité sont davantage connus, ils sont représentés (par l'écologue, le paysagiste...), et les arbitrages de l'équipe se font davantage en faveur de solutions moins néfastes pour les écosystèmes. La citation ci-dessous illustre ce point de vue :

Question : A votre avis, cette prise en compte de la biodiversité représente-t-elle un surcoût ?

CA PVM : Non, c'est simplement une manière de penser. J'ai fait de l'aménagement, j'ai fait des ZAC dans d'autres communes, où on commençait par dire qu'on mettait des bulldozers sur le terrain et après on voyait, ici c'est exactement l'inverse, partons du patrimoine constitué. [...] On arrive, on ne fait pas la révolution. Nos élus, ils ont aussi connu les déboires de la ville nouvelle. » (entretien CA PVM)

La prise en compte de la biodiversité dès le départ, dans un projet, peut probablement occasionner moins de coûts que l'obligation de modifier le projet en cours de route pour se conformer à la réglementation. L'application du principe de compensation des impacts, largement ignoré jusqu'aux années 2010 (Quétier et al. 2015), représente un risque non-négligeable pour les entreprises et peut, dans certains cas, atteindre un coût considérable (entretien CD78, SNCF). Dans le cas d'un centre construit pour EDF, une mare a dû être recréée et un bâtiment raccourci pour éviter des impacts, parce qu'une plante protégée n'avait pas été prise en compte dans le projet (entretien EDF).

Au final, est-ce la prise en compte de la biodiversité qui rend la conception plus complexe, ou la relation se fait-elle plutôt dans l'autre sens, les projets les plus exigeants, dotés d'une ingénierie de haut niveau, tendant à être « leader » dans ce domaine ? Dans ce cas, le surcoût éventuel ne serait pas entièrement dû à la prise en compte de la biodiversité mais plutôt au niveau d'exigence général du projet.

b. Le coût de l'utilisation économe de l'espace

L'extension urbaine apparaît souvent plus simple et moins chère que le renouvellement urbain : le foncier est généralement plus cher au sein des villes, la densification nécessite généralement de démolir au préalable, de dépolluer les sols, et pose des problèmes techniques d'accessibilité pour les travaux et de nuisances. La transformation de bureaux vacants en logements est complexe, sur le plan technique et réglementaire, et s'avère et généralement trop peu rentable pour être réalisable par les acteurs privés²⁷.

Au niveau d'un projet, l'efficacité en matière de consommation d'espace coûte globalement plus cher que l'étalement. La construction de logement collectif est moins rentable pour les constructeurs (au m²) que l'habitat individuel groupé,

²⁷ Voir à ce sujet l'article suivant : http://www.lemonde.fr/immobilier/article/2013/01/29/des-bureaux-qui-restent-vides-sur-fond-de-crise-du-logement_1823806_1306281.html (consulté le 27/09/16)

qui est lui-même moins intéressant que l'habitat individuel diffus. Les principales raisons à cela sont les coûts techniques (liés à la hauteur des bâtiments) et les obligations réglementaires pour la sécurité, l'accessibilité... qui sont bien plus nombreuses en habitat collectif (Bouteille 2008 ; Castel 2005). En pratique, on observe une segmentation du marché : certaines entreprises se positionnent exclusivement sur le créneau des grosses opérations (dont le logement collectif) et y trouvent donc leur intérêt. Malheureusement, assez peu d'études ont été réalisées sur le sujet, mise à part la comparaison citée entre logement collectif et individuel (basée sur des entretiens approfondis sur un échantillon de 10 opérations). Cette question a été également peu abordée dans les entretiens, les acteurs indiquant souvent qu'il faudrait réaliser davantage d'études comparatives.

Il serait intéressant de réaliser des comparaisons de coûts pour des aménagements avec des niveaux de densité différents, en comparant également le renouvellement urbain et l'extension. Une telle étude ne se limiterait pas aux logements, mais pourrait par exemple considérer les parkings (qui peuvent être enterrés ou en étage, par opposition aux parkings de surface) ou les commerces, au sein desquels la densité peut fortement varier. Une telle étude pourrait prendre en compte à la fois la densité et le coefficient de biotope.

c. La production d'infrastructures écologiques

Cette partie regroupe les mesures visant à diminuer l'impact des projets (éviter et réduire) et les mesures visant à protéger ou restaurer des espaces non-artificialisés, via la compensation ou des politiques volontaristes.

Les mesures d'évitement et de réduction

Les mesures d'évitement et de réduction sont, à première vue, difficiles à chiffrer. En effet, leur formulation même est ambiguë : éviter et réduire par rapport à quel scénario de référence ? En réalité, cette formulation a surtout du sens dans le cadre des dossiers administratifs rédigés pour obtenir les autorisations (ex : validation de l'étude d'impact) : il s'agit alors pour l'entreprise de montrer qu'elle a fait suffisamment d'efforts pour minimiser les impacts de son projet.

Le raisonnement peut se construire plutôt en termes d'infrastructures écologiques. A quel degré le projet préserve-t-il les infrastructures écologiques existantes ? Comprend-il des infrastructures dédiées à la biodiversité (qui réduisent l'artificialisation générée par le projet) ? Il s'agit en réalité d'apprécier la qualité écologique du projet, et non des efforts de réduction par rapport à un hypothétique projet initial.

La préservation d'infrastructures écologiques existantes correspond à l'effort d'évitement. Il est difficile d'en chiffrer le coût budgétaire pour l'entreprise, en l'absence de projet de référence clair. Il faudrait pour cela connaître les processus de travail interne des entreprises tout au long du projet, ainsi que l'évolution des coûts, ce qui suppose de mener des entretiens plus approfondis que nous ne pouvions le faire ici. Des travaux existent toutefois sur ce sujet, par exemple dans le projet ITTECOP²⁸, au sein du laboratoire ESE d'Agroparistech (une thèse en cours sur la compensation et un travail de recherche sur l'évitement et la réduction) ou encore au Ministère de l'environnement.

²⁸ Infrastructures de transport terrestre, écosystèmes et paysages – Programme de recherche soutenu par le Ministère de l'environnement et par l'Ademe. <http://www.ittecop.fr/> (consulté le 29/09/16).

Gérer l'artificialisation des sols : une analyse du point de vue de la biodiversité

La création d'infrastructures écologiques au sein du projet correspond à l'effort de réduction. Le chiffrage de leur coût budgétaire est plus aisé car il s'agit d'éléments du projet qui peuvent être indiqués à part dans le budget, et le surcoût afférent peut être évalué par les entreprises travaillant sur le sujet. Les principales infrastructures concernées sont :

- les passages à faune
- les toitures et façades végétalisées
- les revêtements non-imperméables favorables à la biodiversité
- les infrastructures pour la gestion alternative des eaux pluviales (noues, massifs drainants)
- l'adaptation des barrières, clôtures et voies de circulation au sein de la parcelle pour permettre le passage des animaux
- l'installation de structures pour accueillir les animaux (ruches, nichoirs...)

Le coefficient de biotope peut être utilisé pour rendre compte de la part des surfaces laissées en pleine terre, et permet également de prendre en compte la végétalisation du bâti et l'utilisation de revêtements perméables (avec des pondérations adaptées). On peut notamment citer une étude de cas réalisée par Natureparif sur le coût comparatif de la gestion « verte » ou « grise » des eaux pluviales²⁹.

Les mesures de protection, restauration, compensation

Ces différentes formes de production d'infrastructures écologiques peuvent être regroupées car elles présentent de grandes similitudes dans leur mise en œuvre opérationnelle : études préalables, achat du foncier, travaux éventuels (pour la restauration écologique ou l'ouverture au public), gestion et entretien écologique sur le long terme. La question de la gestion des espaces ouverts (degré d'intervention, usage de pesticides...) recouvre une problématique à part entière, contribuant à d'autres pressions sur la biodiversité comme les pollutions, les espèces invasives, ou la surexploitation, elle ne sera pas traitée ici.

Toutefois la protection, la restauration et la compensation diffèrent par le cadre dans lequel elles s'inscrivent et par leurs objectifs. Ainsi, l'objectif des mesures compensatoires obligatoires est à la fois de constituer un coût pour les porteurs d'un projet d'aménagement, une incitation pour éviter et réduire davantage les impacts ; et également de produire des infrastructures écologiques qui compensent, au moins partiellement, celles qui sont détruites. L'équivalence ne peut être que partielle car la quantité de terres est limitée : si la diversité et l'abondance d'espèces peuvent théoriquement être compensées dans le cas d'une restauration écologique réussie, les terres potentiellement disponibles pour la biodiversité diminuent – notamment quand l'artificialisation est quasi-irréversible.

D'après les témoignages des entretiens, et les articles existants sur les mesures compensatoires en France, ces deux objectifs ne sont que partiellement atteints avec la compensation dans l'état actuel. Un des freins est le manque de disponibilités foncières pour la compensation. Pour les grands projets, les besoins foncières pour la compensation sont tels qu'il faut rechercher les

²⁹ Vidéo présentant les premiers résultats de cette étude : « La nature en ville, ça coûte plus cher ? » présentation de Marc Barra issue du colloque « La nature, source de solutions en Île-de-France ». <http://www.dailymotion.com/video/x3bd3ei> (consulté le 30/09/16)

terrains en amont du projet ; mais pour les plus petits, il arrive souvent que la compensation se fasse dans l'urgence, sur des terrains peu adaptés, à un coût élevé (entretien CG 78). La compensation se fait encore, dans la majorité des cas, sans règle fixe pour les équivalences de surfaces, les travaux à réaliser (un simple achat foncier peut valoir compensation) la durée de la compensation, son suivi par les pouvoirs publics. Les services de l'Etat manquent également d'un suivi adapté pour répertorier les surfaces qui supportent des mesures compensatoires, afin d'éviter des doublons (entretien DDT).

La compensation, du fait des évolutions récentes, mobilise beaucoup chez les entreprises, les pouvoirs publics, la communauté scientifique et les médias. Elle tend quelque peu à éclipser de nombreux cas dans lesquels la protection et la restauration sont réalisés dans le cadre des politiques des collectivités (ou de leurs agences). Les entretiens ont permis d'interroger des services départementaux, en charge notamment d'aménager des Espaces naturels sensibles, et l'Agence des espaces verts d'Île-de-France, chargée de développer la ceinture verte de la région via les Périmètres régionaux d'intervention foncière. Ces espaces sont destinés, en principe, à être ouverts au public – ce qui n'est pas incompatible avec l'objectif de préservation de la biodiversité. En effet, si l'ouverture au public nécessite une artificialisation modérée (parking, observatoires...) elle permet de réduire les risques de dégradation et de pollution (entretien AEV)³⁰. En dehors de ces créations d'aires protégées (qui ne sont pas décrites de manière exhaustive ici) les collectivités financent ou réalisent également une multitude de projets de restauration écologique au niveau local, par exemple des liaisons entre les parcs urbains en Seine-Saint-Denis « Chemin des Parcs » (entretien CG93), des plantations de haies ou la restauration écologique de bords de chemins ruraux (entretien CG 77).

Le manque de données centralisées rend difficile une comparaison entre les mesures compensatoires et les politiques volontaristes. Toutefois les entretiens ont permis d'identifier des ressources qui permettraient de le faire : le suivi de la DDT pour les mesures compensatoires, les recueils d'expérience tels que la plate-forme Trame Verte et bleue. Il est également envisageable de recueillir des informations via les prestataires : en effet, les collectivités emploient généralement des entreprises de paysage ou d'ingénierie écologique pour les travaux et des bureaux d'études en environnement pour les études préalables. Il est possible de mobiliser les appels d'offre effectués par les collectivités ou encore de mener des entretiens auprès des prestataires spécialisés. Il existe d'ailleurs un annuaire des entreprises de génie écologique³¹.

On peut regarder d'un œil critique la focalisation actuelle du débat sur les mesures compensatoires, et s'interroger sur la séparation de ces mesures (restauration - compensation). Du point de vue de la nature de l'action, cette séparation est assez artificielle. Les acteurs d'environnement soulignent le risque de confusion entre politiques, et qu'à terme les politiques volontaristes disparaissent (ce qui n'irait pas dans le sens d'une amélioration des écosystèmes). Mais cette séparation semble difficile à mettre en pratique. Ainsi, les acteurs spécialisés dans la préservation ou la restauration sont très sollicités pour faire de la compensation (AEV, PNR, départements...) et certains assument que ce sera, pour eux, un moyen de se financer.

« L'intérêt de l'agence, c'est de financer une partie de l'entretien des milieux via ces mesures [...] On travaille beaucoup avec [l'ONF sur]

³⁰ Selon le témoignage d'un salarié de l'AEV, environ la moitié des dépenses de gestion des espaces naturels sont dédiés au nettoyage des dépôts d'ordures sauvages (de la part de ferrailleurs, par exemple), majoritairement dans les espaces non-ouverts au public. Ces chiffres sont en augmentation.

³¹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Annuaire-de-la-filiere-genie.html> (consulté le 29/09/2016)

Gérer l'artificialisation des sols : une analyse du point de vue de la biodiversité

un gros passage faune-flore qui doit être construit, de 2 millions d'euros, que personne ne veut financer. L'idée serait d'en faire une offre de compensation. Je trouve ça plus intéressant de faire des gros projets qui auront vraiment un impact, plutôt que de faire une mare par ci-par là, c'est beaucoup de travail administratif, même si ça arrange tout le monde - chacun remplit ses engagements. » (entretien AEV).

Selon les témoignages recueillis, le facteur limitant pour les politiques « volontaristes » des collectivités est le financement. Parfois, c'est le budget de fonctionnement qui est limitant (les agents ne pouvant plus assurer la gestion et le suivi d'un plus grand nombre d'espaces) parfois, plutôt le budget d'investissement pour réaliser des travaux (CD93). Les facteurs limitants qui apparaissent pour la compensation sont surtout la qualité des aménagements (par manque de savoir-faire, ou par le choix stratégique de réaliser une compensation à bas coût) et l'accès au foncier, avec des effets pervers : de grandes entreprises disposant d'emprises foncières importantes peuvent choisir de conserver ce foncier en prévision de futures mesures compensatoires, alors que ce foncier pourrait être affecté à d'autres usages, comme la densification du bâti. Faire participer les entreprises aux mesures de conservation et de restauration mises en œuvre sur le territoire, pour mutualiser les ressources et les compétences, est une demande qui apparaît fréquemment dans les entretiens – tant chez les entreprises sectorielles que chez les acteurs spécialisés dans la protection.

En conclusion de cette partie sur la gestion opérationnelle, le Tableau 15 répertorie les actions de gestion évoquées. La partie suivante se concentrera sur le volet de la communication qui intervient dans la gestion.

Tableau 17: Cadre comptable pour la gestion opérationnelle

Type d'action Niveau 1	Type d'action Niveau 2	Acteurs concernés	Codage	Proposition de mesure	Facilité de mesure	Propositions méthodo/ difficultés particulières
Mesures au niveau des projets						
Conception	Concertation	Opérateur, habitants, associations	1 – sur aspects artificialisation / biodiversité (tracé, mesures de réduction)	Coût d'organisation, nombre de contributions/ participants	difficile	Entretiens auprès de l'opérateur, des entreprises spécialisées ou des bureaux d'études
	Etudes	Opérateur, bureaux d'études, partenaires		Coût des études	moyen	
	Ingénierie	Opérateur, partenaires		ETP des spécialistes biodiversité (écologue, paysagiste)	moyen	
Mesures de réduction	Infrastructures écologiques	Opérateur, entreprises spécialisées	1 – pour les mesures de réduction ayant un effet significatif sur l'artificialisation	coût des travaux	facile	
	Autres mesures de réduction			ETP, délai... selon les mesures	moyen	
Mesures de préservation, restauration et compensation						
Conception et suivi	Etudes préalables et suivi écologique	Opérateur, bureaux d'études, associations	1 ou 2 selon qualité de l'aire protégée : 1 – si dédiée de manière prioritaire à l'accueil du public, ou si la restauration/ compensation est de qualité médiocre	coût des études et du suivi dans le temps	moyen	Idem Les services de l'État et les associations peuvent fournir des informations complémentaires
	Négociation avec les propriétaires, les communes	Opérateur		ETP	moyen	
Charges foncières	Achat de foncier	Opérateur	la restauration/ compensation est de qualité médiocre	coût d'achat	facile	
	Contractualisation avec contrepartie financière	Opérateur, propriétaire		montant de la contrepartie	moyen	
Travaux	Travaux de restauration	Opérateur, entreprise spécialisée	2 – si la restauration/ compensation est de bonne qualité	coût des travaux	facile	
Gestion dans le temps	Gestion et entretien	Opérateur, organisme occupant les locaux, organisme tiers		coût de la gestion (contrat)	moyen	
	Contrôle	Gardes, police de l'environnement		sortie du cadre de l'artificialisation ?	moyen	

3.5. Connaissance et communication

Les entretiens ont fait apparaître une catégorie d'actions qui mérite d'être mise en avant, car elle semble revêtir une importance capitale pour les acteurs eux-mêmes et représente une part importante de leurs actions de gestion. L'ensemble des interlocuteurs, ou presque, ont mentionné des activités de production de connaissances, de communication ou d'échanges se rapportant à l'artificialisation.

Il peut s'agir de production de connaissances brutes, via des études sur la biodiversité ou l'usage des sols : chercheurs, agences, ou encore collectivités y participent, par exemple via les Atlas de la biodiversité communale. Les bureaux d'études jouent également un rôle important, même si les données produites lors de leurs études sont rarement mutualisées et accessibles. Les associations et les particuliers, enfin, participent largement à la production de connaissance via les sciences participatives. Ces dépenses sont très peu prises en compte par l'indicateur national de dépense pour la connaissance de la biodiversité, qui n'inclut pas les dépenses d'études, de mise en forme et publication, ainsi que le travail bénévole des citoyens et associations qui participent à la collecte de données.

Il peut également s'agir de communication, sensibilisation ou formation à destination du grand public, d'une branche professionnelle, des collectivités, d'autres services au sein du même organisme... Tous les acteurs interrogés ou presque mentionnent lors des entretiens des échanges, des retours d'expérience organisés, par exemple au sein d'associations professionnelles, de groupes de travail inter-services. Ces activités étaient particulièrement présentes au sein des PNR, des agences comme Natureparif, des organismes de labellisation interrogés, des associations, mais aussi de certaines collectivités (entretien CD93, commune).

Dans les témoignages des entretiens, ces activités sont interprétées différemment selon les acteurs et ces différences semblent particulièrement intéressantes en vue d'une possible évaluation. Pour certains, c'est un préalable ou un accompagnement à l'action opérationnelle, nécessaire pour que l'action fonctionne (ex : entretien CAMG, PNR, commune). On pourrait donc les analyser, d'un point de vue économique, comme des coûts de transaction. Il s'agit de réaliser les études préalables à un plan d'actions (entretien CAMG), ou encore de diffuser des guides, ou de réaliser des formations pour mettre en œuvre des pratiques. Par exemple, l'union nationale des producteurs de granulats a produit récemment un cadre pour les commandes d'études environnementales de ses adhérents (entretien GSM). Dans d'autres cas, la communication et la diffusion de connaissances est une action en soi, la mobilisation des acteurs étant l'objectif. En communiquant sur des projets exemplaires, l'objectif est d'essaimer, de susciter des actions de terrain chez les autres. Une croyance s'exprime à plusieurs reprises lors des entretiens : *le développement et la diffusion de la connaissance va pousser à l'action*. Il faut toutefois, pour cela, que les acteurs influant sur les décisions se saisissent de cette connaissance et l'utilisent dans l'argumentation. L'information est même un moyen stratégique, ce qui ressort dans certains témoignages. Par exemple, la détection d'espèces protégées par des associations ou des propriétaires qui ne veulent pas être expropriés peut permettre de contester un projet d'aménagement. Enfin, la connaissance peut être considérée comme un but en soi, notamment chez les chercheurs, y compris lorsqu'ils sont employés ailleurs

que dans des structures de recherche. Du point de vue naturaliste, la connaissance sur la biodiversité reste encore très lacunaire.

On peut finalement émettre l'hypothèse que, dans certains cas, le développement de la connaissance et la communication constituent des alternatives à l'action opérationnelle. C'est une option plus simple car moins clivante : il est plus facile de se mettre d'accord sur la réalisation d'une étude que sur la mise en place d'une action concrète, car une étude ne fait pas beaucoup de perdants. C'est également un mode d'action utilisé par certains acteurs qui manquent de ressources financières pour réaliser des investissements, ou de légitimité pour mener eux-mêmes des actions concrètes. Ils se concentrent donc sur la sensibilisation, l'accompagnement, pour essayer de modifier les actions des structures qui en ont les moyens. Par exemple, pour les PNR, le développement de l'expertise, de compétences en médiation, est un moyen de gagner en légitimité (entretien PNR). Mais ce mode d'action a ses limites : en l'absence d'obligations juridiques, l'accompagnement concerne des acteurs volontaires, souvent déjà exemplaires ou engagés. Ainsi, sur un nombre important de projets d'aménagement, les PNR ou les agences environnementales ne sont sollicités que lorsque le projet est déjà défini, uniquement pour trouver des solutions à l'obligation de compensation.

Les entretiens menés dans le cadre de cette recherche ne suffisent pas pour évaluer la part de la gestion qui est destinée à des actions relevant de la *communication*. Le cadre comptable (Tableau 18) propose des pistes pour poursuivre la recherche dans ce sens. Cette étude montre cependant que la production et la diffusion de connaissance sont présentes chez tous les acteurs ou presque, soit bien davantage que ce que l'indicateur national de dépense pour la biodiversité pourrait laisser supposer. Pour les acteurs interrogés, cela fait partie intégrante de la gestion : en favorisant le changement par le bas grâce à la sensibilisation des acteurs, mais aussi en permettant de « faire quelque chose » quand l'acteur ne peut pas agir directement de manière opérationnelle, par manque de moyens ou de légitimité (notamment pour les acteurs assez « jeunes »), de manière à inciter à l'action chez les autres. La connaissance, l'expertise, ou des compétences en médiation peuvent alors être des instruments stratégiques pour peser dans les politiques publiques.

Tableau 18: Cadre comptable pour la connaissance et la communication

Type d'action Niveau 1	Type d'action Niveau 2	Acteurs concernés	Codage	Proposition de mesure	Facilité de mesure	Propositions méthodologiques et difficultés particulières
Production de connaissance						
Recherche	Production de données	Chercheurs, citoyens, associations	2 – si l'artificialisation, l'usage des sols ou le lien avec la biodiversité est le sujet principal de la recherche 1 – si c'est un sujet parmi d'autres (ex : parmi d'autres sujets environnementaux / artificialisation parmi plusieurs sujets « biodiv »).	ETP Participants (sciences participatives)	difficile	Entretiens auprès des organismes de recherche et de sciences participatives
	Traitement des données	Chercheurs, agences, collectivités		ETP	moyen	
Diffusion	Publications			coût	moyen	
	Evénements liés à la recherche			coût	moyen	
Communication						
Communication interne	Formation des services	Entreprises, associations professionnelles	idem	ETP, coût	difficile	Entretiens auprès de l'ensemble des acteurs ou presque. L'éclatement rend difficile le systématisme.
	Publication de guides			coût	difficile	
Echanges	Echanges d'expérience	PNR, Agences		ETP	difficile	Les acteurs spécialisés (PNR, agences, service environnement des collectivités) et les associations professionnelles sont une bonne porte d'entrée.
	Médiation, animation territoriale			ETP	moyen	
Communication externe / grand public	Publications	Etat, Collectivités, PNR, Agences		coût	moyen	
	Formations		ETP, coût	moyen		

Conclusion et discussion des résultats

Cette étude s'est fixé pour objectif de développer un cadre d'analyse pour la gestion du problème d'artificialisation des sols en se plaçant du point de vue des écosystèmes. Nous nous sommes attachés à comprendre le problème de l'artificialisation et ses liens avec la biodiversité, à décrire son évolution et à étudier le système socio-économique de gestion de l'artificialisation.

Synthèse des résultats

Une première partie a permis d'identifier que l'artificialisation n'est pas un phénomène binaire et que ses effets sur la biodiversité ne sont pas univoques. La conversion d'espaces naturels et agricoles en espaces urbains s'accompagne souvent, mais pas toujours, d'une perte de potentiel biodiversité. En revanche, l'artificialisation s'accompagne presque toujours d'une perte de réversibilité (moindre probabilité de revenir à l'état naturel). Pour étudier l'artificialisation du point de vue de la biodiversité, il faut donc dépasser les grandes catégories agricole/naturel/artificialisé et aller davantage dans le détail des usages du sol. Les aspects qualitatifs, comme le caractère diffus de l'artificialisation et le degré de fragmentation du territoire, sont également déterminants pour l'impact sur les milieux naturels.

L'état des lieux réalisé en seconde partie permet de mieux cerner le problème de l'artificialisation et son évolution. Les données au niveau national ne permettent qu'une analyse relativement superficielle : elles montrent que l'artificialisation progresse à un rythme à peu près constant jusqu'en 2012, mais de manière inégale selon les territoires, et qu'elle touche particulièrement les terres agricoles, notamment des terres au fort potentiel agronomique.

L'Île-de-France est une région particulièrement artificialisée (à hauteur de 22%) et fragmentée. Cependant, le rythme de l'artificialisation tend à se ralentir depuis 1999, avec un déclin plus fort sur la période 2008-2012 (lié, notamment, à la crise de 2008). Après avoir perdu des surfaces jusqu'en 1999, les milieux naturels et les prairies ont tendance à augmenter – surtout par la conversion de terres labourées – avec un effet positif sur le potentiel biodiversité de la Région. Cependant certains milieux (naturels ouverts, notamment) subissent des changements d'usage des sols importants : même si leur surface nette augmente, ces mouvements pourraient fragiliser la biodiversité. Certains milieux rares tendent également à se banaliser. Les terres agricoles, comme ailleurs en France, sont les plus touchées par l'artificialisation – cela a peu d'effet sur la biodiversité à court terme, mais constitue une perte de réversibilité, car même les espaces ouverts urbains s'avèrent peu réversibles en pratique.

L'artificialisation progresse surtout par le développement de l'habitat individuel, avec une inégalité de consommation d'espace par rapport à l'habitat collectif. Ensuite viennent les activités, notamment celles qui enregistrent une forte expansion (entrepôts, logistique) et les parkings. Certains usages ne consomment pas beaucoup d'espace en valeur absolue, mais connaissent une forte croissance relative sur la période 99-2012 : commerces, bureaux, décharges, certains équipements et terrains sportifs. Leur progression est très supérieure à celle de la population, ce qui amène à s'interroger sur leur utilité économique et sociale.

La troisième partie se concentre sur le système socio-politique de gestion de l'artificialisation. L'artificialisation est rarement considérée comme un objet de gestion, mais plutôt comme l'effet de grandes tendances (démographiques, techniques) ou le résultat d'un défaut de coordination entre les acteurs. A l'inverse, ce rapport part de l'hypothèse que l'artificialisation résulte d'un système de gestion cohérent, modélisé ici selon trois « sphères » : la régulation, la gestion opérationnelle et la communication. Sur la base d'entretiens qualitatifs réalisés avec une diversité d'acteurs, un cadre comptable a pu être développé, centré sur les actions de gestion intentionnelle (qui ont pour objectif de limiter l'artificialisation). Il permet de classer les actions et de fournir des pistes de quantification.

Par ailleurs, les entretiens apportent de nombreuses informations sur le fonctionnement du système de gestion, les rapports entre acteurs et les difficultés rencontrées.

Il existe peu d'instruments de régulation servant spécifiquement à limiter la consommation d'espace. Le droit des sols, notamment, constitue plutôt un outil de compromis entre de nombreux objectifs. De par son caractère négocié et instable, il peut difficilement être un outil de régulation stricte : les pressions à l'étalement sont fortes (de la part des propriétaires, des entreprises, des habitants...). Dans le droit des sols, ce sont surtout les aires protégées qui limitent l'artificialisation. Les taxes sont peu utilisées pour limiter l'artificialisation (versement pour sous-densité, taxe sur les logements vacants) et certaines taxes ou subventions ont au contraire pour effet pervers d'inciter à l'étalement urbain. En revanche, les subventions à des projets de restauration (ou avec éco-conditionnalité liée à l'artificialisation) sont beaucoup utilisées par les agences et les collectivités, ce qui semble bien fonctionner et est mieux perçu que les taxes ou les normes.

Les normes qui s'appliquent directement aux projets, notamment l'obligation d'éviter, réduire et compenser les impacts, sont un des principaux outils de régulation. Les entretiens révèlent toutefois que cette obligation varie fortement selon les types d'autorisations et les types de projets, ce qui permet à de nombreux petits projets d'y échapper. Les autorisations sont, en réalité, souvent négociées avec l'administration (notamment pour les projets de grande taille) qui doit faire des compromis ; il semble que les projets qui n'appliquent pas réellement la séquence ERC et les projets de compensation de mauvaise qualité semblent demeurer aujourd'hui majoritaires.

Enfin, les acteurs mettent beaucoup en avant la régulation par les engagements volontaires et la valorisation de l'exemplarité (labels, concours...). C'est un mode d'action « positif » bien perçu par les acteurs, mais qui ne concerne qu'une petite partie des projets. Même si la vocation est d'essaimer et de pousser l'exemplarité toujours plus loin, l'effet de ce type de régulation sur les projets « classiques » est à examiner.

Les entretiens fournissent également des informations intéressantes sur la mise en œuvre opérationnelle de mesures visant à limiter l'artificialisation. Les classifications habituelles (ex : éviter/réduire/compenser) ne reflètent pas toujours la réalité opérationnelle des projets. On peut distinguer d'une part les mesures qui améliorent le « contenu biodiversité » de l'artificialisation : éco-conception, aménagements spécifiques pour la biodiversité dans les projets (passages à faune, toiture végétalisée...) qui correspondent aux mesures de réduction. L'intégration des enjeux biodiversité dans l'aménagement est encore embryonnaire : mises à part les infrastructures de transport pour lesquelles les mesures d'évitement et de réduction sont assez normalisées, l'aspect

« biodiversité » n'entre en jeu que dans une fraction de projets d'aménagements exemplaires. D'autre part, on trouve l'aménagement de zones réservées aux services écosystémiques : mise en place d'aires protégées, restauration de zones dégradées et de continuités écologiques. Ces zones peuvent être d'initiative publique (ex : espaces naturels sensibles) ou d'initiative privée, via les mesures compensatoires. Si le cadre diffère, les étapes de la réalisation sont globalement les mêmes et la frontière entre les deux modes d'action semble floue. En effet, les aménageurs se tournent de plus en plus vers les acteurs spécialistes de la biodiversité, notamment les collectivités et les agences publiques, pour trouver du foncier et mettre en œuvre la compensation. La mise en place progressive d'offres de compensation mutualisées renforce cette dynamique.

Enfin, l'ensemble des acteurs interrogés ou presque participent à des actions de type développement/diffusion de la connaissance ou de communication, via la recherche, les échanges d'expérience, les publications et formations en interne ou en externe. Ces actions sont perçues, selon les cas, comme un prélude nécessaire à l'action ou comme un moyen de mobilisation. En particulier, les acteurs qui manquent de moyens ou de légitimité pour mettre en œuvre des actions opérationnelles assurent un rôle de médiation, d'animation et de sensibilisation, afin de pousser les autres acteurs à agir et à s'organiser. Mais ce mode d'action rencontre ses limites : il est efficace lorsqu'il rencontre une volonté ou un intérêt à agir pour le changement et touche surtout des publics déjà sensibilisés. Le risque est que dans certains cas, ces actions se substituent à l'opérationnel : multiplier les études et les échanges fait peu de perdants et ne demande pas un engagement fort, c'est donc un mode d'action qui suscite peu l'opposition, mais risque d'être inefficace s'il n'est pas suivi d'actions opérationnelles.

Discussion et perspectives pour l'évaluation des politiques publiques

Ce rapport permet de faire quelques propositions pour améliorer l'évaluation du problème d'artificialisation des sols du point de vue de la biodiversité. Il serait nécessaire de suivre l'artificialisation plus en détail sur le plan quantitatif (en différenciant davantage les usages du sol) mais aussi de mettre l'accent sur l'aspect qualitatif, notamment la fragmentation et le caractère diffus de l'artificialisation, sous peine d'occulter un pan entier du problème. Des données précises de type MOS sont nécessaires pour suivre l'artificialisation et tirer des conclusions fiables sur l'évolution des usages du sol, en comparaison des données actuelles au niveau national (TL et CLC), trop peu précises et parfois contradictoires.

Le cadre comptable proposé pour la gestion de l'artificialisation a vocation à servir de support pour l'évaluation future. Il tente de répondre à la question : *A qui demander des comptes sur la gestion intentionnelle de l'artificialisation, et comment pourrait-on procéder ?* Les actions sont classées selon une logique qu'une enquête de terrain pourrait suivre (mis à part le cadre pour la connaissance/communication, qui est largement transversal), en indiquant lorsque c'était possible vers quels acteurs se tourner en priorité, quels étaient les meilleurs « contacts d'entrée » et les actions plus ou moins faciles à mesurer. Ainsi ce cadre fournit des outils pour étudier, par exemple, la place respective des actions publiques et privées, la part du discours et de l'opérationnel, ou encore les coûts de la régulation. Cette étude permet également de dégager quelques hypothèses qui pourraient être testées dans une évaluation plus approfondie.

Tout d'abord, la régulation de l'artificialisation semble peu uniforme. Certaines règles dépendent de la stratégie des collectivités : droit des sols, mais aussi certaines taxes modulables par les collectivités. La concurrence entre territoires et le déséquilibre entre grandes et petites communes (ces dernières subissant davantage les pressions à l'étalement et ayant moins de capacités pour les réguler) renforcent les disparités.

Les réglementations qui s'appliquent directement aux projets d'aménagement varient en pratique selon le type de projet, sa taille, et la négociation avec l'administration, car le traitement des dossiers n'est pas nécessairement guidé par une doctrine commune et claire. Cette régulation « au cas par cas » semble particulièrement coûteuse au vu des éléments qui reviennent dans les entretiens. Elle nécessite une gestion au sein de l'entreprise (constitution du dossier), un examen par les services de l'État, mais aussi des activités d'accompagnement de la part des agences environnementales ou des collectivités, notamment pour aider les maîtres d'ouvrage à trouver des solutions de compensation. Cela génère des coûts de fonctionnement supplémentaires, des délais parfois importants et surtout une incertitude pour le maître d'ouvrage.

La régulation de l'artificialisation apparaît comme plutôt souple et inégale, reposant peu sur des outils systématiques et contraignants. Des normes théoriquement strictes ont également un caractère négocié et peuvent être, en pratique, souplement appliquées.

Sur le volet opérationnel, on peut considérer d'un œil critique la focalisation du débat scientifique et public sur la compensation écologique, car une grande partie de la restauration est d'initiative publique. Il serait intéressant de comparer les dépenses engagées, pour évaluer le rôle relatif du public et du privé – en assurant un suivi plus complet des mesures compensatoires sur un territoire, ainsi que des projets de restauration d'initiative publique (ce que font en partie les agences environnementales ou le réseau Trame verte et bleue, par exemple). La compensation écologique constitue, en pratique, une forme juridique particulière pour des actions de préservation ou de restauration qui existent déjà et sont menées depuis beaucoup plus longtemps par les acteurs publics. La loi oblige à séparer les deux, pour éviter que la compensation ne *remplace* les politiques volontaristes, mais on observe que les mêmes structures interviennent souvent pour gérer ou accompagner ces actions. Le système actuel présente des analogies avec, par exemple, une taxation des entreprises pour financer des gestionnaires d'espaces naturels – mais on peut émettre l'hypothèse qu'il est moins systématique, et probablement plus coûteux que le serait une taxe.

Les résultats intermédiaires de cette étude, les hypothèses dégagées ainsi que le cadre comptable ainsi que les préconisations méthodologiques proposées pourraient être intégrées à une évaluation future, qui mobiliserait davantage d'entretiens ainsi que des sources de données quantitatives et représentatives. La recherche pourrait également s'enrichir de comparaisons internationales, relativement peu présentes dans la littérature scientifique sur la question de l'artificialisation.

Annexe 1 : Détail des entretiens réalisés

Acteur interrogé	Service(s) ou personne(s)	Référence citations
Etat		
Ministère de l'environnement	Agriculture, sols et biodiversité	Min envi
Ministère du logement	Direction aménagement durable	Min log
CGDD	Service observations et statistiques	CGDD
Services déconcentrés		
DDT des Yvelines	Autorisations loi sur l'eau	DDT
Collectivités		
Conseil départemental de Seine et Marne	Service espaces naturels	CD77
Conseil départemental des Yvelines	Mission sur la compensation	CD78
Conseil départemental de Seine St Denis	Observatoire de la biodiversité urbaine	CD93
Conseil départemental du Val d'Oise	Service espaces naturels	CD95
CA de Marne et Gondoire	Service environnement	CA MG
CA Paris Vallée de la Marne	Service et élue chargée de l'urbanisme	CA PVM
Commune de Choconin Neufmontiers	Elu chargé de l'urbanisme	Commune
Agences		
Institut d'urbanisme d'Île-de-France	Service espaces naturels	IAU
Natureparif	Service forum des acteurs	Natureparif
Agence des espaces verts		AEV
PNR Vercors	Police de l'environnement	PNR
autres PNR	Natura 2000, espaces naturels	PNR
Aménageurs		
EPAMARNE	Direction commerciale	Aménageur EPA
Cergy Pontoise Aménagement	Direction opérations	Aménageur CPA
Entreprises		
EDF	Service biodiversité	Entr. EDF
Sofilo (filiale EDF gestion immobilière)	Chef d'opération	Entr. Sofilo
ICADE (promotion)	Chef de projet	Entr. Icade
GSM Granulats (extraction)	Service foncier et environnement	Entr. GSM
Les Jardins de Gally (paysagiste)	Service bureau d'études	Entr. Gally
Elan (filiale AMO de Bouygues bâtiment)	Service biodiversité	Entr. Elan
Société du Grand Paris	Direction ingénierie environnementale	Entr. SGP
SNCF Réseaux	Service environnement	Entr. SCNF
Associations		
Val d'Oise Environnement		Association VOE
Collectif pour le triangle de Gonesse		Association CPTG
Centre International Biodiv. et Immobilier		Association CIBI

Annexe 2 : Guide d'entretien indicatif

Thème	Questions et exemples
Présentation de la recherche	- présentation succincte - échange / questions à ce sujet si besoin, si la personne est demandeuse
La personne interrogée dans la structure	- Rôle, principales missions : <i>Pouvez-vous m'expliquer sur quel sujet vous travaillez ? Quelle est votre mission ?</i>
Politique en lien avec l'artificialisation	→ soit proposer de parler d'un projet déjà identifié → soit discuter pour identifier un projet ensemble. <i>J'aimerais qu'on développe un exemple précis, ça peut être un projet d'aménagement récent par exemple. Auriez-vous un exemple en tête ?</i> <i>Quelle est la dernière opération sur laquelle vous avez travaillé ?</i> - Raconter le déroulé du projet, le ou les cas choisis(s) - Identifier les acteurs impliqués et leurs relations <i>Racontez-moi comment ça a commencé / comment ça s'est passé.</i> <i>Avec qui avez-vous travaillé ? Avez-vous eu des difficultés ?</i> <i>Quels étaient les objectifs ? Et les résultats, pour l'instant ?</i>
Elements de quantification	- Reprendre les acteurs évoqués <i>Vous étiez combien à travailler dessus ? A plein temps ?</i> <i>Quel était le budget total du projet ? Comment cela se répartit ?</i> - Questions globales sur la structure : <i>Combien de personnes travaillent dans le service ? A votre avis, combien travaillent sur des sujets liés à la biodiversité</i>
Conclusion	<i>Pensez-vous à quelque chose dont vous aimeriez parler et que nous n'avons pas encore abordé ?</i> - demande de contacts - (si le temps le permet) questions de précision sur des points évoqués.

Ce guide est indicatif et reste très général. En pratique, les entretiens ont été préparés avec un guide adapté à la situation presque à chaque fois, basé sur les informations déjà connues sur la structure, les hypothèses dégagées grâce aux entretiens précédents, éventuellement des documents envoyés au préalable par la personne interrogée.

Les premiers entretiens (avec l'IAU, Natureparif...) ont été également l'occasion d'échanger de manière plus large sur le sujet de la recherche.

Annexe 3 : Evolution de l'usage des sols dans le MOS, toutes périodes

	MOS82	MOS87	MOS90	MOS94	MOS99	MOS03	MOS08	MOS12
Espaces agricoles	655 138	648 842	641 942	634 238	624 438	618 403	607 611	604 429
<i>dont terres labourées</i>	613 219	612 602	606 638	600 086	583 016	571 354	552 273	551 264
<i>dont prairies</i>	35 063	30 015	29 255	28 079	34 036	39 681	47 450	45 433
<i>dont autres</i>	6 855	6 226	6 049	6 073	7 386	7 368	7 888	7 732
Espaces naturels	329 684	327 982	326 854	325 332	322 737	324 083	328 679	329 289
<i>dont forêts</i>	291 017	289 292	288 551	288 046	288 217	287 197	286 979	287 313
<i>dont espaces ouverts</i>	25 427	25 048	24 309	22 788	19 686	21 760	26 205	26 380
<i>dont surfaces en eau</i>	13 239	13 642	13 994	14 499	14 834	15 125	15 495	15 597
Espaces artificialisés	221 677	229 674	237 702	246 928	259 323	264 012	270 208	272 780
<i>dont espaces ouverts</i>	63 286	64 799	66 260	70 979	72 619	73 933	75 082	74 488
<i>dont espaces revêtus ou bâtis</i>	150 086	158 469	162 559	169 612	178 987	183 876	189 722	192 551
<i>dont carrières, décharges et chantiers</i>	8 306	6 406	8 884	6 337	7 717	6 203	5 404	5 741

	Evolution entre chaque période, en ha/an						
	82-87	87-90	90-94	94-99	99-03	03-08	08-12
Espaces agricoles	-1 259	-2 300	-1 926	-1 960	-1 509	-2 158	-796
<i>dont terres labourées</i>	-124	-1 988	-1 638	-3 414	-2 915	-3 816	-252
<i>dont prairies</i>	-1 010	-253	-294	1 191	1 411	1 554	-504
<i>dont autres</i>	-126	-59	6	263	-4	104	-39
Espaces naturels	-340	-376	-380	-519	336	919	153
<i>dont forêts</i>	-345	-247	-126	34	-255	-44	83
<i>dont espaces ouverts</i>	-76	-247	-380	-620	519	889	44
<i>dont surfaces en eau</i>	81	117	126	67	73	74	26
Espaces artificialisés	1 599	2 676	2 307	2 479	1 172	1 239	643
<i>dont espaces ouverts</i>	303	487	1 180	328	328	230	-148
<i>dont espaces revêtus ou bâtis</i>	1 677	1 363	1 763	1 875	1 222	1 169	707
<i>dont carrières, décharges et chantiers</i>	-380	826	-637	276	-378	-160	84

Annexe 4 : Changements bruts d'usage des sols entre 1999 et 2012

	MOS 2012					
MOS 1999	Forêts	Espaces naturels	Espaces agricoles	Espaces ouverts artificialisés	Espaces revêtus ou bâtis	Carrières, décharges et chantiers
Forêts	21 930	78	34	43	65	20
Espaces naturels	123	2 231	114	67	89	30
Espaces agricoles	39	700	46 291	344	495	164
Espaces ouverts artificialisés	6	25	18	5 088	408	41
Espaces revêtus ou bâtis	0	20	7	78	13 588	75
Carrières, décharges et chantiers	2	175	29	109	166	113

Source : données MOS, exploitation personnelle.

Annexe 5 : Usages des nouvelles surfaces artificialisées, MOS 81 postes

Description	MOS99	MOS12	Variation 99-12 (ha)	Variations 99- 12 (en%)	Gagné sur NA (ha)	Perdu sur NA (ha)	Bilan NA net	% artificio- lisation	gagné sur A	Perdu sur A	Bilan A net
Parcs ou jardins	26 999	27 173	174	0,64%	987	113	874	6,50%	703	1 403	-700
Jardins familiaux	1 116	1 029	-87	-7,78%	79	56	23	0,17%	37	146	-110
Jardins de l'habitat individuel	11 444	11 101	-343	-3,00%	664	36	628	4,67%	179	1 150	-972
Jardins de l'habitat rural	7 479	7 020	-460	-6,14%	148	82	66	0,49%	10	536	-526
Jardins de l'habitat continu bas	565	517	-47	-8,40%	7	3	4	0,03%	8	59	-51
Terrains de sport en plein air	4 170	4 153	-17	-0,41%	178	27	151	1,12%	152	320	-168
Tennis découverts	954	898	-56	-5,87%	12	1	11	0,08%	24	91	-67
Baignades	17	17	0	1,14%	1	0	0	0,00%	1	1	0
Parcs d'évolution d'équipements sportifs	361	525	164	45,47%	185	32	153	1,14%	31	20	11
Golfs	3 870	4 132	262	6,78%	228	3	225	1,67%	49	12	38
Hippodromes	659	642	-18	-2,67%	16	7	9	0,07%	0	27	-27
Camping, caravaning	832	871	39	4,75%	36	6	30	0,22%	18	9	9
Parcs liés aux activités de loisirs sauf parcs de châteaux	353	374	21	5,85%	17	0	17	0,13%	26	22	3
Cimetières	1 968	2 004	36	1,83%	31	2	28	0,21%	19	11	8
Surfaces engazonnées avec ou sans arbustes	7 505	10 521	3 016	40,19%	2612	134	2 478	18,41%	1 241	703	538
Terrains vacants	4 326	3 510	-816	-18,86%	713	127	587	4,36%	1 017	2 420	-1 403
Habitat individuel	60 522	64 564	4 042	6,68%	2101	18	2 083	15,48%	2 369	410	1 959
Ensembles d'habitat individuel identique	15 863	17 335	1 472	9,28%	941	0	941	6,99%	553	23	531
Habitat rural	12 782	12 830	48	0,37%	171	32	138	1,03%	50	140	-91
Habitat continu bas	6 506	7 425	918	14,12%	217	1	217	1,61%	790	88	701
Habitat collectif continu haut	4 071	4 076	5	0,13%	1	0	1	0,01%	18	15	4
Habitat collectif discontinu	10 900	11 430	530	4,86%	52	1	51	0,38%	612	132	480
Prisons	68	102	35	51,14%	33	0	33	0,25%	2	0	1
Habitat autre	626	785	158	25,29%	96	1	95	0,70%	87	24	64
Production d'eau	1 021	1 016	-5	-0,45%	4	3	1	0,01%	6	12	-6
Assainissement	674	720	46	6,89%	113	90	23	0,17%	54	31	23
Electricité	573	545	-28	-4,91%	32	11	21	0,16%	9	59	-49
Gaz	152	192	40	26,47%	35	1	33	0,25%	19	12	7
Pétrole	530	506	-23	-4,44%	15	15	0	0,00%	3	26	-23
Infrastructures autres	74	69	-5	-7,27%	2	0	2	0,01%	3	10	-7
Activités en tissu urbain mixte	5 725	5 812	87	1,51%	390	32	358	2,66%	376	647	-271
Grandes emprises industrielles	1 954	1 511	-444	-22,69%	7	2	5	0,04%	13	462	-448
Zones d'activités économiques	7 364	8 333	969	13,15%	643	4	639	4,75%	789	459	330

Description	MOS99	MOS12	Variation 99-12 (ha)	Variations 99- 12 (en%)	Gagné sur NA (ha)	Perdu sur NA (ha)	Bilan NA net	% artificio- lisation	gagné sur A	Perdu sur A	Bilan A net
Entreposage à l'air libre	3 167	4 220	1 052	33,23%	817	81	735	5,46%	772	455	317
Entrepôts logistiques	987	1 771	784	79,37%	574	0	574	4,27%	251	42	209
Grandes surfaces commerciales	803	1 063	259	32,30%	125	0	125	0,93%	175	40	135
Autres commerces	369	441	71	19,26%	31	0	31	0,23%	59	19	41
Grands magasins	15	15	0	-0,75%	0	0	0	0,00%	1	1	0
Stations-service	174	177	3	1,78%	9	1	8	0,06%	12	17	-5
Bureaux	1 447	1 930	483	33,38%	54	0	54	0,40%	470	41	429
Installations sportives couvertes	898	998	101	11,20%	29	1	28	0,21%	106	33	73
Centres équestres	705	1 022	317	45,02%	275	33	242	1,80%	90	15	75
Piscines couvertes	120	125	5	4,17%	2	0	2	0,02%	12	9	3
Piscines en plein air	61	56	-5	-7,49%	1	0	0	0,00%	1	6	-5
Autodromes	158	161	4	2,34%	1	0	1	0,01%	3	0	2
Enseignement de premier degré	3 025	3 092	67	2,22%	39	0	39	0,29%	102	74	28
Enseignement secondaire	1 849	1 946	97	5,24%	39	0	38	0,28%	111	53	59
Enseignement supérieur	368	417	49	13,24%	7	0	7	0,05%	46	4	42
Enseignement autre	550	546	-4	-0,74%	7	1	6	0,04%	18	28	-10
Hôpitaux, cliniques	1 074	1 115	41	3,81%	28	0	28	0,21%	53	40	13
Autres équipements de santé	319	335	16	5,10%	11	0	11	0,08%	16	11	5
Grands centres de congrès et d'exposition	100	111	11	10,97%	0	0	0	0,00%	11	0	11
Équipements culturels et de loisirs	125	131	6	4,51%	1	0	1	0,01%	7	3	5
Sièges d'administrations territoriales	34	34	0	-1,04%	1	0	1	0,01%	0	2	-1
Équipements de missions de sécurité civile	306	324	18	5,88%	13	0	13	0,10%	12	7	5
Équipements d'accès au public limité	2 707	2 605	-102	-3,77%	26	5	21	0,16%	34	157	-123
Mairies	248	247	-1	-0,33%	0	0	0	0,00%	3	4	-1
Marchés permanents	118	110	-7	-6,28%	0	0	0	0,00%	2	9	-7
Lieux de culte	408	409	1	0,23%	0	0	0	0,00%	4	3	1
Autres équipements de proximité	1 294	1 332	38	2,95%	27	1	27	0,20%	77	65	11
Emprises de transport ferré	8 331	8 394	63	0,75%	192	9	183	1,36%	22	142	-120
Voies de plus de 25 m d'emprise	11 070	11 701	632	5,71%	418	3	415	3,08%	308	91	217
Parkings de surface	6 368	7 774	1 406	22,08%	806	9	797	5,92%	1 102	493	609
Parkings en étages	73	92	19	25,58%	2	0	2	0,01%	20	3	17
Gares routières, dépôts de bus	92	87	-5	-5,90%	2	0	2	0,01%	4	12	-7
Installations aéroportuaires	2 219	2 519	300	13,53%	57	1	55	0,41%	288	43	245
Extraction de matériaux	3 202	2 189	-1 013	-31,65%	1170	1 997	-826	-6,14%	14	201	-187
Décharges	370	781	412	111,31%	338	52	286	2,12%	145	19	126
Chantiers	4 145	2 771	-1 373	-33,13%	1254	628	627	4,66%	1 453	3 452	-2 000

Annexe 6 : Précisions méthodologiques sur l'indicateur national de dépense de protection de la biodiversité et des paysages

Les acteurs et sources d'informations prises en compte dans le calcul de l'indicateur :

Acteurs publics :

- - le Ministère de l'environnement : politiques de la nature, dans ses volets Natura 2000, Sites et Paysages, réintroduction d'espèces protégées, réserves naturelles, inventaires (avec le MNHN) et conservation génétique
- - les Conservatoires d'espaces naturels & Conservatoire du littoral
- - les Parcs nationaux
- - les PNR
- - les collectivités locales : Régions, Départements, Communes
- - l'Agence des Aires marines protégées
- - les Agences de l'eau pour le volet entretien des milieux aquatiques et humides
- - l'ONF
- - quelques dépenses du MAAF sur la prévention des incendies
- - les réparations pour dommages causés par des animaux protégés

Associations :

- activités des associations de protection de la nature (recensement par l'INSEE des budgets des associations). Pas de précisions sur les critères selon lesquels les associations sont choisies.

Acteurs du secteur productif :

- - enquête Antipol (dépenses de réduction des impacts – enquête auprès des entreprises industrielles uniquement)
- - enquête auprès des sociétés d'autoroute
- - 1 % paysages : dispositif par lequel le maître d'ouvrage d'un projet routier s'engage à financer des actions et des études portées par des collectivités (sur les aspects paysage) à hauteur de 1% du montant de l'opération
- - paiement des mesures agro-environnementales par le MAAF

Bibliographie

- AEE. (2006). Urban sprawl in Europe: the ignored challenge. Agence européenne pour l'environnement.
- AEE. (2015). L'environnement en Europe : état et perspectives 2015. Agence européenne pour l'environnement.
- Agreste. (2014). Utilisation du territoire en France métropolitaine. *Agreste Primeur* (313).
- Aguejda, R. (2009). Etalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole. Thèse de doctorat. Université Rennes 2.
- Association Négawatt. (2015). Scénario Négawatt. En route pour la transition énergétique. Actes Sud.
- Avner, P., Viguié, V. et Hallegatte, S. (2014). Le versement pour sous densité : analyse d'un outil de densification urbaine et premiers retours d'expérience. *Point Climat - CDC Climat recherche* (36).
- Bazin, P. et Mermet, L. (1999). L'évaluation des politiques zones humides de 1994: son origine, son déroulement, ses résultats. *Annales des Mines/Responsabilité & Environnement* (14) : 79-89.
- Benhammou, F. et Mermet, L. (2003). Stratégie et géopolitique de l'opposition à la conservation de la nature: le cas de l'ours des Pyrénées. *Natures Sciences Sociétés* 11(4) : 381-393.
- Billé, R. et Mermet, L. (2002). Sectoralization of an integrated coastal management programme: A case study in Madagascar. *Journal of environmental planning and management* 45(6) : 913-926.
- Blandin, P. (2010). Biodiversité, l'avenir du vivant. Albin Micheld.
- Bourgeois, M. (2015). Impacts écologiques des formes d'urbanisation : modélisations urbaines et paysagères. Thèse de doctorat. Université de Besançon.
- Bouteille, A. (2008). Les déterminants économiques de la densité parcellaire. *Etudes foncières* (135) : 6-10.
- Brook, B.W., Sodhi, N.S. et Bradshaw, C.J. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution* 23(8) : 453-460.
- Castel, J.-C. (2005). Le marché favorise-t-il la densification? Peut-il produire de l'habitat alternatif à la maison individuelle ? Présenté à Colloque Association Etudes foncières du 14.10.2005.
- Castel, J.-C. (2007). De l'étalement urbain à l'émiettement urbain. Deux tiers des maisons construites en diffus. *Les annales de la recherche urbaine* (102).
- CDB. (2014). Perspectives mondiales de la diversité biologique. 4e édition. Montréal: Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.
- CEREMA. (2015). Analyse de 10 SCoT « Grenelle ». La consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers dans les SCoT (fiche n°2).
- CEV. (2015). Avis du 16 juillet 2015 sur la fiscalité et l'artificialisation des sols. Comité pour l'économie verte.
- CGDD. (2010). Coûts et avantages des différentes formes urbaines. Synthèse de la littérature économique. *Etudes et documents* (18) Consulté à l'adresse <http://urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Urbamet/0293/Urbamet-0293108/CDU0188708.pdf>.
- CGDD. (2011). L'artificialisation des sols s'opère au détriment des terres agricoles. *Le point sur* (75).
- CGDD. (2012). Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure. *La Revue du CGDD* (mars 2012).
- CGDD. (2013a). Les prairies permanentes : évolution des surfaces en France. *Etudes et documents* (96).

- CGDD. (2013b). Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. *Références*.
- Chakir, R. et Le Gallo, J. (2013). Predicting land use allocation in France: A spatial panel data analysis. *Ecological Economics* 92 : 114-125.
- Charmes, E. (2007). Les Périurbains sont-ils anti-urbains ? *Les Annales de la recherche urbaine* 102 : 7-18.
- Charmes, E. (2013). L'artificialisation est-elle vraiment un problème quantitatif ? *Etudes foncières* (162).
- Clergeau, P. (2007). Une écologie du paysage urbain. Apogée.
- Club Ville et Aménagement. (2015). L'aménageur, l'environnement et les procédures. Rapport du groupe de travail n°5.
- Dablang, L. et Andriankaja, D. (2011). Desserrement logistique en Île-de-France: la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret. *Flux* (3) : 72-88.
- Daly, H.E. et Farley, J. (2011). Ecological economics: principles and applications. Island press.
- De Keersmaecker, M.-L. (2002). Les coûts de la désurbanisation. Namur: Ministère de la région wallonne.
- Delattre, L., Chanel, O. et Napoléone, C. (2012). Comment modéliser les déterminants locaux de préservation des espaces non-artificialisés en France ? L'apport d'une confrontation littérature-terrain. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* (5) : 805-829.
- Dey, C. et Russell, S. (2014). Who speaks for the river? *Accounting for Biodiversity* 245.
- Dupuy, G. (2010). Le maire, l'accession sociale et le promoteur. La négociation entre élus locaux et promoteurs: une analyse stratégique. *Habitat Actualité*.
- EPF Région Nord - Pas-de-Calais. (2004). 14 ans de requalification de friches industrielles dans la Région Nord - Pas-de-Calais.
- Feger, C. (2016). Nouvelles comptabilités au service des écosystèmes. AgroParisTech.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., ... Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309(5734) : 570-574.
- GREET Nord – Pas-de-Calais/BIOTOPE. (2008). Analyse des potentialités écologiques du territoire régional Consulté à l'adresse http://www.observatoire-biodiversite-npdc.fr/fichiers/documents/documentation/potentialites_ecologiques.pdf.
- Guerrini, B., Schmitt, M. et Cottenceau, I. (2015). Naturopolis - série documentaire. Documentaire, ARTE.
- Haines-Young, R. (2009). Land use and biodiversity relationships. *Land use policy* 26 : S178-S186.
- Huyghe, C. (2007). Place des prairies permanentes dans les territoires français: regard historique. *Fourrages* (189).
- IAU ÎdF. (2014). MOS 1982-2012 : de la carte au territoire. *Les Cahiers de l'IAU ÎdF* (169).
- IAU ÎdF. (2015). Ecomos 2008 : huit ans d'évolution des milieux naturels en Île-de-France. *Note rapide de l'IAU ÎdF* (677).
- IAU ÎdF. (2016). Comprendre la consommation des espaces agricoles et naturels. Glossaire pédagogique Consulté à l'adresse <http://www.iau-idf.fr/savoir-faire/nos-travaux/edition/comprendre-la-consommation-des-espaces-agricoles-et-naturels.html>.
- Imhoff, M.L., Bounoua, L., Ricketts, T., ... Lawrence, W.T. (2004). Global patterns in human consumption of net primary production. *Nature* 429(6994) : 870-873.
- Jaeger, J.A. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape ecology* 15(2) : 115-130.
- Krauss, J., Bommarco, R., Guardiola, M., ... Pino, J. (2010). Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology letters* 13(5) : 597-605.

- Laplaige, I., Melot, R. et Delattre, L. (2014). Les facteurs réglementaires de l'étalement urbain. *La revue foncière* (1) : 20–23.
- Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., ... Roger-Estrade, J. (2008). Agriculture et biodiversité, valoriser les synergies. INRA.
- Lemercier, B. et Walter, C. (2011). L'état des sols de France Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00729367/>.
- Liénard, S. et Clergeau, P. (2011). Trame Verte et Bleue : Utilisation des cartes d'occupation du sol pour une première approche qualitative de la biodiversité. *Cybergeo : European Journal of Geography* (519) Consulté à l'adresse <http://cybergeo.revues.org/23494>.
- Maresca, B. et Mercurio, G. (2014). Le coût résidentiel. Coût privé, coût public de l'étalement urbain (No. 321). CREDOC Consulté à l'adresse <http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C321.pdf>.
- Medarova-Bergstrom, K., Kettunen, M., Illes, A., ... Hart, K. (2015). Tracking Biodiversity Expenditure in the EU Budget - PART I - Guidance on definition and criteria for biodiversity expenditure in the EU budget - FINAL REPORT (No. ENV.B.2/ETU/2013/0061r). Brussels, Belgium: European Commission – DG ENV Consulté à l'adresse http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/pdf/financing_part_1.pdf.
- MEDDE. (2014). Cinquième rapport national de la France à la Convention sur la diversité biologique. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.
- Mermet, L. (2005). Et si les « gagnants-gagnants » avaient « gagné-perdu » ? Pour une comptabilité analytique des enjeux de la négociation. *Négociations* 1 : 11-26.
- Mermet, L. (2014). Conserver et restaurer la biodiversité : un problème d'action stratégique. In M. Gauthier-Clerc, F. Mesléard & J. Blondel (éd.), *Sciences de la conservation*. De Boeck.
- Mermet, L., Bille, R. et Leroy, M. (2010). Concern-focused evaluation for ambiguous and conflicting policies: an approach from the environmental field. *American journal of evaluation* 31(2) : 180-198.
- Mermet, L., Billé, R., Leroy, M., ... Poux, X. (2005). L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences Sociétés* 13(2) : 127-137.
- Moncorps, S. et Lefebvre, T. (2010). Les espaces protégés français : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité. Comité français de l'UICN.
- Newman, P.W. et Kenworthy, J.R. (1996). The land use—transport connection: An overview. *Land use policy* 13(1) : 1-22.
- Obs'64. (2016, avril). Modélisation de la trame verte écologique. Outil d'évaluation de la biodiversité potentielle d'un territoire. *Les cahiers méthodologiques* (3).
- ONCEA. (2014). Panorama de la quantification de l'évolution nationale des surfaces agricoles. Observatoire national de la consommation d'espaces agricoles.
- Orée. (2014). Deuxième année d'application du dispositif français de reporting extra-financier. Bilan et perspectives.
- Pham, H.-V., Kirat, T. et Torre, A. (2013). Les conflits d'infrastructures en Ile de France. Des révélateurs des imperfections de la décision publique dans les espaces ruraux et périurbains. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* (février 2013) : 203-229.
- Quétier, F., Regnery, B., Jacob, C. et Levrel, H. (2015). Les contours flous de la doctrine éviter-réduire-compenser de 2012. In *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement. Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*.
- Raimbault, N., Douet, M. et Frémont, A. (2013). Les implantations logistiques entre réseaux et territoires. *L'Espace géographique* (42) : 32-43.
- Région IDF. (2013). Île-de-France 2030 - Schéma directeur de la Région Île-de-France - vol. 4. Evaluation environnementale.

- Richard, J. et Collette, C. (2008). Comptabilité générale-8e éd.: Système français et normes IFRS. Dunod.
- Sainteny, G., Salles, J.-M., Duboucher, P., ... Pujol, J.-L. (2011). Les aides publiques dommageables à la biodiversité. Paris: Centre d'Analyse Stratégique.
- Serrano, J. et Vianey, G. (2011). Consommation d'espace agricole et relations entre acteurs privés et publics : un management en faveur de l'artificialisation. *Noréis* (221) : 111-124.
- Tiphaine Leménager. (2015). Comptabiliser le financement de la biodiversité dans l'aide publique au développement : un casse-tête technique, politique et organisationnel. In *Développement et biodiversité : comment négocier le tournant environnemental ?* Paris: AFD.
- Turner, B.L., Lambin, E.F. et Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(52) : 20666-20671.
- UNEP. (1994). Methodologies for estimating funding needs. UNEP/CBD/IC/2/16.
- Vanpeene-Bruhier, S., Pissard, P.-A. et Kopf, M. (2013). Prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement: comment améliorer la commande des études environnementales? *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* 4(1).
- Vernier, J. (2015). Moderniser l'évaluation environnementale.
- Vilmin, T. (2008). L'aménagement urbain en France (nouvelle édition.). Editions du CERTU.

- AEE. (2006). Urban sprawl in Europe: the ignored challenge. Agence européenne pour l'environnement.
- AEE. (2015). L'environnement en Europe : état et perspectives 2015. Agence européenne pour l'environnement.
- Agreste. (2014). Utilisation du territoire en France métropolitaine. *Agreste Primeur* (313).
- Aguejda, R. (2009). Etalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole. Thèse de doctorat. Université Rennes 2.
- Association Négawatt. (2015). Scénario Négawatt. En route pour la transition énergétique. Actes Sud.
- Avner, P., Viguié, V. et Hallegatte, S. (2014). Le versement pour sous densité : analyse d'un outil de densification urbaine et premiers retours d'expérience. *Point Climat - CDC Climat recherche* (36).
- Bazin, P. et Mermet, L. (1999). L'évaluation des politiques zones humides de 1994: son origine, son déroulement, ses résultats. *Annales des Mines/Responsabilité & Environnement* (14) : 79-89.
- Benhammou, F. et Mermet, L. (2003). Stratégie et géopolitique de l'opposition à la conservation de la nature: le cas de l'ours des Pyrénées. *Natures Sciences Sociétés* 11(4) : 381-393.
- Billé, R. et Mermet, L. (2002). Sectoralization of an integrated coastal management programme: A case study in Madagascar. *Journal of environmental planning and management* 45(6) : 913-926.
- Blandin, P. (2010). Biodiversité, l'avenir du vivant. Albin Micheld.
- Bourgeois, M. (2015). Impacts écologiques des formes d'urbanisation : modélisations urbaines et paysagères. Thèse de doctorat. Université de Besançon.
- Bouteille, A. (2008). Les déterminants économiques de la densité parcellaire. *Etudes foncières* (135) : 6-10.
- Brook, B.W., Sodhi, N.S. et Bradshaw, C.J. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution* 23(8) : 453-460.

- Castel, J.-C. (2005). Le marché favorise-t-il la densification? Peut-il produire de l'habitat alternatif à la maison individuelle ? Présenté à Colloque Association Etudes foncières du 14.10.2005.
- Castel, J.-C. (2007). De l'étalement urbain à l'émiettement urbain. Deux tiers des maisons construites en diffus. *Les annales de la recherche urbaine* (102).
- CDB. (2014). Perspectives mondiales de la diversité biologique. 4e édition. Montréal: Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.
- CEREMA. (2015). Analyse de 10 SCoT « Grenelle ». La consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers dans les SCoT (fiche n°2).
- CEV. (2015). Avis du 16 juillet 2015 sur la fiscalité et l'artificialisation des sols. Comité pour l'économie verte.
- CGDD. (2010). Coûts et avantages des différentes formes urbaines. Synthèse de la littérature économique. *Etudes et documents* (18) Consulté à l'adresse <http://urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Urbamet/0293/Urbamet-0293108/CDU0188708.pdf>.
- CGDD. (2011). L'artificialisation des sols s'opère au détriment des terres agricoles. *Le point sur* (75).
- CGDD. (2012). Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure. *La Revue du CGDD* (mars 2012).
- CGDD. (2013a). Les prairies permanentes : évolution des surfaces en France. *Etudes et documents* (96).
- CGDD. (2013b). Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. *Références*.
- Chakir, R. et Le Gallo, J. (2013). Predicting land use allocation in France: A spatial panel data analysis. *Ecological Economics* 92 : 114-125.
- Charmes, E. (2007). Les Périurbains sont-ils anti-urbains ? *Les Annales de la recherche urbaine* 102 : 7-18.
- Charmes, E. (2013). L'artificialisation est-elle vraiment un problème quantitatif ? *Etudes foncières* (162).
- Clergeau, P. (2007). Une écologie du paysage urbain. Apogée.
- Club Ville et Aménagement. (2015). L'aménageur, l'environnement et les procédures. Rapport du groupe de travail n°5.
- Dablanc, L. et Andriankaja, D. (2011). Desserrement logistique en Île-de-France: la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret. *Flux* (3) : 72-88.
- Daly, H.E. et Farley, J. (2011). *Ecological economics: principles and applications*. Island press.
- De Keersmaecker, M.-L. (2002). Les coûts de la désurbanisation. Namur: Ministère de la région wallonne.

Delattre, L., Chanel, O. et Napoléone, C. (2012). Comment modéliser les déterminants locaux de préservation des espaces non-artificialisés en France ? L'apport d'une confrontation

littérature-terrain. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* (5) : 805-829.

Dey, C. et Russell, S. (2014). Who speaks for the river? *Accounting for Biodiversity* 245.

Dupuy, G. (2010). Le maire, l'accession sociale et le promoteur. La négociation entre élus locaux et promoteurs: une analyse stratégique. *Habitat Actualité*.

EPF Région Nord - Pas-de-Calais. (2004). 14 ans de requalification de friches industrielles dans la Région Nord - Pas-de-Calais.

Feger, C. (2016). Nouvelles comptabilités au service des écosystèmes. AgroParisTech.

Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., ... Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use.

Science 309(5734) : 570-574.

GREET Nord – Pas-de-Calais/BIOTOPE. (2008). Analyse des potentialités écologiques du territoire régional Consulté à l'adresse http://www.observatoire-biodiversite-npdc.fr/fichiers/documents/documentation/potentialites_ecologiques.pdf.

Guerrini, B., Schmitt, M. et Cottenceau, I. (2015). Naturopolis - série documentaire. Documentaire, ARTE.

Haines-Young, R. (2009). Land use and biodiversity relationships. *Land use policy* 26 : S178-S186.

Huygue, C. (2007). Place des prairies permanentes dans les territoires français : regard historique. *Fourrages* (189).

IAU ÎdF. (2014). MOS 1982-2012 : de la carte au territoire. *Les Cahiers de l'IAU ÎdF* (169).

IAU ÎdF. (2015). Ecomos 2008 : huit ans d'évolution des milieux naturels en Île-de-France. *Note rapide de l'IAU ÎdF* (677).

IAU ÎdF. (2016). Comprendre la consommation des espaces agricoles et naturels. Glossaire pédagogique Consulté à l'adresse <http://www.iau-idf.fr/savoir-faire/nos-travaux/edition/comprendre-la-consommation-des-espaces-agricoles-et-naturels.html>.

Imhoff, M.L., Bounoua, L., Ricketts, T., ... Lawrence, W.T. (2004). Global patterns in human

consumption of net primary production. *Nature* 429(6994) : 870-873.

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

Krauss, J., Bommarco, R., Guardiola, M., ... Pino, J. (2010). Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology letters* 13(5) : 597-605.

Laplaige, I., Melot, R. et Delattre, L. (2014). Les facteurs réglementaires de l'étalement urbain. *La revue foncière* (1) : 20-23.

Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., ... Roger-Estrade, J. (2008). Agriculture et biodiversité, valoriser les synergies. INRA.

Lemercier, B. et Walter, C. (2011). L'état des sols de France Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00729367/>.

Liénard, S. et Clergeau, P. (2011). Trame Verte et Bleue : Utilisation des cartes d'occupation du sol pour une première approche qualitative de la biodiversité. *Cybergeo : European Journal of Geography* (519) Consulté à l'adresse <http://cybergeo.revues.org/23494>.

Maresca, B. et Mercurio, G. (2014). Le coût résidentiel. Coût privé, coût public de l'étalement urbain (No. 321). CREDOC Consulté à l'adresse <http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C321.pdf>.

Medarova-Bergstrom, K., Kettunen, M., Illes, A., ... Hart, K. (2015). Tracking Biodiversity Expenditure in the EU Budget - PART I - Guidance on definition and criteria for biodiversity expenditure in the EU budget - FINAL REPORT (No. ENV.B.2/ETU/2013/0061r). Brussels, Belgium: European Commission – DG ENV Consulté à l'adresse http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/pdf/financing_part_1.pdf.

MEDDE. (2014). Cinquième rapport national de la France à la Convention sur la diversité biologique. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

Mermet, L. (2005). Et si les « gagnants-gagnants » avaient « gagné-perdu » ? Pour une comptabilité analytique des enjeux de la négociation. *Négociations* 1 : 11-26.

Mermet, L. (2014). Conserver et restaurer la biodiversité : un problème d'action stratégique. In M. Gauthier-Clerc, F. Mesléard & J. Blondel (éd.), *Sciences de la conservation*. De Boeck.

Mermet, L., Bille, R. et Leroy, M. (2010). Concern-focused evaluation for ambiguous and conflicting policies: an approach from the environmental field. *American journal of evaluation* 31(2) : 180-198.

Mermet, L., Billé, R., Leroy, M., ... Poux, X. (2005). L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement.

Natures Sciences Sociétés 13(2) : 127-137.

Moncorps, S. et Lefebvre, T. (2010). Les espaces protégés français : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité. Comité français de l'UICN.

Newman, P.W. et Kenworthy, J.R. (1996). The land use—transport connection: An overview. *Land use policy* 13(1) : 1-22.

Obs'64. (2016, avril). Modélisation de la trame verte écologique. Outil d'évaluation de la biodiversité potentielle d'un territoire. *Les cahiers méthodologiques* (3).

ONCEA. (2014). Panorama de la quantification de l'évolution nationale des surfaces agricoles. Observatoire national de la consommation d'espaces agricoles.

Orée. (2014). Deuxième année d'application du dispositif français de reporting extra-financier. Bilan et perspectives.

Pham, H.-V., Kirat, T. et Torre, A. (2013). Les conflits d'infrastructures en Ile de France. Des révélateurs des imperfections de la décision publique dans les espaces ruraux et périurbains.

Revue d'Économie Régionale & Urbaine (février 2013) : 203-229.

Quétier, F., Regnery, B., Jacob, C. et Levrel, H. (2015). Les contours flous de la doctrine éviter-réduire-compenser de 2012. In *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement. Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*.

Raimbault, N., Douet, M. et Frémont, A. (2013). Les implantations logistiques entre réseaux et territoires. *L'Espace géographique* (42) : 32-43.

Région IDF. (2013). Île-de-France 2030 - Schéma directeur de la Région Île-de-France - vol. 4. Évaluation environnementale.

Richard, J. et Collette, C. (2008). Comptabilité générale-8e éd.: Système français et normes IFRS. Dunod.

Sainteny, G., Salles, J.-M., Duboucher, P., ... Pujol, J.-L. (2011). Les aides publiques dommageables à la biodiversité. Paris: Centre d'Analyse Stratégique.

Serrano, J. et Vianey, G. (2011). Consommation d'espace agricole et relations entre acteurs privés et publics : un management en faveur de l'artificialisation. *Noréis* (221) : 111-124.

Tiphaine Leménager. (2015). Comptabiliser le financement de la biodiversité dans l'aide publique au développement : un casse-tête technique, politique et organisationnel. In *Développement et biodiversité : comment négocier le tournant environnemental ?* Paris: AFD.

Turner, B.L., Lambin, E.F. et Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*

104(52) : 20666-20671.

UNEP. (1994). Methodologies for estimating funding needs. UNEP/CBD/IC/2/16.

Vanpeene-Bruhier, S., Pissard, P.-A. et Kopf, M. (2013). Prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement: comment améliorer la commande des études environnementales? *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* 4(1).

Vernier, J. (2015). Moderniser l'évaluation environnementale.

Vilmin, T. (2008). L'aménagement urbain en France (nouvelle édition.). Editions du CERTU.