Réflexion sur les outils de suivi et d'évaluation à disposition des aménageurs pour atteindre l'objectif ZAN

Task Force Sobriété foncière – Club Ville Aménagement – séquence 2020-2022

Restitution du sous-groupe « indicateurs de l'artificialisation des sols » tableau de bord des outils disponibles à destination des aménageurs pour mesurer l'artificialisation.

Version du 23 mars 2022

Préambule

Les travaux du sous-groupe « Indicateurs » menés entre mars et décembre 2021 et restitués en synthèse dans le présent document ont eu pour objectif de qualifier des indicateurs opérationnels « références » de la sobriété foncière en exploitant les outils déjà existants et disponibles pour les aménageurs.

Dans un premier temps, il nous a semblé pertinent d'apporter un éclairage législatif sur le sujet puis de définir l'approche méthodologique et ses objectifs dans un contexte donné. [Partie 1].

Les entretiens menés et les retours d'expérience des membres du groupe nous ont permis de recenser et d'explorer plusieurs outils développés par différentes communautés d'acteurs et pour certains déjà utilisés par les aménageurs ; cet étape visait à mieux comprendre les différentes approches concernant la définition des fonctionnalités du sol [Partie 2].

Ceci nous a conduit à définir les « piliers de l'artificialisation » à travers quatre potentialités du sol - hydrique, climatique, agronomique et biologique, tel que défini dans l'article 192 de la loi Climat et Résilience d'août 2021.[Partie 3].

En parallèle, faute d'indicateurs universels, nous avons identifié certaines bases de données existantes qui nous sont apparues particulièrement pertinentes pour la mise en place d'indicateurs "aménageur" sur l'artificialisation des terres [Partie 4].

En dernière partie, nous mettons en perspective notre travail au cœur même du métier d'aménageur et illustrons nos propos avec le travail en cours sur le sujet mené par l'EPA Marne, membre contributeur du sous-groupe [Partie 5].

Liste des contributeurs :

- Aurélie CHATELLIER, Territoires-Rennes copilote du sous-groupe
- Pauline PISTRE, Nice EcoVallée copilote du sous-groupe

- Marine TENOUX, EpaMarne-EpaFrance
- Philippe GRAND, membre associé CGEDD
- Nadia TAHRI, Espaces Ferroviaires
- Louis GAUCHER, EPA Paris Saclay
- Julie TISSOT, EPA Paris Saclay
- Adèle GUINEHEUX, chargée d'études SIG-données à LAD
- Annaïc GODEL, ADDRN
- Patrice GEILLON, EPA Sénart
- Dominique RENAUDET, Baptiste XIRAU, Marie SENELE, Clémence HUBERT Neoclide (animation)

Nous tenons également à remercier Pierre Darmet, Secrétaire International Biodiversity & Property Council (IBPC/BiodiverCity Label) ; Laure Frémeaux, écologue à ELAN ; Teddy Courtaux, chef de projet à Association Bilan Carbone (ABC) ; Miriam Buitrago, Animatrice forêt changement climatique à l'ADEME ainsi que Fabienne Marseille, Directrice projets stratégie foncière au CEREMA qui ont bien voulu nous accordé de leur temps précieux pour des entretiens ciblés sur les différents compartiments de fonctionnalités du sol.

-

NOTA BENE : ce document a été produit en 2021 avant la publication des décrets d'application de la loi Climat et Résilience précisant les dispositifs de lutte contre l'artificialisation des sols.

Les projets de décret relatifs à l'artificialisation des sols sont disponibles ~~aux~~ via les liens ci-après :

- Projet de décret relatif à la nomenclature de l'artificialisation des sols pour la fixation et le suivi des objectifs dans les documents de planification et d'urbanisme
- Projet de décret relatif aux objectifs et aux règles générales en matière de gestion économe de l'espace et de lutte contre l'artificialisation des sols du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
- Projet de décret relatif au rapport local de suivi de l'artificialisation des sols

Sommaire

I. Définition de la problématique 5

I - 1. Le contexte 5

I - 2. Le cadre législatif 5

I - 3. L'angle d'approche du groupe de travail 5

II. Retour sur les entretiens avec les experts 7

III. Les fonctionnalités du sol impactées par l'artificialisation 12

III - 1. Le potentiel hydrique 13

III - 2. Le potentiel climatique 13

III - 3. Le potentiel agronomique 13

III - 4. Le potentiel biologique 13

IV. Des bases de données supports (outil SIG, outil OCSGE, etc.) 14

IV - 1. Corine Land Cover 14

IV - 2. GIS Sol (Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols) 14

IV - 3. Fichiers fonciers (DGFIP) utilisé dans le calcul de l'artificialisation du CEREMA 15

IV - 4. CartoFriches 15

IV - 5. UrbanSimul 15

IV - 6. OCSGE (Occupation du Sol à Grande Échelle) 15

V. L'aménageur pilote d'opérations de A à Z et maintenant ~~à~~ de Z à N ! 18

I. Définition de la problématique

I - 1. Le contexte

En novembre 2020, le Club Ville Aménagement a lancé plusieurs ateliers de travail autour de différentes problématiques liées au ZAN. Le sous-groupe **Indicateur de l'artificialisation** avait pour ambition de mener une réflexion visant à proposer **un tableau de bord d'indicateurs** combinant des approches aux échelles nationales et locales.

En effet, les aménageurs ont à cœur d'anticiper cette focale du ZAN pour répondre, à la mesure de leur champ d'intervention, aux attentes du futur décret et sortir d'une comptabilisation uniquement surfacique pour s'intéresser, comme le prévoit le texte de loi, aux fonctions écologiques du sol. Chacun, à son échelle, a déjà pu tester un item précis de la problématique ou traiter un sujet spécifique comme l'imperméabilisation des sols et le coefficient de végétalisation.

Le partage d'information au sein du sous-groupe a donc eu pour ambition de faire ressortir des indicateurs qui pourraient nourrir un tableau de bord utilisable pour tout type d'opération, et s'articuler à une approche à plus grande échelle. Cet objectif de travail traduit le rôle d'ensemblier que remplissent pleinement les aménageurs au sens de l'articulation des dispositifs réglementaires et des outils, et ce pour réaliser des aménagements qualitatifs autant esthétiques que durables.

Dès les premiers retours d'expériences au sein du sous-groupe, l'objectif s'est avéré ambitieux. Si l'analyse multicritères pour traiter de la sobriété foncière était un préambule, le point de départ pour définir des critères a demandé plus de réflexion, chacun ayant son interprétation du ZAN et chacun partageant un point de vue différent au vu de sa profession.

La vocation du présent document de travail est donc avant tout d'engager un travail d'inventaire d'outils à disposition des aménageurs pour mesurer l'impact des opérations en matière d'artificialisation et de proposer des pistes pour compléter des outils et/ou les rendre opérationnels dans le quotidien des aménageurs.

I - 2. Le cadre législatif

> « L'artificialisation est définie comme l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. »
>
> *Article 192 de la loi Climat et Résilience d'août 2021*

De manière pragmatique, nous sommes partis du texte de loi, en cours de rédaction lors de nos travaux. La loi précise aussi qu'un décret aura pour objectif de définir une nomenclature précise afin de différencier des espaces artificialisés des espaces non artificialisés. Cette différenciation devra s'effectuer via l'occupation et l'usage des sols ainsi que le précise ladite définition ci-dessus. Nous avons donc décidé de partir des fonctions du sol et d'interroger des acteurs ayant traité et analysé ces fonctions à travers des outils différents, plus ou moins complexes et de niveaux d'appropriation variées.

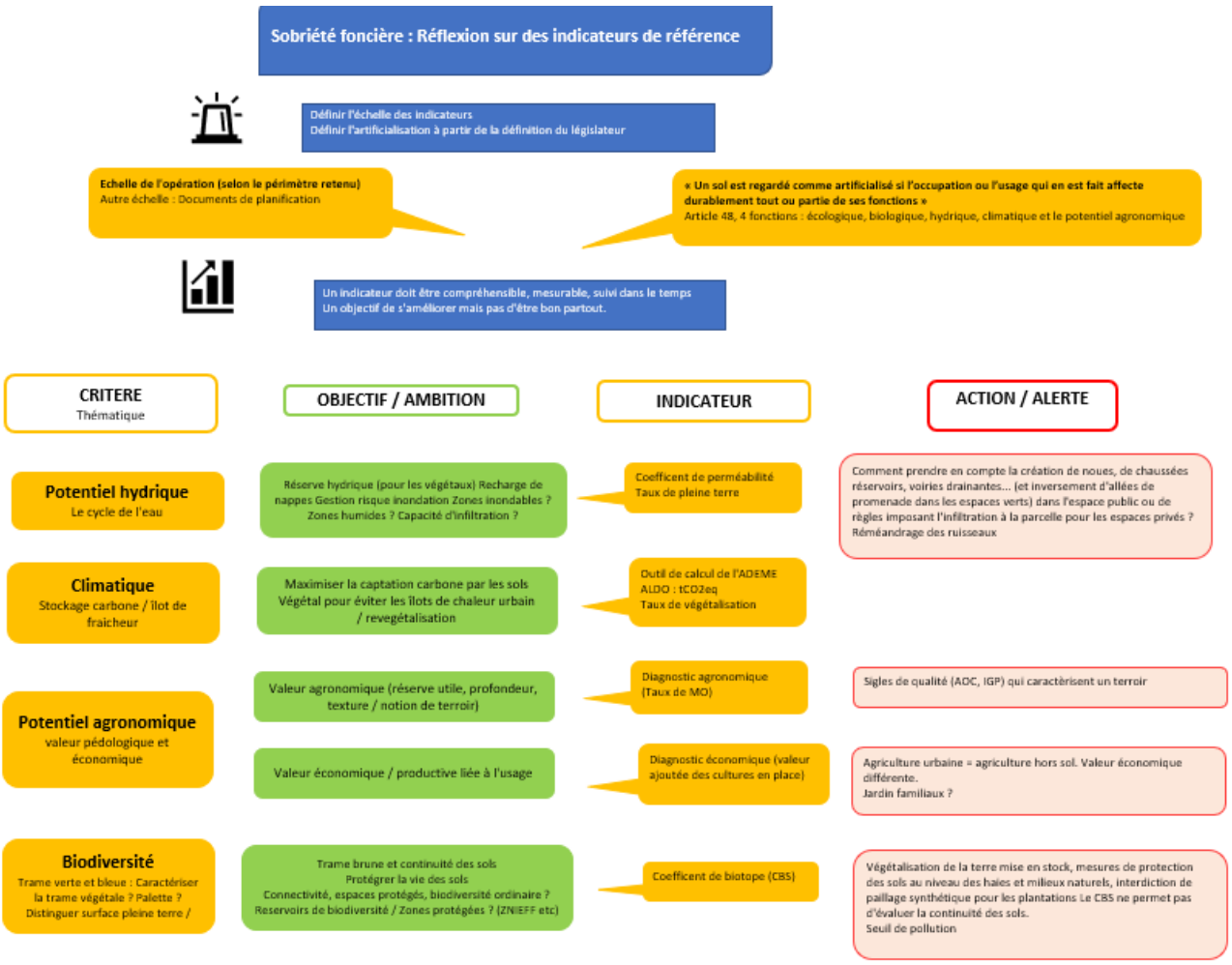
I - 3. L'angle d'approche du groupe de travail

Avant tout à but opérationnel, les indicateurs ont vocation à devenir des aides de prises à la décision. Notre objectif n'était pas de remplacer les documents de planification. Nous avons donc retenu de travailler à l'échelle de l'opération.

Le travail mené ne fournit pas de tableau mais restitue des angles d'approche différents pour caractériser l'artificialisation des terres. Il est intéressant de constater que beaucoup d'outils existent actuellement, utilisés différemment selon les territoires et les opérations.

Ce premier travail est un état des lieux non-exhaustif émanant de rencontres, d'échanges avec des professionnels de l'aménagement, des géographes, des chercheurs conscients de l'enjeu de la sobriété foncière et des dynamiques agricoles et économiques associées. Cette mise en perspective permet de jalonner le parcours des indicateurs de balises témoins pour approfondir le travail en fonction des problématiques opérationnelles.

État de la réflexion à mi-parcours - Compréhension de la démarche de travail. Juin 2021



Le schéma ci-dessus illustre l'état des réflexions engagées par le sous-groupe en juin 2021.

II. Retour sur les entretiens avec les experts

Entretien avec Nicolas Vignon le 24 juin 2021

Nicolas Vignon, dirigeant de la société Terre d'Agri, est consultant senior en gestion durable des territoires.

La présentation de N. Vignon a apporté un éclairage sur l'une des quatre fonctions du sol : le potentiel agronomique des sols. L'intervention est venue éclairer sur les mesures possibles de la « valeur » d'un sol.

Le potentiel agronomique d'un sol peut être évalué au regard de sa valeur pédologique et, s'il est mis en culture, au regard de sa valeur économique.

- La **valeur pédologique** du sol est inhérente à ses caractéristiques physiques. Les cartes pédologiques sont une donnée d'entrée que nous retrouvons dans toutes les études d'impact. Pour autant, il est difficile d'en extraire des critères permettant de classifier une « valeur » des sols.
- La **valeur économique**, liée à la typologie de culture menée, peut quant à elle être mesurée par la PBS « Production Brute Standard ». La PBS est exprimée en euros, mais il s'agit surtout d'une unité commune qui permet de hiérarchiser les productions entre elles.

  Sur le plan économique, la valeur agronomique d'un sol peut également être liée à l'attribution au territoire concerné d'un « SIQO » (Signe officiel de Qualité et d'Origine : AOP, AOC, AB, etc.).

  Enfin, le potentiel agronomique d'un sol est largement lié aux aménagements agricoles qui ont pu lui être apportés : irrigation, drainage…

Par définition, toute action d'aménagement sur un sol implique une dégradation de son potentiel agronomique traduisant une perte de culture. Dans le cadre du choix d'un site à aménager, les notions de surface et d'emplacement ne peuvent suffire au choix d'un site. Le potentiel agro économique doit être pris en compte pour garantir un projet qui porte le moins d'enjeux agricoles et environnementaux. Dans cette logique, la notion "d'évitement" porte tout son sens.

Pour aider au choix du site en amont et tenir compte de son potentiel agronomique et économique, les deux étant intimement liés, il est possible de se référer à des cartes d'aptitude des sols. Elles constituent une base intéressante car elles prennent en compte la profondeur du sol, la pierrosité, la texture du sol. Ces informations sont à compléter avec le potentiel économique du terrain qui se regarde au travers des capacités hydriques du sol et des sigles de qualité (terroir) portés par ce sol.

Entretien avec Pierre Darmet le 26 juillet 2021

Pierre Darmet est Directeur Marketing, Communication et Développement commercial chez Les Jardins de Gally et également secrétaire fondateur du **CIBI** (Conseil International Biodiversité et Immobilier).

Le sous-groupe a pris contact avec Pierre Darmet dans le but d'obtenir plus d'informations sur le label **BiodiverCity** développé par le CIBI. Ce label se décline sur deux échelles :

- **BiodiverCity Life** qui concerne la vie même d'un bâtiment sur 4 axes: la maîtrise d'ouvrage, la traduction de la maîtrise d'œuvre, le potentiel écologique et les usages ;
- **BiodiverCity Ready**, en cours d'expérimentation, et qui fonctionne à l'échelle d'un quartier et de l'aménagement.

M. Darmet a également indiqué des contacts potentiels pour approfondir les connaissances du sous-groupe sur **BiodiverCity Ready** et **Biodi(V)strict** outil d'Urbalia.

Entretien avec Laure Frémeaux le 14 septembre 2021

Laure Frémeaux est manager biodiversité chez ELAN (groupe Bouygues).

La discussion a porté sur le label BiodiverCity Ready. Ce label a pour but de promouvoir les projets qui prennent en compte la biodiversité et valoriser les opérations d'aménagement qui atteignent au mieux les objectifs fixés par le label, dont la mise en œuvre est structurée en cinq étapes :

- Engagement (via un courrier d'engagement) ;
- Conception urbaine ;
- Confirmation (audit documentaire) ;
- Appropriation (visites sur site, interviews et échanges) ;
- Renouvellement (visites et interviews tous les trois ans).

Il s'agit donc de prendre en compte la biodiversité dans toutes les phases du projet et d'établir un suivi sur le long terme.

À l'échelle du quartier, BiodiverCity Ready se développe sur une double approche :

- Comme un outil d'analyse et d'accompagnement des MOA dans leur prise en compte de la biodiversité pour qu'ils soient accompagnés des bons experts et qu'ils se posent les bonnes questions.
- Comme outil de mesure et d'évaluation de la performance de l'aménagement en termes de biodiversité.

Le référentiel BiodiverCity Ready est organisé autour de 4 axes :

- Axe aménagement, dans le but de cadrer le fonctionnement du projet et les expertises mobilisées
- Axe urbanisme, concernant la prise en compte des trames vertes et bleues, limiter l'étalement urbain etc.
- Axe évaluation écologique (avec un calcul basé sur biodi(V)strict)
- Axe usage/bien-être

BiodiverCity Ready est un label récent finalisé depuis juin 2021. Plusieurs projets pilotes sont engagés et ont accompagné la conception du référentiel. Ces projets sont portés en marche courante depuis janvier 2022.

Laure Frémeaux a également échangé avec le sous-groupe au sujet de **Biodi(v)strict**, outil d'Urbalia, dont le but est d'accompagner les opérations d'aménagement vers une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité via l'aide d'écologues et de cinq indicateurs détaillant la complexité des écosystèmes:

- La proportion d'espaces végétalisés ;
- La diversité des strates végétales ;
- La perméabilité des sols ;
- La connectivité intra site ;

- La diversité des habitats.

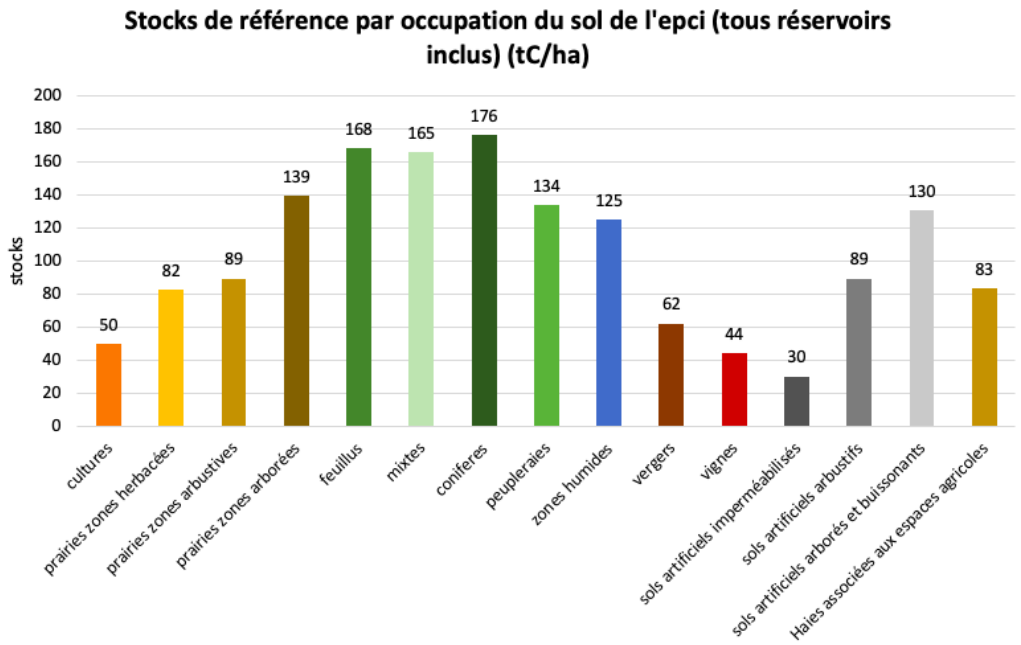
Entretien avec Teddy Courtaux et Miriam Buitrago le 18 octobre 2021,

Teddy Courteaux est Chef de projet · Association Bilan Carbone (ABC) ; Miriam Buitrago est animatrice du secteur forêt et changement climatique · ADEME

Cette rencontre avait pour objet la présentation de l'outil **ALDO**, développé par l'ADEME. Cet outil a été développé pour rendre compte du stockage carbone des sols et des végétaux dans la comptabilité carbone, notamment au titre des PCAET (Plans Climat Air Energie Territorial).

Cet outil évalue les stocks de carbone et calcule les flux de stockage et de déstockage liés aux changements d'utilisation des sols. ALDO utilise les cartes issues de Corine Land Cover *(développé ci-après p.11),* qui ont des unités homogènes d'occupation du sol d'une maille minimale de 25ha, en comparant les cartes de 2012 et celles de 2018, permettant ainsi de réaliser une matrice des changements d'occupation des sols. Cette matrice est ainsi associée aux flux de référence pour chaque type de changement d'occupation de sols. L'outil distingue le flux de carbone des végétaux évalués de manière annuelle et le flux de carbone des sols évalué sur des cycles de 20 ans.

Teddy Courtaux, de l'Association Bilan Carbone, a présenté le fonctionnement des tableurs Excel qui accompagnent l'outil et en particulier les stocks de références utilisés visibles dans le tableau ci-après.



Graphique n°1 : Stocks de référence par occupation du sol de l'EPCI. Source : ADEME.

Le document Excel contenant ALDO est téléchargeable sur le lien suivant : *https://www.territoires-climat.ademe.fr/aldo*

Entretien avec Fabienne Marseille le 19 novembre 2021,

Fabienne Marseille est directrice de projets Stratégie Foncière à la Direction Territoriale Centre Est du Cerema

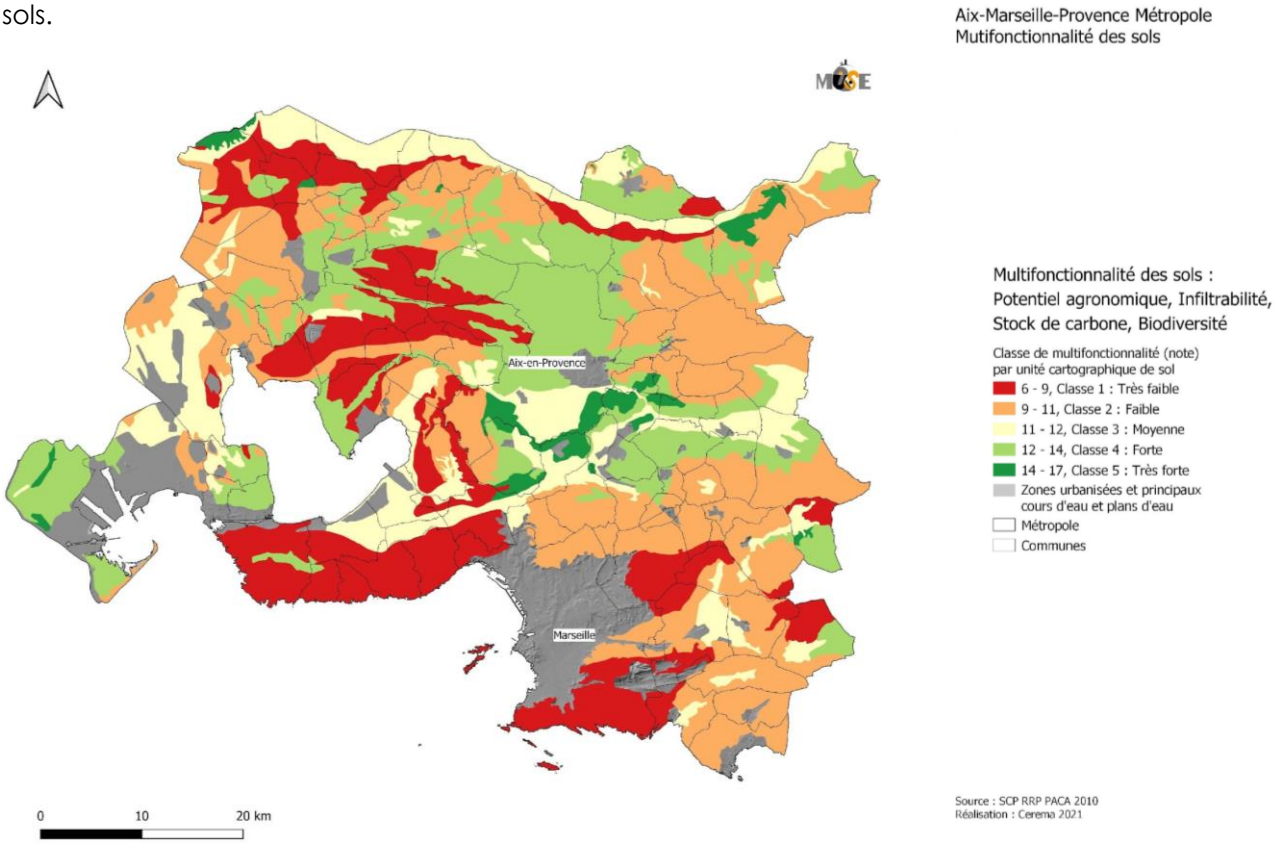
Fabienne Marseille a partagé avec le sous-groupe des éléments sur la **méthodologie MUSE** développée par le Cerema qui a pour but d'**intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme** ; le projet s'est focalisé sur l'échelle du PLUi. La méthodologie se base sur les fonctionnalités des sols suivantes :

- Réservoir de biodiversité ;
- Réservoir de carbone ;
- Régulation du cycle de l'eau ;
- Source de biomasse.

L'outil se décline sur deux approches différentes, l'une pour le milieu rural et l'autre pour l'urbain. Les données utilisées pour déterminer ces fonctionnalités proviennent des différents référentiels régionaux pédologiques de l'INRAE et se déclinent à l'échelle 1/250 000ème ; certains départements disposent de données plus fines, à l'échelle 1/50 000ème, qui sont également utilisées.

Pour le milieu rural, les fonctionnalités précédentes sont déterminées par des indicateurs qui, agrégés, permettent l'obtention d'une note de 1 à 5 pour chaque fonction et donc une note globale qui permet l'élaboration de cartographies des territoires en fonction de la qualité des sols sur ces critères.

À titre d'exemple, pour la fonction 'source de biomasse', l'indicateur choisi est le potentiel agronomique qui est exprimé en fonction de différents indicateurs : réservoir utile, texture, ph, profondeur, charge en élément grossiers. Ces indicateurs sont par la suite agrégés et représentés sur des cartes représentant l'indice de multifonctionnalité des sols.



Graphique n°2 : Multifonctionnalité des sols, Potentiel agronomique, Infiltrabilité, Stock de carbone, Biodiversité. Source : Biodivercit

La méthodologie varie pour le milieu urbain, et se base sur l'hypothèse que la profondeur du sol détermine sa capacité à exercer les fonctions évoquées. La profondeur du sol est appréciée en fonction de la couverture arborée et le taux d'imperméabilisation.

III. Les fonctionnalités du sol impactées par l'artificialisation

Le sol recouvre le sous-sol formé de roches. Il est le support de divers écosystèmes et des activités humaines. La nature de la roche du sous-sol prédétermine la nature d'un sol. Elle influence ses propriétés physiques, chimiques et agronomiques.

Le sol résulte de la transformation des couches supérieures de la roche par l'environnement. Il est donc un support transverse à l'interface du sous-sol, de l'atmosphère, de la biosphère et de l'hydrosphère.

Par différents procédés, l'artificialisation va entraîner des impacts sur les fonctionnalités du sol ainsi que sur la biodiversité qu'il abrite. L'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture a identifié les principales fonctionnalités du sol sur le graphique suivant.

Graphique n° 3 : Fonctionnalités écosystémiques des sols (2015 FAO)

Après réflexion et en lien avec la définition de l'artificialisation donnée par la loi Climat et Résilience, nous avons décidé d'explorer 4 potentiels qui définissent le sol :

- Le potentiel hydrique (rétention, circulation et infiltration de l'eau)
- Le potentiel climatique (contrôle de la composition chimique de l'atmosphère et contribution aux processus climatiques)
- Le potentiel agronomique (rétention et fourniture de nutriments)
- Le potentiel biologique (habitat et régulation de la biodiversité)

III - 1. Le potentiel hydrique

Il est représentatif du potentiel du sous-sol à retenir l'eau et caractérise sa capacité à fournir de l'eau. Il joue un rôle essentiel dans le maintien d'une réserve d'eau utile directement utilisable par les végétaux.

Lorsque la réserve utile est épuisée, le potentiel agronomique du sol se dégrade.

Le potentiel hydrique définit également la capacité d'un sol à infiltrer et à retenir l'eau offrant ainsi au territoire un potentiel de résilience face aux évènements climatiques.

L'artificialisation génère en premier lieu du ruissellement de surface à la place de l'infiltration et de l'évapotranspiration. Les sols revêtus ou compactés favorisent la dégradation de la qualité des eaux de ruissellement urbaines par le transfert de polluants émis par les activités humaines (transport, émission industrielle, etc.). Dans le cadre des projets d'aménagement urbain, de nombreux dispositifs sont mis en place pour limiter l'atteinte au potentiel hydrique : réintroduction de la nature en ville, limitation des places de stationnement etc.

III - 2. Le potentiel climatique

Le sol constitue un régulateur du climat en participant au stockage du carbone par la matière organique du sol. La capacité de stockage varie en fonction des pratiques de gestion mais également de la nature du sous-sol et de son environnement climatique.

Le sol contribue à la création d'îlots de fraîcheur en constituant un support de développement végétal et en permettant l'évapotranspiration, phénomène dépendant directement de la capacité de rétention hydrique du sol.

Il participe également à l'alimentation des nappes et au cycle de l'eau contribuant au renouvellement des réserves d'eau.

Un sol artificialisé n'absorbe plus le CO2, un sol artificialisé participe donc à la hausse du réchauffement climatique.

III - 3. Le potentiel agronomique

La richesse organique d'un sol constitue un indicateur de fertilité d'un sol car elle permet la mise à disposition de nutriments, le développement de la biodiversité, la structuration des sols.

Elle contribue aussi à limiter le lessivage de polluants vers les ressources en eau souterraine car la matière organique améliore la capacité de rétention d'eau du sol.

D'une manière générale, la qualité de potentiel agronomique d'un sol dépend de l'impact des pratiques agricoles qui y sont faites. En effet, le potentiel agronomique d'un sol est aussi déterminé par les modalités d'exploitations des espaces agricoles (intrants, rythme des cultures, rotation des terres…).

III - 4. Le potentiel biologique

Le sol est un milieu vivant. L'activité et la diversité des organismes que l'on trouve dans les premiers centimètres constituent un facteur de qualité du sol. Ils participent à la construction de flux de matière et à la production de nutriments.

La biodiversité du sol participe au maintien de la structure du sol favorisant le développement du végétal et d'une faune spécifique aux conditions d'habitats offertes.

IV. Des bases de données supports (outil SIG, outil OCSGE, etc.)

Les lignes qui suivent décrivent, de manière non exhaustive, quelques-uns des outils de mesure pouvant être mobilisés pour estimer l'artificialisation, son impact, mais aussi des outils d'une meilleure identification des caractéristiques du foncier :

- Corine Land Cover (2018, 2012) utilisé dans l'outil ALDO
- Le référentiel parcellaire GIS Sol : https://www.gissol.fr/outils
- Les indicateurs de l'artificialisation des sols (CEREMA) https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/les-donnees-au-1er-janvier-2020

Avant de détailler les outils, il est important de préciser qu'il existe plusieurs méthodes de suivi de l'artificialisation. Ces différences incombent au fait que l'artificialisation a plusieurs définitions dans la littérature et auprès des organismes mais aussi qu'elle est appréhendée à différentes échelles.

Lorsque l'on décide d'analyser l'occupation du sol d'un point de vue des données, nous avons accès à un panel de données open-source. Nous allons ici nous attacher à vous présenter une liste non-exhaustive d'indicateurs SIG en partant de la donnée à l'échelle la plus grande pour arriver à l'échelle la plus fine.

IV - 1. Corine Land Cover

Corine Land Cover (CLC) est une base de données européenne débutée en 1985 qui couvre 39 pays dont la France. Cette base de données est un inventaire de l'occupation des sols définie par une nomenclature en 44 postes. L'échelle de production de cette base de données est le 1/100 000ème : cette échelle 1/100 000ème signifie qu'1 cm sur une carte représente 100 000 cm (soit 1km dans la réalité) ; la maille de CLC est de 25 ha, en d'autres termes 25 ha correspond à l'élément le plus petit représenté. CLC est mise à jour tous les 6 ans.

L'outil ALDO utilise CLC pour évaluer le stockage en carbone des sols, cet outil est pertinent à l'échelle des EPCI mais ne peut l'être à la taille d'une opération d'aménagement au vu de son échelle de représentation.

IV - 2. GIS Sol (Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols)

Le GIS sol est une base de données qui s'est donné comme objectif de centraliser le Système d'Information National sur les Sols. Cette base de données prend la forme d'une plate-forme qui réunit des cartes, tableurs Excel, notices pédologiques, fiches pratiques, etc.

Cette plateforme se subdivise en 5 thèmes :

- Diversité et propriétés des sols en France ;
- Les sols face au changement climatique ;
- Les dégradations et pertes en sols ;
- Les sols supports de la productivité agricole et forestière ;
- Les sols et le cycle de l'eau.

Les informations de GIS Sol sont issues de 4 programmes :

- Le programme d'Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (ICGS) : production d'une cartographie multi-échelle des sols du territoire (1/250 000ème, 1/100 000ème, 1/50 000ème et 1/10 000ème) ;

- Le programme Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS), observation du sol à intervalle régulier (tous les 10-12 ans). Il couvre l'ensemble du territoire ;
- le programme de la Base de données des Analyses de Terre (BDAT), cartographie de l'évolution d'un nombre de paramètres des sols agricoles français ;
- la collecte des Éléments Traces Métalliques (BDETM), suivi des sols recevant des boues de station d'épuration.

L'ensemble de ces éléments doit permettre de répondre aux demandes des pouvoirs publics.

La plateforme de l'artificialisation des sols (https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/) détaille également d'autres données open source.

IV - 3. Fichiers fonciers (DGFIP) utilisé dans le calcul de l'artificialisation du CEREMA

Les fichiers fonciers correspondent aux déclarations des propriétaires dans le cadre de la taxe foncière. L'étude est donc réalisée à l'échelle parcellaire et définit selon la déclaration de chaque propriétaire, un terrain en artificialisé ou non-artificialisé. Les limites de cette base de données sont :

- La non-prise en compte du non-cadastré (domaine public) ;
- La fiabilité des données (dépend de la déclaration du propriétaire) ;
- Le classement pose des limites (voir tableau ci-après) ;
- La prise en compte d'une parcelle entière en artificialisé ou non-artificialisé (par exemple : sur une parcelle de 1 000 m², il peut y avoir 750 m² de terres agricoles et 250 m² d'habitats liés à l'exploitation).

IV - 4. CartoFriches

Cette application du Cerema repose sur une base de données qui a pour but de recenser les friches et d'aider les aménageurs et autres acteurs territoriaux à faciliter leur reconversion. CartoFriches utilise les bases de données du BRGM, BASIAS et BASOL pour assurer une première identification des friches sur l'ensemble du territoire français.

IV - 5. UrbanSimul

UrbanSimul, solution également développée par le Cerema et issue d'une collaboration avec l'INRAE, est un outil SaaS (Software as a service) d'analyse, de prospection et d'aide à la décision permettant de rassembler de nombreuses informations sur un territoire (fichiers fonciers, données cadastrales, contraintes et enjeux, propriétés, vacances, dynamiques de marché etc.). Le partenariat avec l'INRAE a notamment permis de développer une méthodologie d'identification des gisements fonciers potentiels à la fois en extension et dans l'enveloppe urbaine. Le socle national de base (SNB) d'UrbanSimul devrait être disponible pour les ayants droits des fichiers fonciers au second semestre 2022 dans le cadre d'une convention avec la DGALN.

IV - 6. OCSGE (Occupation du Sol à Grande Échelle)

Cette base de données décrit l'occupation et l'usage du sol sur l'ensemble du territoire métropolitain. Elle a été mise en place par l'IGN et un prototypage de production a été réalisé sur le bassin d'Arcachon en 2020. Tout comme Corine Land Cover, qui est également une base de données vectorielle, l'unité minimale est de 200 m². Il y a donc un facteur de 125 000 entre ces deux bases de données vectorielles.

L'occupation du sol à grande échelle est un produit réalisé de manière automatique à partir des campagnes aériennes qui seront réalisés par l'IGN. La méthode utilisée recourt à

l'intelligence artificielle et au *deep learning*, ce qui permet à la « machine » d'apprendre par elle-même, contrairement à la programmation où elle se contente d'exécuter à la lettre des règles prédéterminées. Ici, la machine peut exécuter automatiquement une tâche d'apprentissage, de reconnaissance et d'identification. De manière explicite et à titre d'exemple, à chaque fois que la machine verra une étendue d'eau, la machine vectorisera et créera un lac (idem pour les autres champs de la base de données).

L'intelligence artificielle permet surtout d'automatiser la production de la dimension « couverture ». Cela permet une meilleure lecture du territoire (rouge, rose, partie imperméable) et (dégradés de vert, partie perméable).

Voir exemples ci-dessous :

Graphique n°4 : Représentation du prototypage de l'Occupation du Sol à Grande Échelle sur le bassin d'Arcachon (en dégradé de vert, terrains perméables / en dégradés de rouge, rose, terrains imperméables).

L'occupation du sol à Grande Échelle doit être généralisée pour la France entière avec deux millésimes d'OCSGE.

Voici le calendrier prévisionnel du dispositif de mesure de l'artificialisation des sols :

- 2ème semestre 2021 : Rodage de la chaîne industrielle OCSGE sur le département Pilote du Gers ;
- 2022 : Industrialisation progressive et production de 35 départements (2 millésimes) ;
- 2023 : Production de 50 départements (2 millésimes) ;
- 03 / 2024 : Production de 15 départements (2 millésimes) ;
- Mi-2024 : La France entière sera couverte par l'OCSGE.

Corine Land Cover, les fichiers fonciers et l'OCSGE sont tous les trois des bases de données vectorielles ; les autres bases de données représentées ici étant soit spécifiques à un thème soit complémentaires. Nous avons décidé de comparer ces bases de données vectorielles afin de mettre en lumière les divergences au regard du calcul de l'artificialisation.

Espaces / Bases de données	Corine Land Cover (CLC)	Fichiers fonciers (DGFIP)	Occupation du Sol à Grande Échelle (OCGSE)

Terres	NA	NA	NA
Près	NA	NA	NA
Vergers	NA	NA	NA
Vignes	NA	NA	NA
Bois	NA	NA	NA
Landes	NA	NA	NA
Carrières	A	A	NA
Eaux	NA	NA	NA
Jardins	A	A	NA
Terrains à bâtir	dépend du terrain	A	dépend du terrain
Terrains d'agréments	dépend du terrain	A	dépend du terrain
Chemin de fer	A	A	A
Sol	A	A	dépend du terrain (revêtu, stabilisé, bâti, etc.)

Tableau n°1 : Classement des différentes nomenclatures (tirées de DGFIP) en artificialisé (A) et non artificialisé (NA)

L'Occupation du Sol à Grande Échelle est pour l'instant l'outil SIG le plus détaillé qui permettra de faire la distinction entre zones perméables et zones imperméables au sein des taches urbaines. Son analyse en deux dimensions s'appuyant sur une définition visuelle de l'occupation du sol ainsi que de son usage en font un outil particulièrement précieux pour les acteurs de l'aménagement.

V. L'aménageur pilote d'opérations de A à Z et maintenant à de Z à N !

La lutte contre l'artificialisation est au cœur des débats, elle prend une place prépondérante tant au niveau d'un public averti (aménageurs, collectivités, acteurs du territoire, etc.) qu'un public généraliste (propriétaires terriens notamment). En effet, la Convention Citoyenne pour le Climat avait placé la lutte contre l'artificialisation des terres comme l'un de ses objectifs. Avant d'établir un tableau de bord des indicateurs, il est nécessaire que le sol ne soit plus considéré comme un support d'artificialisation mais bien comme un système écosystémique primordial.

Même si nous disposons aujourd'hui d'outils nous permettant d'évaluer les différentes qualités fonctionnelles du sol prises séparément, il n'existe pas d'outil synthétique et fiable qui rende compte de la complexité de celui-ci.

D'un point de vue opérationnel, la réalisation d'un **tableau de bord d'indicateurs permettant de prendre en compte la qualité des surfaces**, pourra être considéré pour les aménageurs comme un outil d'aide à la décision. Ainsi, l'enjeu de la préservation des sols (au regard de leurs fonctionnalités) pourra être pris en compte dès les phases de conception des projets. Nous pouvons par exemple imaginer qu'un tel "outil" permettra de comparer plusieurs scénarios programmatiques.

Etude de cas : l'EPA Marne

Préalablement à la définition et l'élaboration d'un tel outil d'aide à la décision reposant sur un tableau de bord des indicateurs de l'artificialisation, l'aménageur EpaMarne-EpaFrance réalise actuellement un premier travail ayant pour objectif d'ébaucher des indicateurs de l'artificialisation pertinents au regard de son activité et de ses missions. Cette mission est en cours. La méthode comprend 2 échelles de réflexion :

- à grande maille, dans une approche strictement surfacique ;
- à maille fine, plus qualitative.

Etape 1 : À grande maille :

Il s'agit de retenir des indicateurs permettant de caractériser et de qualifier "à grande maille", dans une approche surfacique, les projets d'aménagement en cours ou à venir et les mécanismes de développement à l'œuvre.

Ces indicateurs reposent sur 3 grands objectifs :

- **Distinguer les opérations à venir et projetées selon leur mode de production**. Les catégories retenues sont les suivantes : Opérations en extension, en recyclage ou en densification.

  Cette première distinction permet de dessiner, de manière "macro", les grandes tendances du territoire : où opérons-nous le plus en densification ? en extension urbaine ? en recyclage urbain ? Par croisement, cette classification a été faite, par ailleurs, par destination (production de logements, d'activité, d'immobilier "mixte" ?). Ce premier indicateur donne la possibilité de se fixer territorialement des trajectoires en matière de développement.

- Le deuxième objectif visé par la production d'indicateurs quantitatifs est la **mise en perspective du phénomène d'artificialisation avec la densité des opérations produites** : les coefficients d'occupation du sol ou d'emprise aux sols des opérations peuvent ainsi être comparés. Par agrégation, cela permettra de définir des « typologies » de territoires à l'échelle de notre périmètre d'intervention. Par ailleurs, un indice de consommation foncière par logement ou par m² d'activité produit est

également en production. Plus précisément, les mesures portent sur : la surface imperméabilisée totale de la ZAC (taux d'imperméabilisation) et le calcul de la surface imperméabilisée (en m²) « nécessaire » à la production d'un logement ou d'un m² d'activité (le mode de production peut, par ailleurs, être indiqué).

Les résultats produits pourront permettre d'étayer la position selon laquelle, l'activité d'un aménageur doit être considérée particulièrement. Son action porte sur un foncier maîtrisé et renvoie à une stratégie globale et cohérente à l'échelle du territoire : production de logements et d'activités, optimisant la densité des programmes, qui répondent à des besoins réels et à proximité des aménités existantes (services, transports etc.).

- Enfin, le dernier indicateur en cours de construction, a vocation à **considérer quantitativement la production d'espaces aux fonctions écologiques renforcées**. Ce travail repose sur le postulat selon lequel l'état des sols aménagés par EpaMarne était initialement très dégradé d'un point de vue écologique (friche ou agriculture conventionnelle).

  Cette comptabilisation est réalisée à deux échelles temporelles : d'un point de vue rétrospectif (N-1) les surfaces aux fonctions écologiques renforcées du fait de l'activité de l'EPA (compensations écologiques, espaces publics à dominante végétale et surfaces engagées dans la transition agro-écologiques) sont agrégées et comptabilisées. Ces surfaces sont mises en balance avec les surfaces urbanisées.

  D'un point de vue prospectif les surfaces à dominante végétale sont identifiées, localisées et mesurées dans les opérations à venir et projetées. Sont identifiés : Les espaces végétalisés majeurs (Ex. Parcs urbains), les espaces végétalisés mineurs (Ex. Bordures), les espaces végétalisés privés, les zones en eau, les espaces de compensation (en ZAC). Une part des espaces végétalisés et en eau est ainsi mesurée.

- **Etape 2 (à venir) : Caractériser nos opérations « à maille fine » au regard des finalités du ZAN**

Il reste encore à définir plus finement l'artificialisation à travers des indicateurs adaptés à l'échelle de l'opération.

La réflexion porte ainsi sur la manière de considérer la qualité et la fonctionnalité des sols. Ceci dans l'objectif de sortir d'une logique purement surfacique au profit d'une approche plus qualitative.
A cet effet, il s'agit de :

- Définir les finalités de l'artificialisation
- Elaborer une « nomenclature de l'artificialisation » permettant de caractériser les surfaces au regard de leur potentialité écologique (biodiversité, eau etc.)