

RAPPORT D'ETUDE

Mai 2021



© Cerema

Identification du potentiel de renaturation à l'échelle de l'unité urbaine parisienne – TOME 1

Résumé de l'étude :

Suite à la note d'enjeux des services de l'État, relative au Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de Vallée Sud Grand Paris (notamment liée aux questions de l'infiltration de l'eau à la parcelle), la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement (DRIEA) – Unité Départementale des Hauts-de-Seine (UD 92) a identifié la nécessité de doter les services déconcentrés de l'État d'une meilleure connaissance et d'une forme de doctrine éclairée sur les potentiels de renaturation des territoires de la zone dense francilienne.

L'objectif de ce travail vise à disposer, à l'échelle de la zone dense francilienne - soit l'unité urbaine parisienne - d'une stratégie opérationnelle à court et à moyen termes de mise en résilience et d'adaptation au changement climatique du territoire par la renaturation. Pour ce faire, la DRIEA a sollicité l'aide du Cerema pour, dans un premier temps, identifier, quantifier et hiérarchiser sur le territoire les espaces à renaturer, puis dans un second temps, tester sur un territoire une démarche opérationnelle en proposant des outils et des solutions (techniques, financières) de renaturation.

Le tome 1 porte sur la première phase de l'étude, à savoir l'identification du potentiel de renaturation de la zone dense francilienne ainsi qu'un glossaire en annexe définissant la terminologie employée dans le cadre de cette étude.

Précisions méthodologiques sur les notions d'artificialisation et de renaturation dans cette étude :

La présente étude n'a pas eu recours à la définition usuelle de l'artificialisation en France synonyme de changement d'état effectif d'une surface agricole, forestière ou naturelle (NAF) vers une surface artificialisée mais à une définition croisant divers enjeux dont l'occupation/l'usage des sols et la fonctionnalité des sols notamment. Le projet de loi « Climat et Résilience » propose d'ailleurs une nouvelle définition, en cohérence avec notre approche : « Est considéré comme artificialisé un sol dont l'occupation ou l'usage affectent durablement tout ou partie de ses fonctions. »

La renaturation est entendue dans cette présente étude comme une « re-fonctionnalisation partielle d'espaces qui ont été dégradés ou détruits par les activités humaines permettant ainsi aux milieux de retrouver une partie de ses fonctions écologiques ». La notion de renaturation utilisée n'est donc pas celle du MOS Ile-de-France qui considère comme renaturation un passage des postes 5 à 11 (espaces artificialisés), aux postes 1 à 4 (espaces naturels, agricoles et forestiers) de sa nomenclature.

Table des matières

1. Contexte et enjeux de l'étude	5
1.1 Un enjeu national de préservation de la ressource sol qui nécessite des approches territorialisées	5
1.2 Un périmètre d'étude recentré sur l'unité urbaine parisienne (UUP)	5
1.3 L'unité urbaine parisienne, un territoire contrasté en termes d'occupation du sol et de densité humaine	6
1.3.1 Des densités fortes mais contrastées	7
1.3.2 Près des deux tiers de l'unité urbaine sont artificialisés	8
1.3.3 Une artificialisation liée à la dynamique d'un territoire en mutation avec des projets d'aménagement	9
1.4 Spatialisation des enjeux auxquels est confrontée l'unité urbaine parisienne	11
1.4.1 La vulnérabilité du territoire aux effets d'îlots de chaleur urbains	11
1.4.2 Préservation de la biodiversité et renforcement des continuités écologiques	12
1.4.3 La protection des populations/activités économiques face au risque d'inondation	14
1.4.4 Maintenir et développer la qualité de cadre de vie pour les usagers du territoire	15
1.4.5. Préserver des espaces agricoles périurbains et développer des projets d'agriculture urbaine	17
1.4.6. Des enjeux présents sur la quasi-totalité du territoire	18
2. Présentation de la méthode et résultats à l'échelle de l'unité urbaine parisienne	20
2.1 Des espaces à qualifier du point de vue de leur multifonctionnalité	21
2.2 Des espaces multifonctionnels à préserver	24
2.3 Des espaces à renaturer	26
2.3.1 Identification des espaces non, peu et moyennement multifonctionnels	26
2.3.2 Hiérarchisation des espaces par les enjeux présents	27
2.3.3 Hiérarchisation des espaces par leur degré de mutabilité	28
2.3.4 Espaces à renaturer en priorité	29
3. Conclusion	34
4. Bibliographie	35
5. Glossaire	37

1. Contexte et enjeux de l'étude

1.1 Un enjeu national de préservation de la ressource sol qui nécessite des approches territorialisées

En 2018, suite à une première évaluation mondiale de la dégradation et de la restauration des sols¹ (132 États membres – 15 000 références scientifiques), l'IPBES (« GIEC » de la biodiversité) a tiré la sonnette d'alarme sur la dégradation accélérée des sols à l'échelle mondiale qui touche aujourd'hui plus de 75 % des terres émergées (IPBES, 2018). De plus en plus de sols sont dégradés, lessivés, artificialisés, voire pollués... ce qui se traduit par une perte partielle ou totale de leurs fonctions, engendrant un impact considérable sur la biodiversité, le climat et l'humanité.

En milieu urbain et péri-urbain, et encore plus en milieu dense, le changement climatique, conjugué à l'artificialisation des sols, est à l'origine de phénomènes préjudiciables au bien-être et à la santé des habitants en termes d'îlots de chaleur urbains (ICU), de risque d'inondation, de perte de biodiversité, de détérioration du cadre de vie, de perte de sols naturels et agricoles, ... Lorsque cette artificialisation se traduit par une imperméabilisation de la surface, l'impact s'en trouve renforcé en raison du tassement du sol, de l'augmentation de l'albédo urbain, de la perte de fertilité, de la capacité limitée de stockage du carbone.

Depuis quelques années, les politiques publiques européennes et nationales ont pris conscience de ces enjeux malgré l'absence de législation spécifique au sol. Dès 2011, l'Union Européenne affiche, dans sa feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources, son objectif de « supprimer, d'ici à 2050, toute augmentation nette de la surface de terres occupée [par le logement, l'industrie, les infrastructures routières ou les loisirs] ». Au niveau national, la loi sur la reconquête de la biodiversité de 2016, visant à protéger, restaurer et valoriser la biodiversité, identifie pour la première fois « les sols comme patrimoine commun de la nation relevant de l'intérêt général ».

En 2018, le Plan Biodiversité pose comme principe l'**objectif de « zéro artificialisation nette »** (ZAN) afin de limiter la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF). Au niveau régional, la Stratégie Régionale sur la Biodiversité d'Île-de-France 2020-2030 s'est emparée de cet objectif du « zéro artificialisation nette » et fixe ce cap pour la région.

Pour ralentir l'artificialisation et se rapprocher de l'objectif ZAN, plusieurs leviers ont été identifiés (France Stratégie, 2019 ; CGDD, 2019) parmi lesquels le renouvellement urbain, la densification des villes, la diminution de la vacance des logements mais aussi des opérations de renaturation permettant à des sols d'espaces artificialisés de retrouver certaines fonctions et ainsi de rendre à nouveau des services écosystémiques. Il est à noter que ces opérations de renaturation nécessitent une intervention humaine parfois lourde, longue et coûteuse d'où la priorité de préserver les espaces multifonctionnels existants (c'est-à-dire assurant plusieurs fonctions indispensables en milieu urbain) comme les espaces de pleine terre.

1.2 Un périmètre d'étude recentré sur l'unité urbaine parisienne (UUP)

Travailler sur la zone dense parisienne a nécessité d'en définir clairement les contours. Il a été fait le choix de retenir le périmètre de l'unité urbaine parisienne (cf. figure 1) qui présente plusieurs avantages. D'une part, elle a le mérite d'avoir une définition statistique claire établie par l'INSEE. L'unité urbaine permet, d'autre part, de s'affranchir de périmètres administratifs (comme celui de la Métropole du Grand Paris) qui ne permettent pas de traiter des interfaces entre petite et grande couronne parisienne et ne

¹ Voir le glossaire en annexe

rendent pas compte de la réalité de l'urbanisation, de la diversité de densités de population et de pressions anthropiques qui se sont étendues au-delà de ces contours administratifs.

Ainsi, l'unité urbaine repose sur la continuité du bâti et le nombre d'habitants : « l'unité urbaine est une commune ou un ensemble de communes qui comporte sur son territoire une zone bâtie d'au moins 2 000 habitants où aucune habitation n'est séparée de la plus proche de plus de 200 mètres ». Elle permet donc d'approcher assez simplement la tâche urbaine parisienne et ainsi de se concentrer sur des espaces urbanisés et parfois imperméabilisés.

Définie par l'arrêté du 4 mai 2011, l'unité urbaine de Paris comprend **409 communes** réparties sur 2 845 km² sur l'ensemble des départements franciliens. On y recense 10 780 000 habitants et 5 330 000 emplois (source : INSEE RP 2017) ce qui confirme sa densité à l'échelle de la région qui compte, elle, 12 100 000 habitants et 6 110 000 emplois.

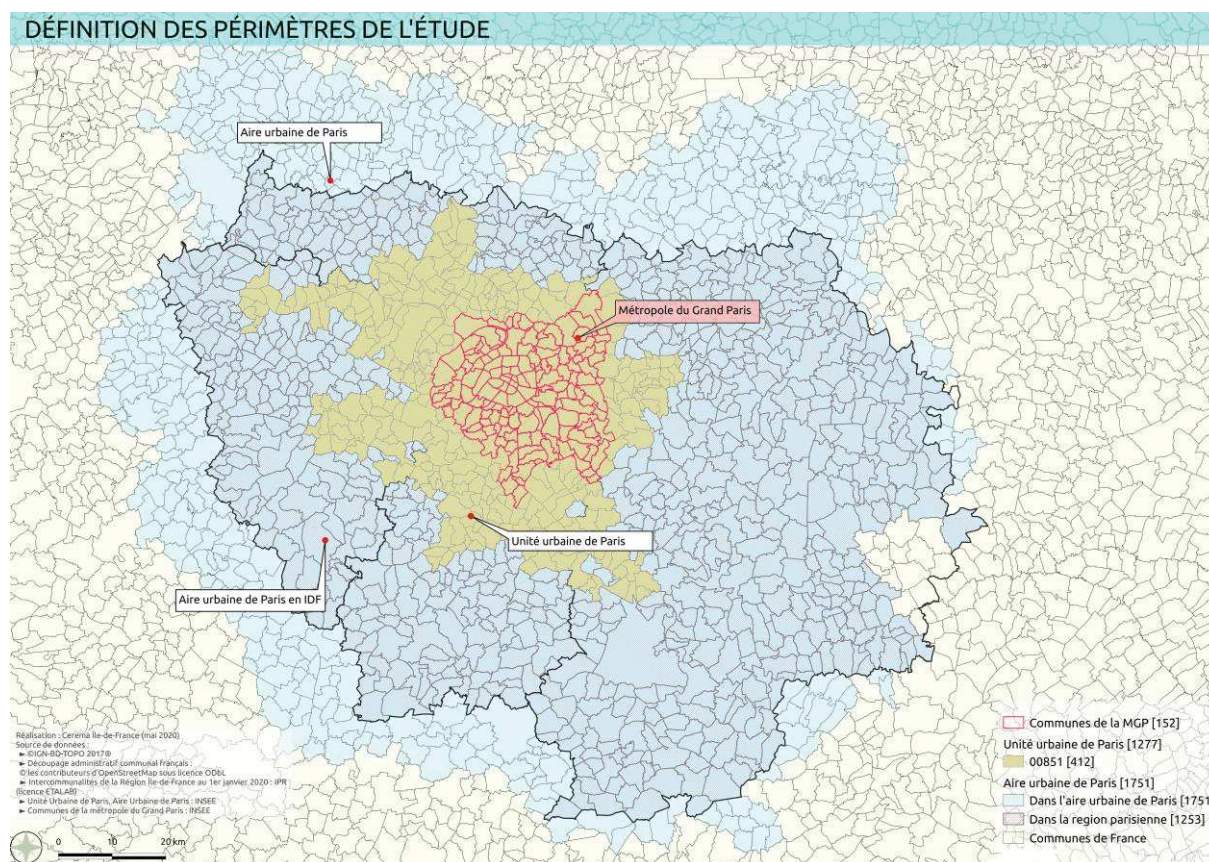


Figure 1: définition du périmètre de l'étude, l'Unité Urbaine de Paris (en jaune)

1.3 L'unité urbaine parisienne, un territoire contrasté en termes d'occupation du sol et de densité humaine

Comme précédemment évoqué, l'unité urbaine parisienne est riche de plus de 10 millions d'habitants et 5,3 millions d'emplois. Néanmoins, ces chiffres recouvrent une réalité assez contrastée sur le territoire.

1.3.1 Des densités fortes mais contrastées

La densité humaine observée (cf. figure 2), c'est-à-dire la densité de population et d'emplois rapportée à l'hectare, révèle ainsi des contrastes clairs au sein de l'unité urbaine : Paris et sa proche couronne, sans surprise, enregistrent les densités humaines les plus importantes, soit plus de 200 habitants et emplois à l'hectare pour Paris et plus de 100 habitants et emplois à l'hectare pour la petite couronne. Au sein de la grande couronne, périurbaine et rurale, la densité est très faible et ponctuellement plus élevée dans les villes préfecture.

DENSITÉ HUMAINE RAPPORTÉE À L'ÉCHELLE COMMUNALE DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

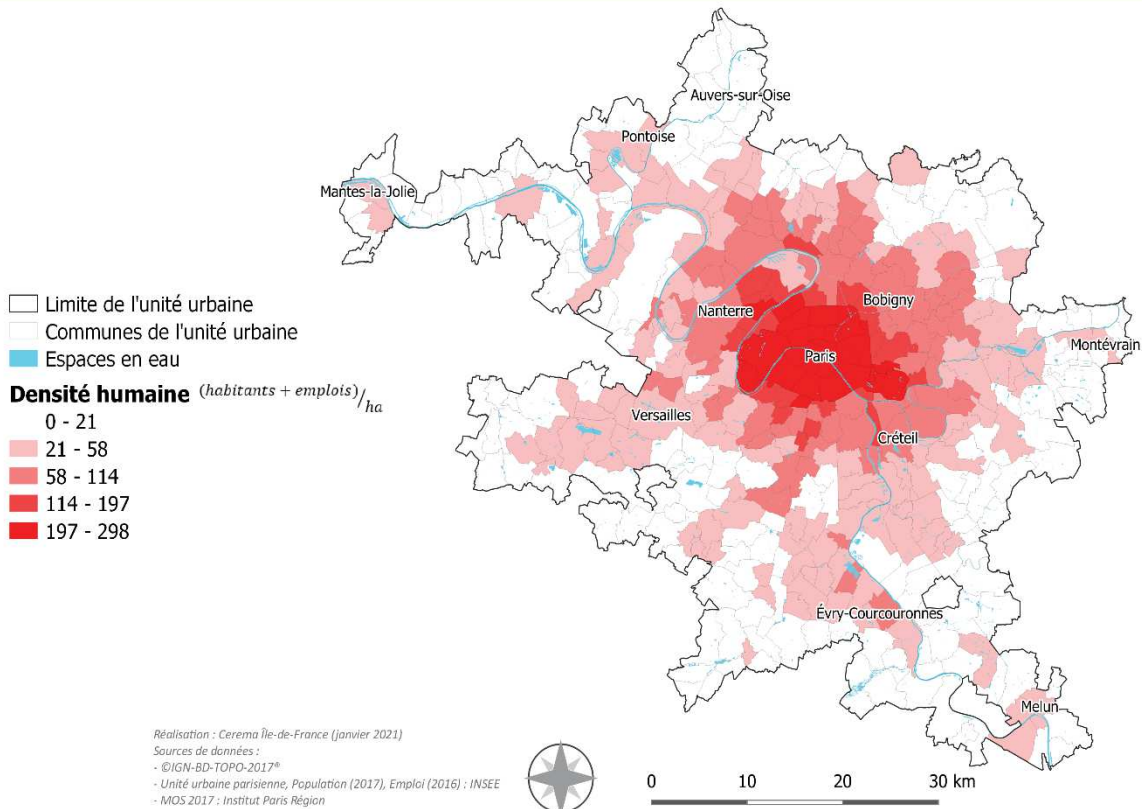


Figure 2 : densité humaine rapportée à l'échelle communale

Concomitamment à cette densité humaine, il est intéressant de projeter le coefficient d'occupation du sol ou COS (cf. figure 3). Si l'analyse de cet indicateur est sujette à interprétation - car la donnée est rapportée à l'échelle communale et ne tient pas compte des grandes disparités de densités bâties à l'îlot morphologique urbain - la carte corrobore le propos sur les niveaux de densité humaine atteints à Paris et sa proche couronne, par exemple sur la dalle de La Défense. Cette donnée est par ailleurs intéressante si on la met en perspective avec des données liées à l'imperméabilisation des sols notamment pour expliquer les causes de cette imperméabilisation.

COEFFICIENT D'OCCUPATION DU SOL (COS) RAPPORTÉ À L'ÉCHELLE COMMUNALE DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

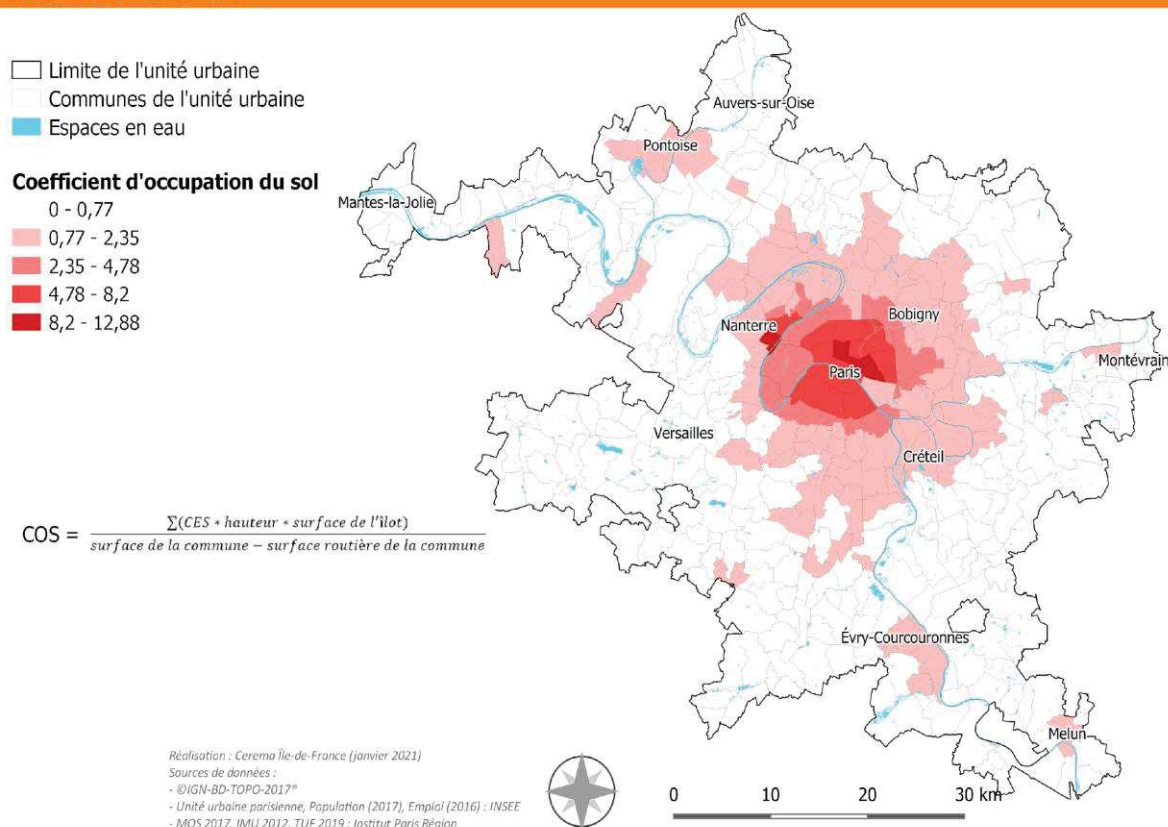


Figure 3: Coefficient d'Occupation du Sol (COS) à l'échelle communale

1.3.2 Près des deux tiers de l'unité urbaine sont artificialisés

L'unité urbaine se caractérise par son **fort taux d'artificialisation** des sols (environ 2/3 de l'unité urbaine parisienne ne sont pas des espaces naturels, agricoles ou forestiers au sens du MOS Ile-de-France) **lié à la dynamique de développement de la région parisienne depuis les 50 dernières années** et qui révèle à ce jour une quasi-totale artificialisation du seul périmètre de la métropole du Grand Paris (cf. figure 4). Ces espaces artificialisés concernent Paris intra-muros, la petite couronne parisienne et une part importante de la seconde couronne notamment dans les secteurs très urbanisés des Yvelines, du Val d'Oise, de la Seine-et-Marne ou de l'Essonne. Ils suivent également la logique d'urbanisation des territoires qui s'est opérée le long des axes de transports ferrés et routiers.

Lorsque l'on observe le phénomène de l'artificialisation des sols, on constate que l'unité urbaine parisienne, à l'image de la dynamique observée sur l'ensemble de la région Île-de-France, a connu une artificialisation relativement importante sur les 30 dernières années (la part des surfaces artificialisées au sens du MOS Ile-de-France est passée de 51% en 1982 à 61% en 2017 soit 10 points d'augmentation), malgré un ralentissement observé sur la dernière décennie (environ 1 point d'augmentation).

OCCUPATION DES SOLS DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

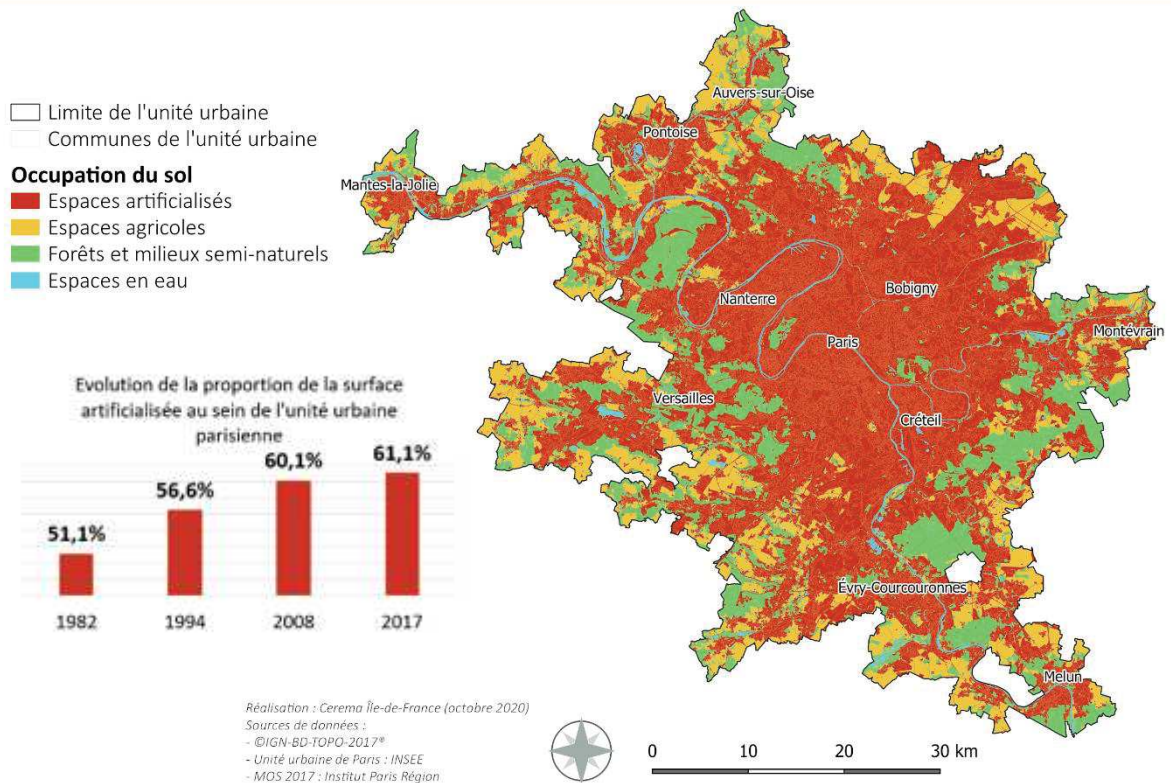


Figure 4: Occupation des sols de l'unité urbaine parisienne

L'état de l'occupation des sols révèle néanmoins la présence d'espaces de forêts et milieux naturels notables (20,6% de la l'unité urbaine parisienne) concentrés sur les limites de la petite couronne et sur la grande couronne parisienne (cf. figure 4). Les espaces verts et/ou boisés ouverts au public sont **autant d'espaces de respirations et de calme** pour les habitants du territoire : forêts de Saint-Germain-en-Laye et de Rambouillet dans les Yvelines, forêt de Montmorency dans le Val d'Oise, forêts de Fontainebleau et de Sénart en Seine et Marne, etc. A noter qu'en matière de cadre de vie la présence d'espaces verts y compris de statuts privés (2,4% dans les zones habitées, 9,9% pour des espaces boisés) compte pour beaucoup dans l'appréciation du cadre de vie des habitants.

Enfin, **la part des espaces agricoles est, elle, restreinte (16,1%) et en constante diminution** depuis les dernières décennies, même si là aussi un ralentissement a pu être constaté entre 2008 et 2017.

1.3.3 Une artificialisation liée à la dynamique d'un territoire en mutation avec des projets d'aménagement

Notre périmètre d'étude, l'unité urbaine parisienne, se situe au cœur de la première région économique française (31 % de la richesse nationale) et l'une des premières au niveau européen. En écho avec son attractivité, la région Île-de-France a gagné 276 000 habitants (soit une augmentation annuelle à 0,5%) entre 2012 et 2017 notamment dans les départements de la Seine-Saint-Denis, l'Essonne et la Seine-et-Marne. L'Île-de-France est aussi le premier bassin d'emploi européen avec une forte densité d'entreprises. Cela illustre ainsi le **phénomène de pression anthropique** - exercée par la présence des activités économiques, le parc de logements et d'équipements - sur un espace régional assez vaste. Cette dynamique, bien que ralentie, se poursuit notamment au sein de projets d'aménagements nombreux sur le territoire (cf. figure 5). La carte ci-dessous illustre ainsi la dynamique de projets d'aménagement à l'œuvre, plutôt éparpillés sur l'ensemble du territoire, à l'exception de quelques

"blocs" le long de la Seine et sur le département de la Seine St Denis. A noter que les opportunités foncières se font rares dans Paris intramuros.

Le foncier disponible devenant rare, les projets d'aménagement se concentrent désormais davantage sur des projets de reconversion ou de renouvellement urbain : la conversion de zones d'activités, l'engagement dans des projets de renouvellement urbains et sociaux d'ampleur ou la réalisation de grandes opérations d'aménagement notamment au sein des opérations d'intérêt national (La Défense, Sénart, Seine Amont, Marne-la-Vallée, etc.).

PROJETS D'AMÉNAGEMENTS DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

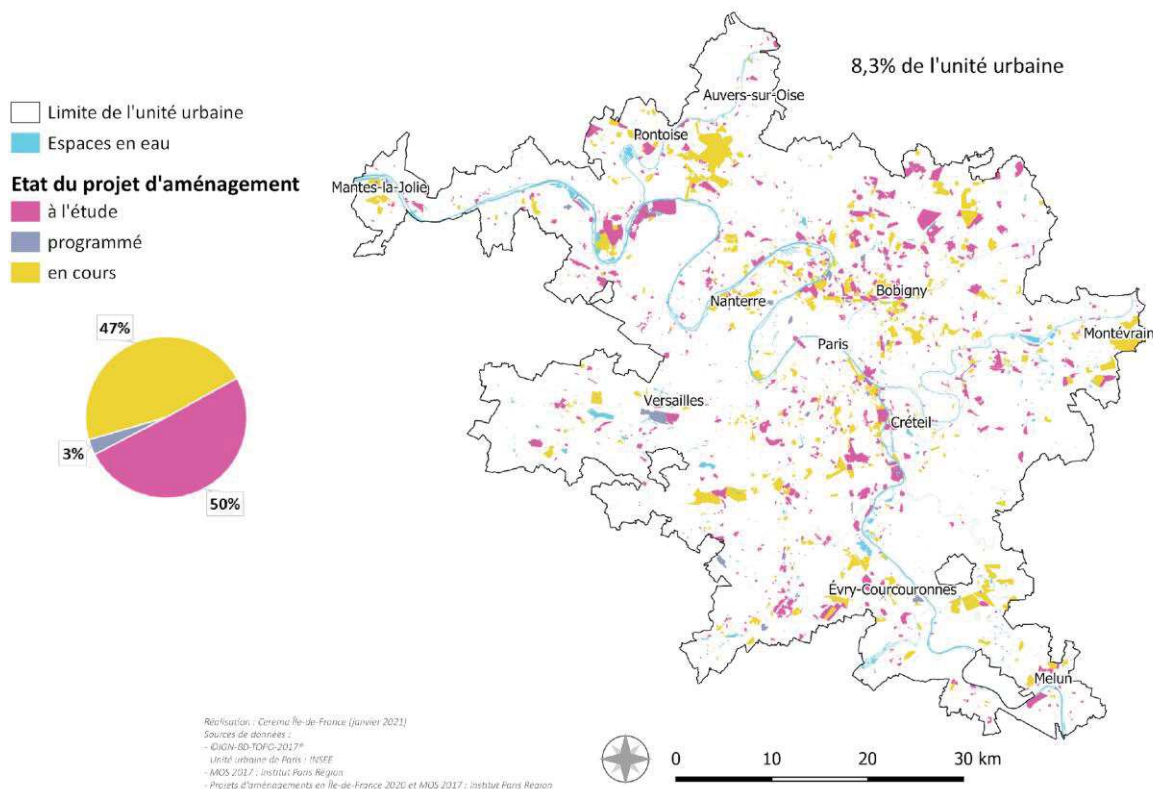


Figure 5 : projets d'aménagements de l'unité urbaine parisienne

Ce fort développement et cette concentration humaine ne sont pas sans poser des questions d'atteinte à l'environnement. On enregistre ainsi de forts taux d'imperméabilisation dans Paris intra-muros et les villes attenantes de la petite couronne (cf. figure 6). Le degré d'imperméabilisation moyen de l'unité urbaine parisienne est de 65 % et près du tiers du territoire a un taux d'imperméabilisation supérieur à 50%.

Trois "taches" d'imperméabilisation notables sont observées sur un axe de Paris nord-ouest à la boucle de la Seine, de Paris nord-est en direction de Roissy et sur un axe sud sud-est en direction d'Évry en passant par Orly et Rungis.

Ces forts taux d'imperméabilisation sont ainsi présents le long des axes fluviaux et ferroviaires (souvent parallèles), le long des infrastructures routières, et sur des zones à vocation économique, des zones de parkings ou de logistique.

TAUX D'IMPERMÉABILISATION DES SOLS DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

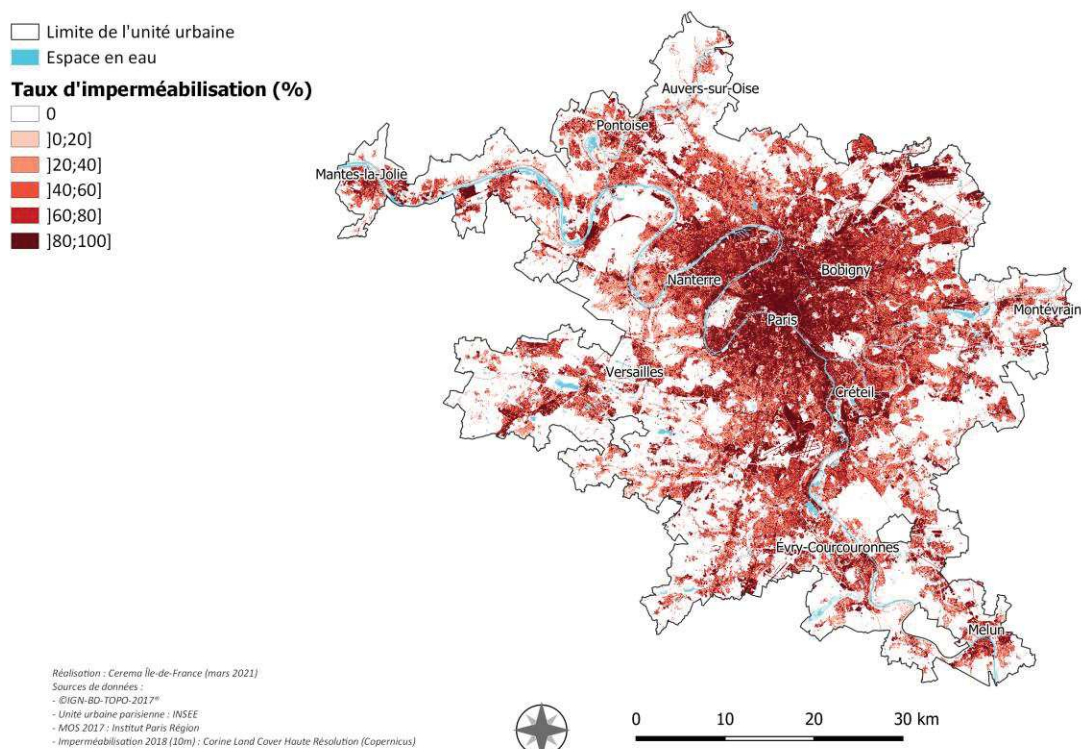


Figure 6 : taux d'imperméabilisation des sols de l'unité urbaine parisienne

1.4 Spatialisation des enjeux auxquels est confrontée l'unité urbaine parisienne

La zone dense francilienne est particulièrement concernée par plusieurs enjeux qui sont autant de défis pour élaborer la stratégie de mise en résilience du territoire :

- l'adaptation au changement climatique à travers la limitation des effets liés aux îlots de chaleur urbains ;
- l'adaptation au changement climatique à travers la réduction du risque d'inondation pour la protection des populations/activités économiques ;
- la protection et la restauration de la biodiversité par la préservation des espaces naturels et forestiers et le maintien ou la restauration de connectivités écologiques;
- l'amélioration du cadre de vie au travers notamment d'une offre d'espaces verts publics de qualité ;
- la préservation de la qualité agronomique des sols pour assurer une production agricole locale.

1.4.1 La vulnérabilité du territoire aux effets d'îlots de chaleur urbains

La vulnérabilité de la population à l'échelle de l'unité urbaine parisienne s'accroît, ceci impactant significativement la santé et la qualité de vie des habitants. La prise de conscience est aujourd'hui générale (élus, citoyens, acteurs économiques) et des solutions peuvent permettre d'améliorer la résilience des territoires.

Ainsi, la lutte contre les îlots de chaleur urbains passe en premier lieu par l'identification de ces zones et l'évaluation du degré de vulnérabilité des populations afin de mieux anticiper les risques. L'Institut

Paris Région (IPR) a notamment réalisé un travail de cartographie (source : IPR, septembre 2017), adapté ici à l'échelle de l'unité urbaine parisienne (cf. figure 7).

VULNERABILITÉ NOCTURNE DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE AUX EFFETS D'ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS (ICU)

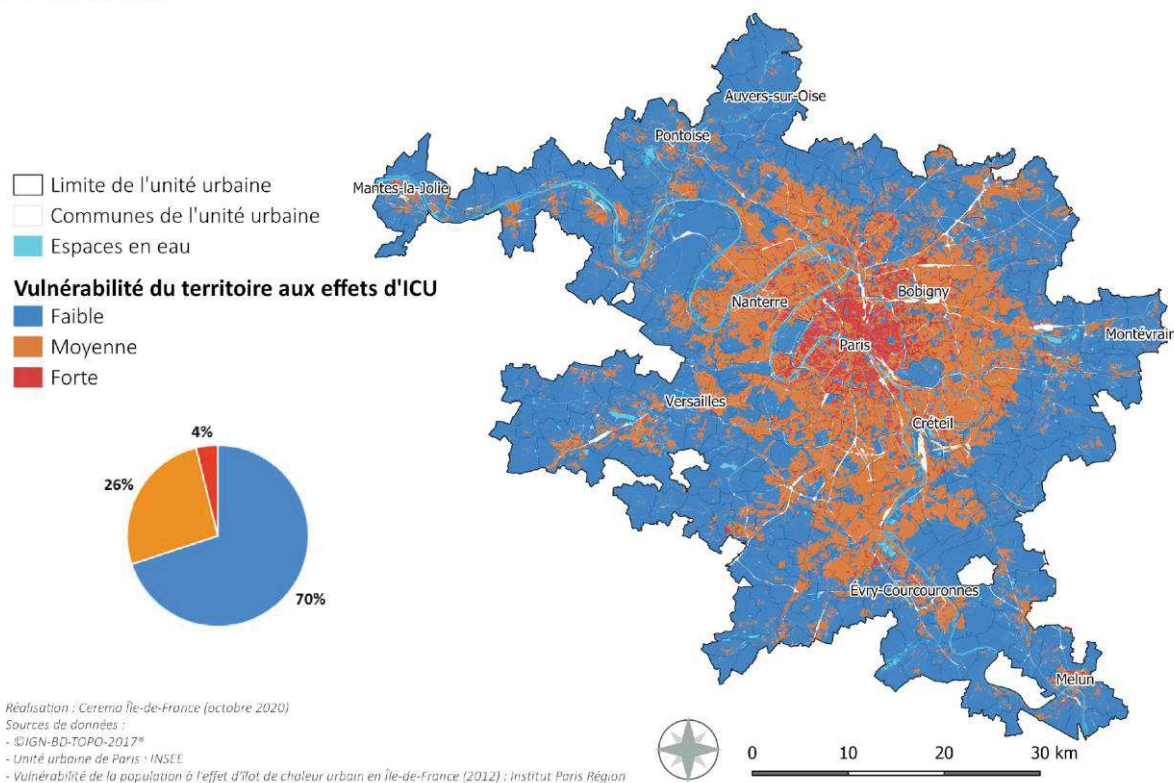


Figure 7 : vulnérabilité nocturne du territoire aux effets aux effets d'îlots de chaleur urbains

Cette carte montre qu'en termes de surfaces, seulement 4% du territoire de l'unité urbaine est soumis à une vulnérabilité forte aux effets d'îlots de chaleur urbains, en grande majorité concentrés dans Paris intra-muros. Néanmoins, ce phénomène concerne environ 20% de la population de l'unité urbaine parisienne et 25 % de l'activité humaine (population et emplois).

Plus du quart de l'unité urbaine est soumis à une vulnérabilité moyenne aux effets d'îlots de chaleur, dans les zones correspondant de manière assez nette aux zones fortement imperméabilisées (petite couronne, infrastructures ferroviaires, routières et aéroportuaires, zones logistiques).

1.4.2 Préservation de la biodiversité et renforcement des continuités écologiques

Les enjeux de préservation des réservoirs de biodiversité et des continuités écologiques en Île-de-France sont d'autant plus importants que le niveau actuel de fragmentation et d'artificialisation du territoire francilien est important mais aussi que sa situation biogéographique au cœur du bassin parisien, à l'intersection de plusieurs grands axes de continuités écologiques identifiées comme étant d'importance nationale ou supra régionale.

Les réservoirs de biodiversité, identifiés dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) d'Île-de-France, concentrent aujourd'hui l'essentiel du patrimoine naturel francilien. Ils correspondent à des milieux naturels ou plutôt semi-naturels, largement influencés par les activités humaines. Cela correspond à près de 250 500 ha, soit 21 % du territoire régional. Les réservoirs s'appuient sur les contours de zonages de protection, de gestion et de connaissance existants : réserves naturelles

nationales et régionales, arrêtés préfectoraux de protection de biotope, réserves biologiques intégrales et dirigées de l'Office National des Forêts (ONF), sites Natura 2000, réservoirs biologiques du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1 et 2. (cf. figure 8).

Certains réservoirs jouent un rôle de premier ordre dans le fonctionnement des continuités interrégionales et nationales, plutôt en dehors de l'unité urbaine parisienne. Il s'agit des vallées de l'Essonne, de la Juine et leurs affluents, notamment pour leur concentration en pelouses calcaires, le massif de Rambouillet, la forêt de Fontainebleau, la plaine de la Bassée, plus vaste zone humide régionale, les boucles aval de la Seine (Moisson, Guernes et La Roche-Guyon) et les rivières d'Île-de-France. Dans l'unité urbaine parisienne, les réservoirs de biodiversité représentent plus de 15% du territoire.

Les continuités écologiques franciliennes sont situées principalement en dehors de la zone urbaine dense même si quelques trames, plus ou moins fonctionnelles, la traversent. C'est notamment le cas :

- le long des rivières, notamment de la Marne et sur certains tronçons de la Seine, en s'appuyant notamment sur le réseau constitué par les îles ;
- le long des canaux (Ourcq, Saint-Denis) et des affluents de la Seine et de la Marne (Orge, Yvette, Bièvre, Yerres, Morbras, Réveillon) ;
- entre le parc départemental Georges Valbon et le secteur de Roissy, via la vallée du Croult et les espaces verts des aéroports du Bourget et de Roissy ;
- entre la forêt de Bondy et les milieux naturels situés plus à l'est, via les carrières de gypse réaménagées et l'aqueduc de la Dhuis ;
- entre la basse vallée de l'Yerres et la forêt de Sénart ;
- entre le bois de Boulogne et les espaces boisés de l'ouest parisien vers Versailles.

RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ, CORRIDORS ÉCOLOGIQUES ET ZONES HUMIDES DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

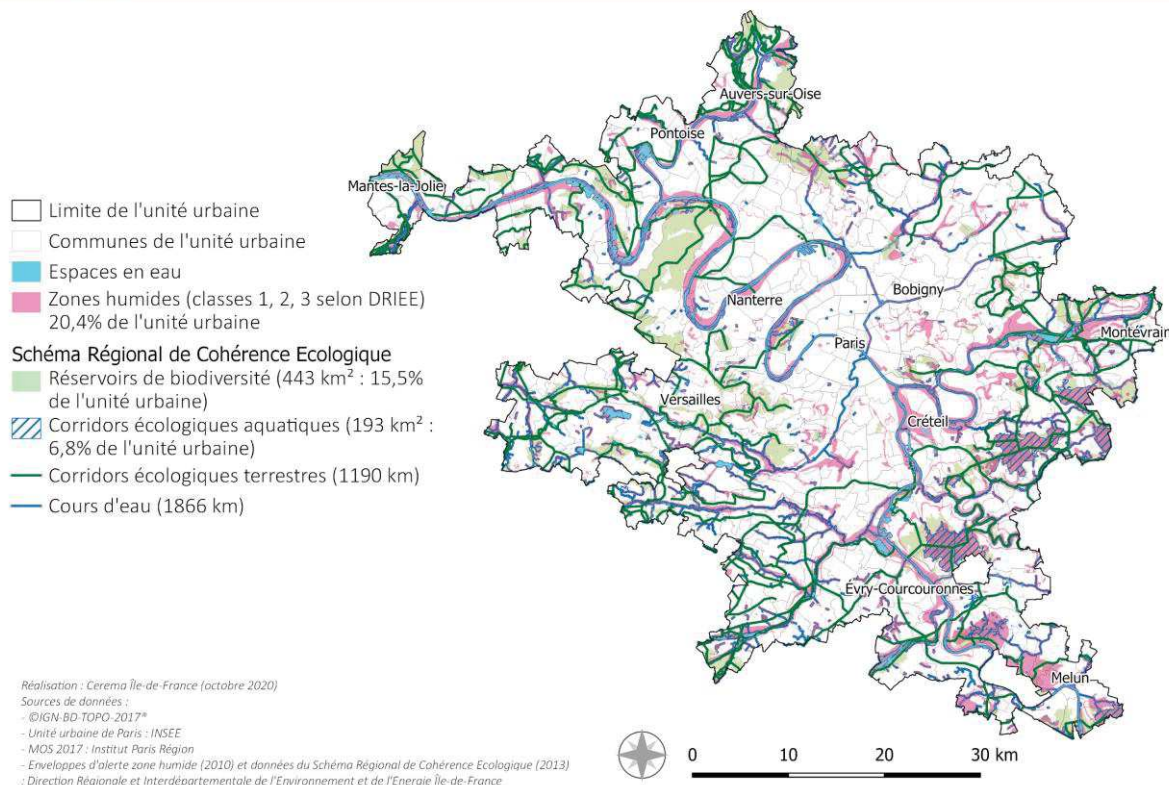


Figure 8 : réservoirs de biodiversité, corridors écologiques et zones humides

1.4.3 La protection des populations/activités économiques face au risque d'inondation

Le bassin Seine Normandie dans sa globalité, et plus spécifiquement l'unité urbaine parisienne, sont confrontés à différents types d'inondations, dont le changement climatique augmente la fréquence. La prévention des inondations est donc un enjeu majeur en termes de sécurité des populations, de protection des biens, de préservation du fonctionnement des activités économiques mais aussi d'impacts sur le patrimoine naturel et culturel.

Le risque d'inondation correspond au croisement en un même lieu géographique d'un aléa (une inondation potentiellement dangereuse) avec des enjeux (humains, économiques, ou environnementaux). Les populations et les activités économiques sont ainsi susceptibles de subir des dommages ou des préjudices.

Trois grands types d'inondation peuvent être identifiés sur le territoire de l'unité urbaine parisienne (source : <https://www.georisques.gouv.fr/>, 2020) :

- l'inondation par ruissellement qui se produit lorsque les eaux de pluie ne peuvent pas ou plus s'infiltrer dans le sol ;
- l'inondation par débordement de cours d'eau, le phénomène de crue de plaine est souvent lié à des pluies répétées, prolongées ou intenses (parfois cumulées avec la fonte des neiges sur les reliefs) qui provoquent une élévation plus ou moins brutale du débit et par conséquent de la hauteur d'un cours d'eau. Il s'agit d'inondations lentes, qui apparaissent en quelques jours, voire quelques heures et relativement longues, qui peuvent persister d'une journée à plusieurs semaines ;
- l'inondation par remontée de nappes lorsque l'inondation est provoquée par la montée du niveau de la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol.

Située au centre du bassin versant de la Seine, l'unité urbaine parisienne est particulièrement exposée au risque d'inondation (cf. figure 9). La pression d'urbanisation en zone inondable y est forte et croissante. La DRIEE estime par exemple, en cas de crue centennale généralisée en région parisienne, du type de celle de 1910, que 800 000 habitants et entre 700 000 et 1 million d'emplois seraient impactés. 5 millions de franciliens seraient également concernés par des coupures d'eau et 140 km de réseau ferré seraient perturbés.

Au-delà de sa situation géographique à la confluence de la Marne et de la Seine, le caractère fortement urbanisé voire imperméabilisé du territoire est une cause et un facteur aggravant de l'inondation par ruissellement et par débordement de cours d'eau. En milieu urbain, lors de pluies intenses, les débits d'eau de ruissellement peuvent être très importants et saturer les réseaux d'évacuation des eaux pluviales et les ouvrages hydrauliques et ainsi occasionner des dégâts humains et matériels conséquents. Ainsi, à l'échelle de l'unité urbaine, 15 % du territoire est soumis au risque d'inondation, 19% du territoire de l'unité urbaine est situé en zone potentiellement soumise aux débordements de nappes et 26% en zones sujettes aux inondations de cave.

ZONAGES DES TERRITOIRES À RISQUES D'INONDATION ET ZONES POTENTIELLES D'INONDATION PAR REMONÉE DE NAPPES DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

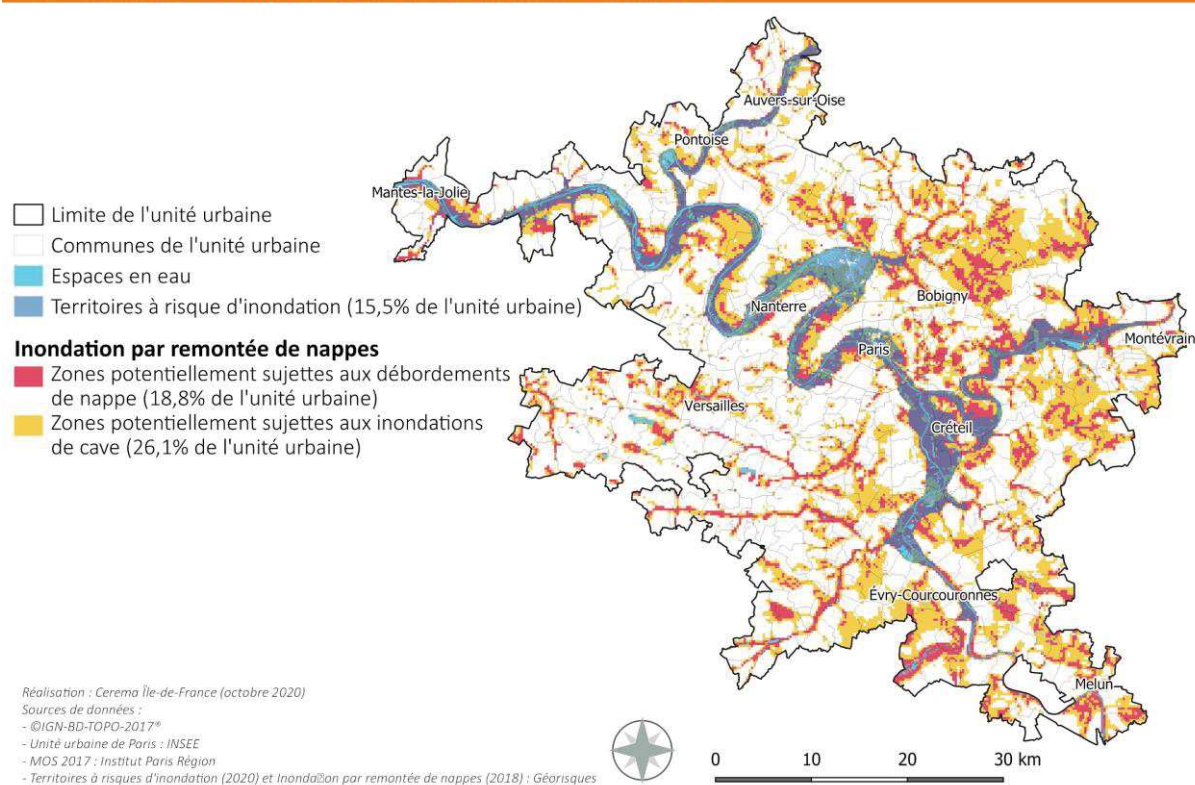


Figure 9 : zonages des territoires à risques d'inondation et zones potentielles d'inondations par remontée de nappes

Face aux inondations, comme face à tous les risques naturels, si on ne peut pas toujours empêcher leur occurrence, il est possible :

- de réduire les conséquences des inondations : la priorité est de ne pas augmenter les enjeux et donc les dégâts en zone inondable notamment en limitant l'urbanisation dans ces zones.
- de réduire l'ampleur des crues, des solutions de prévention basées sur le bon fonctionnement des milieux naturels et sur une solidarité territoriale entre l'amont et l'aval des cours d'eau sont à mettre en œuvre. Ces actions de prévention maintiennent ou restaurent des espaces pour l'écoulement naturel des eaux : zones d'expansion des crues, zones humides, limitation des ruissellements sur les versants agricoles (éviter la culture le long de la pente, favoriser les haies arbustives), gestion innovante des eaux pluviales, désimpermeabilisation des sols en ville.

Ces actions sous-entendent un changement de paradigme en matière de gestion du risque inondation dans l'aménagement urbain en complétant la "résistance" (stratégie basée sur la défense contre les crues : digues, remblais, ...) par de la "résilience" de façon plus systématique.

Ainsi, le risque inondation est un enjeu qui incite à profiter des opportunités de renaturation pour restaurer des milieux naturels et protéger les populations et les activités économiques

1.4.4 Maintenir et développer la qualité de cadre de vie pour les usagers du territoire

Pour illustrer l'enjeu de maintien et de préservation d'un cadre de vie de qualité le choix a été fait ici de retenir le critère de la présence d'espaces verts ou boisés ouverts au public, en écho aux travaux menés par la Région Île-de-France et ayant permis d'identifier des communes carencées en espaces verts et de donner lieu à la mise en œuvre du plan vert régional.

Ainsi, en retenant le critère minimum recommandé par l'OMS de 10 m² d'espaces verts par habitant, on identifie assez clairement les carences constatées à l'échelle communale pour l'ensemble des arrondissements parisiens et pour quelques villes de la proche couronne parisienne (cf. figure 10).

Cette carte est une représentation des espaces verts ou boisés publics rapportés au nombre d'habitants et ne présage pas de la présence d'autres types d'espaces verts de statut privé. Le cas de la Ville de Saint Maur des Fossés est par exemple une bonne illustration : forte d'espaces verts privés nombreux et d'un cadre de vie de qualité elle ressort ici comme carencée en espaces verts publics. D'autres communes à dominante agricole peuvent ainsi ressortir comme carencées. Toutefois, cet indicateur reste légitime à intégrer afin de rendre compte de l'égalité de l'offre en espaces verts ou boisés y compris dans des communes pavillonnaires.

Enfin cette carte présente un état des lieux rapporté à l'échelle communale, ce qui ne rend pas compte de disparités fortes entre quartiers ou îlots. Il est bien entendu ici que la qualité du cadre de vie peut sensiblement varier d'un quartier à l'autre en fonction des aménités qui sont offertes : parc public, espaces publics généreux, etc.

COMMUNES DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE POSSÉDANT UN RATIO D'ESPACES VERTS OU BOISÉS OUVERTS AU PUBLIC INFÉRIEUR À 10 M² PAR HABITANT

Près d'1/4 des communes (116) ont un ratio inférieur à 10m²

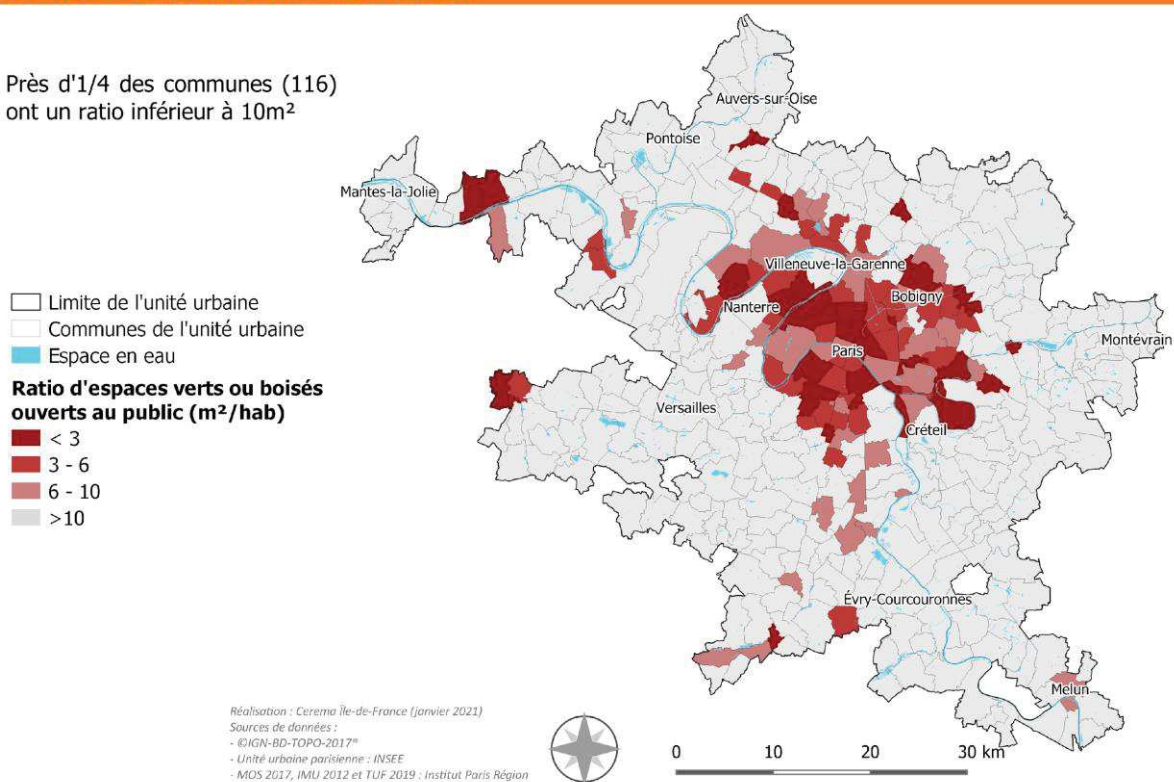


Figure 10 : ratio d'espaces verts ou boisés ouverts au public (m²/hab) par commune de l'unité urbaine parisienne

Cet état des lieux communal sur l'offre en espaces verts ou boisés publics peut être complété par celui sur l'accessibilité de ces espaces. En effet, la vie en milieu urbain dense re-questionne les pouvoirs publics - et davantage encore depuis la crise sanitaire traversée - sur la place et l'offre en espaces verts offerts dans un périmètre de proximité pour les habitants. Le choix a été fait ici de prendre les éléments de méthode proposés par l'Institut Paris Région à savoir de retenir un rayon de proximité de 250 m pour un espace de 1 à 10 hectares, de 500 m pour un espace vert de 10 à 30 hectares et de 1 km pour un espace vert de plus de 30 hectares (cf. figure 11).

L'unité urbaine offre ainsi 17% de sa surface en espaces verts ou boisés ouverts au publics et 46 % du territoire de l'unité urbaine peut être considéré comme ayant accès à un espace vert ou boisé public. Ainsi près de **37% de l'unité urbaine est en zone blanche c'est-à-dire sans accès possible à des espaces verts ou boisés ouverts au public.**

OFFRE ET ACCESSIBILITÉ DES ESPACES VERTS OU BOISÉS OUVERTS AU PUBLIC DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

36,7% de l'unité urbaine en zone blanche

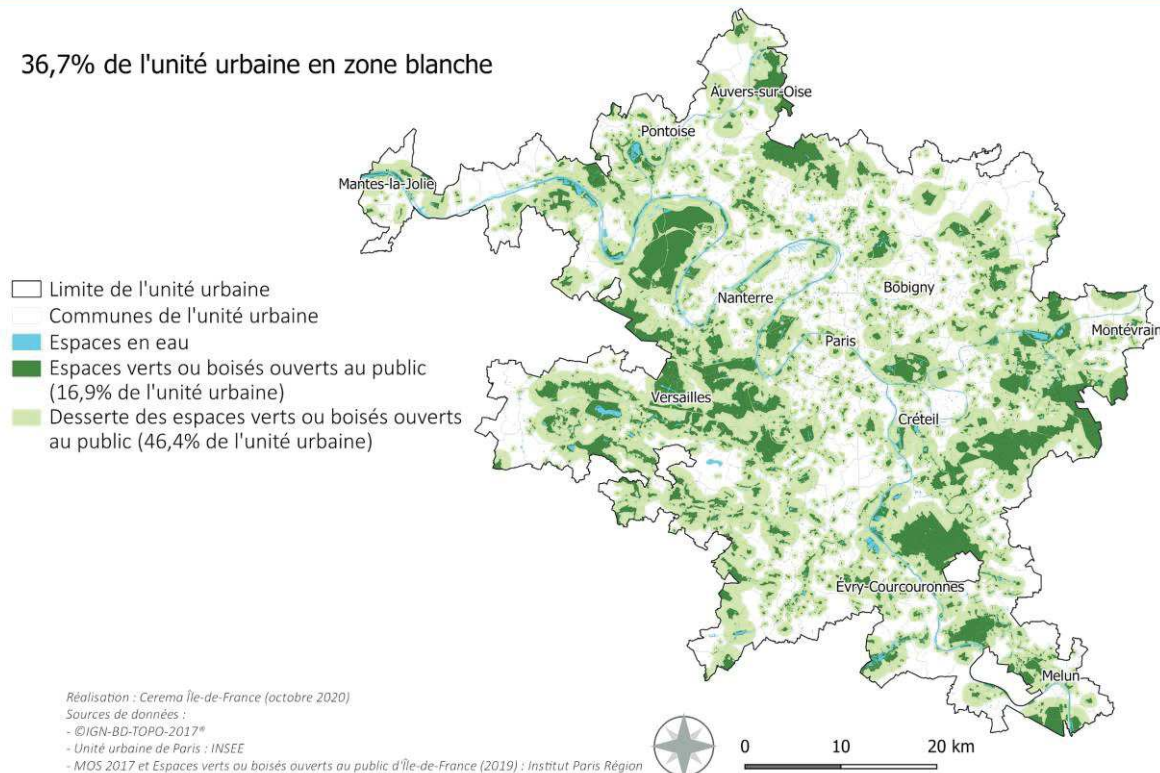


Figure 11 : offre et accessibilité des espaces verts ou boisés ouverts au public

1.4.5. Préserver des espaces agricoles périurbains et développer des projets d'agriculture urbaine

Au cours des 30 dernières années (1990-2008), l'urbanisation francilienne s'est développée au rythme annuel moyen de 2 375 hectares, par artificialisation des espaces boisés, naturels mais aussi agricoles. 70% de ce développement s'est en effet opéré sur ces derniers (SRCE, 2013).

Dans l'unité urbaine parisienne, les surfaces agricoles, constituées notamment de cultures maraichères et de vergers, se situent principalement en marge du territoire (cf. figure 12) comme par exemple la plaine de Montesson, les vergers autour de Montmorency, les secteurs au sud de l'aéroport de Roissy et autour de Rungis et d'Orly, à Vigneux-sur-Seine ainsi que sur le plateau de Saclay.

La proportion de surface agricole au sein de l'unité urbaine parisienne est passée de 24,9% en 1982 à 16,1% en 2017, soit une baisse de près de 9 points.

La préservation des terres agricoles à la périphérie des villes et en ville est un enjeu majeur car elles contribuent à la limitation des îlots de chaleur en rafraîchissant une partie de la ville (par exemple les terres agricoles du Triangle de Gonesse) tout en assurant aussi une partie de l'approvisionnement en produits agricoles du bassin parisien ainsi que l'accès à des espaces de détente pour les citoyens. Enfin, ces espaces agricoles dans et en périphérie des villes contribuent très largement au maintien de trames vertes qui sont essentielles pour la préservation de la biodiversité urbaine et pour éviter l'encerclement et l'isolement complet des espaces naturels.

ESPACES AGRICOLES DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

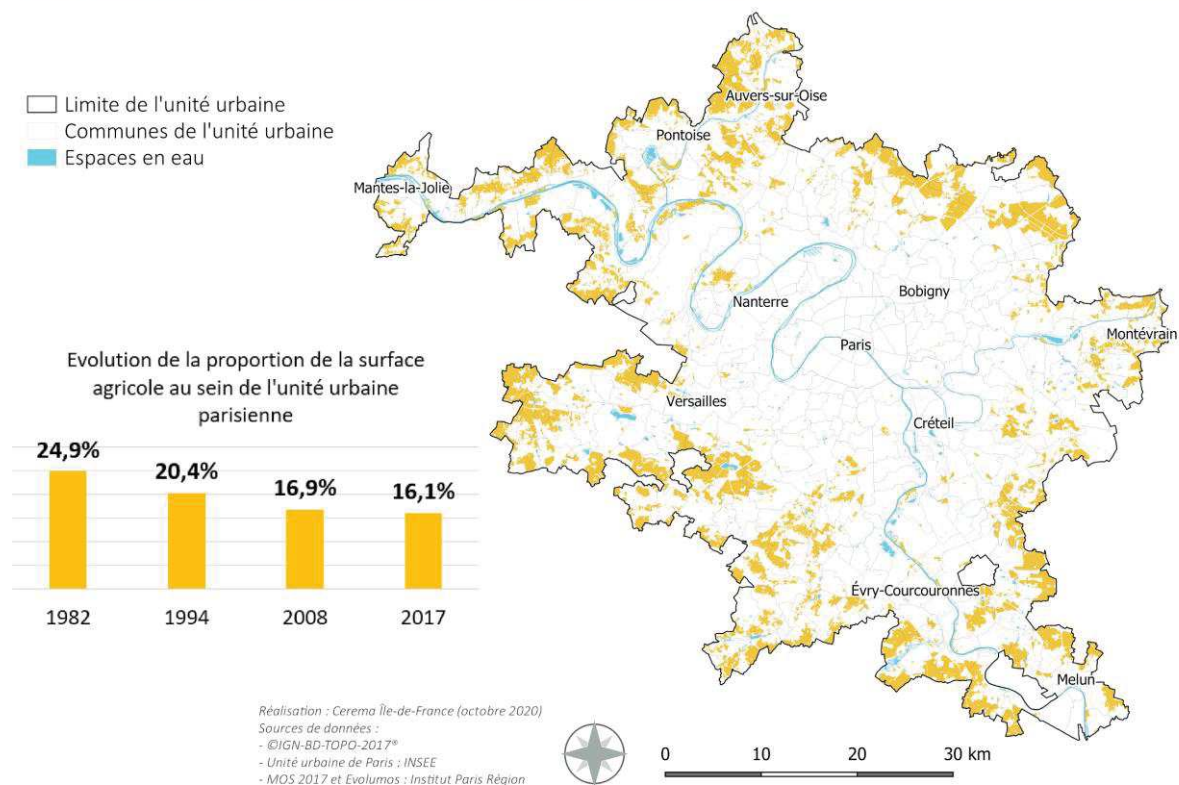


Figure 12 : zonage des espaces agricoles

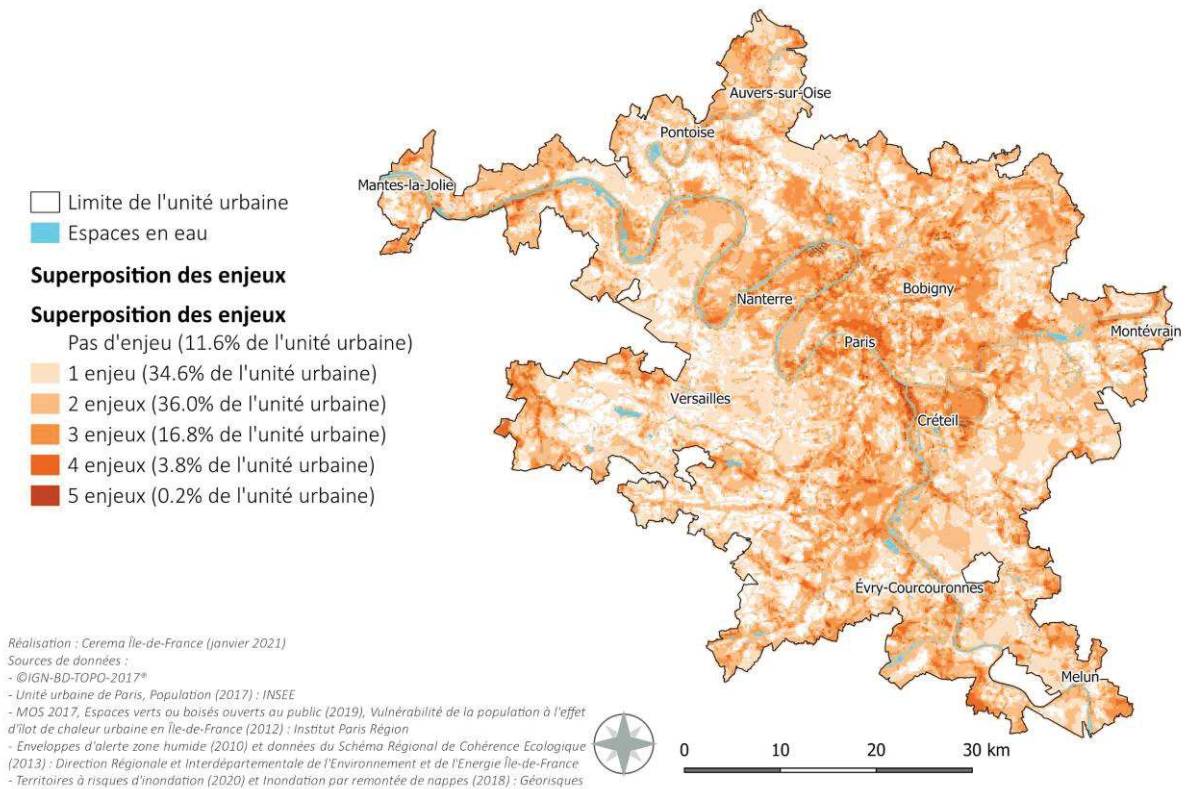
1.4.6. Des enjeux présents sur la quasi-totalité du territoire

En termes de surfaces, près de 90% du territoire de l'unité urbaine parisienne présente au moins un des enjeux listés ci-dessus (cf. figure 13). La majorité (environ 57%) en présente au moins 2 mais près de 20% du territoire en cumulent au moins 3. Citons par exemple Paris et sa petite couronne qui concentrent de nombreux enjeux.

L'enjeu principal observé, très prégnant en Île-de-France, est celui lié au risque inondation, présent sur plus de 45% du territoire, suivi ensuite par la qualité du cadre de vie et la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques avec pour chacun près de 40% du territoire concerné par chacun de ces enjeux.

En revanche, on constate que rares sont les territoires qui cumulent plus de 3 enjeux (3,8% pour 4 enjeux et 0,2% pour 5 enjeux), ce qui nous permet de retenir ce seuil comme indicateur de priorisation de l'action sur des territoires.

SUPERPOSITION DES ENJEUX PRÉSENTS DANS L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE



Présence des différents enjeux au sein de l'unité urbaine (%)

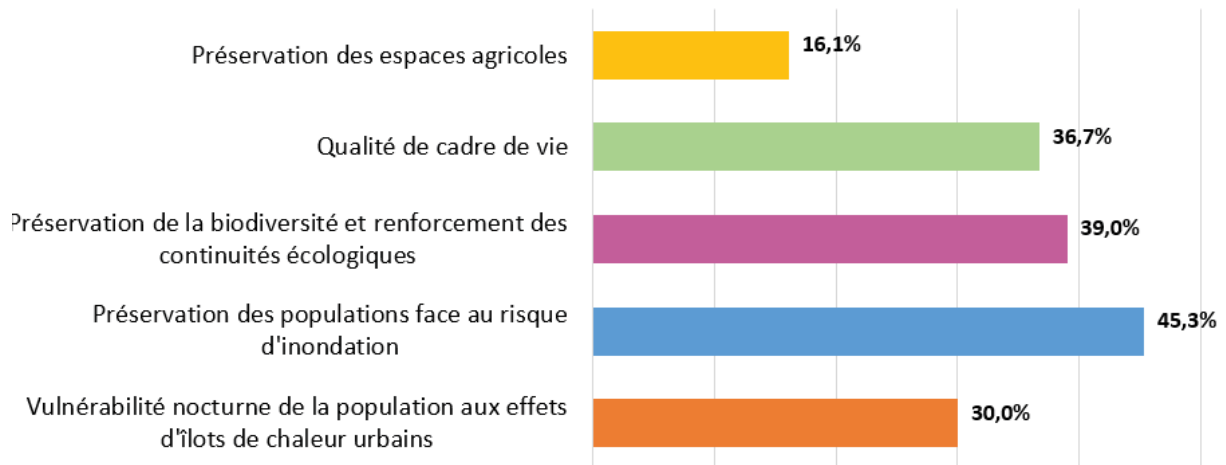


Figure 13 : superposition des enjeux présents sur l'unité urbaine parisienne

2. Présentation de la méthode et résultats à l'échelle de l'unité urbaine parisienne

La méthode de travail proposée à l'échelle de l'unité urbaine parisienne (cf. figure 14) repose sur :

1/ un **diagnostic de la qualité des espaces artificialisés ou de leur multifonctionnalité** en milieu urbain dense.

2/ un croisement de ce diagnostic avec les dispositifs de protection existants et identifiés dans le SRCE afin de localiser les **espaces multifonctionnels qui ne font pas l'objet d'un objectif de préservation** dans le cadre du SRCE. Ces espaces ainsi repérés pourront faire l'objet d'investigations plus poussées à l'échelle des collectivités pour identifier leurs qualités réelles et les éventuelles mesures ou outils de protection à mettre en place.

3/ une **hiérarchisation des espaces** présentant un potentiel de renaturation. Il s'agira ici d'appréhender, au regard des 5 enjeux pris en compte dans la méthode, les espaces les moins multifonctionnels et les plus "facilement" mutables en fonction de leur dureté foncière, des opportunités d'aménagement et éventuellement des opportunités de renaturation liées aux contraintes d'aménagement.

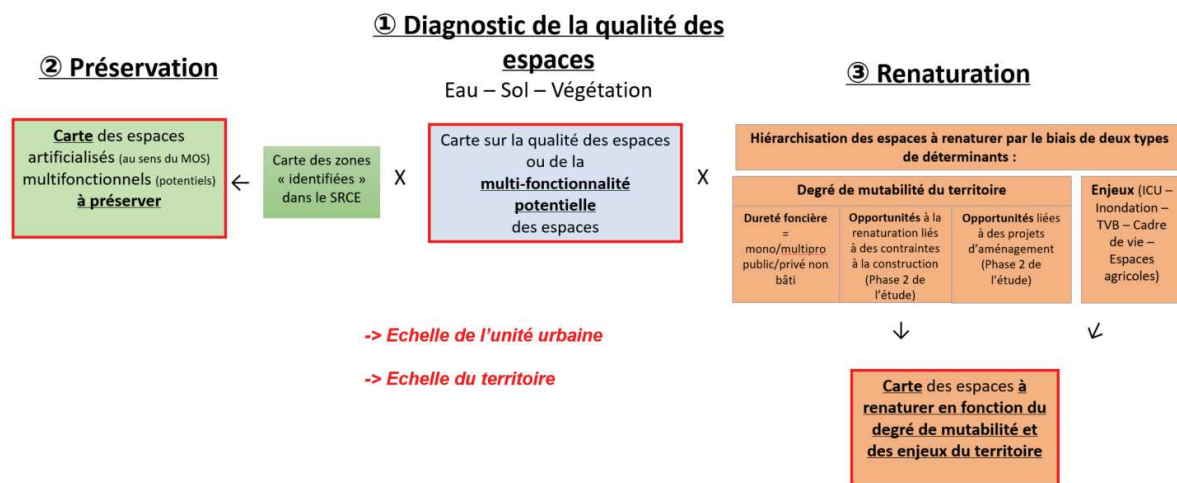


Figure 14 : schéma de la méthode afin d'identifier le potentiel de renaturation

A noter que la méthode développée ci-dessous pour diagnostiquer la qualité des espaces n'est applicable que pour les espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne. Pour les espaces naturels, agricoles ou forestiers de l'unité urbaine parisienne, des bases de données existent (ex. celles associées au Référentiel Régional Pédologique, Roque, 2003) permettant de mieux approcher leur multifonctionnalité (cf. projet MUSE).

La connaissance et la préservation d'espaces multifonctionnels sont des prérequis indispensables à la mise en résilience et à l'adaptation au changement climatique dans les villes. L'étude est basée sur ces deux principes, qui sont ici déclinés sous forme de méthode appropriable par une collectivité territoriale.

2.1 Des espaces à qualifier du point de vue de leur multifonctionnalité

Les écosystèmes urbains, tels que définis dans le programme national EFESE (Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques), comprennent une mosaïque d'espaces de nature terrestres et/ou aquatiques, au degré de naturalité très variable, en interaction avec le milieu urbanisé ainsi que l'environnement plus global dans lequel s'inscrit la ville. Via leurs différentes composantes (flore, faune, milieu physique : sol, eau, air) et leurs interactions, ces espaces de nature assurent des fonctions écologiques, processus naturels internes aux écosystèmes, à l'origine de services écosystémiques, dont l'homme peut tirer des bénéfices directs ou indirects.

Cependant, les pressions exercées par les milieux urbains sur leurs espaces de nature sont multiples et intenses, notamment en termes d'artificialisation voire d'imperméabilisation des sols. La plupart des grandes aires urbaines, dont celle de Paris, continuent de s'étendre ou de se densifier sous l'influence d'une forte demande de constructions. Cela se traduit généralement pour les sols par une perte partielle ou totale de leurs fonctions écologiques.

La qualité des sols, définie aujourd'hui de façon consensuelle, comme la capacité du sol à fonctionner ou à assurer des fonctions constitue un des indicateurs essentiels de la gestion durable d'un territoire. Malgré l'absence de bases de données afin de qualifier ces espaces artificialisés en termes de multifonctionnalité potentielle, il est proposé dans le cadre de cette étude de s'en approcher par le biais de l'épaisseur des sols avec une multifonctionnalité potentielle du sol augmentant avec son épaisseur (cf. figure 15) :

- concernant les fonctions liées à un stock, plus un sol est épais, plus sa fonction de stockage est importante : c'est le cas pour les fonctions de réservoir de biodiversité, stockage de carbone et stockage de l'eau.
- concernant la fonction de flux liée à l'infiltration de l'eau : le sol est une composante que l'eau, une fois la capacité au champ atteinte, traverse pour éventuellement aller rejoindre une nappe phréatique en sous-sol. La fonction d'infiltration de l'eau semble donc être assurée quelle que soit son épaisseur à condition que les propriétés intrinsèques du sol et du sous-sol soient compatibles avec cette infiltration.
- concernant les fonctions relatives au compartiment végétal comme l'évapotranspiration ou encore le support de végétation, celles-ci sont avant tout liées au choix d'aménagement fait sur l'espace considéré et fonction, de façon indirecte, de l'épaisseur des sols.

L'épaisseur du sol en milieu urbain constitue donc un indicateur de sa multifonctionnalité potentielle. Le terme « potentiel » est très important car les usages et pratiques liées aux sols (par exemple, le tassement, la contamination) constituent des facteurs d'influence majeurs sur les organismes du sol et les fonctions qu'ils assurent.

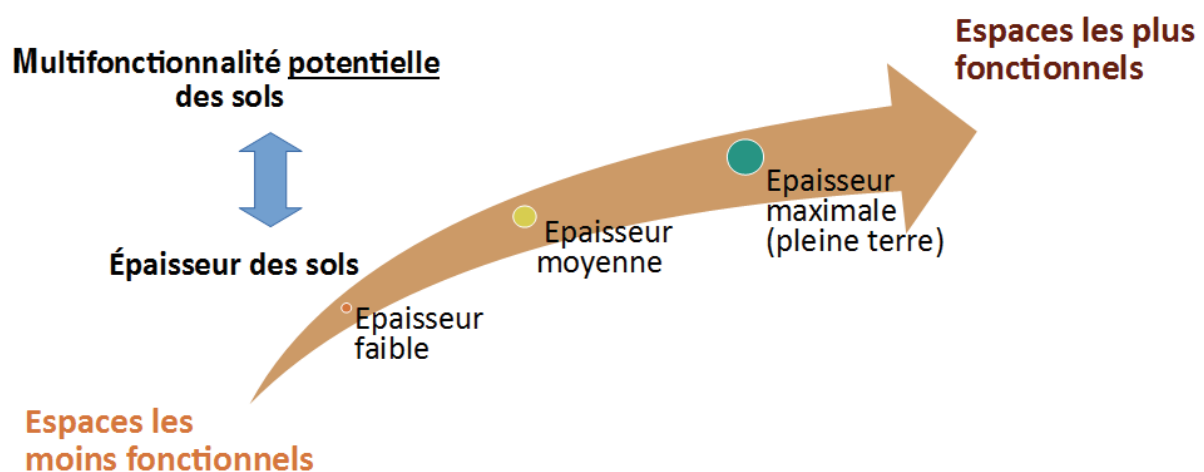


Figure 15 : lien entre épaisseur des sols et fonctionnalité des espaces

Dans la suite du propos, l'hypothèse est faite que les sols urbains (qui correspondent aux espaces artificialisés cartographiés à la figure 4), mis à part les sols relictuels des parcs et jardins anciens qui peuvent être considérés comme des sols pseudo-naturels ou de pleine terre, ont fait l'objet d'un aménagement. Ainsi nous supposons que les sols urbains abritant une végétation peuvent être associés à une épaisseur de sol que les professionnels des espaces verts attribuent pour chaque strate de végétation : 0,2 – 0,3 m pour la strate herbacée avec une hauteur de végétation inférieure à 1 m ; 0,4 – 0,6 m pour la strate arbustive avec une hauteur de végétation comprise entre 1 et 7 m ; 0,8 – 1,2 m pour la strate arborée avec une hauteur de végétation supérieure à 7 m (cf. figure 16).

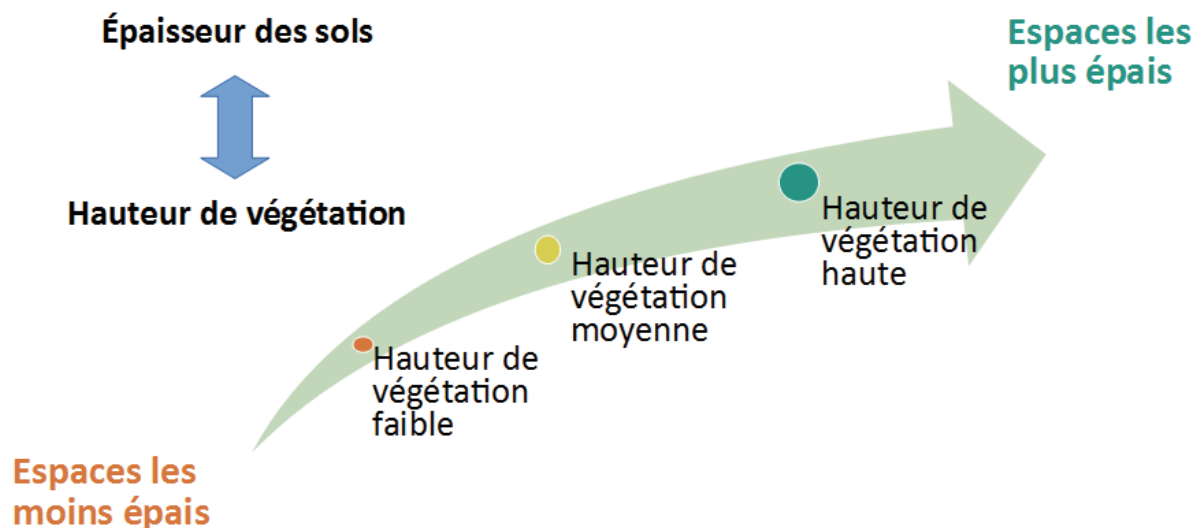


Figure 16 : lien entre épaisseur des sols, hauteur de végétation et multifonctionnalité potentielle

A partir de la définition de catégories de hauteur de végétation et à l'aide de données l'Atelier Parisien de l'URbanisme (APUR, 2015), deux cartes ont ainsi été réalisées sur les espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne représentant la hauteur de végétation (cf. figure 17) puis l'épaisseur approchée des sols (cf. figure 18) de ces territoires.

Il est à noter que la carte de l'APUR ne permet pas de couvrir l'ensemble du territoire de l'unité urbaine parisienne. Ainsi les zones les plus au nord et à l'ouest ne seront pas prises en compte dans la suite de l'étude.

HAUTEUR DE VÉGÉTATION DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

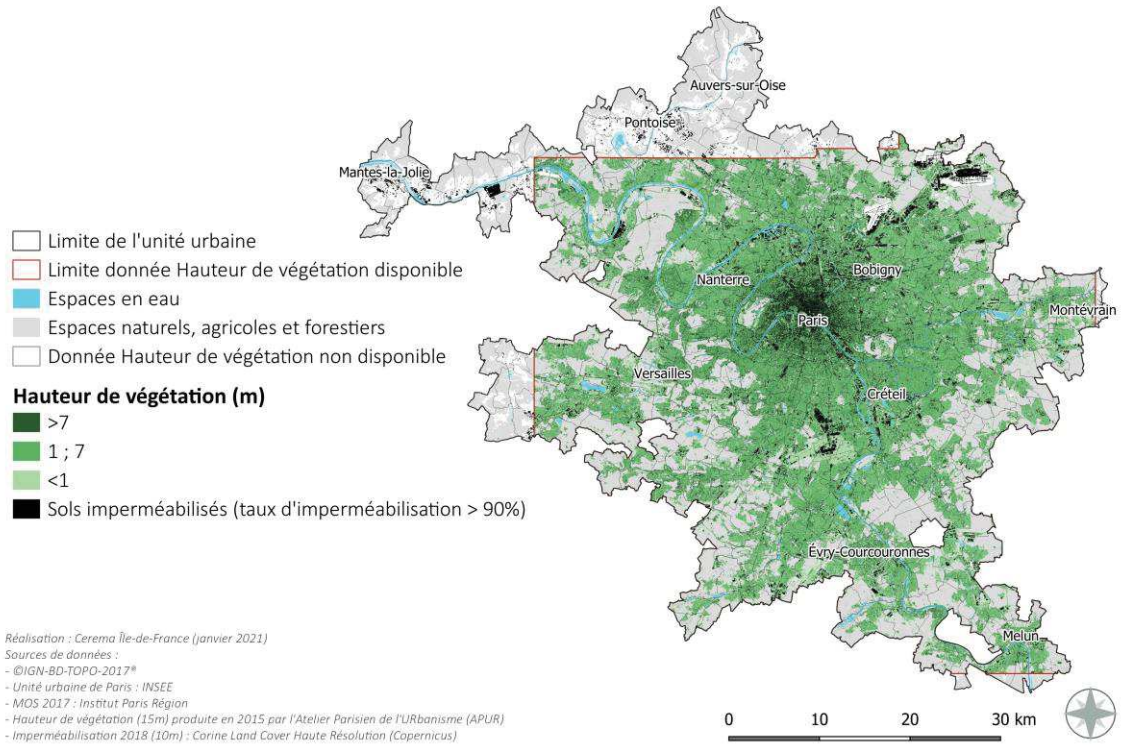


Figure 17 : hauteur de végétation des espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne

ÉPAISSEUR ESTIMÉE DES SOLS DE L'UNITÉ URBAINE PARISIENNE

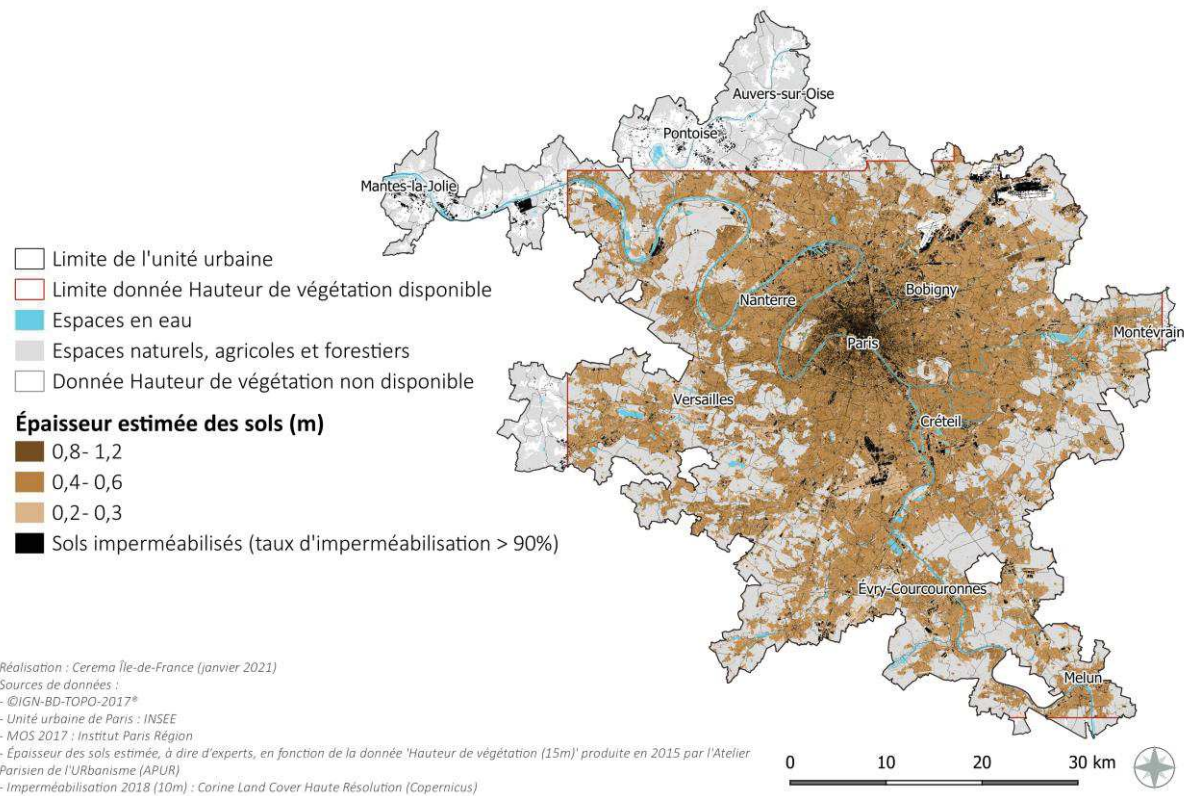


Figure 18 : épaisseur estimée des sols de l'unité urbaine parisienne

A partir des cartes précédentes, une cartographie du gradient de multifonctionnalité potentielle des sols des espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne a pu être réalisée (figure 19). On remarque que globalement, Paris et sa petite couronne concentrent les espaces imperméabilisés ou non multifonctionnels. Toutefois, cette carte montre que, même en dehors des espaces naturels, agricoles ou forestiers, des espaces artificialisés plus ou moins multifonctionnels existent en milieu urbain dense.

Il est à noter que cette approche tend plutôt à sous-estimer la multifonctionnalité potentielle des espaces. En effet, dans les zones engazonnées par exemple, avec une hauteur de végétation faible, on considère que l'épaisseur de ces sols est peu importante alors qu'ils pourraient avoir une épaisseur réelle plus importante, l'inverse est moins vrai.

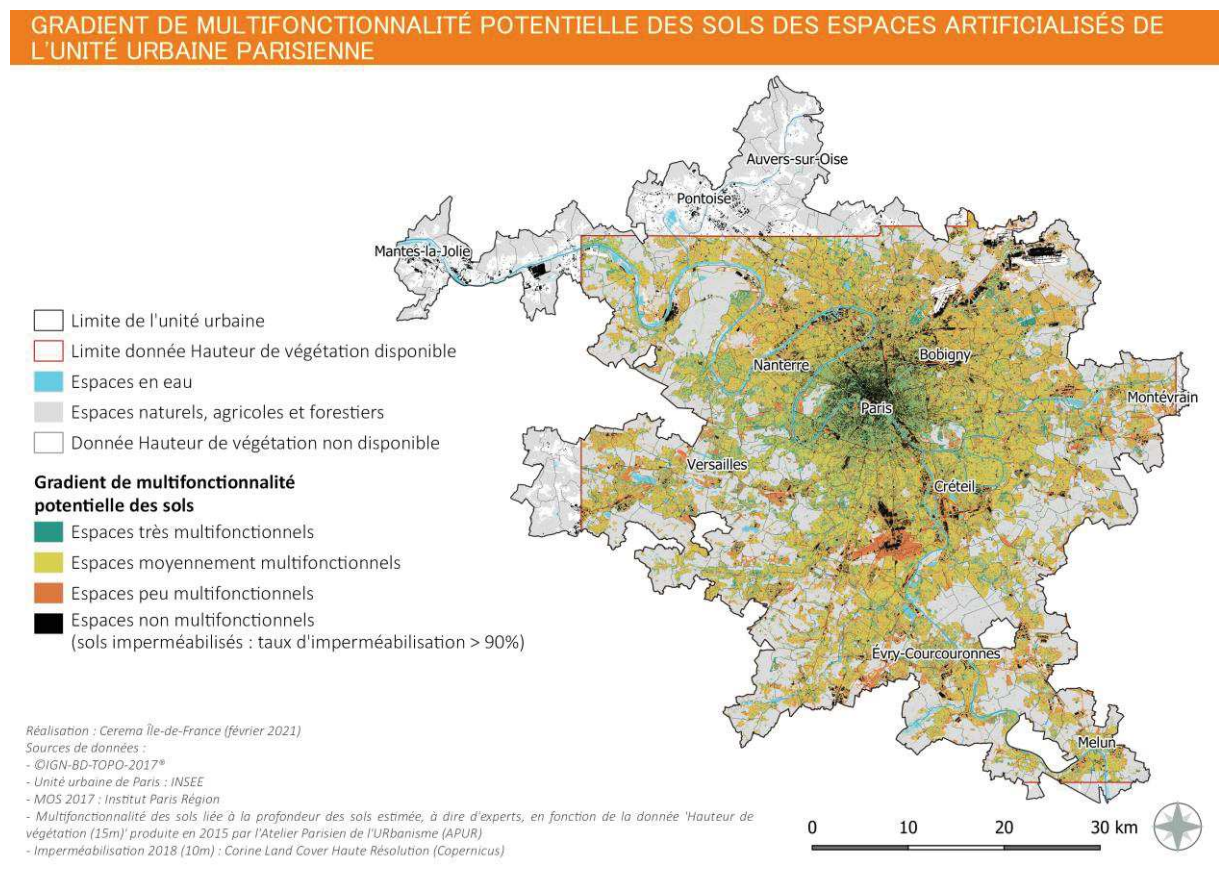


Figure 19 : gradient de multifonctionnalité potentielle des sols des espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne

2.2 Des espaces multifonctionnels à préserver

La protection des espaces multifonctionnels, en particulier dans les zones denses où ces espaces se raréfient, apparaît aujourd'hui comme un des leviers majeurs pour répondre aux enjeux de la ville en matière d'adaptation au changement climatique, de préservation de la biodiversité ou encore d'amélioration du cadre de vie.

Aujourd'hui la protection des espaces naturels se fait à travers différents outils de type réglementaire, foncier ou encore contractuel. Chacun de ces outils propose une protection des espaces, qu'il est cependant difficile de classer en fonction de leur degré de protection. En effet, certains outils sont un mélange de ces différents types de protection, d'autres représentent des outils efficaces mais peu

pérennes, quand d'autres encore peuvent apparaître comme peu efficaces mais très difficilement modifiables. Les outils fonciers, par exemple, peuvent s'avérer être un levier fort de protection mais sont très dépendants des politiques locales et donc peuvent varier au fil du temps.

Ainsi, pour simplifier la démarche et répondre aux objectifs recherchés, il a été décidé de s'appuyer sur le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) et ses réservoirs de biodiversité qui regroupent les zones protégées (ZNIEFF) et inventoriées (APB, N2000, réserve, etc.) sans nécessaire classification ou hiérarchisation des différents outils. L'intérêt principal de s'appuyer sur le SRCE réside dans le fait que les documents d'urbanisme doivent aujourd'hui prendre en compte le SRCE au même titre que le Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) renforçant ainsi, significativement, le niveau de protection des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques identifiés dans le document.

En Île-de-France, constituent des réservoirs de biodiversité :

- au titre des zonages réglementaires : les réserves naturelles nationales et régionales, les réserves biologiques en forêt publique, les arrêtés de protection de biotope,
- au titre des espaces naturels importants pour la biodiversité : les réservoirs biologiques du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), les sites Natura 2000, les ZNIEFF de types 1 et 2, auxquels ont été soustraits, pour ces deux dernières catégories, les périmètres des espaces urbanisés afin de ne conserver dans les réservoirs de biodiversité que les secteurs ayant une qualité écologique reconnue.

Il est cependant utile de rappeler que le SRCE localise de manière précise les réservoirs de biodiversité (grâce aux différents inventaires ZNIEFF, aux Arrêtés de Protection de Biotope, aux arrêtés de désignation des sites N2000, aux décrets de classement des réserves, etc.), mais la représentation cartographique des corridors écologiques est parfois un peu plus approximative lorsque l'on descend à de grandes échelles, seuls les corridors d'intérêt régionaux étant identifiés. À l'échelle de l'unité urbaine, cela sera vraisemblablement suffisant. À l'échelle des territoires, les corridors d'intérêt locaux seront à identifier dans d'autres documents locaux et notamment à partir du MOS et des données disponibles comme par exemple les études des différentes collectivités, de la Métropole du Grand Paris ou encore des TVB des Conseils départements des Hauts de Seine, Seine-Saint-Denis et du Val de Marne ...

Ainsi, sur la base de cette synthèse de la connaissance scientifique que représente le SRCE, l'idée est de mettre en avant les espaces identifiés précédemment comme plus ou moins multifonctionnels mais qui ne bénéficient pas d'un objectif de préservation dans le SRCE. Cela concerne par exemple des friches urbaines, prairies humides, délaissés de voirie, espaces ouverts de plus petites surfaces... (cf. figure 20). Ainsi, par exemple les espaces très multifonctionnels représentent près d'1/4 de la zone délimitée par l'APUR soit 561 km² dont 2/3 sont bien identifiées dans le SRCE. Ces espaces méritent donc d'être portés à connaissance des territoires concernés, et une attention particulière afin de ne pas les voir se dégrader ou disparaître ultérieurement.

A noter que cette approche indirecte permettant de qualifier ces espaces multifonctionnels ne permet certainement pas d'identifier des secteurs précis à préserver et ainsi à protéger par le biais de documents réglementaires. **Elle doit cependant permettre d'engager des investigations plus fines à l'échelle des territoires** pour diagnostiquer la qualité réelle de ces espaces et le cas échéant **mobiliser des mesures et outils de protection adéquats notamment par le biais du PLU et PLUI**. Cette partie sera abordée dans le tome 2 de la méthode expérimentée sur un territoire.

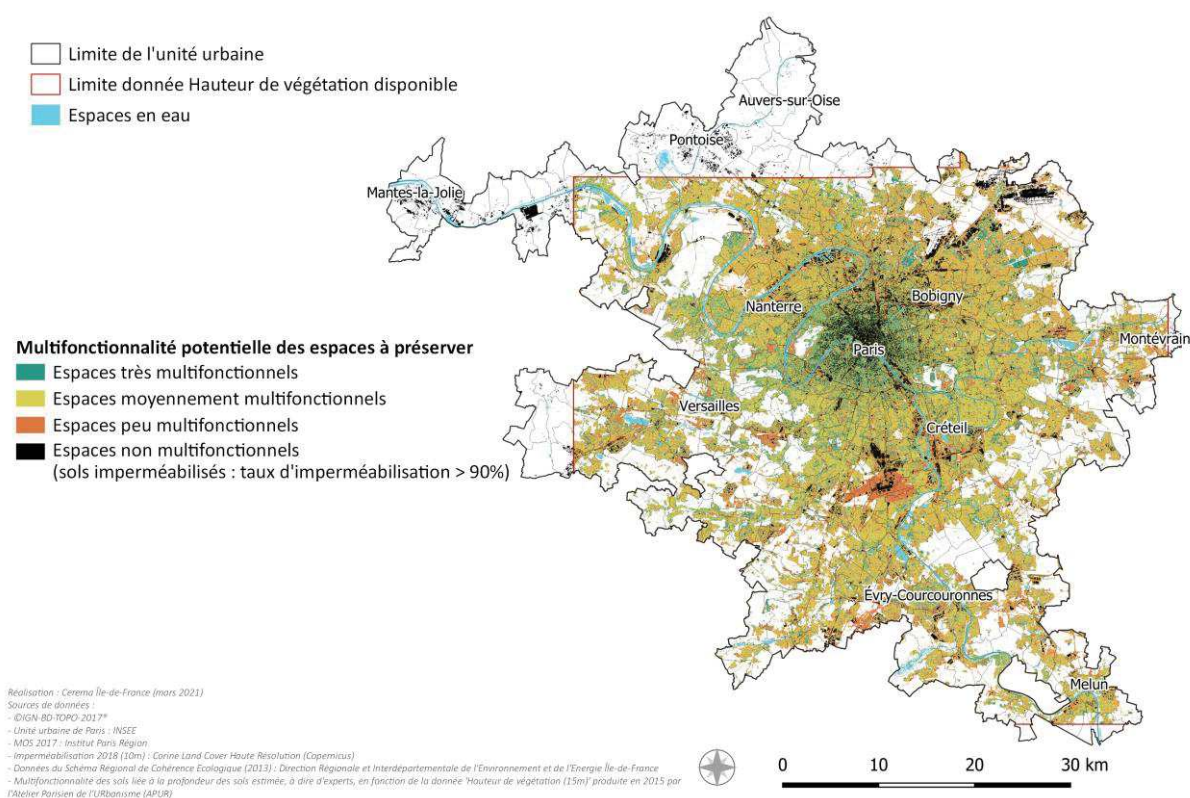


Figure 20 : espaces artificialisés potentiellement multifonctionnels non répertoriés dans le SRCE

2.3 Des espaces à renaturer

La renaturation est ici entendue comme la re-fonctionnalisation partielle d'espaces qui ont été dégradés ou détruits par les activités humaines, ceci permettant aux milieux de retrouver une partie de leurs fonctions écologiques sans pour autant revenir à l'écosystème d'origine. C'est ainsi par un travail de génie écologique et pédologique que va être recréé un nouvel écosystème « maîtrisé », différent de celui d'origine qui peut être plus favorable à certaines fonctions (régulation des eaux, production biomasse, etc.).

Un carroyage de 200 m basé sur celui de l'INSEE sera appliqué sur l'ensemble des cartes suivantes. Le carroyage est une technique de quadrillage consistant à découper le territoire en carreaux pour y diffuser de l'information statistique à un niveau faiblement agrégé. Elle permet ainsi de s'affranchir des unités administratives habituelles et de croiser les différents critères selon une même unité de référence.

2.3.1 Identification des espaces non, peu et moyennement multifonctionnels

Les espaces à renaturer ou à re-fonctionnaliser en priorité sont ceux qui ont perdu tout ou partie de leurs fonctions écologiques. Il s'agit donc d'exclure de ce premier critère de choix les espaces artificialisés qualifiés précédemment comme très multifonctionnels.

La carte ci-après (figure 21) rend compte de ces espaces non, peu ou moyennement multifonctionnels et non pris en compte dans le SRCE qui seront intégrés dans la méthode, soit au total plus de 80% de la zone considérée.

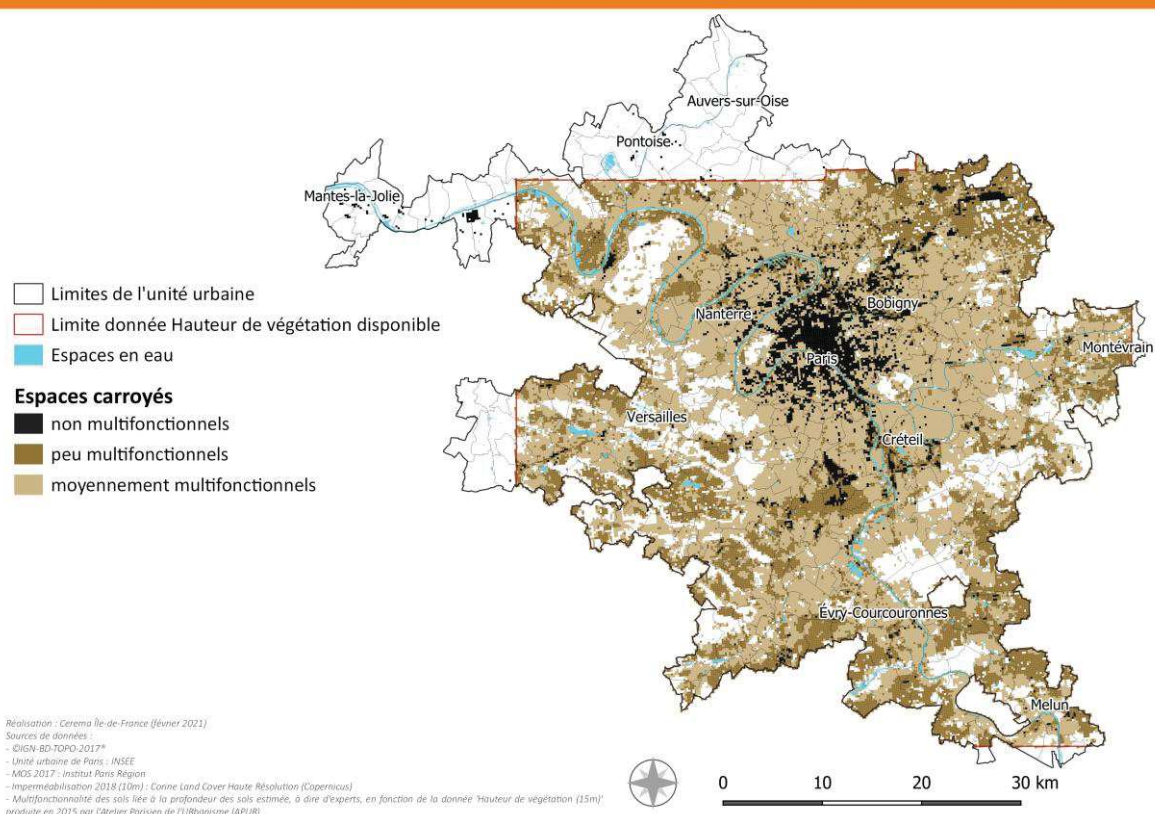


Figure 21 : espaces carroyés non, peu ou moyennement multifonctionnels non répertoriés dans le SRCE

2.3.2 Hiérarchisation des espaces par les enjeux présents

Le deuxième critère de choix se base sur la prise en compte des enjeux portés à l'échelle de l'unité urbaine parisienne. Nous proposons que les espaces à renaturer en priorité soient ceux présentant une superposition d'au moins 3 enjeux. Chaque enjeu est considéré de la même importance à l'échelle de l'unité urbaine, des pondérations pourront être appliquées à l'échelle des territoires en fonction des enjeux prioritaires de chacun.

La carte ci-après (figure 22) rend compte de l'ensemble des espaces présentant une superposition de 3, 4 ou 5 enjeux, soit au total plus de 18% de l'unité urbaine parisienne.

A noter que le carroyage de cette carte modifie à la marge les % de chacune des classes d'enjeux identifiés précédemment au chapitre 1.4.6 (figure 13).

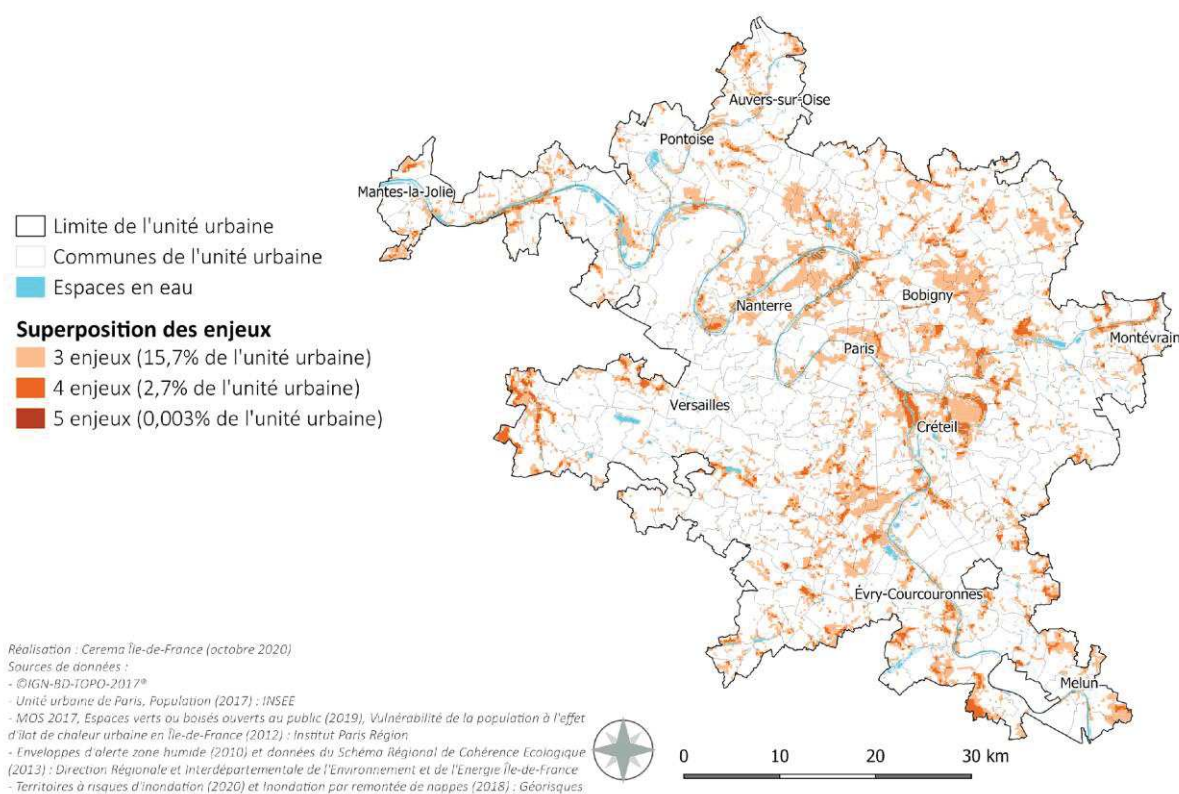


Figure 22 : superposition de 3, 4 ou 5 enjeux présents dans les espaces carroyés de l'unité urbaine parisienne

2.3.3 Hiérarchisation des espaces par leur degré de mutabilité

Le troisième critère de choix porte sur le degré de *mutabilité* des espaces. Nous proposons de qualifier cette « facilité » de transformation des espaces pour permettre leur renaturation selon les critères suivants :

- espaces appartenant à l'Unité Urbaine Parisienne,
- espaces appartenant aux Zones U et AU, ce qui exclut les zones A ou N des PLU,
- espaces publics en multipropriété et espaces privés en monopropriété,
- espaces avec des Coefficients d'Occupation des Sols (COS) inférieurs à 20 % afin de cibler des espaces avec des emprises libres et peu, voire sous occupées, calculés à la maille de 200x200.
- espaces pouvant être considérés comme en friches de plus de 5 000 m² présentant une vacance de plus de 5 ans,

La carte ci-après (figure 23) rend compte de l'ensemble des 4 premiers critères ci-dessus, le dernier critère en lien avec les friches étant un critère additionnel. Ce sont près de 6% des espaces de l'unité urbaine parisienne qui correspondent ainsi à des espaces « facilement » mutables.

A noter également que la méthode intégrera, à l'échelle des territoires, les projets d'aménagement en cours d'étude ainsi que la présence de quartiers « politique de la ville ». Cette donnée à l'échelle de l'unité urbaine est certes disponible mais ne permet pas d'apporter une information suffisamment pertinente ou discriminante pour aider à prioriser des secteurs.

6.2% de la surface de l'unité urbaine

- Limites de l'unité urbaine
- Espaces en eau
- Espaces mutables carroyés

Publication : Cerema Île-de-France (janvier 2021)
Sources de données :
- IGN BD-TOPO 2017*
- Unité urbaine de Paris - INSEE
- MDS 2017 - Institut Paris Région
- Table unifiée des parcelles des Fichiers Fonciers 2020 - OGP/DGAI/Cerema Hauts de France
- Carte PLU 2020 - Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Île-de-France

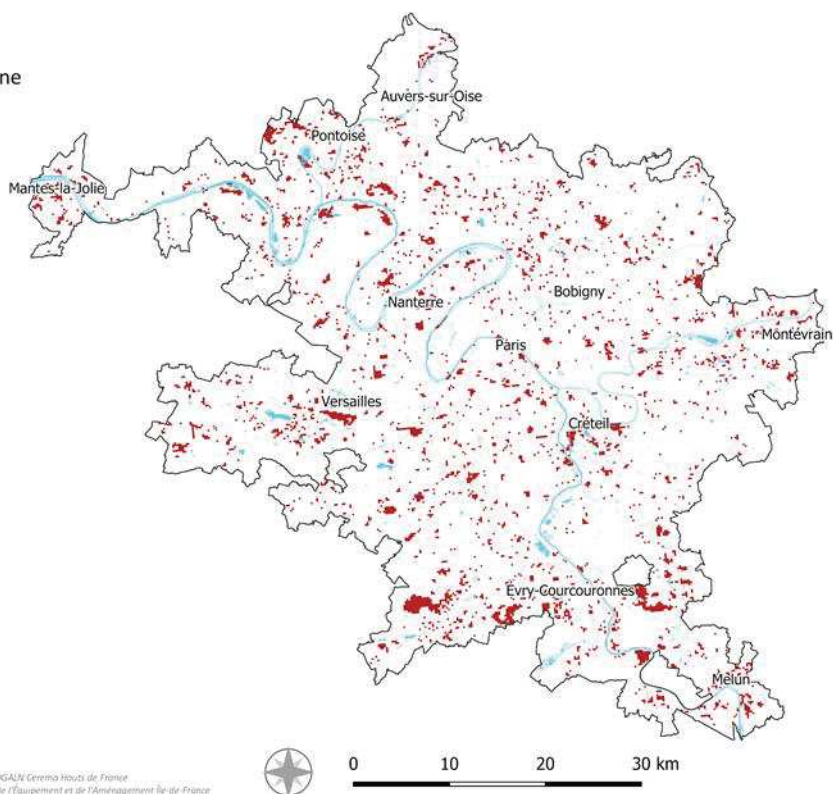


Figure 23 : espaces mutables de l'unité urbaine parisienne

2.3.4 Espaces à renaturer en priorité

Les cartes précédentes ont ensuite été croisées selon les critères suivants :

- **espaces artificialisés qui n'ont pas été identifiés précédemment comme très multifonctionnels ;**
- **espaces artificialisés cumulant 3, 4 ou 5 enjeux**, parmi lesquels : préservation de l'agriculture, qualité de cadre de vie, préservation de la biodiversité, limiter le risque inondation, limiter le risque d'îlot de chaleur urbain ;
- **espaces artificialisés « facilement » mutables du point de vue du foncier** (dans l'UUP, en zones U et AU, monopropriété pour les espaces privés et multipropriété pour les espaces publics, friches > 5 000 m² avec vacance > 5 ans, COS < 20%). Le schéma ci-dessous (figure 24) illustre la méthode utilisée.

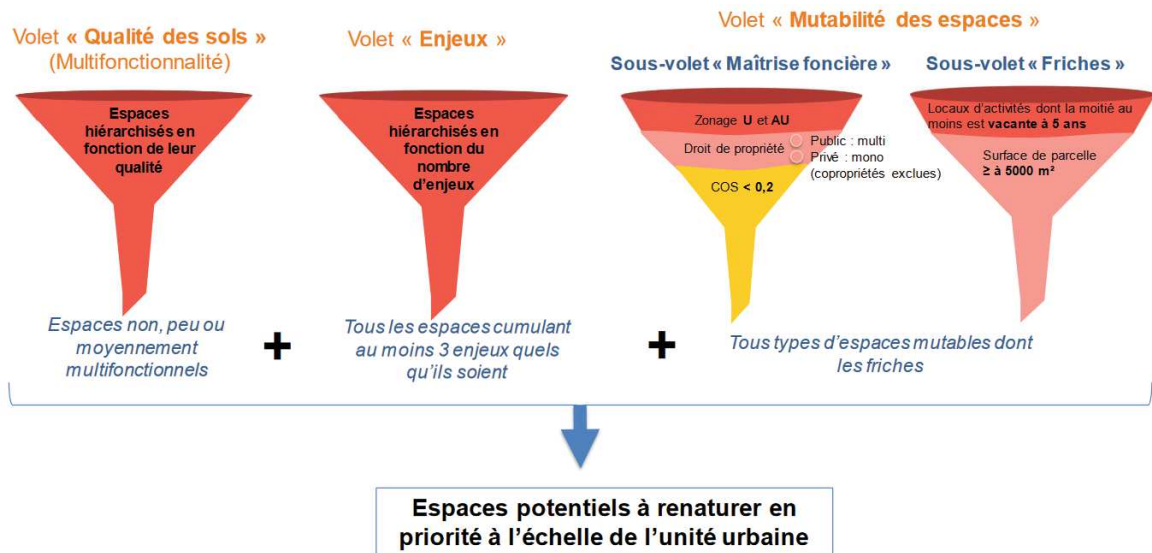


Figure 24 : illustration des critères utilisés pour la méthode

Ce croisement a permis d'aboutir à une carte d'espaces à renaturer en priorité (cf. figure 25) matérialisés par des carrés rouges de 200x200 m. Ainsi, sur la base des critères précédents, ce sont près de 6 % des espaces artificialisés qui ont été identifiés comme prioritaires à la renaturation à l'échelle de l'unité urbaine parisienne. A noter que les espaces à renaturer en priorité à l'extrême nord et à l'extrême ouest du territoire sont des zones où la détermination de leur multifonctionnalité n'a pas pu être faite (seuls les espaces imperméabilisés ont été retenus) mais pour lesquels ont été identifiés les enjeux présents sur ces espaces et leur mutabilité.

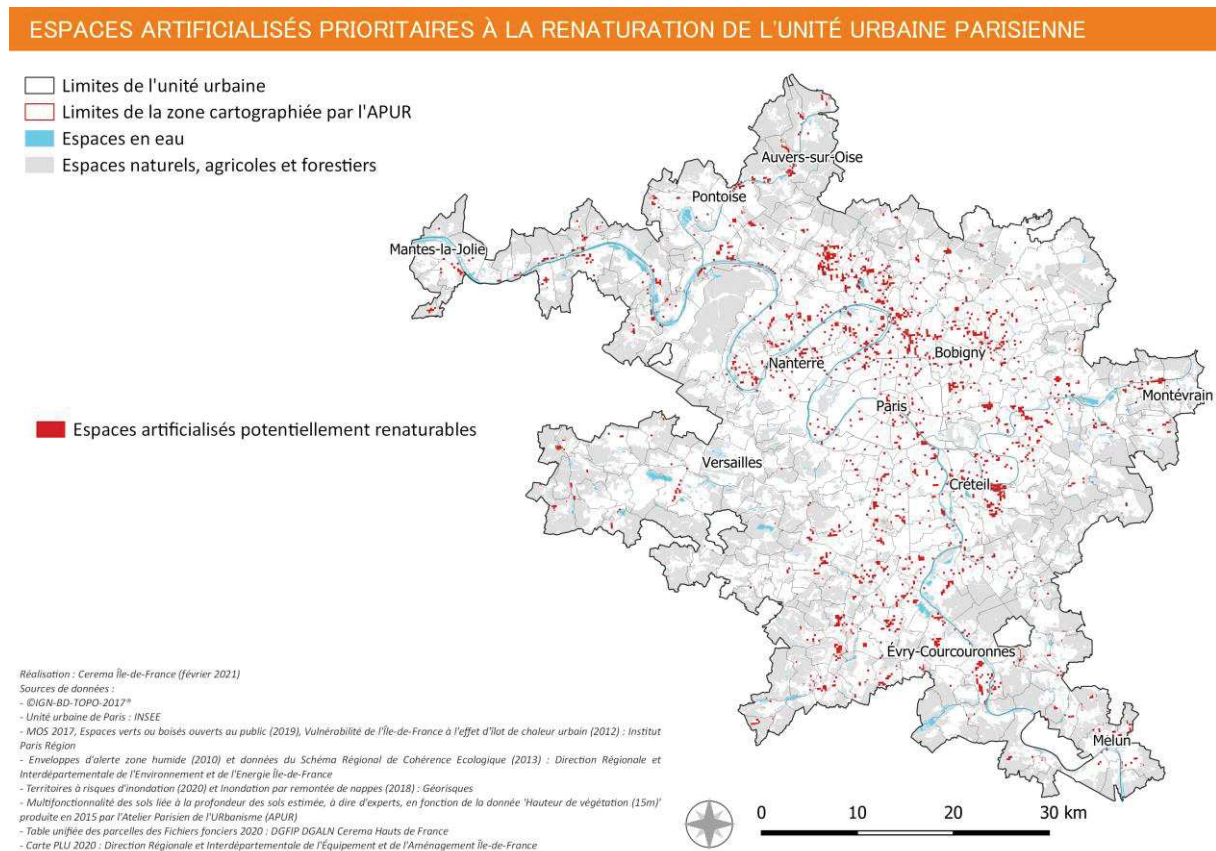


Figure 25 : espaces à renaturer en priorité au sein de l'unité urbaine parisienne

Cette carte doit être interprétée comme une “carte de chaleur” identifiant un potentiel de renaturation à investiguer. Elle donne à voir, par exemple, que les potentiels majeurs de renaturation, c’est à dire où les espaces de renaturation se concentrent, sont offerts par de grandes zones logistiques, des espaces extérieurs de zones d’activités souvent peu densément construites, les zones de carrières, des linéaires d’infrastructures routières, aéroportuaires ou portuaires, et les berges de fleuve. A une échelle plus fine, celle d’un EPCI par exemple, l’analyse menée avec les critères retenus à l’échelle de l’unité urbaine parisienne permettra d’identifier des zones potentiellement sous-occupées qui peuvent présenter un intérêt comme les bordures d’infrastructures routières et ferrées, les grands équipements et leurs abords (y compris des cours d’écoles de collège, écoles qui peuvent faire l’objet de projets de désimperméabilisation) et quelques grands espaces publics ou privés très minéralisés.

Quelques zooms sur ces espaces prioritaires à la renaturation permettent d’illustrer le propos :

- espaces aux alentours du stade de France et le long de quelques infrastructures de transport (boulevard périphérique, A86 et de cours d’eau (canal Saint Denis) (figure 26) ;
- darse du port de Bonneuil-sur-Marne, caractérisée par de grands espaces imperméabilisés (figure 27) ;
- carrières de sables/graviers à Andrésy caractérisés par de vastes espaces de logistique (figure 28) ;
- aéroport à Vert-le-grand caractérisé par de grandes pelouses (figure 29).

En-dehors de ces vastes zones d’activités économiques, une multitude de potentiels de renaturation, davantage répartis sur l’ensemble du territoire, de taille variée et constitués de parcelles appartenant à des acteurs publics notamment, ont été identifiés par le biais de cette méthode.

Limites :

L’analyse des carreaux à l’échelle de l’unité urbaine parisienne, au-delà des grands constats identifiés précédemment, ne peut pas donner plus amples conclusions compte tenu de la surface de référence de 4 ha à laquelle elle se rapporte (carreau de 200 m par 200 m). Cette échelle est pertinente pour identifier les principaux potentiels de renaturation combinant l’ensemble des enjeux identifiés : zones d’activités, zones logistiques et grandes infrastructures de transports notamment en bord de fleuve.

En revanche, le critère du COS < 0,2 couvre une trop large diversité de situations pour pouvoir identifier un potentiel de renaturation : en effet, de nombreuses zones pavillonnaires, ou zones d’habitat collectif avec des espaces privés et/ou publics verts qui compensent pour beaucoup la densité bâtie (relative), présentant ainsi des qualités importantes en matière de cadre de vie, ressortent de l’analyse. Il pourrait être intéressant par exemple de le coupler avec un critère de stricte imperméabilisation pour identifier des parcelles en sous densité mais toutefois bétonnées ou bitumées au sol.

La phase 2 de l’étude permettra une analyse plus fine avec les acteurs de territoire, des données plus précises et à un carroyage bien plus fin que 4 ha.



Figure 26 : zoom sur zones de renaturation de La Courneuve, Aubervilliers, Saint-Denis

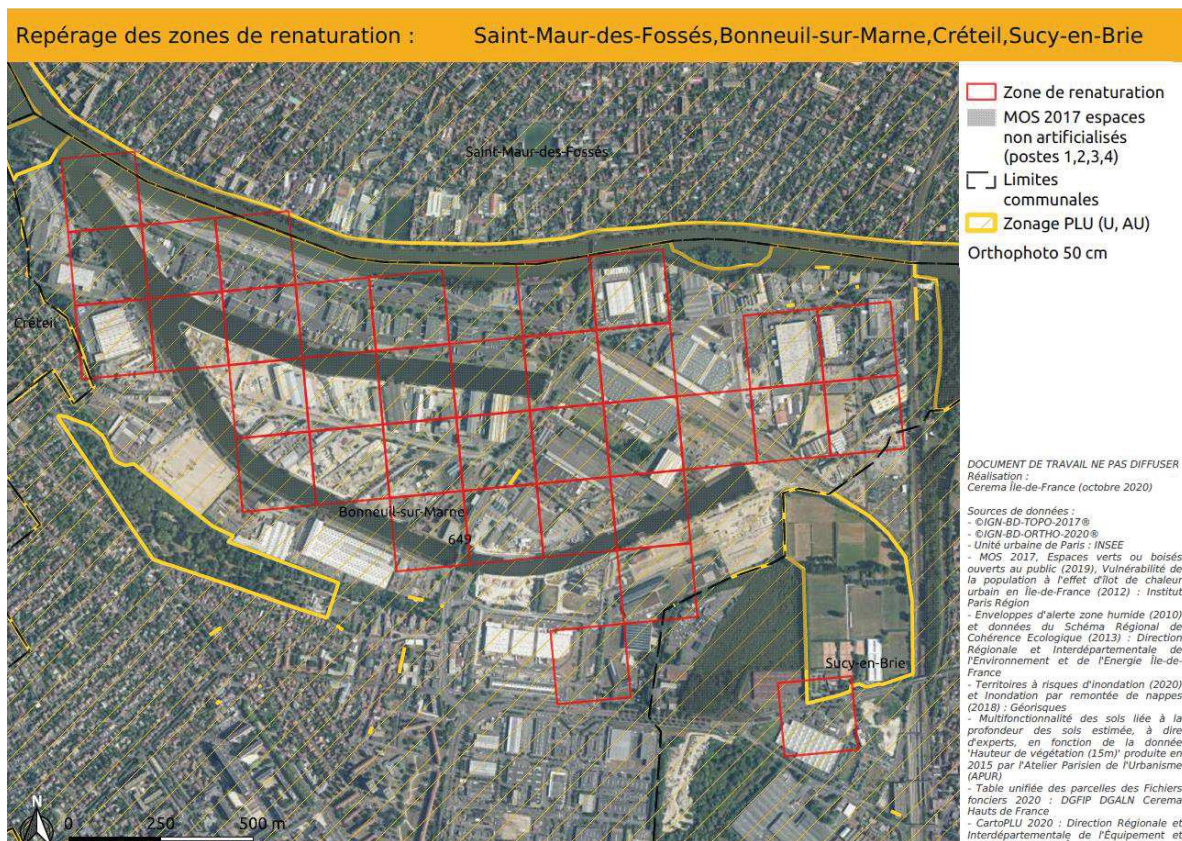


Figure 27 : zoom sur zones de renaturation de Saint-Maur, Bonneuil/Marne, Créteil, Sucy-en-Brie

Repérage des zones de renaturation : Andrésey, Achères, Saint-Germain-en-Laye, Conflans-Sainte-Honorine

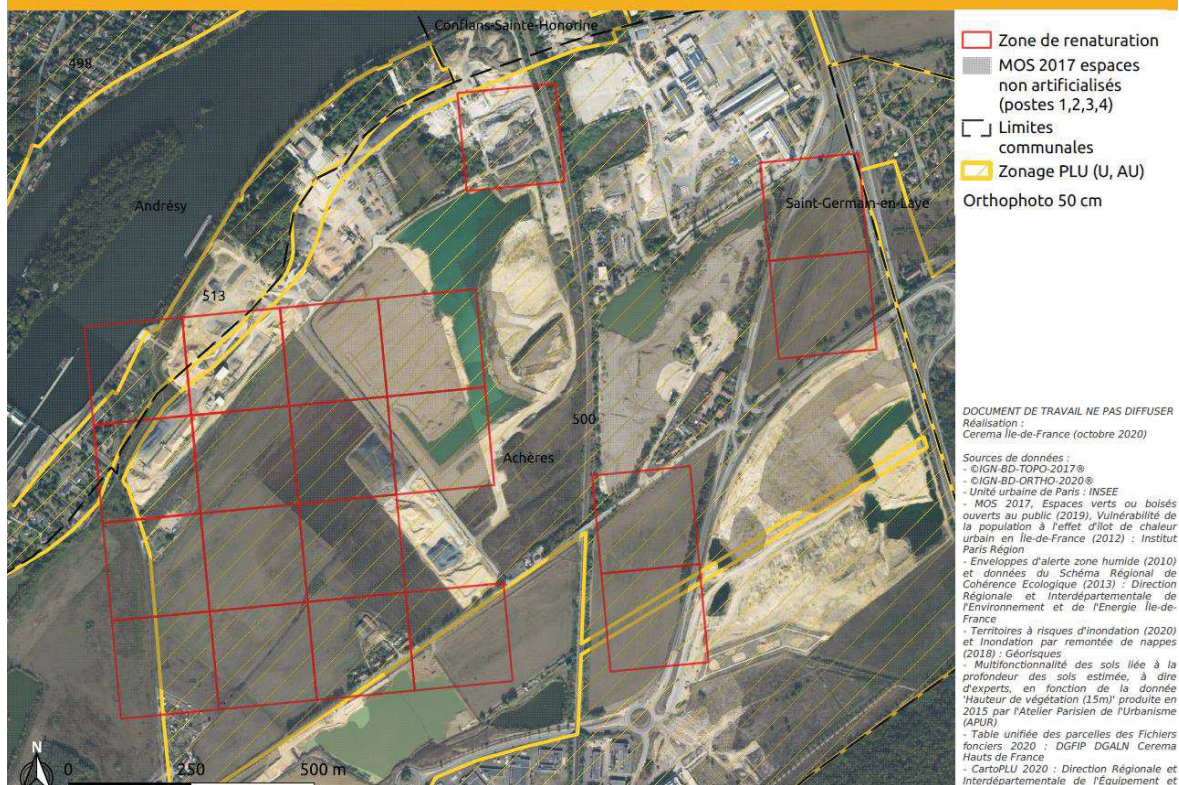


Figure 28 : zoom sur zones de renaturation de Andrésey, Achères, Saint-Germain-en-Laye, Conflans-Sainte-Honorine

Repérage des zones de renaturation : Vert-le-Grand, Leudeville, Brétigny-sur-Orge, Le Plessis-Pâté

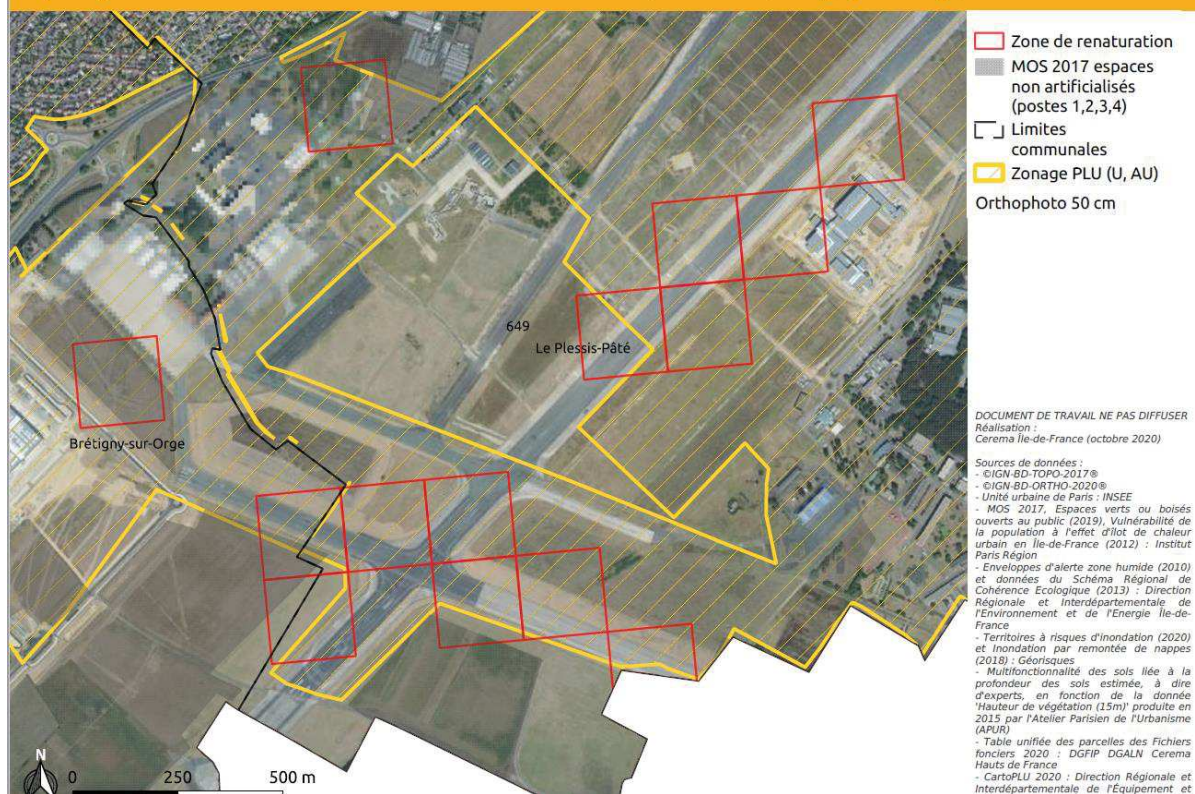


Figure 29 : zoom sur zones de renaturation de Vert-le-Grand, Leudeville, Brétigny-sur-Orge, Le Plessis-Pâté

3. Conclusion

Cette méthode a permis d'aboutir à l'identification d'espaces à renaturer en priorité au sein des espaces artificialisés de l'unité urbaine parisienne en prenant en compte la multifonctionnalité potentielle des espaces, les enjeux auxquels ces espaces sont confrontés et leur mutabilité.

Les zones identifiées, à partir des critères retenus, correspondent globalement à des zones à vocation logistique, routière, autoroutière, portuaire, aéroportuaire, les bords de fleuves et canaux, des zones d'activités ou grandes emprises d'équipements mais aussi un certain nombre de parcelles appartenant à des acteurs publics, de taille plus ou moins importante selon les territoires. **La méthode, avec cette approche macro, cible donc un potentiel théorique qui devra être précisé à un niveau territorial communal ou intercommunal par les acteurs locaux eux-mêmes sur la base de la connaissance de leur territoire, leurs enjeux, leurs projets.** Ces premiers résultats provisoires seront également à mettre en perspective avec le nombre d'habitants vivant à proximité de ces zones et susceptibles de bénéficier des avantages des actions de renaturation à conduire.

Cette étude met également l'accent sur la **nécessaire sensibilisation à mener auprès de l'ensemble des acteurs du territoire sur le sol comme ressource** à travers sa multifonctionnalité et des définitions qui y sont associées (cf. glossaire).

La connaissance et la préservation, en milieu urbain dense, de sols multifonctionnels est un préalable nécessaire et indispensable avant toute action de renaturation.

La méthode proposée présente ainsi l'avantage de chercher à qualifier les sols en milieu urbain, dont le champ de connaissance est aujourd'hui encore très limité. Elle présente donc certainement des limites (approche indirecte par la hauteur de végétation et l'épaisseur de sol associée) qui pourront progressivement être effacées si les travaux et données de connaissance progressent en la matière.

Par ailleurs, **la méthode proposée se veut évolutive dans le temps**, elle pourra être enrichie et se nourrir également de la seconde phase de travail qui vise à réaliser plusieurs tests sur des territoires. C'est à cette échelle que plusieurs paramètres additionnels pourront être pris en compte sous réserve de la disponibilité des données :

- contraintes à l'aménagement (pollution des sols, risques d'effondrement, etc.),
- identification de zones prioritaires de type "quartiers politique de la ville",
- pondération des enjeux en fonction des priorités du territoire.

Le second tome de l'étude sera donc consacré à l'expérimentation de la méthode sur un territoire test en 2021.

4. Bibliographie

Ademe. (2015). Les sols portent notre avenir – 16 p. Plaquette – Disponible sur : <https://www.ademe.fr/sols-portent-avenir>

Ademe. (2018). L'outil ALDO, pour une première estimation de la séquestration carbone dans les sols et la biomasse. Disponible sur : <https://www.territoires-climat.ademe.fr>

Baize, D., Girard, M.-C. (2009). Référentiel pédologique. 2008. Association française pour l'étude du sol. Editions Quae, Versailles Cedex

Baize, D. (2014) Les ANTHROPOSOLS selon le Référentiel pédologique. Disponible sur : <http://www.denis-baize.fr/documents/Anthroposols-2014.pdf>

Béchet B, Le Bissonnais Y, Ruas A (Dir.) (2017). Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols, déterminants, impacts et leviers d'action, INRA, IFSTTAR, Rapport d'expertise scientifique collective.

Biotopie, Baptiste, F. (2019). Fonctions et Services écosystémiques rendus par les sols. Présentation dans le cadre de l'atelier ADEME du 12/06/2019. (Non disponible)

Blanchart, A., Sere, G., Cherel, J., Warot, G., Stas, M., Consales, J-N., Schwartz, C., (2017). Contribution des sols à la production de services écosystémiques en milieu urbain – une revue, Environnement Urbain / Urban Environment [Online], Volume 11.

Brun, A. ; Gache, F. (2013). « Risque inondation dans le Grand Paris : la résilience est-elle un concept opératoire ? », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Regards / Terrain, mis en ligne le 31 décembre 2013, consulté le 10 février 2021. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/14339> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.14339>

Cerema. (2017). Îlots de chaleur : Le PLU au service d'une densification réussie. Disponible sur <https://www.cerema.fr/fr/projets/plu-au-service-densification-reussie>

Cerema. (2018). Plans locaux d'urbanisme : des arguments pour agir en faveur du climat, de l'air et de l'énergie. Disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/plans-locaux-urbanisme-valise-pedagogique-argumenter-faveur>

Cerema. (2019). Îlots de chaleur : Agir dans les territoires pour adapter les villes au changement climatique. Disponible sur <https://www.cerema.fr/fr/actualites/ilots-chaleur-agir-territoires-adapter-villes-au-changement>

CGDD. Théma : Les écosystèmes urbains français. Messages clés à l'attention des décideurs. Avril 2019

CGDD. Théma Trajectoires vers l'objectif « zéro artificialisation nette » Éléments de méthode. Décembre 2019

CGDD. Théma Les enjeux de biodiversité en France métropolitaine : analyses croisées. Décembre 2019

Chrétien. L. (2019) Rapport d'étude. SESAME Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence.

Coudurier, C., Toussaint, H. (2012). Alterre Bourgogne. Guide pédagogique « Les sols, terreau fertile pour l'EEDD » Volet 1 - Apport de connaissances.

Ecovégétal. (2019). Inondations : comment jouer sur l'évapotranspiration. Disponible sur : <https://www.ecovegetal.com/inondations-comment-jouer-sur-levapotranspiration/>

EFESE. (2021) L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/EFESE>

FAO. (2015). Sols et biodiversité. Les sols abritent un quart de la biodiversité de la planète. Disponible sur <https://www.fao.org/soils-2015>

Fosse, J., France Stratégie. (2019). Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? 52 p.

GIEC, (2014). 5ème rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures. Impact, adaptation et vulnérabilité. Concepts et définitions. Disponible sur : <https://leclimatchange.fr/impact-adaptation-vulnerabilite/>

Grandin, G., Barra, M., (2020). Renaturer l'Île-de-France : vers un territoire plus résilient. Note rapide n°843 de l'Institut Paris Région.

Institut d'Aménagement et d'Urbanisme (IAU) – Île-de-France (2010). Les îlots de chaleur urbains : répertoire de fiches connaissance. Paris : IAU Île-de-France. [PDF] 58 p.

Institut d'Aménagement et d'Urbanisme (IAU) – Île-de-France (septembre 2017). Adapter l'Île-de-France à la chaleur urbaine. Identifier les zones à effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) et établir leur degré de vulnérabilité afin de mieux anticiper. Paris : IAU Île-de-France. [PDF] 155 p.

IPBES. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Changement climatique et terres émergées. (2018). Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres ». Disponible sur : <https://www.unenvironment.org/fr/resources/rapport/rapport-special-du-giec-sur-le-changement-climatique-et-les-terres-emergees>

IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, 2015.

Joimel, S. (2015). Biodiversité et caractéristiques physico-chimiques des sols de jardins associatifs urbains français. Manuscrit de thèse. Université de Lorraine.

Leroi, T. (2019). Projet MUSE. Intégrer la multifonctionnalité des sols dans la planification urbaine - Application sur le territoire de Nantes Métropole. (in prep.)

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire. Disponible sur <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA). (2013). Qu'est-ce qu'un sol fertile ?. Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-quun-sol-fertile>

Roque J., 2003 - Référentiel Régional Pédologique de l'Île de France à 1/250 000. Régions naturelles, pédopaysages et sols. Carte, base de données et notice explicative, 244 p. INRA Editions, Versailles.

SRCE Île-de-France (2013). www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr

UICN. (2018). Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France, UICN FR. Disponible sur : <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

5. Glossaire

Cette approche innovante de multifonctionnalité des espaces nécessite de disposer d'un glossaire, partagé par tous, définissant les principaux termes utilisés dans l'étude. Ces définitions permettront de sensibiliser au mieux l'ensemble des acteurs de l'aménagement du territoire aux divers enjeux en lien avec le sol, l'eau et la végétation. Afin de mieux appréhender l'étude basée sur le caractère multifonctionnel des espaces, un focus sera apporté aux diverses fonctions des sols, de l'eau et de la végétation en milieu urbain : évapotranspiration, réservoir de biodiversité, stockage et infiltration de l'eau, réservoir de carbone, filtration et transformation des polluants, source de biomasse et support de paysages et d'activités.

Albédo (IAU, 2010) : les différentes surfaces des matériaux qui composent la ville n'ont pas les mêmes capacités d'absorption ou de réflexion des rayons solaires. L'albédo mesure la portion des rayons réfléchis par une surface, par rapport aux rayons solaires. Plus l'albédo est bas, plus la surface absorbe les rayons du soleil, et plus il émet de chaleur. Les nombreuses surfaces artificielles des milieux urbanisés sont en grande partie composées de matières minérales (asphalte, goudron, gravier, béton) ayant de faibles albédos. La multiplication de ces surfaces en ville à travers les routes, parkings, toits goudronnés, murs de briques, ... est l'un des plus importants facteurs de création d'îlots de chaleur urbains.

Artificialisation : la définition de l'artificialisation s'appuie actuellement sur la distinction entre quatre grands types d'usage des sols : les usages agricoles, les usages forestiers, les espaces naturels, le solde définissant les espaces artificialisés. Le terme d'artificialisation désigne donc les surfaces retirées de leur état naturel, ou de leurs usages agricoles et forestiers. Le projet de loi « Climat et Résilience » portant sur la lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets, issu des propositions de la Convention citoyenne pour le climat, prévoit de donner une nouvelle définition de l'artificialisation des sols : « *Est considéré comme artificialisé un sol dont l'occupation ou l'usage affectent durablement tout ou partie de ses fonctions.* ».

Contraintes : la notion de contrainte est ici à comprendre comme difficulté à l'action notamment pour définir un potentiel de renaturation. Elle est donc de plusieurs ordres : ce peut être un risque encouru d'ordre environnemental (inondation, retrait gonflement d'argile, etc.), une contrainte anthropique (présence d'infrastructures, réseaux souterrains, etc.) ou une contrainte d'ordre réglementaire.

Densification urbaine (Cerema, 2017) : « La densification urbaine permet de répondre aux enjeux de la ville et de l'aménagement. La densification s'inscrit dans le projet global d'aménagement d'une commune en permettant notamment de préserver les espaces naturels et agricoles, de renforcer les centralités existantes, d'optimiser l'utilisation des transports en commun et de répondre aux besoins qualitatifs et quantitatifs en logements. Elle permet d'introduire de nouvelles formes d'habitat (collectif, locatif, parc social) dans des tissus parfois figés et ainsi d'optimiser le parcours résidentiel des habitants tout en favorisant l'implantation de services, de commerces et d'équipements au sein d'un quartier. »

Densité bâtie : la réglementation la définit comme coefficient d'occupation des sols – COS (rapport de la surface hors œuvre nette ou surface plancher à la surface du terrain).

Durété Foncière : degré de difficulté à acquérir et à mobiliser du foncier compte tenu de différents paramètres de caractéristiques foncières :

- découpage parcellaire,
- nombre et nature des propriétaires (bailleurs ou occupants) et le cas échéant des locataires,
- partage des droits de propriété,
- caractéristiques physiques de la parcelle (taille, morphologie, situation) et de son état d'occupation (bâti ou non bâti, état du bâti, pollution éventuelle des sols, ou autres contraintes des sous-sols).

Enjeux : Un enjeu est la situation de risque dans laquelle on se trouve vis-à-vis d'un aléa. Quatre enjeux majeurs liés à la renaturation de la zone dense francilienne sont proposés dans le cadre de cette étude :

- l'adaptation au changement climatique et ses conséquences (inondations, effets d'îlots de chaleur urbains, etc.),
- la préservation et la restauration de la biodiversité,
- la préservation et le développement d'un cadre de vie de qualité,

- la préservation et le développement d'espaces agricoles périurbains ou d'agriculture urbaine.

En seconde phase de l'étude, à l'échelle des collectivités, ces enjeux pourront être déclinés et enrichis en fonction de leurs projets de territoires, retranscrits dans les projets d'aménagement et de développement durable (PADD) des PLU (Plans locaux d'urbanisme).

Fertilité (MAA, 2013) : Support physique des cultures, un sol fertile doit avoir une structure et une profondeur qui permettent aux plantes de développer leurs racines pour s'ancrer, retenir l'humidité et évacuer l'eau en excès. Sa composition doit permettre un bon approvisionnement en éléments nutritifs (N,P,K), en eau et en oligo-éléments. Sa couleur foncée traduit sa richesse en carbone. Un sol fertile est un sol vivant, riche en vers de terre, champignons et bactéries, qui contribuent au recyclage de la matière organique et maintiennent une bonne porosité. Un sol fertile permet enfin d'accueillir les auxiliaires de culture.

Fonctions (Leroi, 2019 ; Biotope, 2019) : processus naturels internes aux écosystèmes, issus des interactions entre les composantes biotiques et abiotiques. Ces processus internes peuvent être décrits par un ou plusieurs indicateurs. Les fonctions suivantes correspondent aux principales fonctions existantes en milieu urbain.

Evapotranspiration et évaporation de la végétation et des sols (Blanchart, 2017 ; Béchet, 2017 ; Leroi, 2019 ; Cerema, 2019 ; Ecovegetal, 2019)

Les villes sont caractérisées par un microclimat spécifique du fait de la nature des surfaces urbaines (majoritairement minérales), des propriétés des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries, etc., de la morphologie urbaine et des activités anthropiques émettrices de chaleur (moteurs, chauffage et climatisation). Cela s'exprime par le phénomène d'îlot de chaleur urbain c'est-à-dire par une élévation des températures de l'air et de surface des centres-villes par rapport aux périphéries, particulièrement la nuit.

L'évapotranspiration est un phénomène complexe qui correspond schématiquement à « l'eau qui s'envole sous forme de fines gouttelettes » depuis la surface du sol vers l'atmosphère. On la définit par la somme de l'évaporation directe de l'eau du sol et des espaces en eau et de la transpiration des plantes. Ainsi, les sols, les espaces en eau et les végétaux, en contribuant à ces mécanismes, en complément d'autres fonctions comme la réflexion des rayons du soleil ou encore la création d'un ombrage, permettent de réguler la température et ainsi de diminuer les îlots de chaleur urbain.

Habitat pour la biodiversité (Blanchart, 2017 ; Béchet, 2017 ; Leroi, 2019 ; Chrétien, 2019 ; FAO, 2015 ; Ademe, 2015)

Les sols constituent l'une des plus complexes composantes des écosystèmes terrestres et offrent les habitats les plus diversifiés sur terre. Les sols contiendraient plus de 25 % de la biodiversité mondiale connue contribuant aux cycles globaux (e.g cycle des nutriments). Nulle part dans la nature on ne retrouve une densité d'espèces aussi importante que dans le sol. Ainsi, un sol sain typique peut contenir plusieurs espèces d'animaux vertébrés, plusieurs espèces de vers de terre, 20 à 30 espèces d'acariens, 50 à 100 espèces d'insectes, des dizaines d'espèces de nématodes, des centaines d'espèces de champignons, voire des milliers d'espèces de bactéries constituant ainsi une véritable réserve génétique.

Toutefois, cette biodiversité reste peu connue du fait qu'elle est souterraine et en grande partie invisible à l'œil nu. On sait pourtant qu'elle contribue pleinement aux principales fonctions des sols, comme le stockage et l'infiltration des eaux, la production de biomasse, la filtration des contaminants, la régulation de ravageurs et pathogènes, etc.

Plus globalement, en ville, les espaces verts, les jardins, les zones humides, la végétation en général, sont susceptibles d'offrir aux espèces animales et végétales de multiples habitats où elles peuvent se réfugier, se reproduire et s'alimenter. La biodiversité et les autres services écosystémiques rendus par les espaces dits de « nature en ville » sont précieux en termes de résilience, pour faire face aux changements environnementaux futurs. Cette résilience peut être améliorée par la connectivité entre l'ensemble de ces espaces de jardins, de parcs, d'espaces verts ou de cultures composant ainsi un espace élargi de biodiversité (Colding, 2007).

Infiltration et stockage de l'eau (Blanchart, 2017 ; Béchet, 2017 ; Leroi, 2019)

Les sols constituent la principale interface entre l'eau atmosphérique et les masses d'eaux superficielles et souterraines ; ce sont eux – en fonction de leurs propriétés intrinsèques et de leur couverture – qui permettent l'infiltration de l'eau dite « bleue ». En effet, lorsque l'eau arrive sur le sol, au moment des

pluies, elle peut soit s'infiltrer dans les couches plus profondes du sol et du sous-sol ou ruisseler à la surface des sols en fonction du régime de précipitation, des pertes par évaporation directe en partie associée à la végétation et enfin des caractéristiques du sol. En milieu urbain, les sols impactés par l'activité humaine ont souvent une surface peu ou pas perméable, réduisant leur capacité d'infiltration de l'eau et compromettant ainsi leur rôle primordial dans l'atténuation des inondations lors de précipitations de forte intensité.

Lors des précipitations, toute l'eau ne s'infiltrer pas dans les couches les plus profondes, une partie de cette eau dite « verte » est retenue dans la couche supérieure du sol et donc accessible aux racines des plantes. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "capacité au champ" ou capacité de rétention qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Cette valeur maximale que le sol peut accueillir en quantité d'eau disponible pour les plantes se nomme Réserve Utile Potentielle (RUP). De même que pour l'infiltration, cette fonction de réservoir ou de stockage de l'eau peut être fortement perturbée par l'activité humaine (compactage, imperméabilisation, apport de matériaux exogènes, ...).

En milieu urbain, de nombreuses solutions multifonctionnelles sont proposées pour permettre de recouvrir tout ou partie ces fonctions liées à l'infiltration et au stockage de l'eau mais aussi d'autres fonctions : augmentation du nombre d'espaces verts ou en eau (par exemple, développement de trottoirs végétalisés permettant l'infiltration de l'eau dans le sol, plantation dans les espaces verts d'espèces végétales grandes consommatrices d'eau) ou encore mise en place de bassins de rétention des eaux pluviales. Tous ces espaces participent ainsi à la régulation des flux hydriques.

Stockage de carbone (Leroi, 2019 ; Ademe, 2018 ; Cerema, 2018)

A l'échelle globale, les sols et les forêts stockent, sous forme de biomasse vivante ou morte, 3 à 4 fois plus de carbone que l'atmosphère. Cette fonction contribue à la fois à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation des territoires à celui-ci. Ainsi les sols et les végétaux captent des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère et les stockent, constituant ainsi des puits de carbone. Ce processus est lié à la photosynthèse pour les végétaux et à la décomposition de la matière organique pour les sols.

Lors du processus de photosynthèse, la végétation utilise l'énergie lumineuse pour transformer le CO₂ capté dans l'atmosphère en matière organique. Cette matière organique se retrouve incorporée au sol à la mort des végétaux et des animaux. Elle est ensuite pour partie stabilisée dans les sols, via le processus d'humification, pour y être stockée pour une période allant de quelques jours à plusieurs siècles comme dans les tourbières.

Au-delà du stockage du carbone, les matières organiques jouent un rôle majeur dans un grand nombre de fonctions du sol : elles influent sur la structure et la porosité des sols et donc sur leur capacité d'infiltration ainsi que sur leur capacité à stocker l'eau et à la restituer aux végétaux ; elles interviennent dans le cycle des nutriments : les sols riches en matière organique sont généralement des sols fertiles, elles favorisent le développement de la biodiversité et piègent les polluants.

L'artificialisation des sols déstocke rapidement l'ensemble du carbone contenu dans les 30 premiers cm du sol, sous l'action des travaux de terrassements et d'imperméabilisation, conduisant ainsi à une perte de matières organiques et donc des fonctions des sols. À l'inverse, le processus de reconstitution du stock carbone à la suite d'un changement d'affectation des sols nécessite plusieurs dizaines d'années. C'est pourquoi, la préservation des espaces à fortes réserves de carbone en ville (espaces verts, parcs, jardins ...) est essentielle dans la lutte contre le changement climatique et la résilience des territoires au changement climatique.

Stockage, filtration et transformation des polluants (Blanchart, 2017 ; Béchet, 2017 ; Leroi, 2019)

Les sols jouent un rôle majeur dans le processus de stockage, de filtration et de transformation des polluants grâce à leurs propriétés intrinsèques. En effet, lorsque l'eau s'infiltrer dans le sol, les contaminants peuvent être piégés mécaniquement (rétention dans les pores du sol) ou physico-chimiquement par les particules du sol. Certains contaminants inorganiques comme les métaux lourds ou organiques comme les hydrocarbures ou les pesticides interagissent ainsi avec la matière organique et/ou les argiles du sol et se fixent dans le sol. Une partie des contaminants organiques peut être biodégradée par les bactéries, champignons et ainsi disparaître progressivement du milieu. Cependant, lorsque le sol est physiquement altéré, comme cela peut être le cas en milieu urbain, il perd de la matière organique, la mobilité des métaux augmente et les risques de dissémination des polluants deviennent plus élevés d'autant plus que les sources potentielles de contamination sont nombreuses en ville.

Production de biomasse végétale (Blanchart, 2017 ; Joimel, 2015)

Les sols constituent un support et un réservoir de nutriments, dans lequel est cultivée la végétation destinée à la consommation humaine, mais également destinée à l'alimentation animale. En milieu

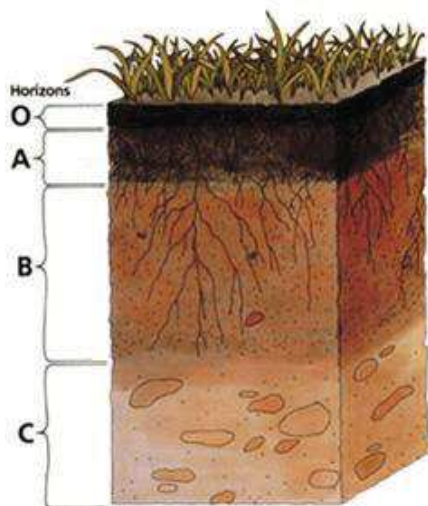
urbain, il s'agit essentiellement de pratique de maraîchage et de jardinage même si la croissance des espèces ornementales (pelouse, fleurs, arbustes, arbres) constitue également un enjeu. La fertilité des sols c'est-à-dire leur capacité à fournir un ancrage et des nutriments aux plantes dépend d'un ensemble de propriétés intrinsèques du sol mais également des pratiques d'entretien. Lorsque ces pratiques sont adaptées, les sols de jardins présentent une fertilité physico-chimique indéniable et sont le support d'une biodiversité élevée malgré l'existence de contaminations d'origine anthropique (Cd, Cu, Pb et Zn). Ces espaces, en général situés dans un contexte urbain fortement anthropisé, peuvent ainsi assurer de nombreuses fonctions et être considérés comme des espaces à préserver.

Support de paysages et des activités humaines (Blanchart, 2017 ; Coudurier, 2012)

Ce service apparaît comme une spécificité des sols urbains qui sont largement utilisés comme support à la construction et aux infrastructures. Il dépend également de certaines propriétés intrinsèques du sol comme sa portance. Au-delà de cette « simple » fonction de support, la diversité des sols s'exprime à travers les paysages, modelés au fil des temps géologiques, ainsi que l'occupation des sols, reflets de l'histoire humaine.

Mutabilité : le terme recouvre à la fois le caractère volontariste des pouvoirs publics à faire évoluer un territoire au travers d'actions sur le parcellaire et son aménagement, ainsi que la capacité du foncier lui-même à muter spontanément et être aménagé. Plus généralement, c'est la faculté d'un territoire à évoluer, changer, se transformer. L'enjeu pour les territoires est leur capacité à anticiper ces mutations et le cas échéant les encadrer.

Sol (ADEME, 2015) : le sol est considéré comme l'épiderme vivant de notre planète, d'une épaisseur pouvant aller de quelques centimètres à quelques mètres. À l'interface de la roche-mère et de l'atmosphère, il se forme à partir de la décomposition de la matière organique provenant de débris d'origine végétale et animale, de l'altération des roches sous l'action de l'eau, du climat et des organismes vivants. Le temps est aussi un facteur déterminant de la formation du sol (quelques millimètres par siècle) ce qui le classe comme une ressource non renouvelable à l'échelle humaine. Composé de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants, il est organisé en couches différenciées appelées horizons (cf. profil ci-dessous).



Horizon O : horizon organique (litières)

Horizon A : horizon avec agglomérats de sol minéral et de matières organiques

Horizon B : horizon enrichi (en fer, argile, aluminium, composés organiques) ou illuvial

Horizon C : horizon d'altération de la roche-mère

Profil schématique d'un sol source :
<http://soils.usda.gov/education/resources/lessons/profile/profile.jpg>

Dans le *Référentiel pédologique français*, (Baize, 2009) les sols urbains sont qualifiés d'Anthrosols. Ils sont classés en cinq catégories suivant le niveau d'intervention humaine et l'usage du sol :

- les **anthrosols transformés** sont des sols si intensément modifiés par les activités humaines (sur au moins cinquante centimètres d'épaisseur) que le solum naturel initial n'est plus reconnaissable (nouvelles morphologie et propriétés).

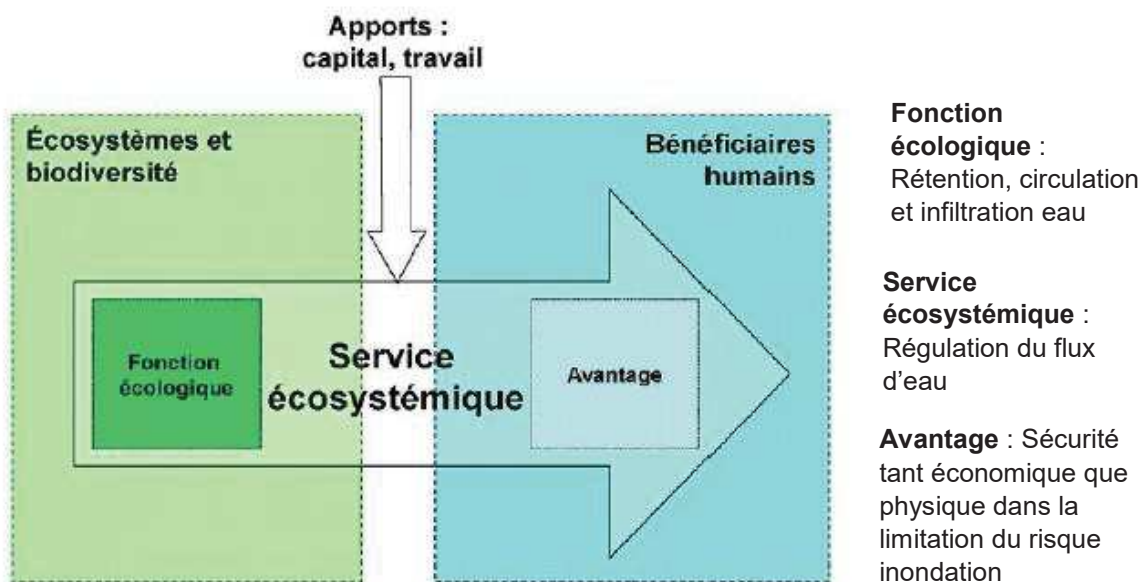
- les **anthoposols reconstitués ou construits** sont l'acte volontaire de création d'un sol (génie pédologique) ayant un objectif ou usage précis, comme l'implantation rapide d'une végétation. Le terme « **reconstitués** » renvoie à l'utilisation de matériaux géologiques ou pédologiques transportés. En revanche, le terme « **construits** » se rapporte à des matériaux d'origine technologique souvent considérés comme des déchets. Il se rapportent aux technosols dans la classification internationale des SUITMAs ou Soil or Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military areas (IUSS, 2014).
- les **anthoposols artificiels** sont quant à eux des sols entièrement formés par l'homme et sont constitués de matériaux non pédologiques sur une épaisseur d'au moins cinquante centimètres dans lequel va se développer l'Anthroposol.
- les **anthoposols archéologiques** se caractérisent par une activité humaine ancienne avec la présence de matériaux archéo-anthropiques (ex: ossements) égal ou supérieur à vingt pourcents en volume dans les cinquante premiers centimètres de sol.

Services écosystémiques (MEA, 2005 ; Leroi, 2019) : bienfaits ou bénéfices directs ou indirects que retirent les sociétés humaines des fonctions des écosystèmes. Le *Millenium Ecosystem Assessment* distingue :

- les services d'**approvisionnement**, qui correspondent aux produits obtenus à partir des écosystèmes, tels que la nourriture, l'eau, le bois de construction, ... ;
- les services de **régulation**, qui sont les bénéfices tirés de la régulation des processus écologiques : climat, qualité de l'eau, de l'air ;
- les services **culturels**, qui procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques, ou spirituels ;
- les services de **support**, qui sont les services nécessaires à la production des autres services (cycle de la matière, formation des sols, conservation de la biodiversité...).

Ces services peuvent être évalués par type de service (production de biomasse, puits de carbone) mais aussi par type d'écosystèmes ou de milieux : on parle alors de **services rendus** par les sols, par la végétation, par les zones humides, etc.

Lien entre services écosystémiques et fonctions, exemple du risque inondation :



Adapté de l'atelier Ademe du 12/06/2019, BIOTOPE

Imperméabilisation (Béchet, 2017) : « scellement » du sol sous une couverture minérale hermétique. Cette couverture des sols correspond à un niveau de perturbation très élevée impactant fortement voire totalement une grande partie des fonctions assurées par les sols.

Projet d'aménagement : un projet d'aménagement comprend l'installation et le développement de diverses fonctions sur un territoire, à la suite d'une action volontaire d'organisation et d'équipement de l'espace. Dès l'amont, un programme définit les objectifs, les besoins et les contraintes à prendre en compte. Il s'agit également de mettre en place les outils réglementaires et opérationnels qui puissent garantir sa mise en œuvre effective. Selon le contexte et les acteurs en présence, l'acte d'aménager s'effectuera ensuite grâce au mode de réalisation (en régie ou délégué) le plus pertinent et avec la procédure opérationnelle adéquate (ZAC, lotissement...). Cependant, avant toute entrée en phase opérationnelle, le projet prenant place sur un territoire donné régi par des règles, il devra être autorisé et si besoin, par un travail itératif, nécessiter une mise en compatibilité du projet ou une adaptation de la règle d'urbanisme.

Renaturation (Grandin et Barra, 2020) : il s'agit d'une re-fonctionnalisation partielle d'espaces qui ont été dégradés ou détruits par les activités humaines permettant ainsi aux milieux de retrouver une partie de ses fonctions écologiques. De fait, sont exclus de cette définition les aménagements hors-sol (toitures végétalisées, potagers urbains en bacs, espaces végétalisés sur dalle, ...) mais également les opérations de verdissement ayant comme seul objectif la création d'espaces ornementaux ou récréatifs. Au sens écologique, la renaturation est à distinguer de la désimperméabilisation, qui consiste uniquement à redonner une perméabilité au sol, souvent grâce au recours à des revêtements poreux et drainants. Dans le cas de sols imperméables, la désimperméabilisation est un préalable indispensable mais non suffisant à la renaturation de ces sols.

Renouvellement urbain (E.Bordès-Pagès, A.Charoussat, S.Lartigue, 2003) : le renouvellement urbain évoque l'évolution de la ville sur elle-même. C'est un phénomène permanent, nécessaire à la ville pour se moderniser. Il apparaît comme une pratique de l'aménagement avec un double objectif : travailler sur les secteurs vieillissants et défavorisés de la ville, tout en répondant aux objectifs de gestion économe de l'espace.

Résilience (GIEC, 2014) : capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un événement, une tendance ou une perturbation dangereuse, en répondant ou en se réorganisant de manière à maintenir la capacité d'adaptation, d'apprentissage, et de transformation. Définition CEREMA (<https://www.cerema.fr/fr/actualites/resilience-outil-territoires>) Un territoire résilient est entendu comme un territoire en mouvement, capable d'anticiper des perturbations, brutales ou lentes, grâce à la veille et à la prospective, d'en minimiser les effets, de se relever et rebondir grâce à l'apprentissage, l'adaptation et l'innovation, d'évoluer vers un nouvel état en équilibre dynamique préservant ses fonctionnalités.

Solutions d'adaptation fondées sur la nature (UICN, 2018) : selon l'UICN, on entend par solutions fondées sur la nature « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ». Les solutions adaptatives s'intègrent dans cette définition avec pour seule nuance que l'objet du défi visé se situe essentiellement sur celui de l'adaptation au changement climatique.

Unité urbaine (INSEE) : La notion d'unité urbaine repose sur la continuité du bâti et le nombre d'habitants. On appelle unité urbaine une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continue (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants. Si l'unité urbaine se situe sur une seule commune, elle est dénommée ville isolée. Si l'unité urbaine s'étend sur plusieurs communes, et si chacune de ces communes concentre plus de la moitié de sa population dans la zone de bâti continu, elle est dénommée agglomération multicommunale.

Vulnérabilité (GIEC, 2014) : La propension ou la prédisposition à être affectée de manière négative par les changements climatiques. La vulnérabilité recouvre plusieurs concepts et éléments, notamment la sensibilité ou la susceptibilité d'être atteint et le manque de capacité à réagir et à s'adapter



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

