

**MASTER 1 « Urbanisme et Aménagement »
Mémoire de 1^{ère} année**

**La prise en compte des sols
vivants à Saclay**

Étudiant : Alexandra RAMOND

Directeur de mémoire : Martin VANIER

Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Avant de présenter ce mémoire, je tiens remercier toutes les personnes qui m'ont permises de le réaliser.

D'abord, je souhaite tout particulièrement remercier Monsieur Martin Vanier qui a accepté de m'encadrer dans la réalisation de ce mémoire de première année de master. Son enthousiasme pour mon sujet, sa bienveillance et sa disponibilité m'ont permis d'être à l'aise dans toutes les étapes de son élaboration.

Je souhaite aussi adresser mes remerciements à un autre professeur de l'École d'Urbanisme de Paris, Monsieur Arnaud Passalacqua, qui m'a encouragée et aidée dans ma démarche en cours de méthodologie, et a témoigné un vif intérêt pour mes recherches.

Par ailleurs, ce mémoire n'existerait tout simplement pas sans les professionnels de tous horizons qui m'ont accordé de leur temps pour des entretiens plus qu'instructifs : j'adresse un grand merci à M^{me}. C. - architecte urbaniste ; M. A. - responsable construction et ville durable à l'EPA Paris Saclay ; M^{me}. G. - cheffe de projet valorisation des terres à la SGP ; et M^{me}. P. - cheffe de projet agriculture à l'EPA Paris Saclay.

Un grand merci aussi à ma famille qui m'a soutenue durant toute la réalisation du mémoire, et durant cette année. Vous êtes mes confidents et conseillers les plus avisés, et les plus curieux.

Merci à Juliette, Pauline et Fanny, mes comparses de l'EUP qui m'ont énormément soutenue, et dont je suis ravie d'avoir fait la connaissance cette année. Merci à tous ceux qui m'ont aidée avec enthousiasme au sein de cette école. Merci aux anciens de la bilicence, cette joyeuse troupe de personnes exceptionnelles, toujours prêtes à venir échanger sur leurs mémoires et décompresser. Merci à Gaëlle et Bastien d'être les amis les plus fous et les plus travailleurs à la fois. Enfin, merci à toi Léa, ma meilleure amie depuis si longtemps. Tu es, toujours avec pudeur, force et humour, mon soutien le plus indéfectible.

Merci infiniment à Arthur, toi qui partages ma vie et assiste à tous mes questionnements maladifs. Tu fais ressortir la meilleure version de moi-même, et me donne confiance dans tout ce que j'entreprends.

Enfin, merci Mamie. Tu es partie avant que j'aie pu te montrer ce mémoire. Ça a été difficile de s'y mettre sans toi, mais tu m'as appris à persévérer pour les choses qui me tiennent à cœur, et je n'aurais pas pu le réaliser sans ça. Je sais que tu l'aurais lu, fière comme Artaban, alors je me suis appliquée comme si c'était le cas.

Sommaire

Remerciements.....	2
Introduction.....	4
1. État de l'Art : un décalage sémantique préjudiciable pour les sols vivants	7
1.1. Les sols, un objet appartenant aux sciences dures.....	7
1.2. Une législation limitée, malgré des tentatives expérimentales récentes	14
1.3. Une perception historiquement utilitaire de l'aménagement des sols	22
2. Le plateau de Saclay, théâtre d'un chantier colossal en milieu rural.....	31
2.1. Un contexte à fort potentiel.....	31
2.2. Installation d'un grand projet d'aménagement, situé initialement dans la lignée des grands projets d'État.....	38
2.3. Une forte opposition citoyenne qui replace les sols vivants au centre du débat.....	47
3. Vers un changement de paradigme et une évolution des pratiques de l'urbanisme ..	54
3.1. Renouveau et apparition de nouveaux métiers dans les équipes de maîtrise d'ouvrage	54
3.2. Des pistes innovantes en faveur du recyclage et d'une limitation de la consommation des terres.....	60
3.3. Vers un nouveau modèle urbain ?	68
Table des figures	75
Bibliographie.....	77
Table des matières	85

Introduction

Lorsque l'on étudie en archéologie, on découvre lors de nos premières fouilles tout un monde souterrain. Ce dernier est de natures et couleurs différentes, composé d'une multitude de strates dans lesquelles on retrouve des animaux, des végétaux, des tessons de céramique, des sépultures, des enclos, et parfois même des châteaux. Dans le sol, il y a notre Histoire. Grâce aux études archéologiques, on peut réussir à dater, caractériser, reconstituer des climats, etc. L'archéologie montre aussi que les sols sont d'une importance capitale pour les humains depuis leur apparition, car nourriciers. De plus, en les observant, on perçoit que leur formation ne se fait pas uniformément sur Terre. Cette expérience a permis à plusieurs de mes intérêts de se croiser : l'archéologie, la géographie, la biologie, et, bien sûr, l'urbanisme et l'aménagement responsables de l'occupation des sols de nos jours. À ces multiples disciplines s'est ajouté le contexte actuel de prise de conscience quant à la fragilité de l'environnement, et de l'urgence de sa protection dans un intérêt collectif. Je me suis alors interrogée sur la place et la protection de ces sols au sein de l'urbanisme et l'aménagement aujourd'hui.

En pédologie, le sol est défini comme étant une formation naturelle, une interface entre la biosphère composée des animaux et des végétaux, et de la lithosphère composée de roches de tous types. Souvent, la roche située juste au-dessous du sol est désignée comme roche-mère. En effet, elle est nommée ainsi car le sol peut être issu de sa dégradation, ou météorisation¹. Si le sol n'a qu'une fraction minérale, on parle alors de sol autochtone. Mais, il peut aussi être issu de la décomposition des matières organiques d'origine végétale et animale. S'il est exclusivement le résultat de cette décomposition, c'est alors un sol dit allochtone². Aussi, le sol est sensible au climat dans lequel il se situe et aux processus d'érosion qui en découlent : il existe une pluralité des types de sols et de leurs épaisseurs, de plusieurs mètres dans les forêts tropicales, à quelques centimètres aux latitudes les plus élevées. Dans le cas de la France, les sols sont la plupart du temps issus des deux apports décrits ci-dessus, et sont d'une épaisseur située entre 15 centimètres (en montagne) et 2 mètres (Oise)³. De plus, il existe dans cet interface une faune qui lui est propre (vers), une partie des organes végétaux (système racinaire), mais aussi tout un monde vivant composé de bactéries et de champignons

¹ Saur, F. (2012). *Géographie physique : Licence Géographie*. PUF. p.173

² Baize, D. (2021). *Naissance et évolution des sols : La pédogenèse expliquée simplement*. Editions Quae. p.52

³ Baize, D. (2021). *Naissance et évolution des sols : La pédogenèse expliquée simplement*. Editions Quae. p.21

microscopiques qui participent à la dégradation des composés, à leur transport vertical ou horizontal, et à d'autres services dont nous reparlerons. C'est aussi le lieu de circulation d'une grande partie de l'eau sur Terre. De fait, on considère que le sol est constitué d'une partie solide, d'une partie liquide et d'une atmosphère à part entière⁴. Le sol apparaît alors, avec toutes ces interactions biotiques et abiotiques, comme un système, voire un cycle, où le vivant joue un rôle majeur. Il est donc par essence vivant, puisque sa formation, ou pédogenèse, est conditionnée par le bon fonctionnement de ce cycle. Alors, pourquoi parle-t-on de sols vivants dans le monde médiatique et même dans certains travaux de recherche⁵ ? Jamais, dans les ouvrages ou revues de pédologie, les deux termes ne sont associés, puisque le sol est considéré comme vivant par nature. Ces termes accolés sont de ce fait un pléonasme⁶. Pourtant, la dénomination de « sols vivants » permet à tous de se figurer à quoi l'on fait référence, et notamment en urbanisme. En effet, cela permet de différencier un sol artificialisé, d'un sol naturel, et donc vivant. Par ailleurs, il existe un flou sémantique en ce qui concerne les sols agricoles : Sont-ils encore naturels ? Vivants ? Sous quelles conditions ? Or, nous nous apercevons depuis peu que le sol peut nous rendre des services écosystémiques non négligeables, et qu'ils sont une, si ce n'est la composante de l'écosystème la plus à même de nous aider dans la lutte contre le changement climatique, et ses effets néfastes. De fait, il devient urgent de limiter l'artificialisation des sols, et de réviser nos modes de production des villes. C'est ici que l'urbaniste intervient, et que le terme « sol vivant » prend son sens. Il permettrait de manière simplifiée, comme l'on ferait un zonage A, AU, U, N dans un plan local d'urbanisme (PLU), de différencier et traiter différemment la consommation des sols. Jusqu'à lors, le sol vivant a été très peu perçu comme tel par les aménageurs, tout comme leur composante culturelle. Mais l'arrivée de la loi climat et résilience⁷, comportant l'objectif d'une zéro artificialisation nette (ZAN), et promulguée le 22 août 2021 les invite désormais à se pencher urgemment sur ce sujet.

Ainsi, il apparaît pertinent de se demander si certains projets évoluent en fonction de cette composante, nouvellement à l'ordre du jour. Pour mesurer cette évolution, nous avons choisi de nous pencher sur l'exemple de l'aménagement du plateau de Saclay, situé au Sud-Ouest de

⁴ Saur, F. (2012). *Géographie physique : Licence Géographie*. PUF. p.173

⁵ DDT, Tours Métropole, Touraine-Est Vallée. (2023). Mieux aménager les sols vivants : référentiel.

⁶ DDT, Tours Métropole, Touraine-Est Vallée. (2023). Mieux aménager les sols vivants : référentiel. p.14

⁷ Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

Paris. Cette zone, auparavant entièrement agricole, a été choisie en 2007 pour devenir une *Silicon Valley* à la française, un *cluster* de l'enseignement supérieur et de la recherche fondé presque *ex-nihilo*. Ce gigantesque projet est piloté par l'Établissement Public d'Aménagement (EPA) de Paris Saclay depuis presque quinze ans. Les dimensions, la nature, et la durée de l'aménagement du plateau permettent de mesurer, sur un temps plus long que d'ordinaire en matière d'aménagement, son impact sur les sols vivants et les changements éventuels de paradigmes qui ont pu s'opérer au sein de la maîtrise d'ouvrage.

Ainsi, on peut se demander quel est l'impact de la prise en compte récente des sols vivants dans l'aménagement sur les pratiques de l'urbanisme.

Pour commencer, nous nous ferons un état de l'Art des champs de recherche et des connaissances scientifiques comme profanes sur les sols vivants, à travers une étude technique et sémantique. Ensuite, nous étudierons les spécificités du plateau de Saclay et l'impact de son aménagement récent. Pour finir, nous nous interrogerons sur l'évolution à marche forcée des pratiques de l'urbanisme en fonction des sols vivants.

Pour ce faire, il a fallu effectuer une recherche documentaire pluridisciplinaire, couplée à une étude de terrain. Cela a permis de connaître le contexte géographique et pédologique du site, mais aussi son contexte technique et politique. De plus, et pour connaître les rouages du projet, nous avons effectué divers entretiens avec des professionnels actifs dans l'EPA Paris Saclay et au sein de la Société du Grand Paris (SGP). Par ailleurs, nous avons interrogé deux personnes ne travaillant pas à Saclay, mais dont le témoignage nous éclaire sur les enjeux et difficultés rencontrés par les professionnels lorsqu'il s'agit d'aménagements plus respectueux des sols vivants. Nous avons donc rencontré un archéologue de l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) pour connaître l'occupation des sols en milieu urbain, ainsi qu'une architecte urbaniste pour connaître sa perception des sols vivants dans son métier. Aussi, nous avons contacté bon nombre d'associations d'habitants et d'agriculteurs sur le plateau, qui étaient peu disponibles en raison de leur implication dans la contestation de la réforme des retraites, promulguée au début de l'année 2023. Mais, ces derniers ont produit une documentation fournie, très médiatisée, et qui reflète leurs opinions et questionnements sur cette transformation paysagère induite par l'aménagement du plateau.

1. ÉTAT DE L'ART : UN DECALAGE SEMANTIQUE PREJUDICIALE POUR LES SOLS VIVANTS EN URBANISME

1.1. Les sols vivants, un objet appartenant à divers champs de recherche, mais pas à celui de l'urbanisme

1.1.1. Une définition technique et une documentation peu perméable

Lorsque l'on souhaite se documenter sur les sols vivants, la pédologie, est la discipline incontournable. Née au XIX^e siècle, cette science des sols les caractérise, étudie leurs propriétés, leur répartition, et surtout leur formation, ou pédogenèse⁸. De fait, la pédologie est une des disciplines qui a fourni le plus de documentation sur les sols. Elle fait partie des sciences dites « dures » (mathématiques, informatique, physique, chimie, sciences de la Terre et du vivant), en opposition avec les sciences humaines et sociales (Histoire, géographie, sociologie, anthropologie, etc.). Ainsi, la définition des sols par les pédologues est celle que nous retiendrons dans ce mémoire, car c'est la plus technique et la plus précise possible, mais il est important de noter que ce n'est pas la seule. Comme nous l'avons vu, le sol est, en pédologie, une formation à l'interface entre la biosphère et la lithosphère. Il est formé grâce à la décomposition de matière organique couplée à la détérioration de la roche-mère. Toutes ces dégradations sont permises par l'intervention de nombreux organismes vivants qui interagissent et forment avec le substrat un véritable système. Les études pédologiques ont permis de dégager des typologies de sols (fluviosols, brunisols, podzosols, etc.) en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques, à savoir principalement la taille et la composition des différents horizons observés en coupe (fig.1). Chaque horizon possède d'ailleurs un code. Ces typologies sont très importantes pour la compréhension des services écosystémiques rendus par les sols : selon la nature de la roche-mère et de l'apport en matière organique, certains sont plus ou moins fertiles, plus ou moins



*Figure 1 : Sol de Beauce de 80 cm, avec deux horizons au-dessus d'un matériau parental calcaire.
© Chambre d'agriculture du Loiret.
Source : D. Baize, 2021*

⁸ Aubert, G., Baize, D., Dosso, M., Jamagne, M. (2023). Pédologie, *Encyclopædia Universalis*.

stables, plus ou moins perméables, etc. Voilà pourquoi les sols sont aussi un objet majeur dans une autre discipline : l'agronomie.

La science de l'agriculture s'intéresse de près aux sols et à leur qualité dans des objectifs utilitaires. Les rendements agricoles de la couche arable⁹, ainsi que la réutilisation de matériaux (terres) excavés sont au cœur des préoccupations des agronomes depuis près de trois siècles, et surtout au XX^e siècle. En France, l'Institut de recherches agronomiques (Ira) a été fondé en 1921. Aujourd'hui, les agronomes intègrent dans leurs recherches les enjeux environnementaux et de durabilité. En témoigne la fusion de l'institut national de la recherche agronomique (INRA) et de l'institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), pour former l'INRAE en 2020. L'agronomie, pour laquelle l'étude des sols est essentielle, est aussi une science dure. En effet, le plus souvent, pour devenir ingénieur agronome, il faut effectuer des études de biologie. De même, l'ingénieur géotechnicien, qui étudie les caractéristiques physiques du sol en vue de son aménagement, se doit d'être issu d'une formation en géologie. Ainsi, le langage scientifique des articles et ouvrages de ces trois champs est commun, mais peu perméable avec les sciences humaines et sociales. C'est là que réside toute la complexité de l'appropriation du sujet des sols par les urbanistes.

En effet, lorsque l'on recherche des données sur les sols vivants sur le plateau de Saclay, la majorité des articles fait partie du champ de la pédologie, et est parfois très technique. Les articles sur les aménagements du plateau sont nombreux, mais constituent une autre catégorie, à part. Le résultat de ces recherches bibliographiques est un indice à lui seul : l'urbaniste ne serait pas vraiment concerné par les questions relatives au sol vivant, alors même qu'il l'excave et le modèle. De fait, un des seuls prismes par lequel nous, urbanistes, sommes amenés à étudier les sols de manière technique est celui de la géographie. En effet, bon nombre d'urbanistes ont effectué un premier cycle universitaire en géographie et aménagement. Ils représentent 49,5% des étudiants qui entrent en master urbanisme et aménagement en 2014¹⁰. Mais là encore, les programmes dépendent de chaque faculté, et des choix des étudiants. Ainsi, malgré la présence de cours de géographie physique (géomorphologie, biogéographie, géoarchéologie, etc), les sols vivants demeurent encore majoritairement un objet flou pour les urbanistes.

⁹ En agronomie : couche superficielle du sol, labourable

¹⁰ CNJU-APERAU (2014). L'insertion professionnelle des jeunes urbanistes Emplois occupés et domaines de compétences exercées en 2014.

Cependant, l'appropriation de cet objet par la recherche en urbanisme prend son essor. Cet engouement fait partie d'un corpus de recherches sur la place de l'environnement et de l'écologie en ville, mais aussi sur la planification en fonction des sols dont nous reparlerons¹¹. Ce phénomène est très récent, puisque la plupart des ouvrages et articles portant sur l'utilisation ces thèmes ont été publiés au début des années 2020, où nous nous situons encore. Pourtant, le sujet avait commencé à être exploré dans les années 1990¹², mais il est surtout revenu au goût du jour face à l'urgence climatique. En ce qui concerne les sols vivants, l'ouvrage de Patrick Henry, *Des tracés aux traces* (2023), propose un état des lieux et des pistes vers lesquelles s'engager pour mieux aménager en prenant en considération les sols vivants. Plus globalement, on peut citer *Pour la recherche urbaine* (Adisson, Barles, Blanc et al., 2020), qui propose d'inscrire la ville dans la biosphère, et de faire un lien interdisciplinaire radical entre sciences humaines et sociales et sciences de la nature¹³. L'idée est ici de prôner un lien, une approche commune entre les sciences dures et les sciences humaines et sociales, quasiment exclusives dans les formations d'urbanisme. Il en ressort donc un fort besoin d'interdisciplinarité dans les formations autant que dans les projets d'urbanisme, afin d'effectuer des aménagements de qualité, inscrits dans un contexte complexe. Il en va de même dans d'autres disciplines, comme l'archéologie, qui, à l'instar de l'urbanisme, est qualifiée de science humaine, mais est tributaire des sciences dures pour l'interprétation de ses résultats. Pourtant, cette discipline est une science qui, au même titre que d'autres, produit des données sur le sol, avec un protocole proche de celui des pédologues (les horizons sont ici nommées unités stratigraphiques). Les données enregistrées en fouilles sont complétées par des études pédologiques, géomorphologiques, statistiques.

Ainsi, on note que la porosité des disciplines entre elles est bénéfique à la recherche, dans quelque domaine que ce soit. Ce constat invite à repenser le cloisonnement habituel entre sciences dures et sciences humaines et sociales dans l'enseignement, et dans la société en général. Dans notre cas d'étude, il interroge l'urbaniste à repenser sa manière de percevoir et d'aménager les sols vivants. D'après Adisson, Barles, Blanc et al., dans *Pour la recherche en urbanisme* (2020), « Il y a un fossé entre les connaissances déjà disponibles ou produites [...] et l'action sur le terrain qui questionne nos systèmes de formation et invite nos institutions de

¹¹ Deux thèses ont été réalisées à ce sujet par Yannick Payot et Anne Blanchart en 2018.

¹² Barles, S., Guillerme, A. (1995). *L'urbanisme souterrain*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ». p.1

¹³ Adisson, F., Barles, S., Blanc, N., Coutard, O., Frouillou, L., Rassat, F. (2020). *Pour la recherche urbaine*. CNRS Editions.

recherche à s'impliquer davantage dans l'innovation en ingénierie écologique ». De plus, si la définition du sol fait globalement consensus dans la sphère scientifique et est acquise, elle est bien plus différenciée dans le monde profane. Le sens commun est si ancré qu'il façonne les perceptions et même les réalisations de l'urbaniste.

1.1.2 Des définitions profanes du sol variées

En dehors du monde scientifique, il existe autant de définitions et perceptions du sol que d'individus. Dans le Larousse, le sol est défini communément comme « [la] couche superficielle de l'écorce d'une planète tellurique », ou une « couche superficielle de l'écorce terrestre considérée quant à sa nature ou ses qualités productives », ou comme une surface de la Terre aménagée ou non, ou bien encore comme une surface plane telle que le parquet. Le dictionnaire indique ensuite la définition littéraire du sol : « Contrée, pays, patrie », puis la définition pédologique que nous connaissons¹⁴. Ces définitions variées nous indiquent la polysémie du mot et sa valeur commune, qu'elle soit pragmatique ou culturelle. En effet, le sol est d'abord la surface sur laquelle nous marchons, et le sous-sol est un volume situé en-dessous de cette surface. Cela vient entièrement à l'encontre de la définition pédologique qui décrit le sol comme un volume, le sous-sol ayant plutôt la place de la lithosphère. Le sol au sens commun est aussi une ressource que nous exploitons car il possède des « qualités productives ». Quant à sa définition culturelle, le sol est aussi un synonyme de patrie, et donc de territoire. Ces trois composantes reflètent parfaitement la perception des sols par la société : une perception utilitaire et anthropocentrée. D'abord, le sol sur lequel nous marchons est aussi notre territoire dans le sens commun. En effet, lorsque l'on naît sur le territoire français, nous sommes automatiquement français par droit du sol. Le sol a donc ici une valeur juridique, mais aussi symbolique : le sol appartient à ceux qui vivent à sa surface. Si cette représentation est ancienne, le sentiment d'attachement à un territoire s'est accru avec l'apparition des nations au XIX^e siècle. Le territoire, et donc le sol, est aussi la cause de la majorité des luttes de pouvoir et des guerres. De fait, dans l'Histoire, la conquête d'un territoire a été longtemps considérée comme source de gloire (Alexandre le Grand, Jules César, Guillaume le Conquérant, etc.). Parfois, la volonté d'acquisition d'un territoire est liée à une idéologie. On le perçoit par exemple avec l'idée d'Hitler de construire un III^e Reich allemand immense, par l'annexion de pays européens dans les années 1930-1940. Dans d'autres cas, il s'agit de défendre une terre où l'on est ancré :

¹⁴ Définition de sol, Larousse, 2023

on y a grandi et vécu, tout comme nos ancêtres, etc. Les idéologies, souvent dangereuses, et ces sentiments d'appartenance sont aussi des marqueurs de l'importance de la possession de territoires pour des raisons plus pragmatiques.

De fait, le sol constituerait une ressource. En effet, posséder un territoire est, dans l'Europe féodale (Xe-XIIIe siècle), le privilège des seigneurs. Ils ont le droit de l'exploiter comme bon leur semble, sans aucune limite, grâce à leurs vassaux qui le défendent ou y travaillent. Posséder un territoire, c'est posséder le pouvoir. En effet, le sol permet de nous nourrir, car c'est là que poussent les récoltes, qui nourrissent également la faune que nous mangeons. Il est aussi une ressource en termes de matériaux depuis des millénaires, des briques (argiles) utilisées en Égypte ancienne, jusqu'au béton qui compose la majorité de nos fondations contemporaines (sables, gravier). Aussi, le sous-sol comporte des ressources minières recherchées comme les métaux, les pierres précieuses et les roches. Pour trouver et exploiter la plupart de ces derniers, il faut excaver le sol (au sens pédologique) dans son intégralité, détruisant son fonctionnement au passage. Nous avons hérité de ces usages et représentations utilitaires du sol, que nous exploitons toujours pour les mêmes raisons. À cela s'ajoute une valeur marchande du sol, qui constitue alors ce que l'on nomme le foncier : un terrain est un bien que l'on peut acheter et vendre. On peut en augmenter la valeur en y construisant un bâtiment. Voilà pourquoi, dans nos sociétés contemporaines, l'accès à la propriété constitue encore l'accomplissement ultime d'un ménage, synonyme de sécurité financière. Le sol est alors devenu le théâtre des aménagements anthropiques, et qui se doit d'accueillir une population de plus en plus nombreuse. Dès le XIX^e siècle, les aménagements souterrains apparaissent, viennent détruire le sol, et saturer le sous-sol¹⁵.

Finalement, dans toutes ces définitions, le sol est décrit comme une surface, soit un objet en deux dimensions, et ce, malgré les ressources qu'elles peuvent évoquer, situées à des profondeurs variables. Ce paramètre est d'une importance capitale, car le sol au sens pédologique est un volume en trois dimensions où se passent des interactions biochimiques primordiales. Ainsi, de nos jours, le sol au sens commun est à la fois la surface sur laquelle nous habitons, construisons, produisons, transportons, et à la fois une ressource utilisable en trois dimensions. Pourtant, l'écosystème qu'il représente et ses fonctions sont ignorées, invisibles, et donc difficiles à se représenter. De plus, les représentations que l'on s'est

¹⁵ Barles, S., Guillaume, A. (1995). *L'urbanisme souterrain*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ». p.1

longtemps fait de du sol et de la terre ont été péjoratifs. Le mot « terre » est un synonyme de sol, et renvoie à la saleté, voire parfois même à la mort et à l'inconnu (sépultures). Dans la terre on enfouit ce que l'on ne veut pas voir. Nous verrons aussi qu'il existe une différenciation juridique des terres et des sols, qui complexifie encore la compréhension des enjeux qui leur sont liés. Voilà pourquoi l'appellation « sol vivant », en dehors de la sphère scientifique, peut être un levier pour éviter d'engendrer des confusions et des biais dans la perception et l'aménagement des sols. Cela concerne la société dont nous faisons partie, mais aussi la réflexion des urbanistes pas ou peu formés sur ces questions pourtant primordiales.

1.1.3 Le sol en urbanisme, un objet mal connu

L'impact de ce décalage sémantique entre les définitions scientifiques et profanes du sol est perceptible dans nos manières d'aménager, quelle que soit l'échelle. En effet, en tant qu'urbanistes, nous réfléchissons, planifions, et programmons des projets dans l'espace et le temps. Dans chacun d'eux, le sol vivant est presque systématiquement modifié, si ce n'est détruit, son cycle de fonctionnement étant rompu. Il faut quelques heures à un bulldozer pour détruire un sol qui a mis plusieurs milliers d'années à se former. Pourtant, nous disposons d'outils et de méthodes afin de nous figurer au mieux le contexte dans lequel nous nous situons, et d'en évaluer les avantages et risques potentiels. Or, ces outils sont bien souvent en deux dimensions lorsqu'il s'agit du sol, alors considéré en tant que surface. Ils ne sont donc pas vraiment adaptés à une étude des sols vivants. L'exemple le plus parlant est le plan. C'est la représentation graphique essentielle à tout travail en urbanisme, et l'origine même de la planification. Dans chaque commune ou intercommunalité, il existe un PLU dans lequel figure un plan. Ce dernier renseigne sur les limites de la commune, et délimite les zones urbanisées, urbanisables, naturelles ou agricoles. Les sols sont ici des supports auxquels on attribue une fonction. Mais, cette fonction ne prend pas en compte l'aspect vivant de ce qui se trouve juste sous nos pieds, alors même que, pour toute construction, il faut systématiquement y creuser des fondations.

Ce paradoxe est fortement préjudiciable pour les sols vivants, et est lié à la méconnaissance sur le sujet des sols vivants, dont nous avons déjà parlé. C'est ce que nous explique Madame C., architecte urbaniste de 29 ans à Paris. Tout d'abord, il n'y a eu que très peu de sensibilisation aux sols vivants dans sa formation d'architecte : « On nous apprenait les différentes natures de sol pour la constructibilité, mais jamais aucun lien n'a été fait avec la biodiversité ou

l'écologie. ». Selon elle, les sols sont souvent l'apanage du géotechnicien qui réalise ses travaux préalablement à la réalisation du projet : « L'architecte est toujours entouré de géotechniciens, et ça ne nous aide peut-être pas à être curieux sur ce qu'il se passe en-dessous... ». Chaque projet est donc réalisé sans grande connaissance de la valeur pédologique, et écosystémique du sol vivant sur lequel il va se situer. Pourtant, face aux enjeux de biodiversité liés aux sols vivants, Madame C. souhaiterait, et est convaincue que l'on peut améliorer les pratiques. Cependant, le nœud du problème réside également dans certains choix politiques et le fonctionnement de l'économie de marché : « On voudrait éviter les fondations en béton et les parkings souterrains, mais même si on arrive à prouver qu'au bout du compte c'est moins cher, les commanditaires veulent l'argent de suite. C'est une logique de promoteur. ». En effet, Madame C. se retrouve souvent face à des élus qui n'ont pas assez de subventions pour éviter un endettement de leur commune. Ainsi, la qualité des projets et des aménagements est revue à la baisse, et nous en reparlerons. Plus encore, les sols vivants semblent être encore un enjeu méconnu des élus¹⁶ en France : « Les considérations pour la biodiversité concernent surtout la trame verte et bleue. ».

De fait, si la prise de conscience quant à la préservation de la biodiversité se développe énormément depuis plusieurs décennies, elle reste pour l'instant limitée à la végétation. Cette dernière offre une esthétique recherchée et rend des services écosystémiques perceptibles, comme des espaces ombragés. Si elle est plutôt exclusive, cette prise en compte de la végétation dans l'aménagement est importante, car elle permet la mise en lumière des services écosystémiques rendus par le vivant : la végétation permet par exemple de contrer les effets des îlots de chaleur urbains¹⁷. Mais, là encore, on s'aperçoit que la végétation, contrairement aux sols vivants, est un objet visible, connu, et même apprécié la plupart du temps dans les projets urbains. La végétalisation des villes est même prônée par le gouvernement français, et ce, dans le but de limiter les effets du changement climatique en ville¹⁸. Les sols vivants remplissent eux aussi des services écosystémiques et peuvent accroître la résilience¹⁹ des villes face à ces aléas, mais le sujet commence à peine d'être appréhendé dans la sphère politique. Pourtant, l'État

¹⁶ ADEME (2022). Qualité des sols et urbanisme : construire une méthodologie adaptée aux besoins des territoires et favoriser son apparition.

¹⁷ Adisson, F., Barles, S., Blanc, N., Coutard, O., Frouillou, L., Rassat, F. (2020). *Pour la recherche urbaine*. CNRS Editions.

¹⁸ ADEME. (2020). *Végétaliser : agir pour le rafraîchissement urbain*.

¹⁹ D'après Marie Toubin, et al. dans *Développement Durable et Territoires*, vol. 3 n°1, 2012 :

« La résilience est la capacité d'un système urbain à absorber une perturbation et à retrouver ses fonctions à la suite de cette perturbation. »

français a cherché à enrichir ses connaissances afin de pouvoir mieux gérer les sols grâce à des outils opérationnels dès 1998, avec le lancement du programme Gessol²⁰. Ce programme a été actif jusqu'en 2016, et a produit 47 documents de recherche sur les sols, majoritairement agricoles. Cependant, malgré l'implication de l'État dans ces travaux de recherche et la promulgation de la loi climat et résilience en 2021, il n'existe à ce jour aucune définition juridique précise du « sol » qui pourrait aider l'urbaniste à y voir plus clair. Il y a donc, en plus d'un besoin de connaissances et d'éducation dans notre société, un besoin urgent et conséquent en matière de législation des sols.

1.2 Une législation limitée, malgré des tentatives expérimentales récentes

1.2.1 L'absence des sols vivants dans les textes de droit

Dans le droit français, la prise en compte des sols n'inclut presque jamais ses propriétés physico-chimiques et biologiques, soit la définition pédologique du sol²¹. Le sol est pourtant souvent cité lorsqu'il s'agit de protection d'espaces naturels, comme support à délimiter. Mais, il n'est pas reconnu comme un milieu à part entière, comme le milieu aquatique par exemple. Il est une fois encore considéré en deux dimensions. Il semble être uniquement un support, et non un acteur des processus biochimiques qui participent à la biodiversité. De fait, le mot « sol » apparaît dans plusieurs codes, mais il n'existe pas de définition juridique précise de sa nature. Il en va de même pour la « terre », dont la description invite à penser qu'il s'agirait des terres agricoles, mais là encore la notion reste assez floue. Pourtant, le droit français commence à légiférer pour palier à ce vide juridique concernant les sols.

Au départ, les sols sont cités dans le code civil pour les questions de propriété. En effet, d'après l'article 552, la propriété du sol concerne le dessus comme le dessous : c'est la propriété tréfoncière²². Cet article est encore en vigueur aujourd'hui et est un sujet épineux, puisqu'une éventuelle protection accrue des sols vivants viendrait à l'encontre du principe de propriété privée. Ce principe est d'ailleurs inscrit dans la constitution de la V^e République, et garantit la possibilité de transformer autant que l'on veut ce que l'on possède (*abusus*). S'il existe des restrictions à cet article, le sol n'en fait cependant pas partie. Ainsi, il n'existe, dans le code

²⁰ RNEST, présentation du programme Gessol

²¹ AFES, *Sol et législation*

²² Barles, S., Guillerme, A. (1995). *L'urbanisme souterrain*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ».

civil, aucune législation concernant les sols et le sous-sol, et par la même aucune limite d'excavation. Ils n'appartiennent donc pas à l'État. Seul le patrimoine archéologique est la propriété de l'État depuis 2016, avec la promulgation de la loi relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine (LCAP). Cela montre qu'au-delà de l'absence de définition, le sol ne bénéficie pas, à priori, de protection particulière. Ce n'est qu'avec la promulgation en 2021, au sein du code de l'urbanisme, de la loi Climat et Résilience, que le sol va bénéficier d'une certaine protection : sa qualité doit être préservée au même titre que les espaces verts et les écosystèmes²³. Cette préservation est un premier pas mais reste cependant assez floue à cause de ce manque de précision concernant le sol et sa nature : de quelle qualité parle-t-on ? Par ailleurs, il est étonnant que les sols ne bénéficient d'une protection qu'en 2021. En effet, il existe depuis les années 2000 (création entre 2000 et 2007) un code de l'environnement. Ce dernier regroupe des textes de loi relatifs au droit de l'environnement. Ils ont majoritairement pour but de protéger le patrimoine et les milieux naturels. Mais, les milieux en question sont uniquement l'eau, l'air et la mer²⁴. Les sols sont totalement absents des milieux à protéger. La seule évocation qui est faite du sous-sol concerne la protection de certains sites géologiques depuis 2016. Le code de l'environnement légifère également sur la préservation des habitats et la continuité des corridors écologiques, ou trame verte et bleue. Or, au vu de son fonctionnement et de sa définition pédologique, le sol constituerait aussi ce que l'on pourrait appeler une trame brune. Plus encore, on remarque que même la pollution aux nitrates est décrite comme une pollution exclusivement aquatique, alors même que son origine se trouve dans les sols. L'eau subit le phénomène d'eutrophisation, car elle passe par des sols qui absorbent trop de nitrates à cause de l'utilisation d'engrais naturels ou chimiques en agriculture intensive. Les nitrates sont transportés, parfois transformés par la faune et la flore présente dans et sur le sol, et finissent dans les eaux de surface.

C'est comme si le sol était un objet à part, sans importance dans les cycles biochimiques de la Terre, et la possession exclusive des humains, contrairement à l'eau. Finalement, très peu de références au sol et à sa protection sont présentes dans code de l'environnement, alors que le sol est présent dans chaque milieu à protéger. Cela explique en partie la méconnaissance générale des politiques, des professionnels de l'urbanisme, et de la population sur les sols vivants. Nous sommes, de fait, informés sur la protection des milieux naturels grâce au principe

²³ Article L101-2 article 6 du code de l'urbanisme

²⁴ Roche, C. (2022). *L'essentiel du droit de l'environnement*. Éditions Gualino, coll. Les carrés. p.1

primordial d'information et de participation du code de l'environnement²⁵. Malheureusement, les sols vivants ne faisant pas encore réellement partie du droit de l'environnement en tant que milieu, les enjeux qui leur sont liés ne peuvent pas être diffusés. Cependant, la thématique de l'artificialisation est un pan du code de l'urbanisme qui soulève le plus le sujet des sols. Nous y reviendrons plus tard sur, mais l'artificialisation est définie, dans la loi Climat et Résilience de 2021, comme « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage »²⁶. Cela indique un premier pas en direction de la reconnaissance des caractéristiques pédologiques des sols, qui ont longtemps été considérés comme des déchets, et définis comme tels dans les textes de loi.

1.2.2 Les terres excavées, déchets ou ressources ?

Lorsque le sol est excavé, on parle aussi de terres excavées ou de déblais. Entre 1975 et 2021, les déblais prélevés lors de projets d'aménagements étaient systématiquement définis comme des déchets, soit « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire »²⁷. Les terres excavées étaient donc traitées comme tel, ce qui signifie qu'elles étaient extraites, triées, évacuées et traitées. Cependant, les déblais ont très vite fait l'objet d'un commerce, puisqu'ils comportaient des matériaux recherchés pour diverses utilisations : les sables et les graviers pour le béton, les argiles pour les briques, la couche arable pour l'agriculture, etc. Leur valorisation est finalement apparue importante, surtout au vu des quantités de déblais excavés lors des grands chantiers d'aménagement. Ainsi, dans le cadre de la réalisation du métro du Grand Paris Express, le volume excavé est estimé à 47 millions de tonnes. Afin de réglementer leur valorisation, les matériaux contenus dans les déblais ont été classifiés. Les matériaux qui peuvent être valorisés et recyclés sont les matériaux qui ne sont pas dangereux. Ils sont qualifiés d'inertes, c'est-à-dire qu'ils « ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique. Enfin, ils ne détériorent pas d'autres matières en contact de manière préjudiciable à l'environnement ou à la

²⁵ Roche, C. (2022). *L'essentiel du droit de l'environnement*. Éditions Gualino, coll. Les carrés. p.35

²⁶ Article 192 de la loi Climat et résilience

²⁷ Article L.541-1-1 du Code de l'environnement

santé humaine »²⁸. On compte parmi eux le verre, la céramique et le béton. Cette qualification d'inerte est aussi à double tranchant, car elle laisse à penser qu'il n'y a pas de fraction organique dans les terres excavées. Voilà pourquoi en 2021, un arrêté a créé, à l'attention des maîtres d'ouvrages de grands projets, une nouvelle catégorie de déblais : les déblais de terres naturelles. Ils sont définis comme étant des « terres excédentaires issues du grand projet d'aménagement ou d'infrastructure et ne provenant pas d'un site ou sol pollué »²⁹. Ces derniers subissent une évaluation environnementale systématique, aussi appelée étude d'impact, avant toute sortie du chantier concerné, et selon un cahier des charges très précis³⁰. Aussi, depuis le 31 mai 2021, les terres excavées sont désormais pesées, caractérisées, et répertoriées avant chaque sortie du chantier pour garantir leur traçabilité grâce notamment à un code qui leur est associé³¹. Les déblais sont alors séparés en groupes liés à leur lithologie le plus souvent. Ainsi, dans le cadre de l'aménagement du Grand Paris Express, on retrouve des sables (majoritairement de Fontainebleau), des alluvions, des argiles, des marnes, des calcaires, etc. Tous ces matériaux différents sont donc triés et stockés indépendamment les uns des autres, afin d'être réemployés et/ou recyclés sur le chantier ou non. Cette gestion pose désormais la question de l'économie circulaire.

En effet, les terres excavées sont finalement des ressources. Les grands volumes souvent prélevés dans les projets d'aménagement sont jusqu'à lors amenés à être transportés, par voie terrestre, vers des espaces de stockage. Dans le cas de l'aménagement du Grand Paris Express, et plus particulièrement sur la ligne 18 qui dessert Paris-Saclay, les déblais étaient à 98% non pollués, et composés entre autres de métaux et de matériaux naturels³². Ils ont été, comme ceux d'autres chantiers, transportés vers des partenaires ayant obtenu l'agrément de traitement et de stockage des déchets dans tout le Nord de la France et en Belgique (fig.2). Ils sont parfois réemployés dans d'autres contextes, comme pour le comblement de carrières, ou encore la réalisation d'autres aménagements, là encore à une échelle plutôt locale. Ces choix faits par la Société du Grand Paris résultent d'une transformation voulue de l'économie linéaire en économie circulaire. En effet, l'économie circulaire permet le recyclage des matériaux originellement destinés à être abandonnés, à savoir les déchets. Ce recyclage existait déjà, mais

²⁸ ADEME, Les déchets inertes. URL : <https://expertises.ademe.fr/economie-circulaire/dechets/quoi-parler/types-dechets/dechets-inertes>

²⁹ Arrêté du 21 décembre 2021, Code de l'environnement

³⁰ Article L122-1, Code de l'environnement

³¹ Arrêté du 31 mai 2021, Code de l'environnement

³² D'après Madame G., cheffe de projet valorisation des terres à la SGP depuis 2020

parfois à des échelles intercontinentales. Aujourd’hui, le défi est d’implanter et consolider cette économie à l’échelle des territoires, dans un contexte de sobriété énergétique.

Cette implication des grands aménageurs n’est pas générale, mais démontre qu’un changement de perception et d’utilisation du sol s’opère, appuyée par le Code de l’environnement. De nombreux décrets et lois ont été promulgués en 2021, qui semble être une année charnière dans le développement d’une législation des sols. Cependant, si la question des sols est abordée sous le prisme de l’économie circulaire par les acteurs opérationnels, cela ne concourt pas à sa protection en tant que système, en tant qu’objet vivant, les différents horizons étant éclatés en divers matériaux. Il faut donc, préalablement aux opérations d’aménagement, se munir d’outils de planification en faveur des sols vivants.

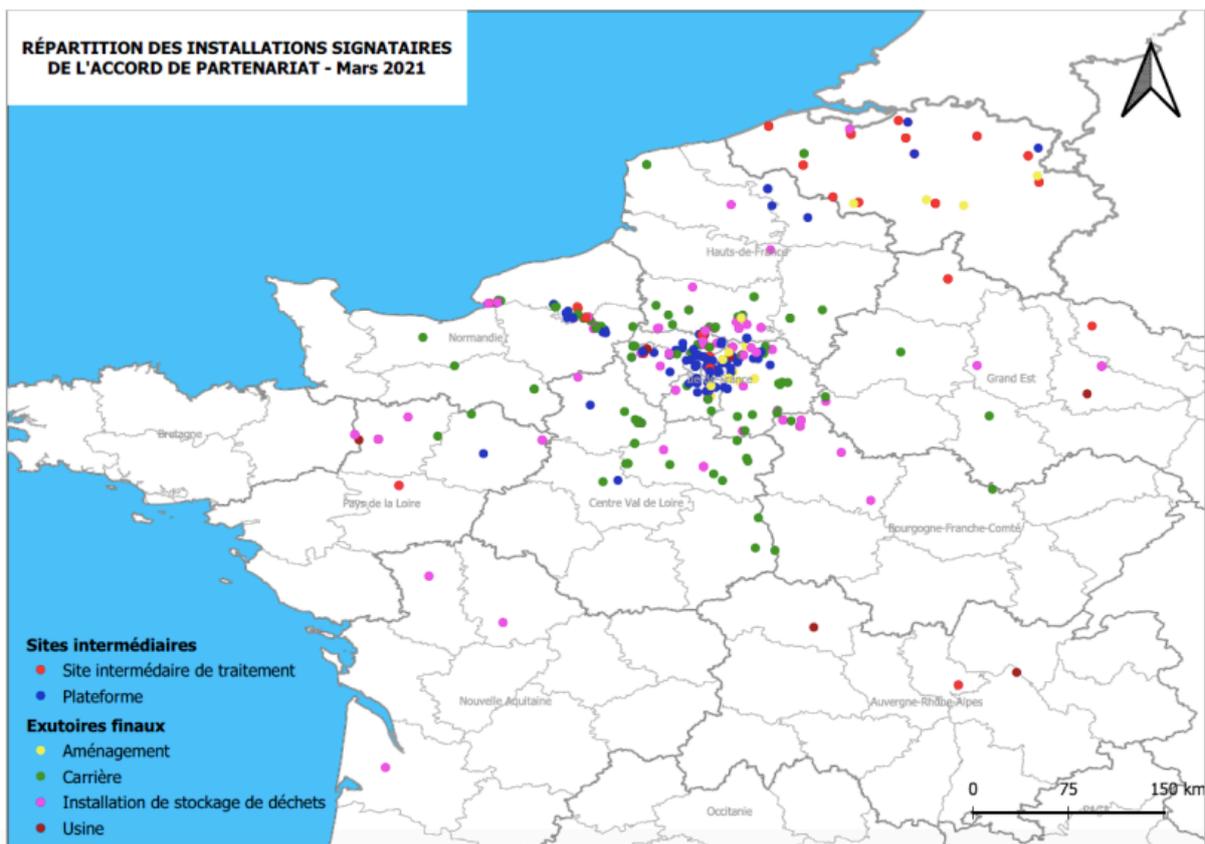


Figure 2 : Répartition des installations signataires de l'accord de partenariat, mars 2021. Source : Société du Grand Paris, schéma de gestion et valorisation des déblais

1.2.3 Expérimentations récentes de caractérisation et de cartographie des sols pour la planification

Sous l'impulsion de la loi climat et résilience, qui impose d'ici 2050 une artificialisation nette nulle, de nombreux travaux ont été réalisés pour répondre au besoin de méthodes et d'outils de planification. Ces derniers sont à destination des professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement, mais aussi des élus qui vont devoir faire face à une réduction totale de l'artificialisation nette dans leurs communes. En effet, la planification va devoir pallier au manque de connaissances, et proposer des études poussées pour rendre compte des services écosystémiques rendus par les sols vivants aux territoires. Pour savoir de quelle situation nous partons, il est intéressant d'étudier les outils Cartoviz et MOS (Mode d'Occupation des Sols) créés par l'Institut Paris Région. Ce sont des inventaires de l'occupation des sols en Île-de-France depuis leur création (1982 pour le MOS), ce qui permet d'en mesurer l'artificialisation au cours du temps, mais aussi potentiellement le phénomène inverse. Cela pourrait permettre de mesurer l'impact des futures dispositions réglementaires concernant les sols vivants en planification. Les systèmes d'information géographique (SIG) et la cartographie apparaissent donc comme des outils de base dans cette démarche. Cependant, ils doivent être adaptés, ce qui nécessite que les enjeux d'aménagement liés aux sols vivants doivent être parfaitement identifiés.

C'est dans cet objectif que plusieurs thèses ont été réalisées, dont celle de Yannick Poyat, effectuée en 2018, et qui propose une cartographie des services écosystémiques des sols. Beaucoup d'ateliers se sont également emparés du sujet. Ainsi, c'est en février 2022 qu'a été créé l'atelier « Mieux aménager les sols vivants », par la Direction Départementale des Territoires de l'Indre-et-Loire, en partenariat avec Tours Métropole. De fait, les collectivités territoriales s'intéressent de près à ce sujet : c'est à l'échelle locale que les expérimentations et innovations peuvent être réalisées, mais c'est aussi à cette échelle que les aléas liés au réchauffement climatique et à l'artificialisation sont palpables. Cette question d'échelle est primordiale dans la prise en compte des sols vivants en urbanisme, puisque les limites administratives ne font pas forcément écho au fonctionnement réel des milieux naturels. On peut par exemple penser aux bassins-versants, qui traversent parfois plusieurs régions. Ainsi, un groupe de travail composé de la coopérative conseil Acadie et du bureau d'étude paysage et environnement CAUDEX ont réalisé un référentiel qui propose plusieurs outils et actions à différentes échelles. On y retrouve tout d'abord un travail de caractérisation globale des

fonctions et services écosystémiques rendus par les sols. Parmi eux on compte le stockage du carbone atmosphérique, qui, selon les types de sols et le couvert végétal, peut atteindre 90 tonnes par hectares³³. À titre de comparaison, l'atmosphère pourrait stocker trois fois moins de carbone. Le rôle des sols dans le cycle de l'eau est aussi très intéressant. En effet, l'eau peut s'infiltrer dans le sol, et parfois jusque dans les aquifères, chose rendue impossible lorsqu'un sol est artificialisé. Par ailleurs, il a la capacité de stocker l'eau et ses polluants, ce qui constitue un atout dans la résilience de villes soumises au risque de crue et d'inondation, comme Tours, accolée à la Loire dont les crues sont désastreuses. Aujourd'hui, Tours est protégée par les terres agricoles alentours, mais l'étalement urbain récent, et l'artificialisation qui en découle inquiète. En effet, en France, entre 20 000 et 30 000 hectares sont artificialisés par an, et sont bien souvent des terres agricoles³⁴. Il apparaît dans le référentiel que le sujet des sols se doit donc de concerner autant les surfaces agricoles et naturelles que les villes, dont la part de sols non artificialisés demeure et doit être protégée. En effet, il s'agit de limiter l'artificialisation, mais aussi de remanier l'espace urbain existant en fonction des natures et qualités de sols, voire de « désartificialiser ». Voilà pourquoi le référentiel propose des outils de cartographie novateurs en urbanisme, et hérités d'autres disciplines. La cartographie des aptitudes agricoles, utilisée en général par les géographes et agronomes, pourrait alors être détournée pour la réalisation d'une cartographie des services écosystémiques des sols. Ce document constituerait potentiellement un nouvel outil de planification à inscrire dans les PLU et PLUi, voire dans d'autres documents à différentes échelles. À cela s'ajoute l'utilisation des profils pédologiques, auparavant créés et destinés aux pédologues, et qui permettent la représentation en coupe de la composition du sol. Finalement, la carte et la coupe, même si elles restent des documents en deux dimensions, peuvent permettre d'élaborer des stratégies d'aménagement en fonction du sol vivant.

Mais, dans les faits, l'approche pédologique des sols vivants dans la planification des territoires peut-elle réellement fonctionner ? C'est la question que s'est posée l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), après avoir expérimenté entre 2018 et 2021 le projet MUSE. Ce dernier fait partie du programme global UQUALISOL, héritier du programme Gessol dont nous avons déjà parlé. Il consistait à intégrer les fonctions pédologiques et l'aspect qualitatif du sol dans les PLU et PLUi à titre expérimental, comme le

³³ DDT, Tours Métropole, Touraine-Est Vallée. (2023). Mieux aménager les sols vivants : référentiel.

³⁴ ADEME (2022). Qualité des sols et urbanisme : construire une méthodologie adaptée aux besoins des territoires et favoriser son apparition.

préconise également le référentiel Mieux aménager les sols vivants. Il a été expérimenté dans trois métropoles : Châteauroux, Nantes et Aix-Marseille-Provence. Une cartographie des sols a été également proposée ici, et même utilisée dans les PLUi des trois sites : elle concerne, pour chaque site, la multifonctionnalité des sols en termes de services écosystémiques (fig.3).

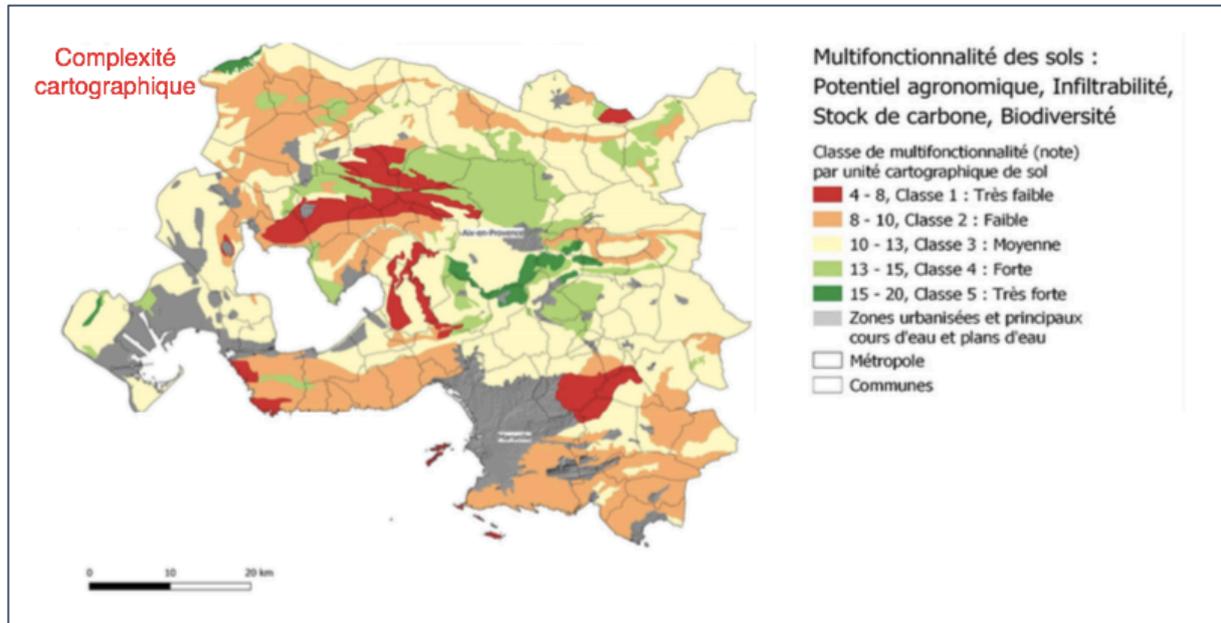


Figure 3 : Carte de multifonctionnalité des sols de la Métropole Aix-Marseille-Provence. Source : projet MUSE, 2022

Si de telles cartes ont permis de rendre compte des réels atouts que constituaient les sols, il existe cependant certaines limites à leur utilisation. D’abord, la méconnaissance globale du sujet qui ne peut être palliée que par un travail de sensibilisation et d’éducation. Ensuite, la carte pourrait être remaniée sous forme de carte d’enjeux, pour une meilleure compréhension par les groupes de travail qui réalisent les PLUi. Enfin, la généralisation de cet outil fonctionnerait mieux à l’échelle du schéma de cohérence territoriale (SCoT) qu’à l’échelle du PLUi ou à l’échelle nationale, en raison des réalités écosystémiques du terrain, dont nous avons déjà parlé. On s’aperçoit donc que les travaux récents d’expérimentation, qu’ils soient universitaires ou non, permettent de mettre en avant la question des sols au travers de la planification territoriale. Ceci a pour but d’inscrire les sols dans les textes de loi, mais aussi dans les pratiques de l’aménagement. Mais de quelles pratiques avons-nous hérité en matière d’aménagement du sol pour qu’un pareil besoin de connaissances et de représentations existe ?

1.3 Une perception historiquement utilitaire de l'aménagement des sols

1.3.1 L'utilisation du sol jusqu'au XIX^e siècle

D'après Barles et Guillerme (1995)³⁵, « avant d'être le lieu de l'urbanisme sous-terrain, le sous-sol de la cité constitue les archives de l'urbanisme ». En effet, grâce aux fouilles réalisées par les archéologues, mais aussi par notre pratique de l'environnement sous-terrain en ville, on peut comprendre comment les humains se sont approprié l'aménagement du sol. De fait, les sols, qualifiés encore de sous-sols en urbanisme, ont été aménagés très tôt dans l'histoire des humains. Ils ont été utilisés comme ressource nourricière, et donc aménagés depuis la surface. Avec la néolithisation il y a environ 12 000 ans, les terres agricoles naissent : cultures céréalières et pâturages apparaissent. Ils façonnent déjà le paysage et le sol via le défrichement,



Figure 4 : Photographie aérienne des ruines du temple de Gareus sur le site archéologique d'Uruk. Source : National Geographic, Histoire et civilisations : Les civilisations mésopotamiennes (2019)

le labour, et la préférence accordée aux espèces les plus robustes, utiles à la survie. 8000 ans plus tard, ce que l'on considère comme la première ville est fondée en Mésopotamie : la cité sumérienne d'Uruk, située sur les rives de l'Euphrate, atteindra une taille maximale de 230 hectares à son apogée vers 3750 av.

J.-C. Aujourd'hui, cette superficie semble dérisoire, et est équivalente à celle d'une petite commune française, mais c'est la première fois qu'une telle concentration d'humains, d'activités (commerce, artisanat, etc.) et de bâtiments aux fonctions différentes (temples, boutiques, etc.) est observée. C'est probablement le premier jalon d'une Histoire urbaine qui laisse une marque différente dans le paysage sous-terrain, puisque de nombreux vestiges immobiliers ont été retrouvés au XIX^e siècle lors de fouilles (fig.4).

³⁵ Barles, S., Guillerme, A. (1995). *L'urbanisme souterrain*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ». Chapitre 2, page 19.

Par la suite, de nombreuses villes seront construites petit à petit, avec, dans le monde grec, les cités d'Athènes, Sparte, Corinthe, etc. Mais, une des plus grandes évolutions urbaines concerne la ville de Rome. Fondée en 753 av. J.-C., la ville, qui était au départ une modeste installation, n'a cessé de se développer jusqu'à la chute de l'Empire romain en 476 ap. J.-C. Ainsi, l'accroissement de la population romaine a entraîné, par exemple, la multiplication des *insulae*, des édifices d'habitation collective à plusieurs étages que l'on pourrait aujourd'hui qualifier d'immeubles. Leur construction, même si elle était souvent en bois, a nécessité le creusement de fondations dans le sol afin d'en assurer la stabilité. Plus encore, la fondation des colonies à partir du V^e siècle av. J.-C., et le développement du commerce associé, a eu pour effet la prolifération des réseaux terrestres. On retrouve par exemple des voies romaines dans toute



Figure 5 : Photographie de la Place de l'hôtel de ville de Narbonne telle qu'on peut la voir aujourd'hui, avec la Via Domitia sous le niveau actuel du sol. Source : pinterest

l'aire d'influence de Rome, comme à Narbonne (fig.5), tout comme des canalisations en céramique destinées aux eaux propres et usées en ville. À Rome, celles-ci sont reliées aux grands aqueducs qui amènent les eaux de sources karstiques jusqu'aux fontaines, thermes et habitations. Ceci constitue l'une des premières traces de l'utilisation des sols en tant que volume utile à la gestion des flux de ressources et de marchandises. En-dehors des enceintes des villes, et autour des voies romaines se situent également de grandes nécropoles destinées à accueillir leurs défunts, comme à Narbonne avec la Nécropole de la Robine. Ainsi, le sol dans et aux abords des villes romaines connaît déjà une occupation dense : il regorge d'aménagements utilitaires, mais aussi symboliques.

À la chute de Rome, les avancées techniques en matière de réseaux semblent régresser, ce qui participe à l'insalubrité croissante en milieu urbain. Le taux de mortalité, notamment infantile, arrive à son paroxysme au XIV^e siècle, avec de grandes épidémies dont celle de la peste noire, arrivée en 1347 en Europe. À Paris, l'espace urbain s'est densifié aléatoirement. Les habitations sont construites sans réglementation, tout comme leurs caves qui servent souvent d'espaces d'aisance. Le sous-sol parisien est aussi excavé depuis l'époque gallo-romaine pour l'extraction de calcaire via des bouches de cavage. Ce calcaire a été aussi très

utile pour la construction de grands édifices tels que Notre-Dame-de-Paris³⁶. Au XVIII^e siècle, ces carrières sont devenues les catacombes de Paris. En effet, pour chaque église médiévale et moderne jusqu'au XVII^e siècle, il existait un cimetière paroissial attenant. Face aux innombrables morts parisiens pendant cette période, de grands cimetières sont aménagés de manière chaotique, comme celui des Innocents, situé à l'emplacement des Halles, et celui de la Trinité, plus au Nord (fig.6). Ces charniers encombraient à tel point les sols parisiens qu'ils ont été déplacés en-dehors de la ville au XVIII^e siècle, et les inhumations intra-muros ont été interdites dans les années 1780. La gestion de l'occupation des sols apparaît alors comme essentielle dans la capitale pour répondre aux enjeux de salubrité. La création de quatre cimetières, du Montparnasse, du Père Lachaise, de Passy, et de Montmartre en périphérie de la ville tend à démontrer cet objectif. Ainsi, les prémices de l'hygiénisme à Paris, promu pendant les siècles qui suivent face à la Révolution Industrielle (XIX^e siècle) et aux flux de population arrivant en ville, commencent dans le sol. Avec la Révolution Industrielle apparaissent des besoins croissants en termes d'évacuation des déchets de la ville, dont les eaux usées ; en termes de revêtements au sol pour les nouveaux modes de transport comme le train et la voiture ; et en termes de quantité de logements. Ainsi, toutes les avancées techniques produites par la Révolution Industrielle vont connaître leur essor et façonner plus drastiquement encore les sols urbains au XX^e siècle.

³⁶ Benoit, P., Blanc, A., Gely, J.-P., Guinir-Skliar, A., Obert, D., Vire, M. (2000). « La pierre de Paris. Méthode d'étude de la pierre à bâtir depuis son extraction à sa mise en œuvre ». *Supplément à la Revue archéologique du centre de la France*, n°18. pp. 121-158

Carte centrée sur les principaux sites funéraires parisiens avant le XIX^e siècle
 Réalisé sur Arcgis par Alexandra Ramond - 2022

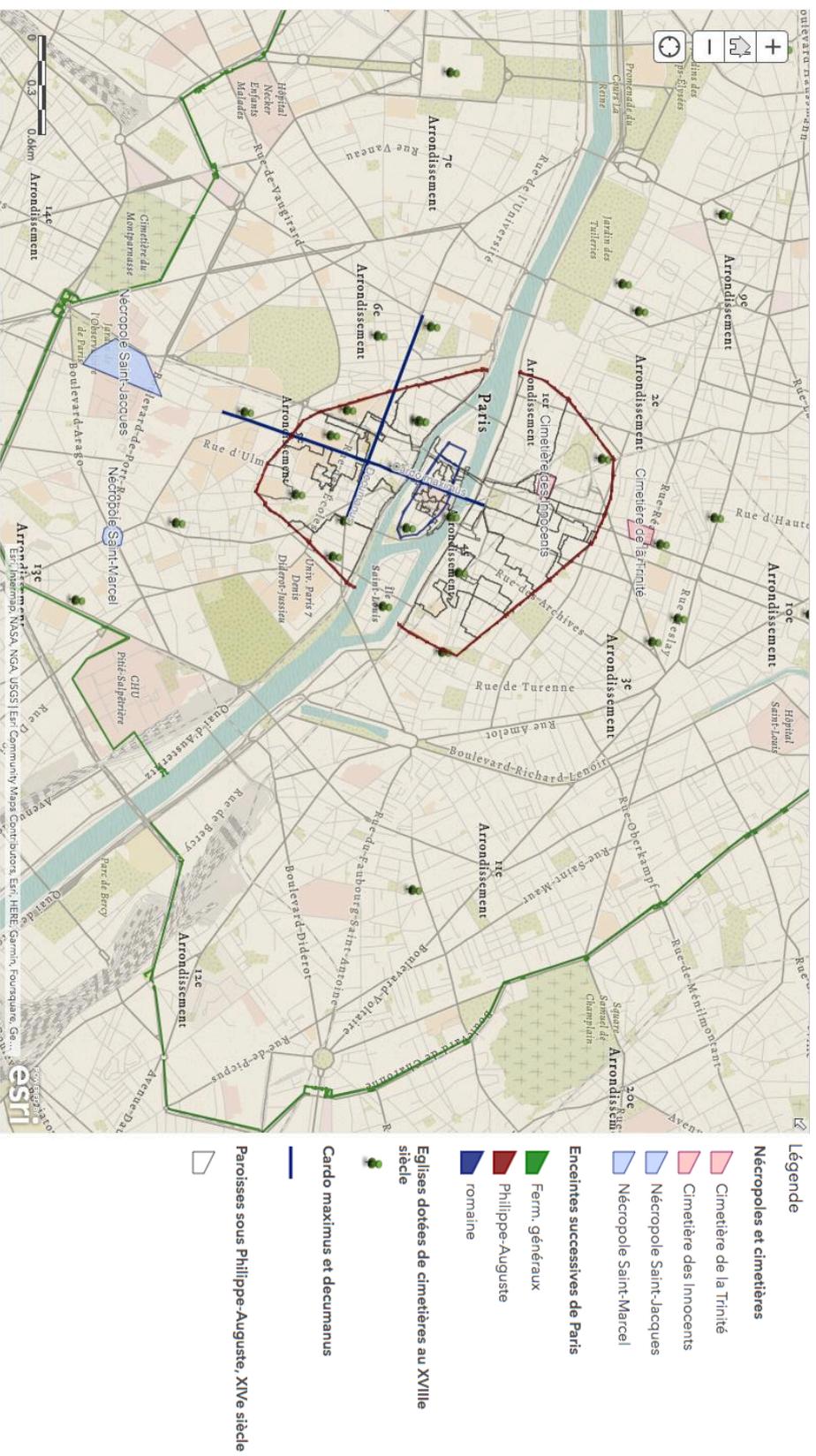


Figure 6 : capture d'écran de la carte interactive des principaux sites funéraires parisiens avant le XIX^e siècle, centrée sur le cimetière des Innocents. Source : travail personnel, 2022

1.3.2 Le tournant du XXe siècle : artificialisation et saturation du sol

C'est au crépuscule du XIX^e siècle que la première ligne de métro parisien va être construite. Nous sommes en 1900, et c'est la toute première fois que l'on enterre un réseau de transports destiné au public en France. De nos jours, les lignes de métro parisiennes, construites tout au long du XX^e siècle, se situent à une profondeur comprise entre 3 et 30 mètres de la surface environ³⁷. De même, la multiplication des réseaux en ville pousse à leur enfouissement dans le sol, tout en conservant des distances de sécurités entre eux. Ainsi, les réseaux d'évacuation des eaux usées, d'eau potable, de gaz, de télécommunication et d'électricité sont enterrés à des profondeurs qui vont de quelques centimètres à plus d'un mètre, lorsqu'ils sont concentrés au même endroit. Ces réseaux viennent saturer encore un peu plus le sol de Paris en aménagements. Par ailleurs, dans la seconde moitié du XX^e siècle, la voiture transforme drastiquement le revêtement au sol : d'après Françoise Choay dans *La terre qui meurt* (2011), la ville devient à cette époque un « espace de circulation »³⁸. Les pavés sont remplacés en masse

par des enrobés pour la construction des routes (fig.7). De plus, après la seconde guerre mondiale, il faut reconstruire vite pour loger une population de plus en plus nombreuse. On prend alors systématiquement l'habitude de réaliser les bâtiments et leurs fondations en béton, un mélange peu coûteux de sable, de gravier et de chaux hydraulique qui remplace la pierre. Dans le



Figure 7 : Photographie d'une tranchée sur le Boulevard du Palais, sur l'Île de la Cité à Paris, montrant la densité de l'occupation du sol urbain, avec le revêtement superficiel et les réseaux enterrés dans un lit de pose en sable. Mai 2023. © Alexandra Ramond

Paris intra-muros d'après-guerre, les logements sont majoritairement collectifs et densément répartis, mais le rêve de la propriété privée avec jardin permet à un autre modèle de se développer : celui du lotissement pavillonnaire. De fait, si les logements collectifs ne

³⁷ La plus profonde des gares parisiennes est celle d'Abbesses, située à 36 mètres sous la surface, car située sous une butte.

³⁸ Choay, F. (2011). *La terre qui meurt*. Editions Fayard. p.42

consomment pas beaucoup plus d'espaces souterrains à Paris, la construction de lotissements est responsable d'une artificialisation galopante en périphérie de la capitale, tout comme aux abords d'autres villes de France.

Dans les années 1960, et sous l'impulsion du Général De Gaulle, le préfet de la région parisienne, Paul Delouvrier, planifie l'évolution de la région afin de désengorger la capitale. Pour ce faire, il planifie en 1965, dans le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne (SDAURP), la création de cinq villes nouvelles : Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, Évry, Sénart, et Marne-la-Vallée, desservies par un réseau de transports en étoile : le réseau express régional ou RER. Ces villes nouvelles sont construites quasiment *ex-nihilo*, directement sur des terrains naturels et surtout agricoles. Leur construction illustre le peu de considération pour l'aspect contextuel qu'accorde le fonctionnalisme prôné par le Corbusier dans les années 1930. Il semble que la qualité des sols, et encore moins leur caractéristique vivante, aient été étudiés ou même perçus par les aménageurs. La pensée de l'époque était implacablement axée sur le dynamisme économique de la France et de sa région-capitale, obnubilée par la compétition idéologique et économique en temps de Guerre Froide (1945-1991). Voilà pourquoi Patrick Henry qualifie de « ravages des Trente Glorieuses »³⁹ cet épisode de l'aménagement de la région parisienne, qui n'est d'ailleurs toujours pas achevé. C'est à l'évidence un désastre pour les sols vivants qui sont artificialisés en masse avec l'étalement urbain. Leurs services écosystémiques sont purement et simplement ignorés, noyés dans la croyance aveugle en la modernité, et la technique. Pourtant, le bassin parisien possède parmi les terres les plus arables de France grâce à la nature de ses sols. Ainsi au XX^e siècle, Paris hérite d'une décentralisation progressive de la ressource alimentaire depuis le XIX^e siècle. Il n'y a plus de cultures maraîchères dans la capitale depuis le début du siècle, et c'est désormais sa région, nécessaire jusqu'ici à son autosuffisance alimentaire, qui s'artificialise au détriment des terres agricoles. En effet, le libéralisme économique permet de s'approvisionner ailleurs, grâce aux voies de communication et à la réduction des temps de transport qui vont de concert⁴⁰. Alors, pour beaucoup en 1965, il paraissait inutile de conserver des terres agricoles qui ne servent pas vraiment. Le même raisonnement existe pour les zones naturelles, qui peuvent être éventuellement vues comme des zones d'agrément. Si elles ne correspondaient pas à un usage en termes de loisirs, comme les zones humides, elles pouvaient être entièrement rasées. En

³⁹ Henry, P. (2022). *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. Éditions Apogée. p.77

⁴⁰ Bognon, S. (2015). « Nourrir Paris : trajectoire de l'approvisionnement alimentaire de la métropole capitale, de la fin de l'Ancien Régime à nos jours ». *Géocarrefour*, n° 90/2. pp. 163-171

effet, dans ce contexte, les considérations environnementales n'existaient pas ou peu, et c'est tout naturellement que les sols ont été utilisés comme des surfaces à aménager, afin de les rendre utiles, rentables. Pourtant, beaucoup de chercheurs en urbanisme avaient pensé la ville du futur autrement. On peut citer Ebenezer Howard, qui a théorisé le concept de cité-jardin, soit un modèle qui reprend les avantages de la ville et de la campagne, dès la fin du XIX^e siècle (1898)⁴¹, ou encore Gaston Bardet. Ce dernier a écrit, en 1947, que « Le véritable moyen d'aérer, d'enseleiller, d'assainir la ville, chimiquement et physiquement, c'est en réalité son mariage avec la verdure. ». Il y décrit même comment y parvenir avec des réseaux de parcs, et surtout, de « terre vivante ». Selon lui, les parcs et jardins doivent former un réseau en ville, à différentes échelles⁴². Il semble qu'il avait perçu l'importance de la nature en ville, et même celle des sols dans l'aménagement. Mais, ces idées ont été oubliées pendant près de cinquante ans, si bien que le XXI^e siècle s'annonçait dans la continuité des perceptions de l'environnement et du sol du XX^e siècle, et ce, malgré les travaux scientifiques menés sur l'environnement depuis les années 1970-1980.

1.3.3 En héritage, la perception des sols et leur aménagement au XXI^e siècle

Durant les deux premières décennies du XXI^e siècle, le modèle du lotissement pavillonnaire est apparu comme le plus apprécié, et donc le plus rentable. Il correspond à l'idéal de la propriété privée prônée depuis les années 1930 par la droite sociale⁴³, qui refuse la promiscuité, et dont le président de la République Nicolas Sarkozy a hérité. En 2006, lors de la campagne pour la présidence de la République, ce dernier voulait « faire de la France un pays de propriétaires »⁴⁴. Cet idéal à atteindre est par la suite renforcé par l'envolée des prix du foncier et du logement, lors de la crise économique de 2008. En effet, cette tendance s'est poursuivie jusqu'à aujourd'hui. Il fait donc consensus, dans le paysage politique, que le pays a besoin de logements abordables, dans un contexte d'inaccessibilité aux emprunts et donc à la propriété. Les lotissements sont alors considérés comme le modèle providentiel, et de nombreux investissements sont réalisés par l'État dans les banques afin qu'elles proposent des prêts avantageux. Aussi, la construction de lotissements permet de maintenir à flots l'économie durant les années de crise, selon l'adage du XIX^e siècle qui veut que « Quand le bâtiment va,

⁴¹ Choay, F. (2014). *L'urbanisme, utopies et réalités – Une anthologie*. Editions Points pp.278-289

⁴² Bardet, G. (1947). *L'urbanisme*. Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? », p.41

⁴³ Robert, C. (2007). « Une France de propriétaires », *Mouvements n°52*, pp.132-144

⁴⁴ Bissuel, B., Rey-Lefebvre, I. (2007). « Une France de propriétaires ». *Le Monde*.

tout va »⁴⁵. Mais plutôt que de rénover les logements vacants, les aménageurs et promoteurs immobiliers préfèrent construire sur des terrains non bâtis en raison de leurs coûts peu élevés. Les terrains agricoles ont par exemple un coût dérisoire d'environ 1€ le mètre carré, ce qui en fait une réserve foncière de choix encore aujourd'hui. De fait, le désintérêt pour l'agriculture de proximité s'est encore accru au début du siècle avec la mondialisation, et les terres agricoles n'ont donc plus eu d'intérêt économique majeur. Ainsi, c'est la conjugaison de tous ces phénomènes qui a rendu possible la croissance démesurée des lotissements pavillonnaires en périphérie des grandes villes comme Paris. Ainsi, ce modèle s'est encore imposé davantage au début du XXI^e siècle, empiétant dangereusement sur les sols malgré la présence d'espaces non artificialisés dans les jardins privés. On peut parler d'une véritable consommation de sols à cette période.

Il existe une seconde cause à l'artificialisation des sols au XXI^e siècle : la révolution numérique qui s'est opérée depuis la fin des années 1990. En effet, la création et l'utilisation massive d'Internet à partir des années 2000 a donné l'illusion d'une dématérialisation des données et de leurs flux. Pourtant, de nombreux et volumineux espaces de stockage sont nécessaires à la conservation des données. Ces espaces sont appelés *data centers*, et sont bel et bien matériels. Par exemple, un *data center* de 4 hectares est en construction depuis 2020 à la Courneuve. De fait, ces installations sont construites un peu partout sur le territoire français, car elles constituent visiblement un pilier de l'économie locale : « L'implantation d'un *data center* sur un territoire est un précieux levier de développement économique et social. Les infrastructures de proximité développées sur les territoires garantissent aux entreprises et aux particuliers l'utilisation de services numériques de qualité. Elles permettent également de créer des emplois directs et indirects. »⁴⁶. En effet, face à la concurrence pour l'attractivité des territoires, beaucoup de communes, se dotent de ces centres de stockage des données. Ce phénomène existe également avec les sites de stockages de produits marchands, issus des grandes plateformes de commerce en ligne comme Amazon. Ces deux types d'installations, issues de l'usage d'Internet, se sont donc multipliées en partie dans les zones rurales ou désindustrialisées qui avaient besoin de renforcer leur économie locale, et disposaient d'une réserve foncière conséquente. Là encore, c'est bien souvent au détriment des terres agricoles et des zones naturelles que ces bâtiments sont construits.

⁴⁵ Formule du préfet de Paris Martin Nadaud (1815-1898)

⁴⁶ D'après France Datacenter, organisation professionnelle qui fédère les acteurs des *data centers* en France

Il apparaît également que la dimension concurrentielle des territoires est un paramètre puissant dans l'occupation des sols : il faudrait attirer des habitants et des investisseurs pour y pérenniser une économie fonctionnelle. Voilà pourquoi certains territoires se munissent de *clusters*. Ces derniers sont des pôles regroupant des entreprises, des centres de recherche et des universités, afin de leur permettre d'élaborer des projets communs innovants⁴⁷. Ils s'inspirent de la *Silicon Valley*, située en Californie aux États-Unis, et dont est issue la plupart des innovations technologiques. Ainsi, beaucoup de ces pôles ont été créés à travers le monde : en Allemagne, en Inde, ou encore aux Émirats Arabes Unis. En France, la délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires (DIACT) est créée en 2005. Elle a pour but d'aménager le territoire national, en-dehors de la macrocéphalie parisienne. De fait, le gouvernement réfléchit depuis la fin des années 1990 à la réalisation d'un *cluster* français. C'est finalement en 2007, sous l'impulsion du président de la République Nicolas Sarkozy que la décision d'implanter un tel *cluster* est prise. Il est décidé qu'il se situerait sur le plateau de Saclay, non loin de l'université Paris Sud, déjà existante dans les communes d'Orsay et de Bures-sur-Yvette. L'implantation quasiment *ex-nihilo* du *cluster* sur le plateau de Saclay est un choix qui semble s'inscrire dans la continuité des considérations des terres agricoles au début du XXI^e siècle. En effet, le plateau de Saclay a pour fonction historique la culture céréalière, et ce, depuis les premières occupations à la période Néolithique (6000-2200 av. J.-C.⁴⁸). L'implantation d'un *cluster* va donc amener des changements conséquents en termes de fonction, mais aussi de paysage, et bien sûr au niveau du sol.

⁴⁷ Poirot, J., Gérardin, H. (2010). « L'attractivité des territoires : un concept multidimensionnel ». *Mondes en développement*, n°149, pp. 27-41.

⁴⁸ Article en ligne de l'INRAP sur le plateau de Saclay

2. LES SOLS VIVANTS, UN SUJET APPARTENANT A DIVERS CHAMPS DE RECHERCHE MAIS PAS A CELUI DE L'URBANISME

2.1. Un contexte à fort potentiel

2.1.1. Quel contexte général ?

Le plateau de Saclay est situé à une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest de Paris, dans les départements de l'Essonne (91) et des Yvelines (78). C'est une unité topographique de 10 406 hectares et d'une altitude moyenne de 145 mètres environ. Elle est délimitée par la Bièvre au Nord, et l'Yvette au Sud (fig.8). Ces rivières sont des affluents de la Seine et font

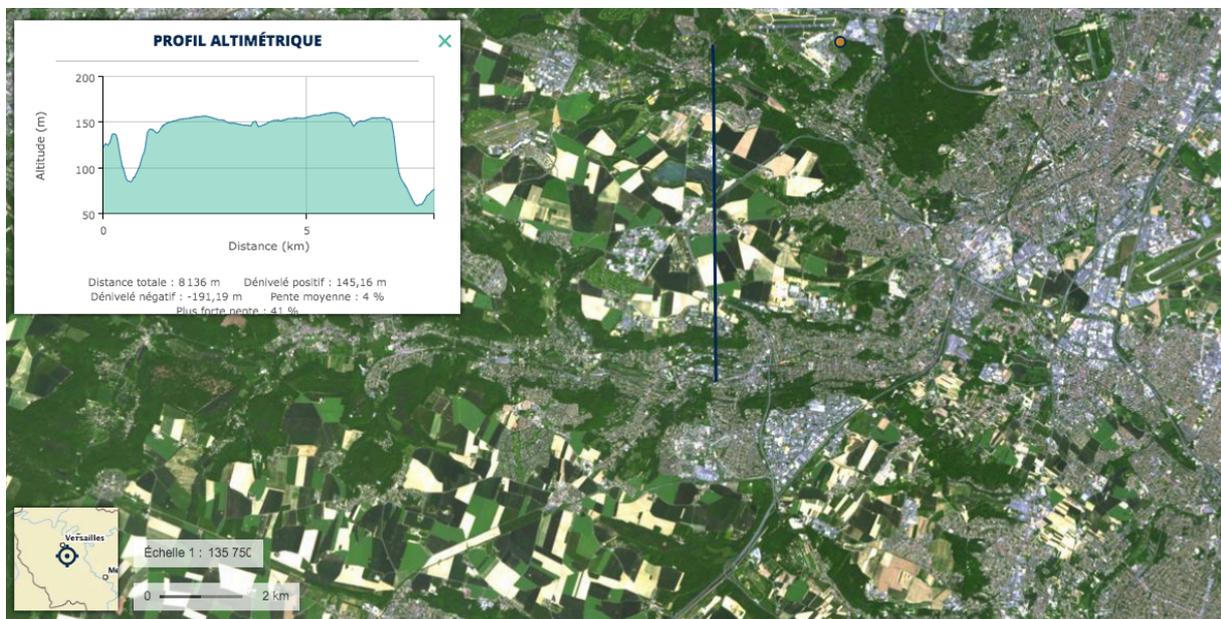


Figure 8 : Profil altimétrique Nord-Sud du plateau de Saclay. Les deux altitudes les plus basses correspondent aux talwegs de la Bièvre au Nord, et de l'Yvette au Sud. Source : Géoportail, 2023.

donc partie de son bassin-versant. De plus, il existe un aquifère⁴⁹ sous la surface du plateau qui le délimite, et alimente les deux rivières. C'est la nappe de l'Albien, qui constitue une réserve d'eau non négligeable⁵⁰. La présence d'un tel réseau hydrographique et d'un climat océanique tempéré a permis aux humains qui y vivaient d'utiliser cet espace pour l'agriculture.

Avant le XVIII^e siècle, le plateau de Saclay était un marais comportant des forêts tempérées. Très vite, le site a eu une vocation agricole. Ses premières occupations remontent au Néolithique, mais c'est durant l'Âge du fer que l'agriculture va se développer. En effet, de

⁴⁹ Roches poreuses qui contiennent une nappe d'eau souterraine

⁵⁰ SIGES Bassin Centre Val-de-Loire

grandes fermes et domaines agricoles défrichés sont apparus de concert avec l'aristocratie gauloise entre 400 et 50 av. J.-C. Malgré la conquête romaine en 53 av. J.-C., cette vocation agricole a perduré, et l'on peut observer la construction de *villae*, notamment à Palaiseau. Ces *villae* sont en fait des fermes analogues à celles des gaulois, à ceci près qu'elles sont construites en dur et gérées probablement différemment. Par la suite, aux XI^e et XII^e siècle, c'est la seigneurie de Saint-Aubin qui perpétue la tradition agricole sur le plateau de Saclay. Finalement, le plateau va connaître de nouveaux aménagements sous le règne de Louis XIV. En effet, de par sa proximité avec Versailles, et son importante réserve en eau, le plateau est tout indiqué pour être une des sources d'irrigation des fontaines des jardins. Ainsi, à la fin du XVII^e siècle, tout le plateau a été jonché de drains en céramique qui permettaient d'extraire l'eau contenue dans l'aquifère. Le plateau comporte aussi deux étangs, l'Étang Vieux créé par Louis XIV et l'Étang de Saclay, ainsi que plusieurs rigoles encaissées : la Rigole de Favreuse, le Ru de Saint Marc, et le Canal qui menaient à Versailles. On retrouve encore aujourd'hui les drains qui ont été installés à cette époque dans le sol du plateau de Saclay. Ainsi, d'après l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), toutes les terres inondables du plateau ont été transformées en terres fertiles⁵¹ à cette période. De plus, cela a permis au monarque d'affirmer son pouvoir centralisé et sa capacité à nourrir sa population, notamment parisienne. C'est donc à partir du règne de Louis XIV que l'agriculture et l'élevage vont commencer à s'intensifier sur le plateau. L'arrivée de la Révolution Industrielle, dont l'aboutissement est la mécanisation des engins agricoles, va encore renforcer cette vocation. Au XX^e siècle, le plateau de Saclay va arriver à son apogée en termes de production : c'est la culture céréalière qui y était, jusqu'aux années 2000, l'activité majoritaire. On remarque donc que le paysage du plateau est resté agricole pendant des siècles, avec très peu d'installations humaines autres que des fermes destinées à exploiter les terres.

De fait, et on peut le remarquer encore aujourd'hui, parmi les 47 communes qui possèdent une partie du plateau dans leur territoire, la majorité est située sur le pourtour de ce dernier (fig.9) On compte par exemple Jouy-en-Josas, Bièvre, Igny, Palaiseau, Orsay, Bures-sur-Yvette, ou encore Gif-sur-Yvette. Ces villes sont plus urbanisées que les communes situées sur le plateau lui-même. De fait, la ville de Saclay était au départ une petite commune agricole, tout comme Toussus-le-Noble et Saint-Aubin. Cet aspect a son importance, car l'on comprend que jusqu'aux années 2000, il n'était pas question d'empiéter sur les surfaces agricoles du

⁵¹ Article en ligne de l'INRAP sur le plateau de Saclay

plateau. Elles faisaient la richesse du territoire et des exploitants qui s’y trouvaient. Pourtant, le général De Gaulle y avait implanté en 1945 le commissariat de l’énergie atomique (CEA), mais c’est la seule installation qu’il ait jamais pu réaliser face aux contestations des habitants.

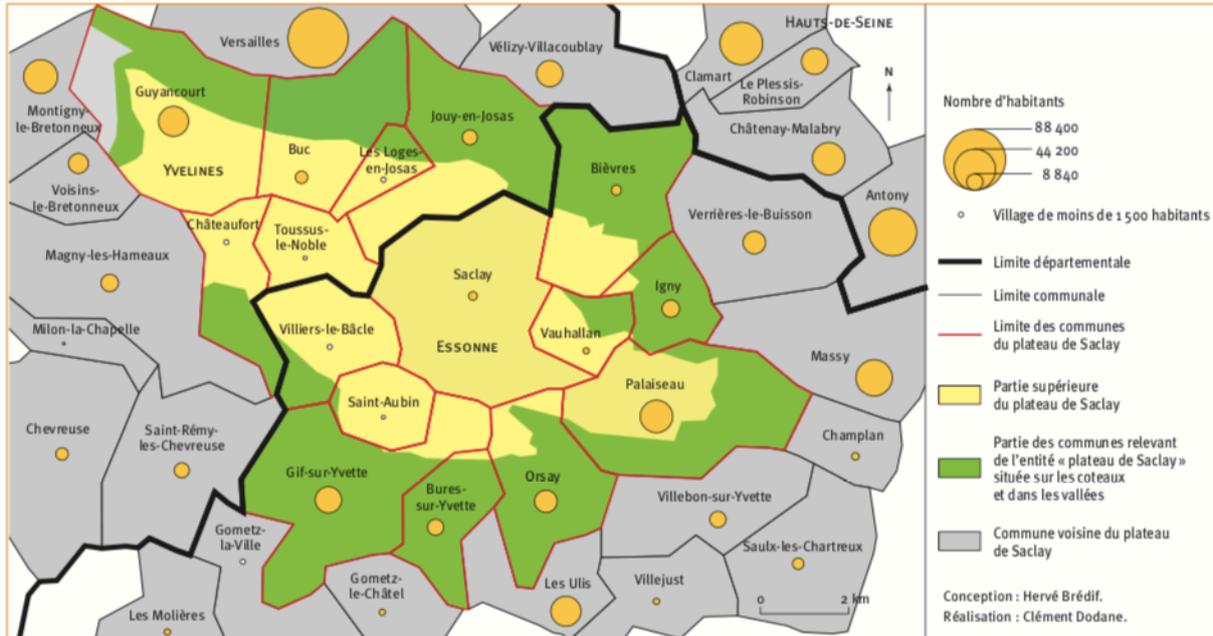


Figure 9 : Un plateau partagé entre de nombreuses communes dans un secteur densément peuplé. 500 000 personnes résident dans le proche voisinage du plateau de Saclay. Source : Hervé Brédif, Quel projet d'intérêt national pour le plateau de Saclay ?, dans L'Espace géographique (Vol. 38), pages 251 à 266, Éditions Belin

En effet, Pierre Veltz, ancien président de l'établissement Paris-Saclay (2009-2015)⁵², fait état d'une forme de « vieille tradition » de résistance de leur part face à l'urbanisation et l'industrialisation⁵³. Cela explique pourquoi, alors même que les villes nouvelles apparaissaient un peu partout en région parisienne à la fin du XX^e siècle, la fonction agricole du plateau n'a pratiquement pas été altérée. Les revendications d'une identité paysagère agricole héritée sont encore présentes aujourd'hui, malgré la mise en place en 2007 d'une opération d'intérêt national (OIN) pour l'aménagement du plateau. L'État a donc dû s'engager dans la réalisation du projet pour en assurer la pérennité. Cela est dû à sa taille et sa complexité, mais aussi à cette résistance locale. Lorsque l'on se demande pourquoi une telle volonté de conservation des terres agricoles existe sur le plateau de Saclay, on peut émettre l'hypothèse que le sol y est d'une grande qualité.

⁵² Devenu l'EPA Paris-Saclay

⁵³ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.20

2.1.2 Le plateau de Saclay : quelles en sont les caractéristiques pédologiques ?

Comme évoqué dans la première partie, le plateau de Saclay a fait l'objet d'études pédologiques poussées. Ces études nous renseignent sur la nature des sols qui y sont présents, tout comme les travaux récents de cartographie des sols. De fait, le site internet gouvernemental Géoportail comporte, depuis 2020, une carte des types de sols en France métropolitaine. Grâce à cette dernière, nous avons pu constater que les sols présents sur le plateau de Saclay étaient des luvisols typiques (fig.10).

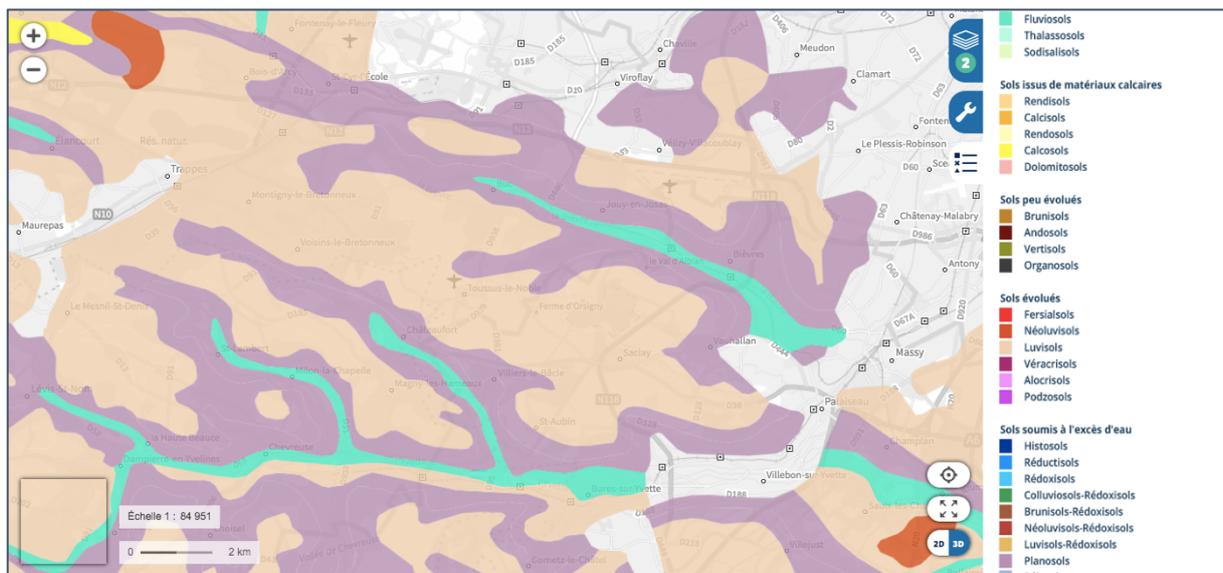


Figure 10 : Carte des sols centrée sur le plateau de Saclay. Les luvisols sont représentés en orange, les planosols en violet, et les fluvisols en vert. Source : Géoportail, 2023.

Ces derniers sont entourés, aux alentours de l'Yvette et la Bièvre, de planosols, et de fluvisols composés d'alluvions au niveau des deux talwegs. Cela est confirmé par d'autres études pédologiques réalisées à Saclay⁵⁴. Ces types de sols sont caractéristiques des milieux dans lesquels ils se trouvent. Ici, ce sont donc les luvisols qui sont majoritaires sur le plateau, selon l'étude de l'INRAE et le référentiel régional pédologique (RRP) à partir desquels a été réalisée cette carte. Les luvisols sont des types de sols qui sont souvent retrouvés sur les plateaux. Ils sont composés de limons sableux, parfois d'origine éolienne et appelés loess, et d'argiles, ici des argiles à meulière de Montmorency. Ils sont caractéristiques d'un climat tempéré, et surtout pluvieux en hiver. En effet, ils sont formés grâce à un lessivage régulier, issu des précipitations, et qui entraîne des particules argileuses et limoneuses vers le bas : c'est l'illuvation. Aussi, pour que ces transferts gravitaires puissent s'opérer jusque dans les

⁵⁴ Choquet, P. et al. (2021). « Comparison of empirical and process-based modelling to quantify soil-supported ecosystem services on the Saclay Plateau ». *Ecosystem Services*, Volume 50.

aquifères, la roche-mère est toujours poreuse, perméable. Ici, dans le cas du plateau de Saclay, comme dans le bassin parisien en général, la roche-mère est soit de la craie, soit un calcaire. Ce type de sol possède donc, comme nous l'avons déjà évoqué, une capacité de stockage de l'eau qui s'y infiltre, et qui peut être réutilisée en cas de sécheresse estivale : c'est un pouvoir tampon, régulateur. Voilà pourquoi il n'y a pas ou peu de ruissellement sur le plateau de Saclay. Quant à l'apport en matière organique, il est en général assuré par la présence de forêts ou de prairies à la surface. Toutes ces composantes et sa profondeur élevée (plus de 50 centimètres) en font un sol dit évolué : il possède plusieurs horizons distincts issus de plusieurs processus lors de la pédogenèse. Il est intéressant de noter que ce type de sols est également issu des aménagements opérés au XVII^e siècle, puisque les drains ont dû transformer la nature du sol. En regard des témoignages, le plateau de Saclay était marécageux et devait donc avoir une proportion plus grande de sols hydromorphes, comme les planosols qui existent aux abords des deux rivières. Ces planosols sont un type de sol qui est plus souvent engorgé que les luvisols. Cette interprétation peut être appuyée par la présence d'argiles à meulière assez imperméables, présentes sur le plateau, et qui devaient empêcher la circulation de l'eau dans des horizons plus bas. Ainsi, l'ingénieur Gobert, qui a réalisé le drainage du plateau sous Louis XIV, est intervenu plus ou moins intentionnellement dans la pédogenèse de son sol. Cela a eu des conséquences bénéfiques pour l'agriculture, mais cela montre aussi à quel point le processus de pédogenèse est sensible au moindre changement dans son environnement direct. Mais pourquoi les luvisols sont-ils avantageux pour l'agriculture ?

Les luvisols ont des propriétés très avantageuses pour l'agriculture pour plusieurs raisons. D'abord, ils ont une fraction organique assez importante, issue de la décomposition de matières organiques. Auparavant, ces dernières provenaient des forêts, mais avec l'agriculture intensive, de telles forêts n'existent quasiment plus : cela pourrait mettre en péril la pérennité de ce sol. Néanmoins, jusqu'ici, la fraction organique abrite des bactéries (être unicellulaires, ou procaryotes) qui participent de concert à la fermeture du cycle de l'azote (fig.11). En effet, l'azote est une molécule essentielle au développement des cultures qui la consomment via leurs racines, sous

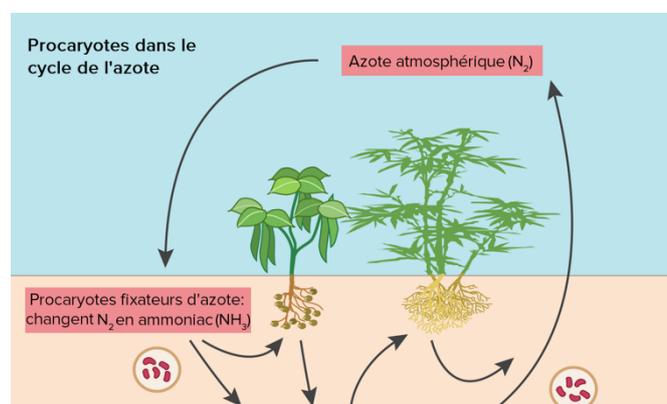


Figure 11 : Intervention des procaryotes dans le cycle de l'azote.
Source : Khan Academy, image modifiée à partir de Nitrogen cycle de Johann Dréo

la forme de nitrates. Pour transformer l'azote atmosphérique en nitrates, un sol riche en organismes vivants est essentiel. Autrement, il faut apporter de plus grandes quantités d'azote sous forme d'engrais azotés, ce qui est susceptible de causer une eutrophisation. Ainsi, les luvisols participent naturellement à l'alimentation des plantes, sous réserve d'abriter suffisamment les êtres vivants qui habitent principalement la couche arable, et donc labourable. Par ailleurs, les luvisols sont plus aérés que les planosols. Cela est d'une importance capitale, car dans le cas d'une saturation en eau, les plantes atteignent rapidement le point de flétrissement. En effet, l'accès à l'eau est conditionné par le système de capillarité au sein des plantes : c'est le même principe qu'un papier buvard. Si celui-ci est trop imbibé, il ne peut pas aspirer plus d'eau. Ainsi, l'aération permet d'éviter la saturation en eau et le flétrissement des cultures. Pour autant, les luvisols présents à Saclay ont aussi la propriété de stocker les eaux issues des précipitations, ce qui constitue un avantage en termes de gestion des ressources en eaux pour les agriculteurs. Toutes ces propriétés des luvisols en font des sols extrêmement qualitatifs pour l'agriculture. Voilà pourquoi il est, pour beaucoup de spécialistes des sciences de la Terre et pour les agriculteurs, complètement aberrant d'avoir choisi d'installer un *cluster* sur le plateau de Saclay. Plus encore, dans le cadre de l'aménagement durable et résilient, nous savons aujourd'hui que ces sols, si importants pour l'agriculture, le sont aussi pour nos territoires face au réchauffement climatique. En effet, les sols rendent des services écosystémiques inestimables pour les humains, qui ont longtemps cru être à part, extérieurs au monde du vivant.

2.1.3 Des services écosystémiques précieux dans la lutte contre le changement climatique

Les services écosystémiques sont les avantages que rendent la biodiversité à la vie humaine. Par exemple, la pollinisation des angiospermes permet le développement de fruits, nécessaires à l'alimentation humaine. Longtemps, les services écosystémiques des sols, tout comme leur définition, ont été ignorés. Or, on s'aperçoit, notamment grâce aux travaux sur la planification des sols vivants, que les sols rendent une multitude de ces services aux humains. Ces derniers sont désormais vus comme essentiels en raison du changement climatique. En effet, le réchauffement global du climat sur Terre va engendrer la multiplication d'aléas, et augmenter leur fréquence comme leur intensité. Dans le cas du plateau de Saclay, les risques sont en majorité les inondations et la sécheresse estivale. Par ailleurs, le réchauffement est causé par l'émission galopante de gaz effet de serre (GES), issus de l'activité humaine, dont le CO₂.

Cette trop forte concentration de dioxyde de carbone dans l'air est aussi accompagnée d'une pollution de l'air, de l'eau et des sols, là encore d'origine anthropique. Alors, quels sont les services écosystémiques rendus par les sols dans ce contexte ?

D'après Choquet et al. (2021), les quatre grands services écosystémiques rendus par les sols du plateau de Saclay sont l'approvisionnement en biomasse et en eau, la régulation de la qualité de l'eau et la régulation du climat⁵⁵. En effet, comme évoqué précédemment, les sols de Saclay ont un potentiel de stockage de l'eau : cette dernière est en général stockée dans l'aquifère. D'après l'étude pédologique, la capacité de stockage du sol est élevée et homogène sur le plateau, qu'il soit un luvisol ou un planosol. Même la présence d'argiles à meulière, situées environ à 80 centimètres de la surface n'empêchent pas l'infiltration de l'eau malgré leur imperméabilité. Aussi, l'eau contenue dans le sol peut être polluée par une trop forte quantité d'azote, qui risquerait de se retrouver dans l'aquifère sous forme d'ammonium. Or, la biomasse des sols du plateau de Saclay permet de retenir l'azote sous forme organique, évitant ainsi la pollution des eaux, et régulant avec succès la qualité de l'eau stockée sur le plateau. De plus, l'azote récupéré par les microorganismes du sol peut être redistribué aux plantes pour les nourrir. Cependant, l'utilisation du sol pour l'agriculture empêche une bonne production de biomasse. En contexte agricole, les sols subissent un tassement, une compaction à cause du labour. Cela empêche la bonne aération de la fraction organique, et rend le sol plus fragile face aux précipitations : il est plus vite engorgé. De plus, ce tassement réduit l'implantation en profondeur du système racinaire des plantes, qui sont limitées par la couche d'argile à meulière quelques dizaines de centimètres en-dessous. On comprend donc que l'action anthropique a fortement réduit une fourniture en biomasse, au départ quantitativement bonne, en labourant régulièrement le sol du plateau. Cependant, les sols cultivés sont souvent ceux qui stockent le plus de carbone. Les luvisols sont également plus performants que les planosols. En effet, plus les particules du sol seraient fines (moins de 2 millimètres), plus elles seraient à même de stocker le carbone, mais cette considération est encore à l'état d'hypothèse. Ce stockage du dioxyde de carbone sous forme de molécules organiques ou inorganiques (bicarbonate) est donc un véritable atout pour réduire la quantité de CO₂ dans l'atmosphère.

⁵⁵ Choquet, P. et al. (2021). « Comparison of empirical and process-based modelling to quantify soil-supported ecosystem services on the Saclay Plateau ». *Ecosystem Services*, Volume 50, p.5

Aussi, nous pouvons ajouter à ces quatre services la limitation de l'érosion par ruissellement. De fait, la capacité du sol à permettre l'infiltration de l'eau de pluie empêche l'eau de ruisseler sur le plateau. Cela limite également les risques d'inondation : les précipitations se retrouvent piégées dans le sol, et non directement dans la Bièvre ou l'Yvette qui pourraient sortir de leur lit. Cela aurait des conséquences catastrophiques pour le campus de l'université Paris Saclay par exemple, car il est situé au Sud du plateau, sur les bords de l'Yvette. Il apparaît alors que les sols du plateau, et probablement les sols vivants en général, rendent des services écosystémiques d'une importance capitale. Or, il semble que nous en ayons limité certains nous-même par nos pratiques. Celles-ci sont évidemment en lien avec la monoculture intensive présente sur le plateau. Mais, c'est désormais l'aménagement du plateau qui pose la question de la sauvegarde des services écosystémiques de ses sols. En effet, la construction du *cluster* sur une si grande surface, qui plus est de manière éclatée, provoque une artificialisation. Ce phénomène peut mener à renforcer les conséquences des aléas climatiques en réduisant la part de sols nus, qu'ils soient agricoles ou non. De fait, l'utilisation agricole des sols affecte leur fonctionnement et les services écosystémiques qui en découlent, et peut mener à leur pollution. En effet, sur le plateau de Saclay, la production de biomasse s'affaiblit, ce qui pourrait engendrer d'autres problèmes de pollution de l'eau aux nitrates, et une baisse du stockage du carbone à terme. Le fonctionnement du sol en cycle le rend vulnérable à toute intervention humaine. Mais, dans le cas de l'agriculture, le sol est encore au contact de la biosphère et de l'atmosphère. Les plus grands dangers sont l'artificialisation, et l'imperméabilisation qu'elle peut causer. Un projet d'aménagement qui artificialise en masse représente par extension un danger pour tous les êtres vivants, humains compris. Il convient donc de se demander quelle est la nature du projet d'aménagement du plateau de Saclay, et évaluer son impact sur les sols, en tentant de dépasser les clivages politiques.

2.2 Installation d'un grand projet d'aménagement, situé initialement dans la lignée des grands projets d'État

2.2.1 L'idée d'une Silicon Valley à la française dans les années 2000

Comme nous l'avons vu, au début du XXI^e siècle, le plateau de Saclay a pour fonction majoritaire l'agriculture. Cependant, il y existe déjà des aménagements. En effet, le centre de l'énergie atomique est installé au Sud du plateau, non loin de Saint-Aubin, en 1965. Puis, c'est l'École Polytechnique (ou X) qui est construite et inaugurée par le président Valéry Giscard

D'Estaing en 1976 au Sud-Est du plateau, à Palaiseau. Par ailleurs, il existait aussi déjà un regroupement de bâtiments universitaires de l'autre côté de l'Yvette plus au Sud, c'est l'Université Paris Saclay, anciennement Paris Sud (jusqu'en 2020), qui a été créée en 1971. Sa construction avait pour but de désengorger la capitale française, où les universités et écoles étaient devenues à l'étroit. De fait, l'idée même de décentraliser les savoirs en-dehors de Paris venait du couple Joliot-Curie, qui a fondé l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay en 1956. En effet, la physique quantique n'était pas encore enseignée à Paris, car les facultés y étaient encore très conservatrices⁵⁶. Ainsi, dès les années 1950, le Sud de l'Yvette a été transformé en centre de recherche d'importance. Le plateau de Saclay, plus au Nord n'avait donc pas forcément vocation à devenir un pôle de recherche, cette fonction étant remplie plus au Sud. L'X et le CEA étaient donc, au début des années 2000, les seules installations ayant attiré à la recherche sur le plateau, et étaient extérieures à la faculté d'Orsay. Mais, la mise en place d'un regroupement de tous ces laboratoires de recherche et de l'X en un gigantesque *cluster* de l'enseignement scientifique et de la recherche, publique comme privée, est finalement apparue en 2007.

C'est la création du Grand Paris et de son réseau de transports qui va donner l'impulsion pour réaliser le projet d'aménagement du plateau de Saclay⁵⁷. L'idée d'un *cluster* avait déjà été envisagée dans les années 1960, mais avait été abandonnée dans les années 1970. L'objectif de Nicolas Sarkozy et de Christian Blanc, alors secrétaire d'État chargé du développement de la région capitale, était de renforcer encore un peu plus le poids économique de l'Île-de-France grâce à l'innovation. De fait, l'innovation apparaît, à cette époque, comme un nouveau moteur de création de richesses, à l'image de la *Silicon Valley* américaine. Comme à l'époque de la création de la Défense, le gouvernement français s'inspire du modèle américain afin de rester une grande puissance à même de rivaliser avec ce qui était encore la première puissance économique du monde, les États-Unis d'Amérique. Voilà pourquoi le projet d'aménagement de Saclay semble inscrit dans la lignée des grands chantiers entrepris dans les années 1960 : c'est finalement le même raisonnement qui va engendrer sa création, près de 40 ans après les premières propositions le concernant. Le périmètre du programme sera défini par la mise en place d'une opération d'intérêt national (OIN) en 2007. Cet outil réglementaire permet à l'État de gérer le projet de manière centralisée, malgré la multitude de communes présentes sur le

⁵⁶ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.25

⁵⁷ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.33

plateau de Saclay⁵⁸. Par ailleurs, l'Établissement Public de Paris-Saclay (EPPS) est créé en 2010 par la loi du Grand Paris, et est dirigé par Pierre Veltz jusqu'en 2015. En 2016, l'EPPS devient l'EPA Paris-Saclay, dirigé par la présidente de la région Île-de-France, Valérie Pécresse. Cet établissement pilote l'ensemble des études et aménagements sur le plateau, et donne engage des sociétés de maîtrise d'œuvre. Par ailleurs, la Société du Grand Paris est aussi présente sur le plateau pour réaliser, dans le même temps, la ligne 18 du métro.

Ainsi, c'est un chantier colossal qui débute en 2013. Tout un programme d'aménagement a été réalisé, accompagné, bien entendu, des dessertes garanties par la future ligne 18 du métro. Plusieurs opérations sont alors prévues dans le programme d'aménagement, dont trois pôles d'innovation. Tout d'abord, le projet prévoit le développement d'un grand campus urbain reliant l'Université Paris Sud à l'École Polytechnique, et s'étalant également sur les communes de Gif-sur-Yvette, Saint-Aubin et Saclay. Depuis 2019, et juste à côté du quartier Polytechnique, se situe la zone d'aménagement concertée (ZAC) de Corbeville, c'est le pôle d'aménagements le plus récent. Mais, au départ, il n'y avait que deux autres zones concernées : la première est la ZAC de Satory Ouest, située à côté de Versailles et qui accueille le centre de recherche des Mines Paris-PSL. La seconde est la ZAC de Moulon, qui sera amenée à devenir un campus universitaire autour de Centrale et de l'École Nationale Supérieure (ENS).

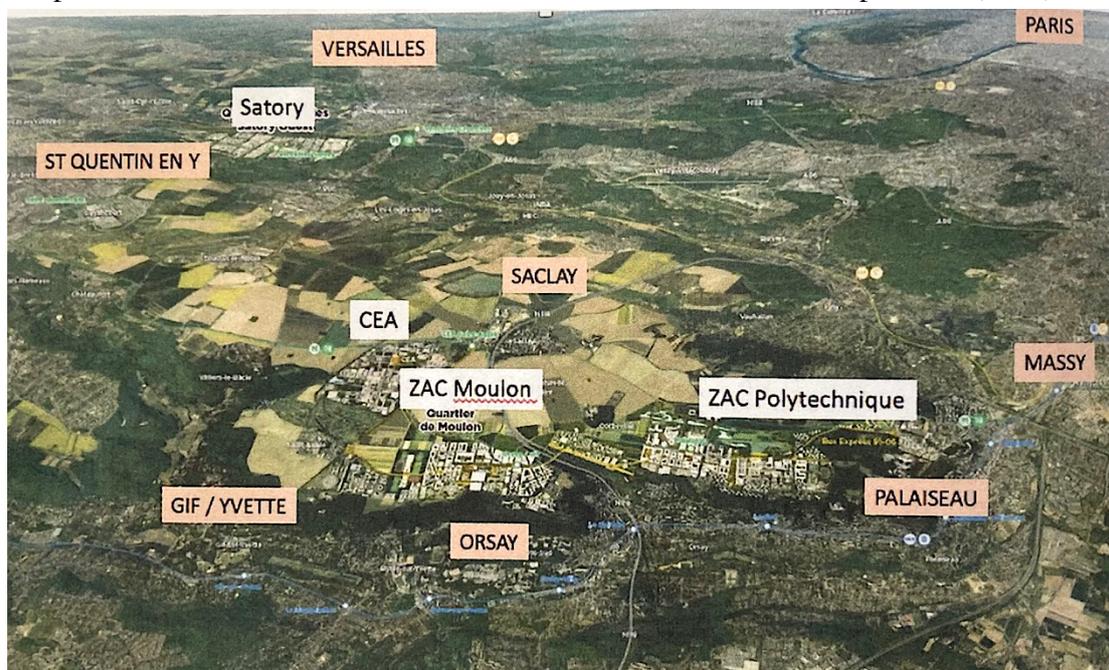


Figure 12 : Vue d'ensemble des premières opérations sur le plateau de Saclay. Source : Veltz, Saclay, genèse et défis d'un grand projet, éditions Parenthèses, 2020, p.71

⁵⁸ Définition du Cerema : L'OIN permet de mobiliser la collectivité nationale en faveur d'une opération d'aménagement présentant des enjeux majeurs à l'échelle nationale.

Elle est également dotée de logements destinés aux familles. Ces opérations se situent donc sur l'ensemble du plateau de Saclay, de manière éclatée (fig.12), mais les différents quartiers vont être reliés entre eux par le métro. On constate que l'utilisation des espaces est très diffuse, et ne permet pas vraiment de limiter l'emprise au sol des aménagements : la logique semble être de procéder par îlots, qui vont petit à petit se rejoindre. Pourtant, dès les années 2010, Pierre Veltz émet l'hypothèse de densifier le bâti pour éviter d'empiéter sur les terres agricoles⁵⁹. Finalement, le projet d'aménagement du plateau de Saclay apparaît, au départ, assez similaire à celui d'une ville nouvelle classique fondée *ex-nihilo*, avec comme noyau central la création d'un pôle d'innovation et de recherche public et privé, associé à des logements et un réseau de transports efficace.

2.2.2 Les aménagements réalisés et leur emprise au sol

Depuis 2013, les trois grands pôles d'aménagement qui avaient été prévus ont commencés à être construits. Leur livraison est prévue à l'horizon 2030. En tout, les trois ZAC de Moulon, de Satory et de Polytechnique vont couvrir une surface totale de 748 hectares environ⁶⁰. Leurs surfaces se situent sur d'anciennes exploitations agricoles, mais néanmoins proche des premières installations réalisées entre les années 1960 et 2010. À ces zones aménagées par l'EPA Paris-Saclay s'ajoutent bien entendu les surfaces couvertes par les gares de la future ligne 18, aménagées par la Société du Grand Paris (SGP). Les gares de Palaiseau, Orsay-Gif et CEA-Saint Aubin couvrent, d'après l'agence RFR qui les a réalisées, 1,14 hectares environ. Cette emprise au sol paraît dérisoire, mais elle vient s'ajouter à l'entièreté des terres couvertes par les aménagements du plateau. Cependant, d'autres zones ont été choisies pour être aménagées, qui n'étaient pas prévues dans le projet initial. Ainsi, une nouvelle ZAC a vu le jour aux limites Ouest du plateau de Saclay, dans la ville de Guyancourt, non loin de Saint-Quentin-en-Yvelines. Cette ZAC sera aménagée non loin de l'entreprise Thalès et aura une emprise au sol de 60 hectares. Par ailleurs, les ZAC de Moulon et de Polytechnique ont été reliées grâce à la création de la ZAC Corbeville en 2019. Cet ensemble de trois ZAC est désormais appelé campus urbain. Ainsi, en tout, près de 826 hectares vont être utilisés pour l'aménagement du plateau de Saclay, soit à peu près 8% de la surface totale du plateau.

⁵⁹ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.65

⁶⁰ Calcul réalisé selon les chiffres de l'EPA Paris Saclay

Si cette quantification des surfaces utilisées est réalisable grâce aux données de l'EPA et de la SGP, il est aussi intéressant de constater que les volumes excavés ne sont pas toujours renseignés. De fait, on remarque ici que la perception des sols en deux dimensions est toujours ancrée dans la pensée des aménageurs. Ainsi, seule la SGP a renseigné cette donnée car elle excave de grandes quantités de terres pour créer les tunnels qui accueilleront le métro. Sur l'entièreté de la ligne 18, près de 5,7 millions de tonnes de déblais ont été excavés, ce qui représente 2,85 millions de mètres cubes, ou encore 576 piscines olympiques de 2 mètres de profondeur. En effet, cette comparaison avec des piscines olympiques a été utilisée dans les documents de la SGP à des fins de communication. Elle semble importante pour se figurer la quantité de déblais excavée. De plus, dans le cas des deux sociétés, l'artificialisation n'est pas mesurée ni renseignée dans les documents à disposition. Pourtant, l'aménagement de ces 826

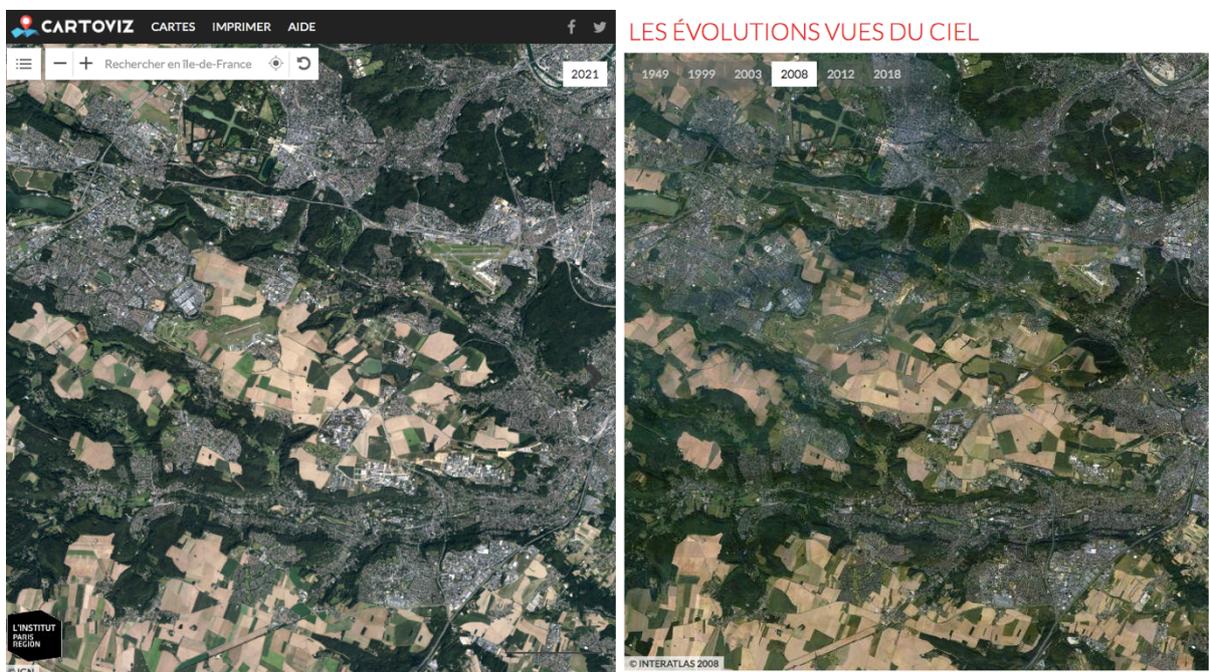


Figure 13 : Capture d'écran de l'outil Cartoviz de l'IPR. Photos aériennes du plateau de Saclay en 2021 et en 2008. On voit que les ZAC Moulon et Polytechnique ont artificialisé le sol sans pour autant pouvoir le quantifier avec précision.

hectares depuis 2013 engendre inévitablement l'artificialisation d'une partie des sols. Par la même, il est difficile de quantifier l'artificialisation sur des chantiers encore en cours. Là encore, le manque d'outils de quantification de l'artificialisation se fait sentir en tant que chercheur en urbanisme. Mais, il peut être pallié par l'utilisation de photographies aériennes sur l'outil Cartoviz et les cartes issues d'études pédologiques. Celles-ci permettent de se figurer l'artificialisation sans pour autant pouvoir la quantifier précisément. On peut observer qu'entre 2008 et 2021, les ZAC qui se sont développées semblent comporter en majeure partie des sols artificialisés (fig.13). Les associations d'habitants qui militent contre l'aménagement du plateau

évoquent un chiffre de 400 hectares de terres agricoles « détruites », lorsqu'ils parlent des 400 hectares accordés pour l'aménagement du plateau par la loi du Grand Paris promulguée en 2010. Mais, la dénomination « détruite » ne correspond pas à une définition scientifique de l'artificialisation. D'autres font état, entre autres, de la multiplication des parkings aux abords des constructions. De fait, on en observe partout sur le plateau lorsque l'on s'y déplace, qu'ils soient livrés ou en construction. Par exemple à côté d'HEC, au Nord de Saclay, un parking de 8 hectares a été réalisé sur la ferme de Viltain. Il en va de même à Guyancourt, non loin de l'entreprise Renault, où a été construit un parking de 40 hectares⁶¹. On peut alors penser que les orientations des projets ont toutes été pensées sans considération pour l'artificialisation. Pourtant, ce constat est à nuancer, car il existe une réelle disparité entre l'aménagement des trois premières ZAC et celui des ZAC Corbeville et de Guyancourt. En effet, ces deux ZAC plus récentes ont eu d'autres maîtres d'ouvrage et ont bénéficié d'une vision plus sobre en matière d'artificialisation. D'après Madame P., agronome et cheffe de projet agriculture à l'EPA Paris-Saclay, la ZAC Corbeville est aménagée en prenant en compte les interfaces avec les zones agricoles, et les enjeux paysagers. Une véritable stratégie en matière de développement durable se développe dans cette ZAC, avec la réalisation d'archipels de quartiers denses, qui limitent la consommation de sols. C'est aussi dans le cadre de cette ZAC que des expérimentations en termes d'économie circulaire voient le jour, afin que l'agriculture et la vie urbaine marchent de concert.

Cependant, ces considérations pour les sols et manières d'aménager sont nouvelles, et n'ont pas été appliquées partout. Elles sont aussi limitées par le fonctionnement en ZAC, qui réduit les marges de manœuvre en termes d'aménagement des espaces publics. Aussi, Madame P. et Monsieur A., responsable construction et ville durable à l'EPA Paris-Saclay, nous ont fait part de la gestion des terres excavées lors de l'aménagement des ZAC. Celles-ci sont réutilisées un maximum sur place, selon si elles sont fertiles ou stériles d'après leurs études. Nous reviendrons sur le recyclage des terres, mais cela constitue une part importante du discours sur de l'EPA Paris Saclay et de la SGP sur les sols. Mais, cela exclut, de fait, la conservation de l'intégrité des sols. La seule mesure qui protège les sols et la biosphère sur le plateau de Saclay dans leur entièreté est la mise en place d'une zone de protection naturelle agricole et forestière, connue sous le nom de ZPNAF. Celle-ci est créée par la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. Cette zone couvre 4115 hectares, dont 2469 hectares de terres agricoles, et 1646 hectares

⁶¹ Données issues de l'entretien entre Jacques de Givry, photographe, et le journaliste Sylvain Allemand, 2014.

de zones naturelles. Les constructions y sont interdites pour la sauvegarde de ces espaces. On peut alors se demander si cette ZPNAF permet la conservation du paysage agricole, et des services écosystémiques rendus par les sols, dont nous avons fait état.

2.2.3 Mutation massive du paysage et de l'utilisation des sols sur le plateau

Afin de comparer l'implantation des nouveaux sites sur le plateau de Saclay aux services écosystémiques des sols, nous avons réalisé un schéma des aménagements sur le plateau de Saclay (fig. 14). Les limites du plateau utilisées sont celles délimitées par les travaux de Choquet

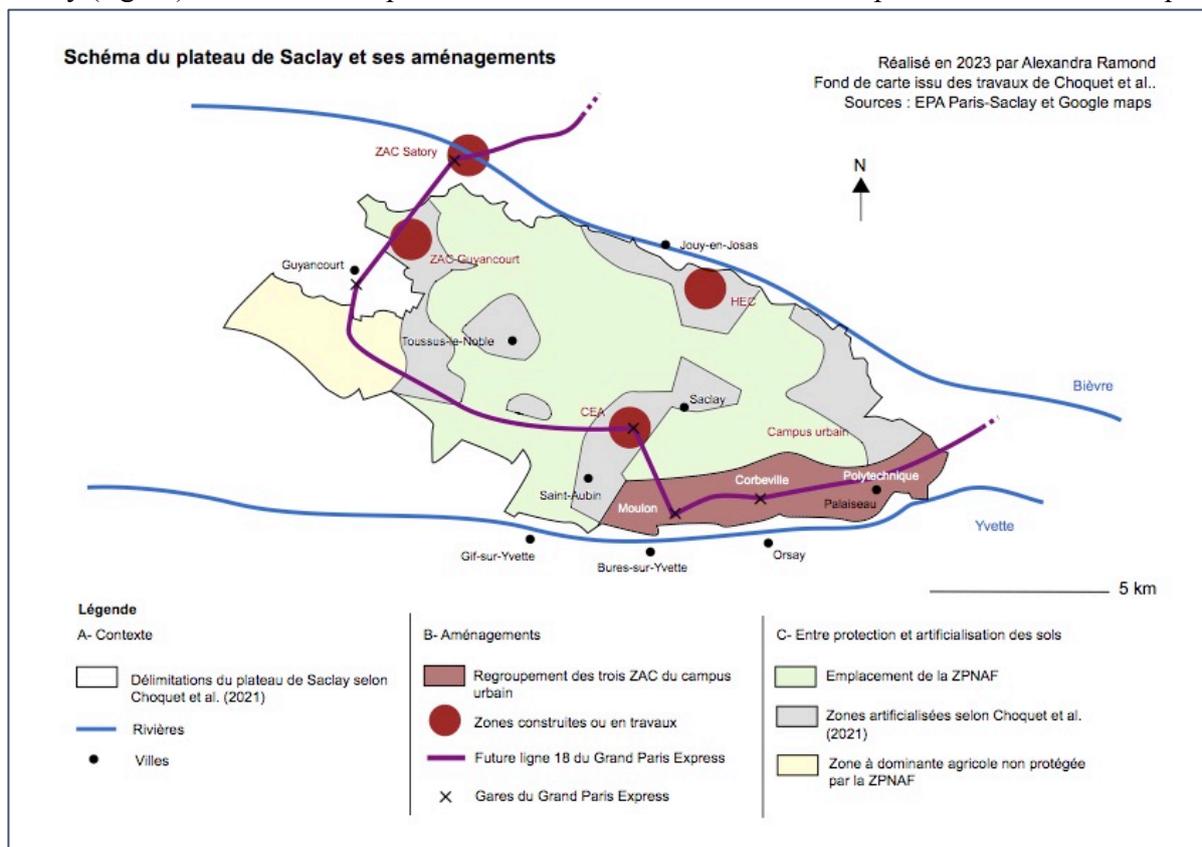


Figure 14 : Schéma des aménagements sur le plateau de Saclay. La délimitation du plateau est issue des travaux de Choquet et al. (2021). Réalisé en 2023 par Alexandra Ramond.

et al. sur les services écosystémiques (2021). Par ailleurs, la carte des sols réalisée dans le cadre de cette étude va servir à contextualiser les aménagements par rapport aux types de sols, et donc de leurs services écosystémiques (fig. 15). Ainsi, on observe que le campus urbain est considéré d'office comme étant artificialisé, mais il est en réalité placé sur des planosols, qui ont un intérêt moyen pour l'agriculture. Il en va de même pour le campus d'HEC. Cependant, il existait vraisemblablement sur ces sols des forêts, et même des terres agricoles qui ont été grignotées par les constructions. La nouvelle ZAC Corbeville se situe sur d'anciennes terres agricoles : la ferme de la Martinière s'est vue amputée de 70 hectares de terrain. Ainsi, malgré les récentes

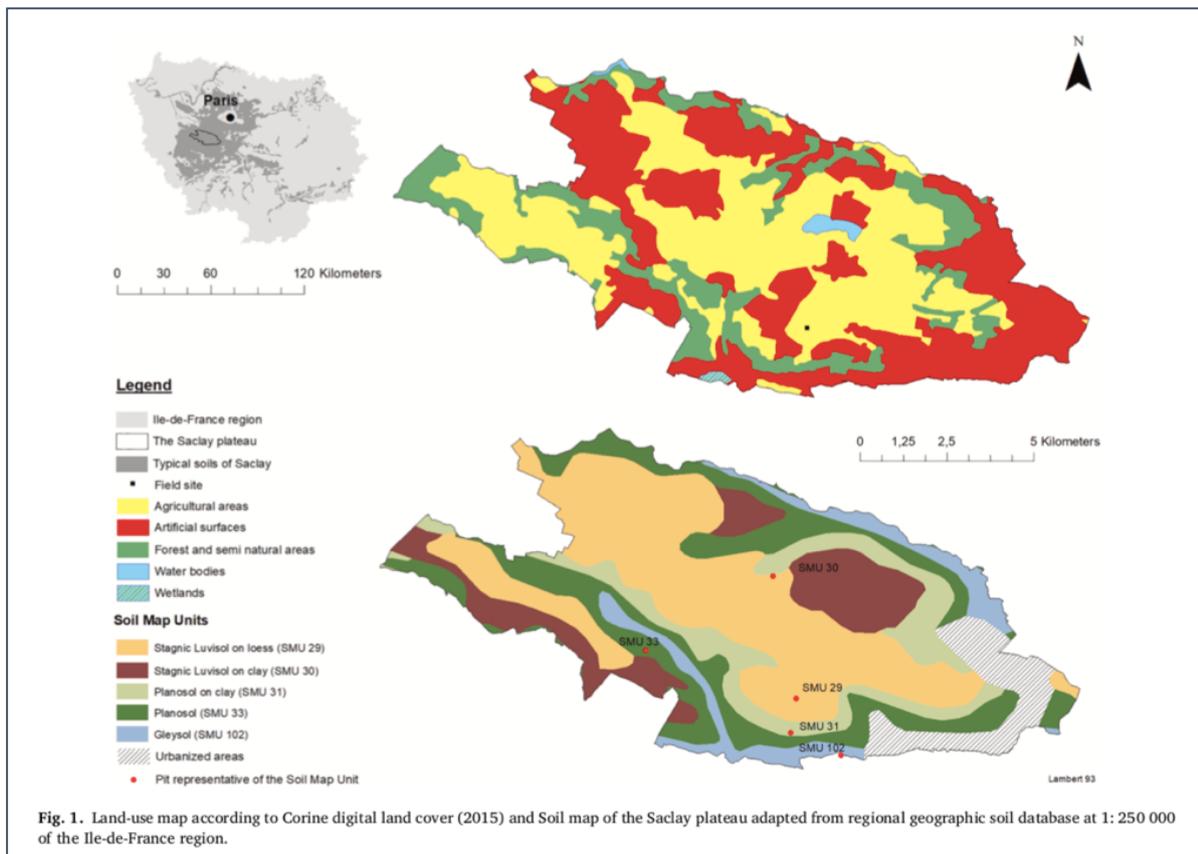


Figure 15 : Cartes de l'occupation et de la nature des sols sur le plateau de Saclay. Source : Choquet et al. Comparison of empirical and process-based modelling to quantify soil-supported ecosystem services on the Saclay plateau (France), dans *Ecosystem Services* 50, 2021.

considérations pour la conservation des terres agricoles, la mise en place de la ZAC Corbeville en 2020 illustre la continuité de l'aménagement sur ces dernières. Cependant, ce regroupement de ZAC en un campus urbain dense, au bord du plateau, permet de limiter l'atteinte sur les terrains agricoles par ailleurs. Pour ce qui est des luvisols situés au centre du plateau de Saclay, et ayant un fort potentiel en termes de services écosystémiques et agricoles, ils sont aussi touchés par l'artificialisation. En effet, on remarque que le CEA et la ville de Toussus-le-Noble, dont son aéroport, sont situés en plein milieu de cette zone. Une telle implantation peut s'expliquer par le fait qu'ils ont été réalisés dans les années 1960, où les considérations pour les sols n'existaient pas. Cependant, la ZAC de Guyancourt, aménagée à côté du Technocentre Renault, est également située sur des luvisols. Or, cette ZAC est relativement récente, puisqu'elle a été créée en 2015, et n'était pas dans le projet initial. On peut se demander si la prise en compte de la nature des sols a été faite dans ce cas-ci. Mais, on comprend également que la finalité économique de cet aménagement est plus importante pour les acteurs concernés. En effet, la mise en valeur des zones aux alentours du Technocentre Renault, de l'entreprise SAFRAN et de l'entreprise Thalès étaient au cœur des priorités de l'EPA. Ainsi, pour relier ces lieux de recherche et d'innovation au reste du plateau et à l'Université de Saint-Quentin-en-

Yvelines, une gare du Grand Paris Express va être inaugurée à Guyancourt : c'est la gare Saint-Quentin Est. Ainsi, l'implantation des sites semble dépendre de ce qui se trouve déjà sur place, et de la mise en réseau de tous les pôles de recherche du plateau, qu'ils soient publics ou privés. La question des sols vivants apparaît au second plan, ce qui explique en partie la présence de zones artificialisées sur des sols d'une aussi grande qualité. Aussi, le sol va être occupé par de nouveaux réseaux : en effet, la géothermie va être utilisée pour refroidir et réchauffer les bâtiments⁶². Or, la géothermie nécessite des creusements jusqu'à la nappe de l'Albien à 700 mètres de profondeur. Si c'est une énergie renouvelable de qualité, la géothermie affecte elle aussi l'intégrité des sols dans les futurs milieux urbains du plateau de Saclay.

Cependant, on peut nuancer ce constat avec la mise en place de la ZPNAF, depuis 2010. On observe que celle-ci couvre la totalité des luvisols restants sur le plateau de Saclay, actuellement occupés par les exploitations agricoles. Elle permet aussi la protection de zones naturelles au Sud et à l'Est du plateau. Ainsi, la ZPNAF apparaît comme un véritable frein à l'artificialisation. Elle permet la conservation des luvisols et de leurs services écosystémiques, malgré la réduction de leur espace avec les aménagements divers. La seconde avancée en matière de conservation des sols se remarque sur les plans de la SGP, et lorsque l'on va sur place : la portion de la ligne 18 qui va de Palaiseau jusqu'à Saint-Quentin Est est entièrement aérienne sur le plateau. La ligne est construite sur des piles, ce qui réduit considérablement son emprise au sol et ne nécessite pas d'excavation de masse par une foreuse, comme c'est le cas sur d'autres tronçons du Grand Paris Express. Cette portion aérienne de la ligne 18 du Grand Paris Express existe uniquement sur le plateau de Saclay, ce qui peut montrer une considération pour la sauvegarde des sols, et plus particulièrement des terres agricoles. Ainsi, si le projet d'aménagement du plateau de Saclay artificialise des centaines d'hectares de sols, la mise en place de la ZPNAF et du métro aérien pourrait limiter les dégâts à court et moyen terme. En effet, la conservation des luvisols va permettre de préserver certains services écosystémiques, comme l'infiltration et le stockage de l'eau. Cela semble d'une importance capitale pour la résilience des territoires artificialisés sur le plateau. Pourtant, malgré les dispositions de conservation, la mise en place des différentes ZAC et du métro aérien rencontre une forte opposition chez les habitants du plateau.

⁶² Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.154

De fait, c'est aussi l'identité paysagère du plateau de Saclay qui est bouleversée par les récentes constructions. Les habitants, qui jusqu'à lors vivaient dans un paysage agricole, jalonné de forêts et de villages reliés par des routes, voient apparaître depuis 10 ans d'immenses bâtiments de béton, de verre et d'acier. Plus encore, la portion aérienne du métro occupe toute une partie de l'horizon. Ils s'opposent donc avec force contre l'EPA et la SGP. Malgré l'avancement des projets, la contestation ne faiblit pas. Plusieurs associations se sont formées depuis les débuts de l'OIN. On retrouve par exemple l'association Terre et Cité, qui s'est engagée à préserver les terres agricoles du plateau tout en dialoguant avec l'EPA et les agriculteurs. En effet, les agriculteurs sont très impactés par la réduction des surfaces des exploitations agricoles, et ont été parmi les premiers à contester l'OIN. Il est intéressant d'étudier cette contestation, pour savoir si elle a pu servir à modifier les pratiques d'aménagement sur le plateau, au cours des dix dernières années.

2.3 Une forte opposition citoyenne qui replace les sols vivants au centre du débat

2.3.1 Des enjeux profondément antagonistes

Dès le départ, l'aménagement du plateau de Saclay pour en faire un *cluster* est ouvertement un projet d'État. Il est porteur des ambitions économiques nationales, et du rayonnement à l'international de manière explicite. C'est même tout le cœur du projet. Ainsi, les investissements qui ont été fait par l'État sont gigantesques : au départ, 850 millions d'euros sont prévus, puis, en 2010, Nicolas Sarkozy annonce qu'un milliard supplémentaire sera apporté par l'État. Ces investissements pour un pareil projet sont vus d'un très mauvais œil par les habitants et les collectivités territoriales. En effet, elles s'inscrivent dans un contexte tendu : depuis 2004 et la réforme de la dotation globale des collectivités, ces dernières souffrent d'un désinvestissement massif de l'État. Les dotations diminuent à vue d'œil, ce qui empêche la réalisation de projets qualitatifs, ou entraîne un endettement des collectivités. De plus, l'aménagement du plateau de Saclay est perçu comme une intrusion : il va modifier en profondeur l'identité paysagère du lieu et son économie. Or, beaucoup de communes et d'habitants ont évoqué d'autres manières de valoriser le territoire, à partir de l'existant. Par exemple, la mise en place de la ligne 18 du Grand Paris Express interroge. N'aurait-on pas pu étendre les lignes du RER B et du RER C ? En effet, du point de vue des habitants, ce qui aurait pu servir à tous ceux déjà présents ne va s'adresser qu'aux nouveaux venus, attirés par le pôle

de recherche. Aussi, la mise en place d'un réseau de transport rapide peut engendrer des effets vicieux : les citoyens travailleraient sur le plateau, mais n'y vivraient pas réellement. La rentabilité des investissements est donc un débat sans fin. Plus encore, les habitants ont le sentiment d'une véritable intrusion dans leur cadre de vie et dans leur économie sans pouvoir en tirer un quelconque bénéfice. Ils se sentent, au contraire, lésés. Dans le discours des associations, on a presque le sentiment que c'est une invasion de l'urbain dans un territoire rural qui n'avait pas du tout vocation à le devenir.

C'est donc un véritable questionnement démocratique qui ressort de cette situation. Le retour de l'État aménageur, tout puissant, et qui décide de l'avenir d'un territoire sans réellement consulter ses habitants, ne passe pas : « Rappelons que dès sa conception, le projet Paris-Saclay a été imposé à la population puisqu'il a été inscrit dans une opération d'intérêt national, régime d'exception conférant à l'État des prérogatives pour la réalisation d'opérations jugées stratégiques. »⁶³. De fait, les consultations ont été jugées insuffisantes en 2015 par la commission d'enquête portant sur le contrat de développement territorial Paris Saclay Territoire sud. Depuis, les consultations se sont faites plus nombreuses pour la réalisation des différentes ZAC. L'une d'elles est toujours en cours pour la ZAC de Guyancourt. Mais, pour beaucoup d'habitants, ces débats semblent plus ou moins stériles. Ils ont le sentiment que, quoiqu'il arrive, le projet sera réalisé dans son intégralité avec ou sans leur accord, et sans prise en compte de leurs préconisations. Leur expertise n'est pas toujours valorisée. Ainsi, l'un des membres de l'AMAP-Les Jardins de Cérès et du groupe des fondateurs de Terres Fertiles témoigne dans l'ouvrage *Citoyens de terre contre État de Fer*, réalisé par un collectif d'habitants du plateau en 2020 : « Nous avons participé à des milliers d'heures de consultation, organisé des manifs, créé des associations, aidé des projets agricoles à se monter, créé une SCI (Terres Fertiles), participé à des colloques, des tables rondes... Et malgré tous nos efforts, les bulldozers avancent, les grues se déploient à une vitesse cauchemardesque. »⁶⁴. La sensation d'échec qui découle de la concertation est d'ailleurs partagée par les aménageurs. Pierre Veltz estime que « le résultat de cette concertation permanente (...) est contre-productif. Les gens ont l'impression qu'on se moque d'eux »⁶⁵. Voilà pourquoi, face à l'impasse, de nombreux habitants et agriculteurs se sont regroupés dans des associations, comme l'AMAP-Cérès qui organise des manifestations

⁶³ Parayre, C. et coll. (2020). *Citoyens de terres contre Etat de fer : Paris Saclay, un désastre humain, environnemental et démocratique*, p.84

⁶⁴ Parayre, C. et coll. (2020). *Citoyens de terres contre Etat de fer : Paris Saclay, un désastre humain, environnemental et démocratique*, p.102

⁶⁵ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.160

pour protéger les terres agricoles et valoriser l'agriculture paysanne. Ce regroupement a permis de mettre en lumière les considérations des habitants auprès des aménageurs. L'association Terres et Cités, une association d'agriculteurs créée en 2001, est d'ailleurs devenue l'un des interlocuteurs privilégiés de l'EPA pour améliorer la prise en compte du contexte local et environnemental dans lequel l'OIN s'inscrit.

De fait, les interrogations et points de tension dont il est fait état dans les discours des personnes opposées à la création du *cluster* concernent deux thèmes fondamentaux : la sauvegarde de l'environnement et des terres agricoles. En effet, depuis les années 2000, une prise de conscience globale sur la protection de l'environnement est amorcée. Le réchauffement climatique apparaît comme un véritable défi qui relève de notre survie. Citoyens comme politiques réfléchissent à de nouvelles manières de consommer, afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique. Parmi les idées développées, la consommation d'aliments en circuit court est une des solutions apportées. Une production locale permettrait aussi de se rapprocher d'un état d'autosuffisance alimentaire en région parisienne. Or, elle nécessite cependant de relocaliser les zones de production, qui, comme nous l'avons vu, ont été en grande partie détruites par les aménagements des Trente Glorieuses. Jusqu'à l'implantation du *cluster*, le plateau de Saclay demeurait l'une des rares zones encore sauvegardées en termes de production agricole en Île-de-France. Aujourd'hui, la guerre en Ukraine, et ses conséquences sur la production et les coûts du blé, relancent les discussions sur l'autosuffisance alimentaire de la France.

2.3.2 Inquiétudes quant à la place de l'agriculteur dans la société, et à l'autosuffisance alimentaire de la région parisienne

Beaucoup de chercheurs en urbanisme font état d'un véritable désastre en termes de consommation d'espaces agricoles ces dernières années. Sylvain Grisot, dans *Manifeste pour un urbanisme circulaire* (2021), rapporte que près de 357 km² de terres agricoles ont été artificialisées entre 2012 et 2018, abaissant les rendements de près de 23%⁶⁶. Comme nous l'avons évoqué, nous héritons d'un modèle libéral où la production locale des denrées n'était plus considérée comme nécessaire. De ce fait, en France, l'agriculture et le maraîchage ont été perçus comme des secteurs à la marge, en pleine décroissance, et dont l'utilité était moindre

⁶⁶ Grisot, S. (2021). *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement de la ville*. Editions Apogée, p.48

que les professions du secteur tertiaire. En Île-de-France en 2016, près de la moitié des céréales produites est consommée par les franciliens, alors même que la région en exporte plus qu'elle n'en importe pour couvrir l'autre moitié restante. Par ailleurs, toutes les autres cultures (pomme de terre, salade, et produits animaux) ne couvrent pas les besoins des franciliens. De plus, il existe de fortes disparités entre les territoires du Grand Paris, qui ne produisent quasiment pas de denrées, et les territoires ruraux de la Seine-et-Marne par exemple. Ainsi, l'autosuffisance alimentaire de la région semble très limitée⁶⁷.

Finalement, comme pour le secteur ouvrier après la désindustrialisation, le secteur agricole francilien a visiblement souffert de la délocalisation de la production. D'après l'INSEE, la part des agriculteurs dans l'emploi total est passée de 7% à 1,5% entre 1982 et 2019 en France. Par ailleurs, plus de la moitié d'entre eux sont des personnes de plus de 50 ans, et qui sont de ce fait proches de leur retraite. De ce fait, la dévalorisation du travail d'agriculteur a aussi un autre effet indésirable : il est difficile de trouver un repreneur à une exploitation en raison des conditions difficiles du métier, et de sa rémunération basse. Ainsi, les agriculteurs partant à la retraite revendent leurs terrains à des prix dérisoires. Bien souvent, ce foncier sert à la construction de nouveaux logements, participant à l'étalement urbain et à l'artificialisation. Il paraît donc important de revaloriser la place des agriculteurs dans la société, et d'endiguer le phénomène de consommation des terrains à vocation agricole. Voilà pourquoi la mise en place de l'OIN sur le plateau de Saclay est apparue comme étant un choix opposé à cet objectif. C'est dans ce contexte que l'expropriation récente de 70 hectares de la ferme de la Martinière pour la réalisation de la ZAC Corbeville a été, et reste très contestée, considérée comme déraisonnable en regard de l'état des connaissances sur l'artificialisation des sols.

Les agriculteurs et les habitants ne sont d'ailleurs pas les seuls à contester cet accaparement des terres agricoles. En 2021, près de 250 universitaires, pour lesquels ces aménagements sont destinés, ont rédigé dans Mediapart une lettre ouverte à l'attention du premier ministre Jean Castex, du ministre de l'économie et des finances Bruno Lemaire, et de la ministre de la transition écologique Barbara Pompili. Cette lettre demande le renoncement à la ligne 18 du métro. Les raisons invoquées sont d'une part l'efficacité et la rentabilité de cette ligne, et la sauvegarde de la vocation agricole du plateau d'autre part. Ils font état de la fragilité de la ZPNAF, et alertent sur les opportunités d'urbanisation autour des gares de la ligne 18. La

⁶⁷ Préfet de la région Île-de-France et DRIAAF. (2018). Autosuffisance alimentaire en Île-de-France, état des lieux 2018

préservation de la fonction agricole du plateau de Saclay fait donc consensus parmi la plupart des acteurs concernés par son aménagement.

Cela a évidemment mené l'EPA et la SGP à s'interroger sur la viabilité de leur projet dans un contexte de pareilles tensions. Ainsi, en réaction, la spécificité agricole du plateau et la mise en place d'une économie circulaire a été mise en valeur, par l'EPA notamment. Désormais, l'objectif est que les futurs campus et ménages habitant les ZAC soient approvisionnés en circuit court par les terres agricoles alentours. À l'inverse, ces unités urbaines approvisionneraient les exploitations en urine, riche en azote. Ainsi, une véritable introduction de l'économie circulaire dans la politique d'aménagement du plateau est apparue grâce aux contestations. Même s'il est évident que le projet ne peut plus être retiré, les nouvelles considérations positives pour l'agriculture ouvrent un peu plus le débat sur des questions sociétales profondes. En effet, le plateau de Saclay n'est pas le seul endroit en France où des terrains agricoles sont urbanisés. Cependant, vu l'ampleur et la durée du projet, la prise en compte des contestations peut être réalisée et fait figure d'exemple pour d'autres projets de même nature.

C'est un fait, on ne peut plus étaler les villes comme durant les décennies précédentes, surtout face aux enjeux climatiques actuels. Dans le cas du *cluster* de Saclay, c'est la prise de position drastique pour la conservation des terrains agricoles qui va servir d'impulsion pour amener d'autres considérations dans les programmes d'aménagement. Nous avons parlé de l'aspect démocratique et local qui manquait énormément à Saclay, mais à cela s'ajoutent aussi les considérations écologiques et la préservation des services écosystémiques qui réduisent l'impact du changement climatique. En effet, la multiplication des aléas climatiques de forte intensité a éveillé les consciences. Il existe, de fait, une nécessité accrue de protection face à ces aléas : une gestion des risques performante. Or, nous constatons que la technique et la technologie seules ne peuvent pas remplir cet objectif. La protection de la biodiversité et la conservation des milieux naturels ne sont plus seulement le cheval de bataille de quelques scientifiques à la marge, ils sont devenus un enjeu de société dont les habitants du plateau de Saclay se sont très vite saisis. C'est ici que la prise en compte et la préservation des sols vivants fait son entrée dans le débat sur l'aménagement du plateau.

2.3.3 Les sols vivants finalement placés au centre des débats sur le plateau de Saclay ?

La contestation réside, depuis les débuts de la réalisation du *cluster*, dans l'artificialisation des terres agricoles. Les questions socio-économiques, et d'autosuffisance alimentaires ont été très étudiées, et ont fait l'objet de nombreux discours par l'entière des acteurs du plateau de Saclay. Or, le plateau abrite majoritairement des monocultures de blé, de colza ou de féverole (les fermes de la Martinière, d'Orsigny et Rousseau couvrent 590 hectares du plateau). D'un point de vue pédologique, les monocultures sont aussi un danger pour les sols, puisqu'elles peuvent les épuiser, et les rendre, à terme, inexploitable. Si l'agriculture intensive est un moindre mal que l'artificialisation, elle est tout de même à l'origine d'une dégradation des sols le plus souvent. Alors, beaucoup ont soulevé ce paradoxe, estimant que défendre la monoculture était probablement pire que d'urbaniser le plateau de Saclay. Pourtant, cette défense des terres agricoles a permis d'ouvrir le sujet de la préservation des sols de manière générale. Lorsque l'on pose la question d'un changement de pratiques agricoles sur le plateau, les acteurs de l'EPA considèrent que ce n'est pas à eux d'intervenir en imposant une quelconque modification. De fait, ce serait légitimement assez mal perçu par les agriculteurs. Mais, dans le cadre d'une opération pareille, pilotée par l'État, et dont les financements ont été exceptionnels, il aurait peut-être été intéressant de lancer des débats sur la question avec les acteurs du plateau, et voir si certaines subventions auraient pu leur être accordées. En effet, la polyculture comme l'agriculture biologique permettraient de réduire l'impact de l'exploitation agricole sur les sols du plateau de Saclay. Mais, ce modèle demeure moins rentable pour les professionnels, surtout au vu de la réduction des parcelles agricoles sur le plateau. Ainsi, la préservation des espaces agricoles passe uniquement par le respect actuel de la ZPNAF aux yeux de l'EPA. Par ailleurs, Madame P. et Monsieur A. nous ont fait part de l'importance accordée aux zones naturelles par l'EPA. En effet, la protection de ces zones existe dans les revendications, afin de préserver les habitats de multiples espèces, parfois très rares, comme l'étoile d'eau et le triton crêté⁶⁸. Mais, on note que la protection de ces espaces naturels est moins médiatisée, car elle paraît moins utile.

La protection des zones humides est le parfait exemple qui illustre cet intérêt moindre pour les espaces naturels. Peu de personnes connaissent les services écosystémiques et l'importance des zones humides pour la biosphère. Ce sont de véritables tampons climatiques

⁶⁸ Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions, p.80

qu'il serait intéressant d'intégrer au sein même des villes. C'est d'ailleurs ce qu'essaie de faire Madame P. dans la ZAC Corbeville, où se trouve l'une des rares zones humides persistantes du plateau. La protection des espaces naturels dans le cadre de la réalisation des projets sur le plateau est à mettre en lien avec le droit de l'environnement, qui prévoit, comme nous l'avons vu, la préservation de la qualité et de la quantité des milieux. Mais, jusqu'à lors, les sols vivants étaient complètement absents de ces considérations, et c'est la zéro artificialisation nette (ZAN) qui va relancer les oppositions à l'artificialisation. En effet, les conséquences néfastes de ce phénomène commencent à être connues du grand public. L'imperméabilisation des sols, qui augmente les risques d'inondation comme de sécheresse, est un nouveau paramètre qui entre dans la contestation citoyenne à Saclay. Face à cela, l'association Terres en péril a par exemple milité pour l'inscription des sols fertiles du plateau de Saclay au patrimoine mondial de l'UNESCO en 2023. D'après elle, cela garantirait une protection plus conséquente des terres agricoles. Mais, là encore, la protection des sols en-dehors de ces exploitations manque à l'appel. Cependant, il semble que l'EPA et la SGP s'emparent de cette question de la préservation des sols naturels. Le but est de tenter de conserver au maximum leurs services écosystémiques, afin de rendre les quartiers qu'ils construisent sur le plateau résilients face à la crise climatique qui s'annonce. C'est un véritable défi dans lesquels se lancent les professionnels qui y travaillent. Il nécessite un changement de paradigme drastique, et qui prend le contrepied de l'identité de départ du projet. En effet, le projet existe malgré les contestations, c'est un fait. Ça n'est pas pour cela qu'il doit être dans la continuité des premières réalisations sur le plateau. Il faut donc dépasser les clivages, et profiter de la temporalité longue et des financements conséquents pour innover en matière d'aménagement durable, loin du modèle de la ville nouvelle. Ainsi, les équipes de maîtrise d'ouvrage de l'EPA Paris-Saclay se renouvellent depuis 2019, et accueillent même de nouveaux experts dans des domaines de compétence jusqu'à lors peu exploités en urbanisme. C'est une véritable expérimentation qui prend finalement forme dans la réalisation des ZAC les plus récentes. Cela montre que la contestation, ou la concertation quand elle fonctionne, peuvent être un véritable moteur de changements au sein d'un projet d'urbanisme. Plus encore, la législation et l'information des populations permet de donner l'impulsion nécessaire à un aménagement plus respectueux des sols vivants. D'après Monsieur A. « Aujourd'hui, avec la loi ZAN et les considérations écologiques, le projet de Saclay n'aurait jamais pu être envisagé. Mais il est lancé, alors il faut faire au mieux en regard de ces avancées sur l'artificialisation des sols, même si c'est difficile. ». À présent, voyons quel est l'impact de la prise en compte des sols vivants sur les pratiques de l'urbanisme et l'aménagement.

3. VERS UN CHANGEMENT DE PARADIGME ET UNE EVOLUTION DES PRATIQUES DE L'URBANISME

3.1. Renouveau et apparition de nouveaux métiers dans les équipes de maîtrise d'ouvrage

3.1.1. Un renouvellement des équipes qui permet de nouvelles orientations

En 2015, l'EPPS devient l'EPA Paris-Saclay. Pierre Veltz n'est plus le président directeur général, et c'est Philippe Van de Maele qui lui succède. Par la même occasion, les équipes qui constituent l'EPA commencent à se renouveler, avec l'arrivée de personnels plus jeunes. Ce processus connaît son apogée en 2018, où beaucoup de jeunes cadres d'une trentaine d'années sont recrutés. Il en va de même dans la Société du Grand Paris. En effet, cela fait 10 ans que la création du *cluster* est lancée, et il ne reste, à partir de cette période, plus beaucoup des acteurs ayant initié le projet. Monsieur A., Madame G., et Madame P. font partie de ces jeunes professionnels recrutés. Ces derniers, comme bien d'autres, semblent apporter un nouveau souffle dans leurs champs de compétences respectifs. De fait, l'aménagement des premières ZAC a permis de prendre un certain recul sur leurs réussites et échecs. Or, la question environnementale, que nos aînés ne considéraient et/ou ne maîtrisaient que peu, est assez bien prise en compte et intégrée dans les pratiques de ces nouvelles équipes. Ainsi, les enjeux environnementaux et d'économie circulaire commencent à faire leur apparition dans les cahiers des charges de l'EPA comme de la SGP.

Si les formations des différents acteurs que nous avons interrogés sont tout à fait classiques, c'est l'articulation des différents métiers et compétences entre eux qui évolue petit à petit. Parmi les urbanistes, agronomes, architectes, géotechniciens, paysagistes, géomaticiens, etc., beaucoup se retrouvent à travailler ensemble au sein d'équipes pluridisciplinaires. L'aménagement durable, et sobre en matière de consommation de sols, devient la norme, et beaucoup de postes intégrant ces nouveaux objectifs sont créés à partir des années 2020. Par exemple, M. A., urbaniste, devient responsable construction et ville durable en 2021 à l'EPA, et Madame G., géotechnicienne, devient cheffe de projet valorisation des terres à la SGP en 2020. D'après elle, « C'est un poste créé assez récemment il me semble, puisqu'il n'a que cinq ans ou six ans. ». Ainsi, le devenir et le recyclage des terres excavées semble devenir un grand

chantier pour la SGP. Par ailleurs, Madame P., agronome et cheffe de projet agriculture à l'EPA, apporte sa contribution pour lier ce contexte agricole du plateau de Saclay, qui fait toute sa singularité, aux aménagements réalisés en ZAC. De fait, elle travaille avec M. A., au sein de la ZAC Corbeville, sur la mise en place d'un aménagement des lisières entre la ville et la ZPNAF, et d'un cycle d'économie circulaire local entre ville et exploitations agricoles, sans oublier les espaces naturels et forestiers. L'objectif est d'opérer ce qu'ils appellent une transition agro-économique du plateau : tout doit fonctionner en système, et les terres agricoles doivent absolument être valorisées. C'est dans cette visée qu'ils ont pour mission de renforcer le lien entre les habitants et tous les acteurs présents sur le plateau de Saclay. Ainsi, ce projet constitue une véritable avancée en matière d'intégration des fonctions agricoles et paysagères au sein du métabolisme urbain, et nous en reparlerons. Mais, malgré ce renouveau au sein des projets urbains à Saclay, et la mise en place de la loi climat et résilience, il est encore difficile de s'imposer face aux pratiques habituelles de l'aménagement.

Plusieurs difficultés entrent en compte dans l'aménagement durable à Saclay, d'après Madame P. et Monsieur A. D'abord, la ré-interrogation des pratiques, si elle prend son essor depuis quelques années, est encore balbutiante. Le système de projet linéaire est encore majoritairement utilisé à Saclay, car c'est un projet d'État soumis à de fortes contraintes en termes de temps. D'après M. A., « Le temps est une réelle contrainte, on doit agir vite, et correspondre au calendrier de la mise en place du métro. Ça a une incidence aussi sur les matériaux utilisés. Le béton reste encore majoritaire sur le plateau parce que ça prend vite, et que c'est un matériau bien connu. Pourtant on sait pertinemment que ça détruit les sols. ». De plus, les aspects financiers constituent toujours le nerf de la guerre. En effet, l'aménagement durable ne peut être rentable à court terme. Pourtant, M. A. indique que les surcoûts liés à une meilleure réflexion sont en général compensés après. Mais là encore, l'organisation linéaire imposée par le fonctionnement en ZAC, et l'imbrication des recettes et dépenses de chaque acteur limite les marges de manœuvre. De ce fait, l'innovation semble être un domaine très compliqué à appréhender. Plus encore, d'après M. A., il est difficile de trouver des bailleurs et des architectes qui peuvent répondre aux exigences de l'EPA dans le domaine de l'aménagement durable et de l'économie circulaire. L'utilisation de matériaux alternatifs, biosourcés, et issus du recyclage des terres du plateau, comme les briques, est très récente (2021) et est encore trop rare. Le manque de formation et la crainte d'un modèle non rentable apparaissent comme étant les principales causes de ces réticences. L'organisation des projets commence donc à évoluer en urbanisme, avec un véritable changement de paradigme

concernant les sols, comme on peut le remarquer avec l'aménagement des nouvelles ZAC sur le plateau de Saclay. Mais, elle est encore à ses débuts. Aussi, si les équipes de l'EPA et de la SGP arrivent à innover dans leurs projets, tous les corps de métiers n'en sont pas au même point. L'aménagement durable, tout comme la prise en compte des sols vivants, sont extrêmement jeunes. Ils n'ont pas encore été appréhendés pleinement par un bon nombre d'acteurs qui participent pourtant activement à la réalisation d'aménagements. C'est le cas de nombreux architectes, qui vont devoir s'adapter très vite aux changements imposés par la ZAN.

3.1.2 L'impact de ce changement de paradigme sur les professions existantes

Dans les équipes de maîtrise d'ouvrage, le changement de paradigme concernant l'environnement conduit à la modification intrinsèque des métiers déjà présents. Les sols vivants constituent, de fait, un nouveau paramètre qui bouleverse les manières de faire, de planifier, d'implanter, de construire, etc. Il constitue même probablement le plus grand moteur de changement dans les pratiques professionnelles à tous les niveaux : de l'aménageur au technicien, en passant par les équipes d'assistance à la maîtrise d'ouvrage. Toutefois, il existe des limites à ce changement, malgré cette prise de conscience collective. Comme l'a évoqué M. A., l'innovation apparaît bien souvent comme un, si ce n'est le nœud conséquent dans la réalisation de projets en accord avec les considérations environnementales. En effet, si les urbanistes ont un grand rôle à jouer en matière d'aménagement des sols, ils se sentent souvent limités dans leur volonté de créer de nouvelles pratiques, matériaux, structures, etc. De fait, comme nous l'avons évoqué, il apparaît difficile de trouver des architectes qui puissent achever des projets avec un haut niveau d'exigence quant à la conservation des sols vivants. D'un autre côté, une jeune architecte-urbaniste de 29 ans, Madame C., nous fait part des raisons pour lesquelles il est compliqué d'innover, cette fois en tant qu'architecte, pour un plus grand respect des sols vivants. D'une part, il existe manifestement un manque de formation sur le sujet : « Non, les sols vivants, je n'en ai jamais entendu parler... ». Cette question est donc assez récente, et n'est pas enseignée dans les écoles d'architecture. Le sol vivant est alors une notion floue, partiellement ou totalement inconnue des architectes.

Pourtant, il existe un intérêt manifeste des jeunes générations d'architectes sur ces questions : « On essaie d'expérimenter avec des matériaux différents du béton, mais c'est compliqué. Le manque de formation sur ce sujet se fait vraiment sentir ». Il semble donc que le métier d'architecte va être amené se transformer drastiquement avec la mise en place de la

ZAN. Il existe visiblement un besoin massif de connaissances sur des matériaux et des techniques de construction moins enclins à détruire les sols vivants. Par exemple, de nos jours, l'intégralité des fondations des bâtiments sont réalisées en béton : « Avant, c'était moins cher, mais c'est plus vraiment le cas aujourd'hui. C'est surtout plus rapide à faire, et il y a aussi une question d'habitude. ». Certains architectes expérimentent alors lorsque le contexte le leur permet. M^{me} C. évoque l'exemple de la réutilisation de gravats pour la construction de murets lors de l'agrandissement d'une école par un autre architecte. Cette opération a été un succès partiel, avec une trop grande porosité du matériau qui a dû être compensée. Cependant, cela montre un réel engagement des architectes dans une recherche empirique de meilleures manières de faire. Persiste alors la question d'un contexte propice à l'innovation. D'après M^{me} C., « Les commanditaires ont souvent une logique de promoteur, ils n'aiment pas trop l'innovation. ». Comme nous l'avons vu, l'organisation des projets de manière linéaire engendre ce genre de considérations de la part des commanditaires : il faut récolter le profit de l'opération très rapidement, et limiter les coûts initiaux, surtout dans le cas où le commanditaire est une collectivité territoriale qui perçoit peu de dotations. Ce cercle vicieux peut être contré par des dotations plus importantes de la part de l'État pour les projets respectueux de l'environnement. Mais la question de l'habitude et de la reproduction du modèle persiste. En effet, d'après M^{me} C., « Il est plus difficile d'innover en tant qu'architecte qu'en tant qu'urbaniste, on est limités par le manque d'argent dans les collectivités, même si on arrive à démontrer qu'avec l'entretien ça reviendra moins cher. ». Par ailleurs, les jeunes architectes, qui ont le plus de considérations quant à la réduction de l'artificialisation, sont aussi ceux qui peinent le plus à s'imposer dans les appels à projet : « C'est triste à dire, mais plus tu as d'argent et de reconnaissance, plus tu as de marges de manœuvres. ». Ainsi, il apparaît difficile d'innover en tant qu'architecte, notamment sur la question des sols qui cristallise toutes les tensions en termes d'évolution du métier.

Cependant, les architectes sont toujours épaulés par des géotechniciens qui réalisent les études des sols avant le début des chantiers. Ces derniers vont aussi avoir une fonction de plus en plus importante. Au-delà des études G1 (étude de sol) et G2 (étude géotechnique de conception), ils vont pouvoir participer à la meilleure compréhension et prise en compte des sols par les architectes à l'avenir. Ils pourraient par exemple réaliser un diagnostic plus complet du sol et en tirer des conclusions quant à leur potentiel de recyclage par exemple. C'est le travail de M^{me} G. à la SGP, qui cherche à recycler des sols excavés au sein des projets d'urbanisme locaux, et plus généralement dans les futures pratiques de l'urbanisme. Pour ce faire, des études

des sols sont réalisées, et les sols sont divisés selon leurs propriétés et les fonctions qu'ils pourraient remplir. Si cette vision est encore assez éloignée de celle d'un sol vivant fonctionnant en système, elle constitue un premier pas vers la valorisation des sols en urbanisme. Couplée aux innovations des architectes, qui tentent déjà de limiter les emprises au sol et les constructions souterraines, elle pourrait mener à terme à un modèle d'aménagement plus respectueux des sols. Mais, pour appréhender de manière encore plus complète les sols vivants, de nouveaux métiers font leur apparition dans les équipes de maîtrise d'ouvrage et dans les bureaux d'étude.

3.1.3 De nouveaux métiers intégrés dans la maîtrise d'ouvrage pour une meilleure prise en compte des sols vivants dans les projets d'aménagement

Depuis les années 1990, on assiste progressivement à une prise de conscience écologique d'importance. Accompagnée d'une législation issue du code de l'environnement dès les années 2000, celle-ci a engendré une exigence plus accrue des aménageurs sur les études d'impact réalisées en amont de chaque projet. Jusqu'à lors, les études préalables concernaient principalement le contexte socio-économique d'un territoire, ou encore, et comme nous l'avons évoqué, la faisabilité d'un projet en fonction des caractéristiques géotechniques du sol. Depuis quelques dizaines d'années, et de manière générale, de telles études sont réalisées sur la faune et la flore par des écologues spécialisés. Botanistes et ornithologistes se regroupent dans des bureaux d'étude dédiés, comme le bureau d'études Biotope, créé en 1993, et qui travaille avec l'EPA Paris-Saclay sur la ZAC Corbeville. L'expertise de ces bureaux d'étude apparaît désormais comme incontournable en assistance de maîtrise d'ouvrage. L'ingénierie environnementale est donc l'un des nouveaux outils à disposition des maîtres d'ouvrage pour réaliser leurs projets dans le respect des objectifs fixés par la loi. À Saclay, toute une étude de la faune et de la flore a été réalisée, et a été répertoriée dans l'*Abécédaire de la biodiversité de Paris-Saclay*. Cela a permis de protéger certaines espèces et leurs habitats, comme les reptiles et les amphibiens qui ont pu bénéficier d'aménagements (comme des tas de bois et de pierre qui les abritent)⁶⁹. Il est fait état de l'importance de certains milieux, comme les zones humides dont les sols abritent de nombreuses espèces, comme l'iris des marais, ou encore l'orvet fragile. Pourtant, la protection des sols n'est pas en question dans ces études. C'est souvent sous le prisme de la valorisation qu'ils existent en maîtrise d'ouvrage. Dans le cas de Saclay, comme

⁶⁹ EPA Paris Saclay. (2015). Abécédaire de la bio-diversité de Paris-Saclay. Praxis 4, p.10

dans bien d'autres, des agronomes sont engagés afin d'étudier les potentialités offertes par les sols en matière d'agriculture d'une part, et de recyclage pour leur utilisation dans les projets urbains d'autre part. L'intégration de l'agriculture, dans l'urbanisation du plateau de Saclay, démontre une prise en compte récente de l'intérêt de la sauvegarde des terres agricoles, dans une économie qui tend à devenir circulaire. Mais, là encore, la sauvegarde des sols n'est pas entièrement garantie, parce qu'elle ne prend pas encore en compte la définition pédologique de ces derniers. Le fractionnement des horizons pédologiques ne permet pas d'en conserver l'intégrité, et nous y reviendrons. Voilà pourquoi il serait intéressant d'intégrer, en plus des agronomes et des écologues, des pédologues dans les équipes de maîtrise d'ouvrage ou d'assistance à la maîtrise d'ouvrage.

Depuis le début de l'aménagement du *cluster* sur le plateau de Saclay, de nombreux pédologues se manifestent, fermement opposés à sa réalisation. Ainsi, le projet est, jusque dans certains manuels universitaires, vivement critiqué : « Le plateau de Saclay qui présente parmi les meilleures terres de France est une image de ce gâchis irréversible [causé par l'urbanisation] : une vigilance s'impose ! »⁷⁰. De fait, les pédologues sont très critiques du peu de considérations des sols en urbanisme, mais aussi en ingénierie environnementale. En effet, il semblerait naïf de penser que personne n'était au courant du potentiel pédologique des sols à Saclay. Cependant, et comme nous l'avons démontré plus tôt, les sols vivants sont un paramètre entièrement nouveau, dans tous les domaines qui concernent l'urbanisme et l'aménagement. Il faut donc agir vite, et, pour ce faire, l'on pourrait intégrer des études pédologiques dans les études préliminaires à chaque aménagement qui affecterait le sol. Les pédologues vont donc très certainement être amenés à guider les urbanistes, afin qu'ils puissent connaître au mieux le contexte pédologique dans lequel ils envisagent de programmer un quelconque aménagement. Cela permettrait d'éviter en amont les effets néfastes de l'urbanisation, et de l'artificialisation qui va avec. C'est en effet avec le concours de pédologues de l'INRAE et de la Chambre d'Agriculture que le référentiel Sols Vivants a pu être réalisé, apportant de véritables avancées en termes de pratiques de l'aménagement des sols. Pourtant, certains professionnels estiment que la multiplication des contraintes environnementales, dont celle engendrée par la préservation des sols, va empêcher la construction de logements, dont le pays a besoin. Cependant, d'autres préfèrent y voir une opportunité d'améliorer la qualité de ces derniers, et

⁷⁰ Duchaufour, P., Faivre P., Poulenard J., Gury M. (2020). Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement. Editions Dunod, p.282

de les rendre durables dans le temps. Cela va à l'encontre du modèle de conception actuel en urbanisme et aménagement, mais permettrait de viabiliser à long terme les projets réalisés. Dans le cadre de l'aménagement du plateau de Saclay, de telles études ont rarement été effectuées au départ. C'est la contestation quant au devenir des terres agricoles qui a replacé le sujet des sols au centre des considérations des urbanistes. Ainsi, la mise en place de la ZPNAF a finalement permis, entre autres, de protéger la plupart des sols de grande qualité d'un point de vue pédologique. Mais, à part leur protection, on peut s'interroger sur les pistes d'innovation retenues par les nouvelles équipes de maîtrise d'ouvrage dans le cadre de l'aménagement des différentes ZAC, et de la ligne 18 sur le plateau de Saclay.

3.2 Des pistes innovantes en faveur du recyclage et d'une limitation de la consommation des terres

3.2.1 Les effets de la loi Zéro Artificialisation Nette

Avant d'explorer les différentes avancées en matière d'aménagement durable des sols sur le plateau de Saclay, il semble important de se pencher sur ce qui a déclenché une telle modification des pratiques : la loi climat et résilience. En effet, d'après M. A., c'est cette loi qui constitue l'impulsion la plus forte pour mieux aménager avec les sols vivants dans le milieu de l'urbanisme. Il convient donc d'analyser ses effets potentiels, qu'ils soient vertueux ou non. La loi climat et résilience, et plus particulièrement la ZAN, a pour visée de réduire de 50% l'artificialisation nette à horizon 2030, pour arriver en 2050 à une artificialisation nette nulle. Il ne s'agit pas de ne plus artificialiser, mais bien de réduire au maximum ce phénomène. De fait, l'appellation « nette » laisse une marge de manœuvre : on peut artificialiser si et seulement si l'artificialisation est compensée, c'est-à-dire si les milieux naturels atteints par elle sont rendus ailleurs. Cette nuance pose question, puisqu'il apparaît extrêmement difficile de reconstituer un milieu tel qu'il était avant d'être artificialisé. En effet, un sol met, en France et sous nos latitudes, environ 10 000 ans à se former. Il est quasiment impossible de reconstituer exactement son fonctionnement de manière anthropique, à une échelle de temps bien plus petite. Par exemple, en région parisienne, Île-de-France Nature (ancienne Agence des Espaces Verts d'Île-de-France) cherche à reconstituer les sols de la butte des Châtaigniers et d'Orgemont à Argenteuil. Or, en interrogeant les techniciens qui s'occupaient de l'entretien du site, nous avons découvert que c'est un travail fastidieux, qui ne fonctionne pas toujours. Ces derniers utilisaient l'herbe tondue sur la butte des Châtaigniers afin de l'utiliser comme apport de

matière organique sur la butte d'Orgemont. Ces deux buttes étaient auparavant des carrières de gypse, puis des dépotoirs, leurs sols ont donc été très altérés, voire ont parfois totalement disparus, et ont été reconstitués à partir de terre d'une autre provenance. Malheureusement, ces apports ne suffisent pas à reconstituer durablement le sol tel qu'il était auparavant, limitant de ce fait la végétalisation des deux buttes. Celles-ci sont alors propices à l'implantation d'espèces exotiques envahissantes, comme le robinier pseudo acacia, qui s'accommode de ces sols pauvres et peu épais, perturbant l'écosystème dans son ensemble en captant la plupart des ressources.

Ainsi, il paraît préférable de ne pas avoir à compenser l'artificialisation, et de ne pas artificialiser du tout. Cela permettrait de protéger le paysage et la biodiversité, mais aussi et surtout les sols. Leur protection sert aussi à éviter leur imperméabilisation et à conserver les services écosystémiques qu'ils rendent aux humains, notamment en milieu urbain. Or, cela rebat considérablement les cartes en termes de pratiques d'aménagement. D'après M. A. et M^{me} C., il faudrait établir un pourcentage de pleine terre pour chaque parcelle, et la maximiser. Les deux professionnels estiment d'ailleurs qu'il faudrait imposer, lorsque l'on construit sur un site non bâti, 50% de pleine terre non constructible. Si cette pratique est tout à fait réalisable dans les faits, elle ne correspond pas à la maximisation des bénéfices financiers. De fait, jusqu'à lors, l'adage est plutôt d'utiliser toute la parcelle pour y bâtir le plus de logements possibles, afin que le projet soit équilibré en termes de budget, et dégage des recettes. Ainsi, le modèle de fonctionnement des projets urbains actuel va devoir être révisé, avec des exigences tout à fait différentes. Voilà pourquoi beaucoup de professionnels et d'élus s'inquiètent des conséquences de cette loi.

Certains maires la trouvent injuste et contradictoire, notamment en milieu péri-urbain, car elle va limiter les possibilités de développement de leurs communes. De ce fait, certains font le choix d'artificialiser dès à présent, pour ne pas se retrouver sans solution dans quelques dizaines d'années plus tard. Par ailleurs, les promoteurs immobiliers y voient un danger, car il faut rappeler qu'en France, 40% du chiffre d'affaire du secteur du bâtiment est lié aux constructions neuves⁷¹ sur des terrains non bâtis, moins chers à l'achat. Enfin, les urbanistes et les architectes craignent une incompatibilité entre les objectifs, notamment en termes de

⁷¹ Grisot, S. (2021). *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement de la ville*. Editions Apogée, p.73

construction de logements, qu'ils soient sociaux ou non. Pourtant, M^{me} C. privilégie d'ores et déjà la réhabilitation des logements vacants, qui sont au nombre de 3,1 millions en France en 2021 (soit un taux de vacance de 8% environ)⁷², et qui permettent d'endiguer une partie de la crise du logement sans étaler davantage les villes. D'après elle, « Aujourd'hui ça coûte autant de réhabiliter des logements que de construire du neuf. Ça n'était pas le cas jusqu'ici, et c'est une chance. Après, l'idée que ça revient plus cher est encore très ancrée, et c'est difficile de convaincre les gens du contraire. ». Aussi, elle estime que le fond du problème réside dans l'éducation : « Il y a un manque d'éducation de la population, des professionnels et des élus sur ces questions. La ZAN est juste vue comme une contrainte supplémentaire. ». De ce fait, M^{me} C. pense que les objectifs de la loi climat et résilience concernant l'artificialisation vont être difficilement atteignables, à moins qu'une grande campagne d'éducation sur ces questions n'ait lieu. Il faudrait donc préciser la loi dans les prochaines années, afin qu'elle permette de rendre accessibles les connaissances et les outils nécessaires à sa bonne application. Même si c'est déjà le cas, elle pourrait encourager davantage à désartificialiser les sols en zone urbaine, comme le préconise le Référentiel mieux aménager les sols vivants, afin de renforcer la résilience des villes face aux aléas d'origine climatique. Plutôt qu'une contrainte, la ZAN peut constituer une réelle opportunité pour réviser les pratiques de l'urbanisme en profondeur. C'est sous ce prisme que les nouvelles équipes de maîtrise d'ouvrage du plateau de Saclay ont décidé d'innover en matière d'aménagement. Les pistes étudiées, et parfois même réalisées, sont le fonctionnement en économie circulaire avec le recyclage des terres excavées, et la limitation de l'atteinte des sols lors de l'aménagement des nouvelles ZAC. Il est intéressant d'étudier ces projets et leurs limites, car ce sont de véritables projets pilotes en urbanisme.

3.2.2 Les innovations en lien avec la ZAN et leurs limites

D'après l'EPA Paris Saclay, 98% des terres sont non polluées au sein de l'OIN. Ainsi, il paraissait important de réutiliser ces dernières localement, dans les diverses transformations qui allaient avoir lieu sur le plateau de Saclay. Mesurant la quantité des déblais excavés, soit environ 1 million de tonnes⁷³ lors de la construction de la ligne 18 du métro, la SGP a décidé d'en faire une ressource et non plus un déchet. En effet, nous avons vu que jusqu'à récemment,

⁷² Chiffres du ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, 2022

⁷³ Chiffres estimés par Madame G.

les déblais étaient considérés comme des déchets dans la loi française. Désormais perçus comme une ressource à part entière, 70 % des déblais issus des chantiers de la SGP sont valorisés, et ce, de deux manières : la valorisation volume et la valorisation matière. La première concerne la réutilisation des déblais pour les aménagements paysagers (buttes, merlons, terres pour les plantations), et le remblaiement principalement. Le seconde est une réutilisation par le traitement des différentes fractions lithologiques, pour en faire des matériaux de construction. Cela permet par exemple de les substituer aux matériaux issus des carrières, et donc limiter quelque peu la consommation de ces ressources naturelles. Ainsi, parmi toutes les utilisations possibles, la terre végétale est séparée du reste du sol pour être réutilisée dans les aménagements paysagers ; les sables de Fontainebleau sont utilisés dans la filière de production du béton, notamment pour la réalisation de coulis ; et les argiles sont destinées à être potentiellement transformées en briques qui serviront à la construction de nouveaux bâtiments. Ces briques constituent des matériaux innovants que l'EPA cherche à utiliser. En effet, des expérimentations de construction en briques sont en cours dans la ZAC Corbeville d'après M. A. De fait, l'EPA Paris-Saclay s'est lui aussi engagé à valoriser les terres excavées au maximum dès le début de la création du *cluster*. Près de 80% des terres ont donc été réutilisées sur le site, dont 100% des terres végétales (ou couche arable), pour réaliser des aménagements paysagers en majeure partie. Mais, au sein des projets de l'EPA, c'est la réalisation de la ZAC Corbeville qui semble être un projet pionnier en matière de valorisation des sols. En effet, sur 80 hectares, un peu plus de 27 hectares sont destinés à la création d'espaces naturels, boisés et écologiques, selon des principes paysagers définis par le paysagiste Michel Desvignes. L'objectif est de créer un quartier avec le moins d'artificialisation possible, en travaillant également sur le maintien des corridors écologiques et des lisières entre unités urbaines, naturelles et agricoles. Par ailleurs, c'est une des premières zones sur plateau de Saclay qui va être renaturée. En effet, la friche de l'ancienne entreprise Thalès va être transformée en parc boisé, ce qui va participer activement à la pédogenèse, augmentant à priori la qualité des sols à long terme grâce à l'apport de matière organique. Il semble donc que la réalisation de la ZAC de Corbeville constitue un premier pas dans l'aménagement durable des sols sur le plateau de Saclay, car elle limite l'artificialisation malgré son caractère inévitable. De plus, il est fait mention de compensations qui vont être réalisées d'après l'EPA et la SGP, sans que nous ayons plus de détails pour l'instant. Ainsi, l'EPA et la SGP semblent agir de concert pour la valorisation des terres, dans une logique d'économie circulaire.

Le recyclage des terres excavées doit s'inscrire l'économie circulaire à échelle locale d'après la SGP. De ce fait, tout un pan de gestion des déblais est développé au sein de l'établissement. Il est prévu que les déblais fassent l'objet d'études physico-chimiques tous les 200 mètres cubes excavés, afin d'en connaître les propriétés et l'éventuelle valorisation qu'ils vont subir par la suite. Tous ces déblais sont séparés selon leurs propriétés et leur lithologie ce qui induit la perte du fonctionnement systémique du sol (fig.16).



Figure 16 : Tas de déblais en train d'être triés à l'extérieur des chantiers de construction de l'EPA Paris Saclay. Mars 2023. © Alexandra Ramond

Ils sont ensuite pesés, puis tracés, grâce à l'outil T-REX, qui répertorie les bordereaux électroniques de tous les déblais, avec leur situation géographique actuelle (en transit, en étude, etc.). Toutes les entreprises de traitement des déblais ont l'obligation d'obtenir l'agrément auprès de la SGP, car ils constituent une manne financière non négligeable. Aussi, et pour qu'ils soient réutilisés localement, les déblais doivent être stockés. C'est là que deux problèmes apparaissent : d'une part, le transport est encore très polluant, parce qu'il est effectué majoritairement par camion. Des solutions à ce problème sont en cours de développement par la SGP, avec notamment une possible alternative fluviale au transport des déblais. D'autre part, il n'existe, en Île-de-France, que très peu d'espaces de stockage disponibles. Pour que le stockage puisse se faire localement, il faut que se manifestent rapidement des chantiers d'aménagement qui en auraient besoin. La SGP réutilise donc ces déblais sur d'autres lignes du

Grand Paris Express, comme les lignes 15 et 16, ou sur les chantiers de l'EPA Paris Saclay, ou bien encore elle lance régulièrement des propositions d'admissibilité dans d'autres projets. Comme nous l'avons vu, l'échelle actuelle de valorisation des déblais de la SGP est centrée sur le Nord de la France et la Belgique, mais une volonté de relocalisation est présente au sein de l'établissement.

Plus que la valorisation des terres excavées, l'EPA prévoit également la valorisation des terres agricoles au sein de l'économie circulaire locale, puisqu'il souhaite réutiliser les flux de matières pour fertiliser les terres agricoles autour des différents quartiers : par exemple, l'urine produite par les humains dans les bâtiments pourrait couvrir 100% des besoins en azote des cultures céréalières déjà présentes sur le plateau. C'est donc un véritable cycle vertueux qui se profilerait, les différentes entités urbaines, agricoles et naturelles répondant mutuellement à leurs besoins. Ces innovations sont donc très intéressantes pour notre étude, car elles démontrent d'une part la considération récente pour les sols en tant que ressource, mais aussi que ce sont les toutes premières expérimentations en matière d'aménagement avec les sols. Cependant, il est intéressant de souligner que l'aspect pédologique et la protection du sol ne sont encore que peu pris en compte dans l'aménagement du plateau. Il paraît donc nécessaire d'interroger ces innovations, afin de voir quelles sont les bonnes pratiques qui en sont issues, et de se demander si elles tendent bien vers un aménagement plus respectueux des sols vivants.

3.2.3 Efficiences des innovations sur le plateau de Saclay

D'un point de vue strictement écosystémique, l'aménagement du plateau de Saclay constituerait plutôt une perte en termes de services : l'excavation et l'artificialisation ont engendré la perte de sols nus, aux propriétés utiles pour la résilience des unités urbaines et agricoles. L'infiltration va être limitée, tout comme la production de biomasse, etc. Cela invite à être vigilants à l'avenir sur les logiques de consommation des sols, que ce soit en réponse à la loi ZAN, ou simplement pour garantir la pérennité des installations humaines sur un territoire. Ainsi, malgré l'aspect tout à fait vertueux du recyclage des terres excavées à Saclay, il constitue tout de même une perte très importante en termes de sols vivants par la fragmentation de ces derniers. Pourtant, l'utilisation des matériaux issus de ces excavations pourrait aider à la conservation de sols par ailleurs en milieu urbain. En effet, les briques de terre cuite issues de

l'argile sont des matériaux naturels de grande qualité en termes de propriétés⁷⁴, et qui ont un impact moindre sur les sols vivants. Tout semble être une question d'équilibre entre production de la ville et sauvegarde des sols : tous ne peuvent être sanctuarisés. De plus, le second point de tension concerne les sols agricoles protégés par la ZPNAF. En effet, ce n'est pas parce qu'un sol est nu qu'il est forcément naturel. Les pédologues estiment que lorsqu'un sol a subi des modifications volontaires, anciennes et de longue durée⁷⁵, il peut être qualifié d'anthroposol transformé. Il est différent de l'anthroposol artificiel, aussi appelé technosol, que l'on retrouve en ville, saturé d'éléments d'origine anthropiques, comme les réseaux de géothermie à Saclay. Mais, il demeure un sol profondément transformé, qui n'a pas ou plus nécessairement les fonctions qu'il avait à l'état naturel. Ainsi, les luvisols qui accueillent les grandes exploitations céréalières du plateau de Saclay peuvent être aussi désignés par cette appellation d'anthroposol transformé. Par ailleurs, il apparaît que la compensation de l'artificialisation des terres est limitée aux zones urbaines, mais si l'on considère qu'un champ est aussi une zone artificialisée, elle s'avère plus complexe encore. La conservation des espaces naturels est donc un premier pas, mais la renaturation pourrait aussi être davantage prônée pour en tirer des services écosystémiques de qualité et limiter les pertes de biodiversité. Cela pose la question de la conservation des services écosystémiques sur le plateau, mais aussi de l'utilité de la ZPNAF. Si cette zone prend bien en compte la protection des espaces agricoles et naturelles, elle ne fait pas réellement état de la conservation de la qualité de ces derniers. Ainsi, le règlement de la ZPNAF pourrait être précisé, afin d'encourager le changement de pratiques agricoles sur le plateau.

En effet, la polyculture permettrait de limiter l'impact de l'agriculture sur les sols, et de produire des denrées diversifiées. Celles-ci pourraient également être consommées à l'échelle locale, puisque, de fait, les céréales, produites en majorité sur le plateau, représentent seulement 2% de l'alimentation locale⁷⁶. Cela participerait à l'élaboration en cours d'une économie circulaire locale entre ville et agriculture sur le plateau. En effet, il serait intéressant de fermer le cycle de production – consommation entre la ville et les espaces agricoles. Pour ce faire, il faudrait créer un véritable réseau de revalorisation des déchets provenant des zones urbanisées,

⁷⁴ Hoyet, N. (2020). *Matériaux et architecture durable. Fabrication et transformations, propriétés physiques et architecturales, approche environnementale*. Editions Dunod, p.170

⁷⁵ Baize, D. (2021). *Naissance et évolution des sols : La pédogenèse expliquée simplement*. Editions Quae. p.140

⁷⁶ Petit, C., Levavasseur, F., Verger, Y. (2018). « Reconnecter villes et campagnes : vers des symbioses agricoles et agri-urbaines ? Une exploration sur le plateau de Saclay », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 31 septembre 2018*.

comme l'urine et le compost, mais aussi entre les différentes exploitations agricoles : les déjections des vaches peuvent servir à la fertilisation des sols, qui produisent en retour leur alimentation. Pour l'instant, un tel réseau n'existe pas, ce qui induit l'utilisation d'intrants chimiques pour la fertilisation des sols. Aussi, il faut que ce cycle soit réalisable, car d'un point de vue sanitaire, l'utilisation d'urines humaines est par exemple controversée : notre consommation de produits pharmaceutiques pourrait être à l'origine d'une pollution et donc d'une dégradation du sol.

Ainsi, si le fonctionnement d'un cycle d'économie circulaire locale plus respectueux des sols et de l'environnement paraît logique et simple, sa mise en œuvre va nécessiter de vrais efforts de conception de la part de tous les acteurs présents sur le plateau. Cela démontre encore plus le besoin d'un décloisonnement disciplinaire dans les équipes de maîtrise d'ouvrage afin de le réaliser au mieux. De même, le fonctionnement actuel de production des espaces urbains montre ses limites sur le plateau de Saclay. La temporalité des projets est le premier frein à l'élaboration de quartiers résilients et ayant un impact écologique faible. Le mandat d'un élu ne doit plus être l'unité temporelle de référence pour la réalisation des projets d'urbanisme. En effet, la durée conséquente de l'aménagement du plateau et son échelle intercommunale a visiblement permis d'innover, grâce à une concertation, mais aussi une contestation accrues et un renouvellement des équipes. Le modèle linéaire du projet est donc, lui aussi remis en question, les enjeux étant devenus trop nombreux pour qu'il soit efficace. Il faudrait donc, comme beaucoup d'urbanistes le préconisent, suivre un modèle où chaque acteur peut intervenir simultanément. Cela complexifie le projet urbain, mais en fait aussi un gage de qualité. Il apparaît aussi préférable de ne pas utiliser l'outil de la ZAC pour réaliser des zones urbaines de grande qualité environnementale, plus respectueuses des sols. En effet, la répétition de formes génériques dans l'élaboration des projets semble être proscrite si l'on veut prendre en compte le contexte du territoire sur lesquels ils vont se situer, et des possibilités d'utilisation de matériaux locaux. C'est donc l'entière raison d'être de l'aménagement du plateau de Saclay qui ne correspond pas aux enjeux actuels de sobriété foncière. Toutefois, les innovations qui y ont lieu permettent de limiter l'impact des aménagements sur les sols, et semblent pionniers. Ils sont d'une importance capitale, car ils permettent de mesurer ce qui fonctionne ou non, et les pistes qu'il faut approfondir pour dégager un modèle urbain viable. Aussi, il est important de souligner que ce projet est très particulier en raison de son emprise et de sa gouvernance. Aujourd'hui, avec la loi ZAN, on ne pourrait absolument pas en élaborer un similaire. Ainsi, les innovations réalisées en son sein doivent être réutilisées dans d'autres

conditions. Certains urbanistes incitent tout particulièrement à transformer l'existant⁷⁷, ce qui constituerait un nouveau jalon dans l'élaboration d'une économie circulaire qui limite les atteintes aux ressources naturelles. Les expérimentations d'aménagement sur le plateau de Saclay, et ce, malgré l'aspect contestable du projet au départ, participent à l'élaboration d'un potentiel nouveau modèle urbain symbiotique.

3.3 Vers un nouveau modèle urbain ?

3.3.1 Des modèles symbiotiques qui répondent aux enjeux actuels et à venir

La symbiose est l'association étroite d'organismes vivants d'espèces différentes. Leurs interactions sont réciproquement bénéfiques et permettent un fonctionnement efficace global. Si cette notion est issue de la biologie, elle peut néanmoins être utilisée en urbanisme, pour servir de base à la création de modèles urbains : la recherche de l'efficacité et de l'équilibre est devenue un enjeu d'une importance capitale dans l'aménagement des territoires. L'analyse de l'aménagement du plateau de Saclay, si elle est ici non exhaustive, a permis de caractériser et mesurer les enjeux liés aux fonctions des territoires. Il s'agit finalement d'aménager les territoires pour qu'ils fonctionnent au mieux, et surtout de manière durable. Les territoires sont alors perçus comme un système où toutes les composantes entrent en interaction, soit presque comme une entité vivante. L'aménagement des terres agricoles est apparu comme crucial dans le fonctionnement du plateau de Saclay. Voilà pourquoi M. A. a évoqué l'objectif suivant : faire du plateau de Saclay un territoire agri-urbain. Il s'agit de réaliser un cycle d'économie circulaire à l'échelle locale, où les flux de matières circulent et se complètent mutuellement. Parmi les effets bénéfiques d'un tel fonctionnement, il pourrait entraîner une augmentation significative de l'autosuffisance alimentaire locale, et répondre aux besoins de nature en ville formulés depuis la crise du Covid-19 par un bon nombre de citoyens. Par ailleurs, dans le cadre de villes agri-urbaines, la mise en valeur des sols et de la biosphère en général par la polyculture et la protection des espaces naturels permettrait de répondre aux besoins en termes de services écosystémiques et augmenteraient leur résilience face au changement climatique : à Saclay, les sols participent à la réduction des risques de sécheresse et d'inondation. Aussi, ce modèle de ville agri-urbaine se veut plus démocratique dans le sens où tous les acteurs seraient consultés et participeraient activement à la préservation de leurs ressources. Cela induit donc forcément

⁷⁷ Grisot, S. (2021). *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement de la ville*. Editions Apogée, p.128

une refonte de la réalisation des projets urbains, et une éducation des populations en amont. Ce modèle de ville agri-urbaine est donc très intéressant, puisqu'il permet de prendre en compte le contexte local avec précision, dont le contexte pédologique, afin de valoriser de concert les espaces naturels, agricoles et urbains dans une logique symbiotique. Cependant, ce concept ne semble pas généralisable. En effet, il suppose un accès préalable à des sols de qualité. Ainsi, ce modèle peut être réalisé sur le plateau de Saclay, car il s'y trouve déjà de fortes potentialités agricoles et écosystémiques. Il correspond en fait à une viabilisation des villes nouvelles. Mais, de nos jours, l'aménagement doit se faire à partir de l'existant, le modèle du *cluster* de Saclay tel qu'il a été imaginé, et des villes nouvelles, étant désormais complètement obsolète en regard de la loi ZAN : on ne peut plus étaler les villes. L'échelle de la ville ne constitue donc qu'une des échelles auxquelles il faut adopter un fonctionnement systémique équilibré, avec une diversification des types de sols en son sein. Il s'agit donc d'en changer pour encore renforcer la résilience des territoires.

L'échelle métropolitaine paraît toute indiquée dans ce contexte. En effet, depuis les années 1960 et la création des métropoles d'équilibre, la métropolisation va bon train, et permet de développer une réflexion autour de l'objet métropole. En effet, une métropole est une intercommunalité, composée d'une ville-centre et de son aire urbaine, mais aussi de territoires naturels et agricoles. Ainsi, la métropole constitue une échelle intercommunale intéressante, plus petite que l'échelle régionale, et qui peut constituer le terrain de l'élaboration de futurs modèles d'aménagement qui prennent la mesure de toute l'importance des sols vivants. De fait, dès 1968, le concept de métropole-jardin a été développé, et même mis en œuvre au sein de la métropole Loire Moyenne, qui regroupait Tours, Orléans, et Blois. Mais ce dernier n'a pas été appliqué, car il a été abandonné en 1975. L'objectif était de maîtriser l'urbanisation, tout en mettant en réseau les différentes villes qui composaient la métropole, et en garantissant la protection de l'environnement par la mise en place de corridors verts⁷⁸. D'après Zaninetti et Berry (2017), « La non-réalisation du projet de Métropole-Jardin illustre les hésitations de la politique d'aménagement de l'État, des acteurs locaux incapables de surmonter leurs rivalités de clocher, ainsi que le principe selon lequel la planification suit les besoins de l'économie et non l'inverse. ». Or, ce problème existe encore aujourd'hui, avec la mise en concurrence des territoires, plutôt que leur mise en coopération. Pourtant, le modèle de la métropole-jardin est revenue au goût du jour, car elle semble pouvoir répondre aux enjeux actuels et à venir en

⁷⁸ Zaninetti, J.-M., Berry, L. (2017). « Qu'est la Métropole-jardin devenue ? », *Norois*, n°242.

termes de résilience et de qualité de vie dans les territoires. La métropole constitue également une bonne échelle pour pouvoir appliquer les principes de l'économie circulaire, et en développer les réseaux. De fait, la métropole-jardin est une proposition urbanistique ayant pour objectif de rassembler les territoires, qu'ils soient urbanisés, agricoles, ou naturels, et de les mettre en réseau par des continuités paysagères et écologiques⁷⁹. Cela permet de prendre en considération les contextes locaux tout en créant un fonctionnement métropolitain dans son ensemble. Chaque espace est alors valorisé, et trouve son utilité dans le système métropolitain : les zones urbaines fournissent les flux de matière utiles à l'agriculture, qui fournit à son tour des denrées alimentaires, et les zones naturelles garantissent la résilience globale du système. Par exemple, dans le cas de Tours, la sauvegarde des sols des terres agricoles et forêts alentours participerait à la protection de la ville des conséquences d'une crue de la Loire, tout en fournissant des denrées locales. Aussi, la continuité des corridors écologiques doit être garantie, dans ce modèle, par la présence de la biodiversité en ville. Cela invite donc à renaturer et désartificialiser le plus possible en milieu urbain, ce qui va permettre d'en augmenter encore un peu plus la résilience face aux aléas climatiques, et participer à l'amélioration de la qualité de vie en ville. La prise en compte et la bonne connaissance des sols sur lesquels nous aménageons est donc primordiale pour réaliser de telles métropoles-jardins, même s'ils ne sont pas encore réellement mentionnés. Voilà pourquoi le sol prend une place prépondérante dans l'urbanisme aujourd'hui. Ces modèles constituent des modèles vertueux, mais sont-ils réellement applicables ? En effet, le modèle de métropole-jardin manque par exemple de données concernant sa viabilité économique. On peut alors explorer les limites de ces modèles dans notre contexte sociétal actuel.

3.3.2 La promesse d'un cercle vertueux, mais encore limité ?

La mise en place de tels modèles se heurte à la réalité du contexte sociétal actuel à plusieurs niveaux. Tout d'abord, la protection et la mise en valeur de l'environnement, dont les sols, est habituellement vue d'un œil railleur voir négatif au sein des commanditaires : ce n'est pas la priorité en termes d'aménagement du territoire. Pour l'instant, c'est la rentabilité seule qui définit si un projet est réalisable ou non. De fait, le système de projet est, comme nous l'avons vu, obsolète dans le cadre d'un aménagement qualitatif et respectueux de l'environnement. L'idée que l'humain ne fait pas partie de son environnement est profondément

⁷⁹ Henry, P. (2022). *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. Éditions Apogée. p.200

ancrée : c'est l'habituelle dichotomie philosophique entre culture et nature. Voilà pourquoi jusqu'à lors, l'environnement était extérieur à l'humain, et pris comme une contrainte dans les projets d'urbanisme et d'aménagement. L'environnement et sa préservation demeurent perçus comme contrainte car ils constituent une barrière à l'enrichissement. En effet, avec la loi climat et résilience, l'artificialisation et l'étalement urbain vont disparaître, entraînant potentiellement la chute du modèle de projet, où l'aménageur comme le promoteur perçoivent un bénéfice maximisé de leurs investissements.

Ce modèle de maximisation des profits ne fonctionne pas dans la logique de l'aménagement durable. En effet, la qualité des études réalisées en amont et des aménagements nécessite des coûts plus élevés au départ. Les recettes issues de ces projets ne sont pas immédiates comme c'est le cas aujourd'hui : les investissements ne seront rentables plutôt qu'à moyen et long terme. Or, les aménagements sont aujourd'hui pour beaucoup censés répondre aux besoins immédiats des habitants des communes, et font partie intégrante des promesses électorales. Leur réalisation est donc limitée par le pas de temps politique, mais aussi par les subventions de l'État dans les communes. Une nécessité grandissante d'un engagement plus fort de l'État français se fait donc sentir pour engager une véritable démarche durable en matière de projets d'urbanisme. La création de richesses va être amenée à ne plus être le résultat d'une opération en temps limitée, mais bien un processus, à l'instar de la fabrique urbaine. Certains prônent même, plutôt que le développement d'une croissance verte, une décroissance qui serait nécessaire à notre survie : l'enrichissement ne servirait plus à rien s'il nous ne permet pas de bien vivre sur Terre⁸⁰. Cela remet considérablement en question l'efficacité du modèle de l'économie de marché en France. Par ailleurs, la relocalisation de la production agricole et de matériaux locaux soulève d'autres enjeux.

En effet, la France s'est pratiquement entièrement désindustrialisée, délocalisant les sites de production hors de ses frontières. Désormais, c'est la relocalisation qui est à l'ordre du jour. De fait, les matières premières, si elles sont amenées à être produites consommées localement, doivent aussi, pour certaines, être transformées à cette même échelle. Cela pose la question de la réindustrialisation de la France, affichée comme objectif par le président

⁸⁰ D'après Géoconfluences : Théorie politique datant des années 1970 qui revient en force dans le débat public depuis quelques années face au changement climatique et à l'épuisement des ressources.

Emmanuel Macron en 2023⁸¹, et de son impact sur la pollution et son emprise au sol. Là encore, il est question de trouver un équilibre fonctionnel et viable au sein des territoires.

Par ailleurs, tout ce chantier va nécessiter un cadre juridique plus conséquent pour que l'aménagement durable puisse devenir la norme. En effet, c'est encore loin d'être le cas au vu des pratiques habituelles en urbanisme et en aménagement. L'aménagement du plateau demeure Saclay une exception, une expérimentation avec des financements conséquents en termes d'aménagement durable. Les innovations qui y sont utilisées ne sont pas généralisées. De fait, dans le cas de la préservation des sols en aménagement, les perceptions des professionnels, des élus et des citoyens sont encore plutôt négatives. La propriété privée est un droit inaliénable depuis des siècles en France, ce qui empêche d'aller de l'avant pour densifier la ville. Cette position est tout à fait défendable puisque le besoin de nature en ville se fait également sentir. L'individu prime encore et toujours sur l'intérêt collectif. Il y a donc une réelle complexification des enjeux liés aux réchauffement climatique et à la durabilité des formes urbaines dans ce contexte. Il apparaît alors urgent de revoir en profondeur nos manières de financer, d'aménager, et de percevoir la rentabilité dans la réalisation de projets urbains. Cette refonte sociétale à tous les niveaux constitue la condition *sine qua non* pour aménager de manière durable le territoire national. Le sol a d'ailleurs toute sa place dans le développement d'un tel mode de fonctionnement, puisqu'il est le support des villes, de la biosphère et de l'agriculture, mais aussi un milieu qui fournit des services écosystémiques d'une importance capitale qu'il faut prendre en compte en amont de chaque projet d'aménagement. C'est un objet qui nécessite une approche multi scalaire et pluridisciplinaire pour être appréhendé et aménagé en conséquence. La prise en compte des sols apparaît alors comme un paramètre nouveau, qui remet au cœur des débats la durabilité de nos villes, de nos territoires, et de notre modèle économique. Voilà pourquoi les urbanistes ont tout intérêt à se pencher sur ces questions s'ils veulent être en capacité de répondre à cette multiplication et complexification des enjeux de durabilité et de résilience. La prise en compte des sols vivants peut concourir à une vision très précise de l'aménagement tel qu'il doit être réalisé à différentes échelles pour répondre à ces enjeux.

⁸¹ Discours du président de la République le 11 mai 2023 à l'occasion de la réception Accélérer notre reconquête industrielle

3.3.3 Les sols vivants, un objet au cœur de la refonte de la production urbaine

La prise en compte de l'importance des sols en urbanisme bouleverse complètement l'organisation des futurs projets. Ils sont une des conditions nécessaires à la réalisation de projets, de villes et même de métropoles résilientes, durables, et qui répondent aussi aux besoins socio-économiques des citoyens. En effet, préserver les sols et en connaître les caractéristiques peut permettre aux villes de mieux anticiper et absorber des perturbations, qu'elles soient liées au changement climatique ou non. Il est acté que l'artificialisation a des conséquences dramatiques autant environnementales et humaines qu'économiques, comme lors de l'inondation de la Vallée de la Roya en 2020 suite au passage de la tempête Alex. Une prise en compte préalable du contexte pédologique aurait pu éviter cette catastrophe. Voilà pourquoi la conscientisation des sols est fondamentalement liée à l'urbanisme : c'est le support et le volume dans lequel nous bâtissons, enfouissons nos réseaux et piochons des ressources. Il ne doit plus seulement être un objet inerte et acquis, mais bien une des composantes de l'environnement dans lequel nous vivons, avec lequel nous interagissons, et qui peut nous fournir les clefs d'un aménagement résilient et durable. Cette considération va remanier en profondeur les pratiques de l'urbanisme à venir, puisque tous les modèles que nous avons jusqu'à lors utilisés ne prenaient jamais en compte la définition pédologique du sol, et tous les services écosystémiques qu'elle implique. Pourtant, nous avons une première base d'outils et de pratiques qui doivent être généralisés au plus vite pour commencer réellement notre transition écologique. L'étude de l'aménagement du *cluster* sur le plateau de Saclay a permis de dégager certains des changements qui vont s'opérer dans la profession à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, il apparaît que l'aménagement du plateau n'aurait jamais eu lieu si l'objectif de la ZAN avait existé au début des années 2000. C'est un premier point qui permet de mesurer l'impact potentiel d'une véritable législation des sols. En effet, cette seule loi est une grande avancée en matière de considération des sols dans l'aménagement des territoires. Cette loi constitue une base sur laquelle une législation des sols peut être construite. Celle-ci doit néanmoins être complétée par de nouveaux objectifs plus précis, comme par exemple l'obligation de laisser 50% d'une parcelle en pleine terre, ou alors l'établissement un pourcentage maximal de surfaces artificialisées au sein d'une commune, intercommunalité, etc. Aussi, l'application de la législation à venir va être permise par la planification. En effet, nous nous référons aux outils de planification avant la réalisation de tout aménagement. La

planification doit donc maintenant intégrer à ses documents et à ses outils habituels de cartographie, de zonage, et d'identification des risques, la question des sols et de leurs services écosystémiques. Cela permettrait de créer un cadre juridique clair autour de la question des sols, qui aiderait les élus comme les professionnels de l'aménagement opérationnel à mieux aménager avec ces derniers. Ce cadrage est un premier jalon conséquent qui va avoir un impact énorme sur les pratiques de l'urbanisme : on ne va plus penser la ville comme quelque chose à construire à partir d'un terrain nu à bâtir d'une part, et d'autre part, la désartificialisation va engendrer de nouvelles formes urbaines et de mobilité qu'il va falloir anticiper et produire. Dans l'objectif de répondre aux enjeux de résilience et de durabilité, il apparaît que la ville de demain va devoir être construite à partir de l'existant. Nous allons donc à grands pas vers une complexification de notre métier en regard des enjeux auxquels il doit répondre. C'est une totale nouveauté pour l'urbaniste, qui devient un héritier, et non plus un créateur de formes urbaines faisant table rase du passé.

Aussi, l'exigence qualitative qu'impose l'aménagement durable des sols va façonner nos manières de penser les projets urbains. Au départ linéaire, le projet urbain est amené à devenir de plus en plus tentaculaire, avec une prise en compte simultanée des documents de planification, du contexte socio-économique et environnemental. Ceci ne peut être réalisé qu'avec l'appui de professionnels de divers champs disciplinaires, comme les pédologues, agronomes, écologues, paysagistes, géotechniciens, et architectes qui vont devoir agir ensemble au sein des équipes de maîtrise d'ouvrage. Ce changement de composition des équipes en maîtrise d'ouvrage impose également à la maîtrise d'œuvre de faire évoluer ses pratiques, mais aussi celles des acteurs locaux. L'éducation va être conditionnelle à la réussite de ce renouvellement des pratiques de l'urbanisme. De fait, la temporalité du profit généré par les aménagements va devoir évoluer drastiquement. Le temps long est le seul moyen de créer des villes durables et résilientes. Or, cette organisation entre en opposition totale avec le modèle actuel d'optimisation des coûts : il faudrait peut-être limiter l'arbitrage économique immédiat au sein des collectivités et réfléchir à des retombées plus lointaines, et également plus diversifiées. Ainsi, c'est un changement de paradigme à grande échelle qui se profile au sein de l'urbanisme et de l'aménagement à venir. Il concerne autant nos pratiques que celles des professions qui participent aux projets urbains, et aux acteurs locaux. De fait, ce changement est construit à la fois par le « haut », à savoir par la création d'un cadre juridique solide et viable, mais aussi par le « bas », avec l'apport des innovations en urbanisme opérationnel. Le *cluster* du plateau de Saclay constitue donc, contre toute attente, une pierre apportée à l'édifice en

matière d'aménagement durable des sols. Les innovations réalisées sur le plateau sont issues d'un questionnement profond qui va significativement remanier les pratiques des urbanistes à tous les niveaux.

Conclusion

Dans ce mémoire, nous avons tenté de mesurer quel pouvait être l'impact d'une prise en compte des sols vivants dans l'urbanisme et l'aménagement. La réalisation du *cluster* de Paris Saclay s'inscrivant dans un temps plus long que celui de la plupart des projets urbains, son étude a permis d'évaluer si la loi climat et résilience, et en particulier la ZAN, avait une quelconque incidence sur les pratiques de l'urbanisme. Il semble en effet qu'elle soit à l'origine d'une innovation en termes d'aménagement durable des sols sur le plateau de Saclay, réalisée par de nouveaux professionnels qui sont sensibles aux enjeux de résilience et de durabilité. Ce projet d'aménagement a permis de montrer que la question des sols n'est pas nouvelle, mais qu'elle commence à modifier en profondeur les pratiques de l'urbanisme et de l'aménagement. Ainsi, sur le plateau de Saclay, la ZAC Corbeville fait figure de projet pilote en ce sens : la désartificialisation d'une ancienne friche industrielle, le travail sur les corridors écologiques et la réutilisation des matériaux excavés sont des pistes qu'il faudra continuer d'explorer à l'avenir dans d'autres projets. Par ailleurs, la limitation de l'emprise au sol de la future ligne de métro 18 montre que les considérations de l'emprise au sol des aménagements sont enfin intégrées. D'un point de vue plus global, et même si le projet du plateau de Saclay ne pourrait être réalisé aujourd'hui, il permet de se figurer les modifications qui vont avoir lieu dans les métiers de l'urbanisme et dans la fabrique de la ville à l'avenir. Il est apparu que ces modifications allaient être très importantes lorsqu'il va s'agir d'aménager en prenant en compte la caractéristique vivante du sol. D'abord, l'interdisciplinarité des équipes devient essentielle à la bonne prise en compte de toutes les caractéristiques d'un site. Les pédologues, agronomes, géotechniciens, et paysagistes vont être amenés à occuper une place prépondérante dans la maîtrise d'ouvrage des futurs aménagements. Leur expertise va servir autant en planification qu'en urbanisme opérationnel. La planification va pouvoir fournir un cadre aux aménageurs et aux commanditaires, avec notamment un travail de sensibilisation et d'éducation quant à l'importance d'une bonne gestion des sols. À ce titre, de nouveaux outils vont être développés, qui devront être maîtrisés par les urbanistes. Par ailleurs, l'interdisciplinarité exige une organisation multiscalair et simultanée des projets qu'il n'est pas aisé de mettre en place. Les

urbanistes vont devoir remettre en question des modèles de production de la ville qui sont désormais obsolètes, et en inventer de nouveau, ce qui constitue un véritable défi. L'utilisation du foncier et même des matériaux utilisés va devoir être révisée. Plus encore, l'organisation des projets urbains devra s'adapter à ce changement drastique de paradigme, puisqu'il nécessite un temps et des investissements plus conséquents. Le processus de réalisation d'un projet sur le temps long est d'ailleurs expérimenté depuis plusieurs années en Allemagne, à Hambourg, avec le concept de l'IBA (*Internationale Bauausstellung*). L'IBA est un projet qui dure une dizaine d'années et permet de construire au fur et à mesure un modèle urbain viable, en prenant en compte les incertitudes. Mais en France, cela constitue un vrai défi, car nous acceptons mal un projet s'il n'a pas pour vocation à être fini. C'est ce problème que va probablement devoir résoudre l'État français en légiférant, si toutefois le monde politique adhère à cette idée. De fait, la question de l'acceptabilité et de la faisabilité est étroitement liée à l'éducation des populations et des élus. De fait, la protection des sols est encore aujourd'hui surreprésentée dans les revendications quant à la sauvegarde des terres agricoles. Si cette contestation est légitime et soulève la question des sols, trop peu de considérations des sols naturels sont faites. Or, la qualité du sol est corrélée à la biosphère qui se trouve en surface, et qui est peu diversifiée dans un contexte agricole. La revalorisation de l'agriculture, si elle est essentielle à une meilleure durabilité des territoires, ne peut se faire qu'en essayant de trouver des alternatives aux grandes monocultures. Ainsi, les urbanistes vont aussi devoir repenser leur manière d'aménager en désartificialisant les sols, pour créer des villes résilientes à partir de l'existant. Toutes ces modifications des pratiques de l'urbanisme constituent finalement le chemin inverse de celles que nous avons acquises au XX^e siècle, sans toutefois prôner un passéisme qui serait illusoire. Finalement, la prise en compte des sols vivants, plutôt que d'être une contrainte supplémentaire, est une opportunité qu'il faut saisir, car elle permet de mettre en mouvement toute une profession, afin qu'elle puisse répondre aux enjeux de durabilité et de résilience auxquels nous devons faire face. Elle invite à dépasser, de manière forte, les présupposés utilitaires des écosystèmes, mais aussi les difficultés auxquelles se heurtent les urbanistes dans la réalisation de projets qualitatifs, qui répondent d'une part aux enjeux précédemment évoqués, et d'autre part aux besoins de la société tels qu'elle les formule. Ainsi, un urbanisme des sols ne peut être réalisé sans un processus démocratique de concertation préalable, un cadre juridique solide, et une refonte des pratiques de l'urbanisme, déjà bien engagée, mais qui nécessite un investissement conséquent sur l'avenir. Cela constitue donc un immense chantier de réflexion et de développement de nouvelles méthodes et outils en urbanisme.

Table des illustrations

Figure 1 : Sol de Beauce de 80 cm, avec deux horizons au-dessus d'un matériau parental calcaire.....	7
Figure 2 : Répartition des installations signataires de l'accord de partenariat, mars 2021. Source : Société du Grand Paris, schéma de gestion et valorisation des déblais.....	18
Figure 3 : Carte de multifonctionnalité des sols de la Métropole Aix-Marseille-Provence Source : projet MUSE, 2022.....	21
Figure 4 : Photographie aérienne des ruines du temple de Gareus sur le site archéologique d'Uruk. Source : National Geographic, Histoire et civilisations : Les civilisations mésopotamiennes (2019).....	22
Figure 5 : Photographie de la Place de l'hôtel de ville de Narbonne telle qu'on peut la voir aujourd'hui, avec la Via Domitia sous le niveau actuel du sol. Source : pinterest.....	23
Figure 6 : capture d'écran de la carte interactive des principaux sites funéraires parisiens avant le XIX ^e siècle, centrée sur le cimetière des Innocents. Source : travail personnel, 2022.....	25
Figure 7 : Photographie d'une tranchée sur le Boulevard du Palais, sur l'Île de la Cité à Paris, montrant la densité de l'occupation du sol urbain, avec le revêtement superficiel et les réseaux enterrés dans un lit de pose en sable. Mai 2023. © Alexandra Ramond.....	26
Figure 8 : Profil altimétrique Nord-Sud du plateau de Saclay. Les deux altitudes les plus basses correspondent aux talwegs de la Bièvre au Nord, et de l'Yvette au Sud. Source : Géoportail, 2023.....	31
Figure 9 : Un plateau partagé entre de nombreuses communes dans un secteur densément peuplé. 500 000 personnes résident dans le proche voisinage du plateau de Saclay. Source : Hervé Brédif, Quel projet d'intérêt national pour le plateau de Saclay ?, dans L'Espace géographique (Vol. 38), pages 251 à 266 Éditions Belin.....	33
Figure 10 : Carte des sols centrée sur le plateau de Saclay. Les luvisols sont représentés en orange, les planosols en violet, et les fluvisols en vert. Source : Géoportail, 2023.....	34
Figure 11 : Intervention des procaryotes dans le cycle de l'azote. Source : Khan Academy, image modifiée à partir de Nitrogen cycle de Johann Dréo.....	35
Figure 12 : Vue d'ensemble des premières opérations sur le plateau de Saclay. Source : Veltz, Saclay, genèse et défis d'un grand projet, éditions Parenthèses, 2020, p.71.....	40
Figure 13 : Capture d'écran de l'outil Cartoviz de l'IPR. Photos aériennes du plateau de Saclay en 2021 et en 2008. On voit que les ZAC Moulon et Polytechnique ont artificialisé le sol sans pour autant pouvoir le quantifier avec précision.....	42

Figure 14 : Schéma des aménagements sur le plateau de Saclay. La délimitation du plateau est issue des travaux de Choquet et al. (2021). Réalisé en 2023 par Alexandra Ramond.....44

Figure 15 : Cartes de l'occupation et de la nature des sols sur le plateau de Saclay. Source : Choquet et al. Comparison of empirical and process-based modelling to quantify soil-supported ecosystem services on the Saclay plateau (France), dans *Ecosystem Services* 50, 2021.....45

Figure 16 : Tas de déblais en train d'être triés à l'extérieur des chantiers de construction de l'EPA Paris Saclay. Mars 2023. © Alexandra Ramond.....64

Bibliographie

Ouvrages

Adisson, F., Barles, S., Blanc, N., Coutard, O., Frouillou, L., Rassat, F. (2020). *Pour la recherche urbaine*. CNRS Editions. 449 pages.

Baize, D. (2021). *Naissance et évolution des sols : La pédogenèse expliquée simplement*. Editions Quae. 160 pages.

Bardet, G. (1947). *L'urbanisme*. Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? », p. 39-50.

Barles, S., Guillerme, A. (1995). *L'urbanisme souterrain*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ». 126 pages.

Choay, F. (2011). *La terre qui meurt*. Editions Fayard. 112 pages.

Choay, F. (2014). *L'urbanisme, utopies et réalités – Une anthologie*. Editions Points. 464 pages.

Duchaufour, P., Faivre P., Poulenard J., Gury M. (2020). *Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement*. Editions Dunod. 449 pages.

Grisot, S. (2021). *Manifeste pour un urbanisme circulaire. Pour des alternatives concrètes à l'étalement de la ville*. Editions Apogée. 248 pages.

Henry, P. (2022). *Des tracés aux traces, pour un urbanisme des sols*. Éditions Apogée. 215 pages.

Hoyet, N. (2020). *Matériaux et architecture durable. Fabrication et transformations, propriétés physiques et architecturales, approche environnementale*. Editions Dunod. 224 pages.

Néel C., Boithias L., Duplanil E., Duvigneau C., Le Guern C., Métois R., Béchet B., Marseille, F. Branchu P. (2022). *Qualité des sols et urbanisme. Construire une méthodologie adaptée aux besoins des territoires et favoriser son appropriation*. 112 pages.

Roche, C. (2022). *L'essentiel du droit de l'environnement*. Éditions Gualino, coll. Les carrés. 184 pages.

Saur, F. (2012). *Géographie physique : Licence Géographie*. PUF. 295 pages.

Veltz, P. (2020). *Saclay, genèse et défis d'un grand projet*. Parenthèses Editions. 164 pages.

Articles de revues papier

Benoit, P., Blanc, A., Gely, J.-P., Guinir-Skliar, A., Obert, D., Vire, M. (2000). « La pierre de Paris. Méthode d'étude de la pierre à bâtir depuis son extraction à sa mise en œuvre ». *Supplément à la Revue archéologique du centre de la France, n°18*. pp. 121-158

Bognon, S. (2015). « Nourrir Paris : trajectoire de l'approvisionnement alimentaire de la métropole capitale, de la fin de l'Ancien Régime à nos jours ». *Géocarrefour, n° 90/2* pp. 163-171.

Poirot, J., Gérardin, H. (2010). « L'attractivité des territoires : un concept multidimensionnel ». *Mondes en développement, n°149*, pp. 27-41.

Articles de revues électroniques

Aubert, G., Baize, D., Dosso, M., Jamagne, M. (2023). « Pédologie », *Encyclopaedia Universalis*. Dernière consultation le 15 mai 2023. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/pedologie/>

Brédif, H. (2009). « Quel projet d'intérêt national pour le plateau de Saclay ? », *L'Espace géographique, volume 38*. pp.251-266. Dernière consultation le 14/03/2023. URL : <https://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2009-3-page-251.htm>

Choquet, P. et al. (2021). « Comparison of empirical and process-based modelling to quantify soil-supported ecosystem services on the Saclay Plateau ». *Ecosystem Services, Volume 50*. Dernière consultation le 15 mai 2023. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041621000905?via%3Dihub>

Consalès J.-N., Millias A. (2020). « Aix-Marseille Provence : une Métropole Jardin ». *Urbanités, Villes méditerranéennes : regards sur les espaces ouverts métropolitains, janvier 2020*. Consulté le 16 mai 2023. URL : <https://www.revue-urbanites.fr/wp-content/uploads/2020/01/Urbanit%C3%A9s-Villes-m%C3%A9diterran%C3%A9ennes-Consal%C3%A8s-et-Millias-2020.pdf>

Petit, C., Levavasseur, F., Verger, Y. (2018). « Reconnecter villes et campagnes : vers des symbioses agricoles et agri-urbaines ? Une exploration sur le plateau de Saclay », *VertigO - la*

revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 31 septembre 2018. Dernière consultation le 14 mars 2023. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/21809>

Renard, F., Tognelli, A. (2016). « A new quasi-3D unsaturated-saturated hydrologic model of the plateau de Saclay ». *Journal of hydrology*, n° 535, pp.495-508. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169416300397?via%3Dihub>

Robert, C. (2007). « Une France de propriétaires », *Mouvements* n°52, pp.132-144. Consulté le 30 avril 2023. URL : <https://www.cairn.info/revue-mouvements-2007-4-page-132.htm>

Toubin, M., Lhomme, S., Diab, Y., Serre, D., Laganier, R. (2012). « La Résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? ». *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 3, n° 1. Consulté le 3 mai 2023. URL: <http://journals.openedition.org/developpementdurable/9208>

Zaninetti, J.-M., Berry, L. (2017). « Qu'est la Métropole-jardin devenue ? », *Norois*, n°242, mis en ligne le 22 juin 2019. Consulté le 15 mai 2023. URL : <http://journals.openedition.org/noroi/6053>

Littérature grise

ADEME (2022). Qualité des sols et urbanisme : construire une méthodologie adaptée aux besoins des territoires et favoriser son apparition.

ADEME. (2020). Végétaliser : agir pour le rafraîchissement urbain. Dernière consultation le 15/05/2023. URL : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/20-vegetaliser-agir-pour-le-rafraichissement-urbain-9791029715655.html>

CNJU-APERAU (2014). L'insertion professionnelle des jeunes urbanistes Emplois occupés et domaines de compétences exercées en 2014. Dernière consultation le 24/04/2023. URL : <http://www.jeunes-urbanistes.fr/wp-content/uploads/2016/04/Rapport-Enquete-CNJU-APERAU-2014-170416-web.pdf>

DDT, Tours Métropole, Touraine-Est Vallée. (2023). Mieux aménager les sols vivants : référentiel. URL : <https://www.indre-et-loire.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Amenagement-du-territoire-construction-logement/Urbanisme-et-habitat/Planification-territoriale/Referentiel-sols-vivants>

EPA Paris Saclay. (2015). Abécédaire de la bio-diversité de Paris-Saclay. Praxis 4. Dernière consultation le 20/05/2023. URL : https://epa-paris-saclay.fr/wp-content/uploads/2021/12/151029-epps-abc_biodiversite.pdf

INSEE. (2020). Les agriculteurs : de moins en moins nombreux et de plus en plus d'hommes. Dernière consultation le 20/05/2023. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806717>

INRA, Unité Infosol, Orléans. (2014). Référentiel régional pédologique : Cahier des clauses techniques générales. Dernière consultation le 24/04/2023. URL : https://www.gissol.fr/wp-content/uploads/2019/03/CCTG_RRP.pdf

Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. (2022). Les sols en France : Synthèse des connaissances en 2022. Dernière consultation le 5/05/2023. URL : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-sols-en-france-synthese-des-connaissances-en-2022>

SGP. (2021). Catalogue des écomatériaux créés à partir des déblais du Grand Paris Express. Dernière consultation le 20/05/2023. URL : https://media-mediatheque.societedugrandparis.fr/pm_1_153_153086-m9w243wd6w.pdf

SGP. (2017). Catalogue des fiches formations géologiques. Dernière consultation le 20/05/2023. URL : <https://media-mediatheque.societedugrandparis.fr/medias/domain1/media503/75804-iac8951aqv.pdf>

SGP. Matières à faire : Kit de l'économie circulaire. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : <https://kiteconomiecirculaire.societedugrandparis.fr/#/page/0>

SGP. (2022). Schéma de gestion et de valorisation des déblais. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : https://media-mediatheque.societedugrandparis.fr/pm_1_167_167797-tafe3t1gox.pdf

Articles de presse

Binctin, B. (2016). « À Saclay, on détruit les terres agricoles sous prétexte de compensation environnementale ». *Reporterre*. Dernière consultation le 5/04/2023. URL : <https://reporterre.net/A-Saclay-on-detruit-des-terres-agricoles-sous-pretexte-de-compensation>

Bissuel, B., Rey-Lefebvre, I. (2007). « Une France de propriétaires ». *Le Monde*. Dernière consultation le 25/04/2023. URL : https://www.lemonde.fr/idees/article/2007/07/03/une-france-de-proprietaires-par-bertrand-bissuel-et-isabelle-rey-lefebvre_930872_3232.html

Malécot, D. (2010). Sarkozy scelle à Saclay la naissance du Grand Paris. *Les Echos*. Dernière consultation le 24/04/2023. URL : <https://www.lesechos.fr/2010/09/sarkozy-scelle-a-saclay-la-naissance-du-grand-paris-431990>

Tribune de 250 universitaire. (2021). « Campus Paris Saclay : pourquoi il faut renoncer à la ligne 18 ». *Mediapart*. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : <https://blogs.mediapart.fr/les-invites-de-mediapart/blog/230721/campus-paris-saclay-pourquoi-il-faut-renoncer-la-ligne-18>

Ouvrage associatif

Parayre, C. et coll. (2020). *Citoyens de terres contre Etat de fer : Paris Saclay, un désastre humain, environnemental et démocratique*. ISBN : 979-10-699-4787-0

Documentaire

Buffard, G. (2023). Nos terres en danger. France 5. Visionné le 9/04/2023.

Émission radiophonique

Nguyen, K. (2021). Grand Paris est une ZAD #1 - Le plateau de Saclay. France Inter. Dernière écoute le 10/04/2023. URL : <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/c-est-bientot-demain/paris-est-une-zad-6352508>

Sitographie

AFES. Dernière consultation le 15/05/2023. URL : <https://www.afes.fr>

Biotope. Dernière consultation le 23/05/2023. URL : <https://www.biotope.fr/>

Cerema. Dernière consultation le 24/04/2023. URL : <https://outil2amenagement.cerema.fr/>

EPA Paris Saclay. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : <https://epa-paris-saclay.fr/>

Géoconfluences. Dernière consultation le 25/05/2023. URL : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/>

Géoportail. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : <https://www.geoportail.gouv.fr/actualites/la-carte-des-sols-une-nouvelle-donnee-de-reference#>

Inrap. L'archéologie du plateau de Saclay. Dernière consultation le 2/05/2023. URL : <https://www.inrap.fr/magazine/L-archeologie-du-plateau-de-Saclay/Accueil#L'arch%C3%A9ologie%20du%20plateau%20de%20Saclay>

Institut Paris Région. Dernière consultation le 27/05/2023. URL ; <https://www.institutparisregion.fr/>

Légifrance. Dernière consultation le 7/05/2023. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/>

Les jardins de Cérés – AMAP. Dernière consultation le 24/04/2023. URL : <https://lesjardinsdeceres.net/>

RNEST. Dernière consultation le 7/05/2023. URL : <https://rnest.fr/le-programme-gessol/>

Société du Grand Paris. Dernière consultation le 27/05/2023. URL : <https://www.societedugrandparis.fr/>

Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Centre-Val de Loire. Dernière consultation le 15/04/2023. URL : <https://sigescen.brgm.fr/Contexte-geographique-et-geologique.203.html>

Terre et cités. Dernière consultation le 20/05/2023. URL : <https://terreetcite.org/>

Table des matières

Remerciements.....	2
Introduction.....	5
1. État de l'Art : un décalage sémantique préjudiciable pour les sols vivants	8
1.1. Les sols, un objet appartenant aux sciences dures.....	8
1.1.1. <i>Une définition technique et une documentation peu perméable</i>	<i>8</i>
1.1.2. <i>Des définitions profanes du sol variées</i>	<i>11</i>
1.1.3. <i>En urbanisme, un objet mal connu</i>	<i>13</i>
1.2. Une législation limitée, malgré des tentatives expérimentales récentes	15
1.2.1. <i>L'absence des sols vivants dans les textes de droit</i>	<i>15</i>
1.2.2. <i>Les terres excavées, déchets ou ressources ?</i>	<i>17</i>
1.2.3. <i>Expérimentations récentes de caractérisation et de cartographie des sols pour la planification</i>	<i>19</i>
1.3. Une perception historiquement utilitaire de l'aménagement des sols.....	22
1.3.1. <i>L'utilisation du sol dans l'Histoire jusqu'au XX^e siècle</i>	<i>22</i>
1.3.2. <i>Le tournant du XX^e siècle : artificialisation et saturation du sol</i>	<i>26</i>
1.3.3. <i>Les sols au sein des projets d'urbanisme de nos jours</i>	<i>28</i>
2. Le plateau de Saclay, théâtre d'un chantier colossal en milieu rural.....	31
2.1. Un contexte à fort potentiel.....	31
2.1.1. <i>Quel contexte général ?</i>	<i>31</i>
2.1.2. <i>Le plateau de Saclay : quelles en sont les caractéristiques pédologiques ?</i>	<i>33</i>
2.1.3. <i>Des services écosystémiques précieux dans la lutte contre le changement climatique</i>	<i>36</i>
2.2. Installation d'un grand projet d'aménagement, situé initialement dans la lignée des grands projets d'État.....	38
2.2.1. <i>L'idée d'une Silicon Valley à la française dans les années 2000</i>	<i>38</i>
2.2.2. <i>Les aménagements et leur emprise au sol.....</i>	<i>41</i>
2.2.3. <i>Mutation massive du paysage et de l'utilisation des sols sur le plateau</i>	<i>44</i>
2.3. Une forte opposition citoyenne qui replace les sols vivants au centre du débat.....	47
2.3.1. <i>Des enjeux profondément antagonistes à cause d'échelles différentes</i>	<i>47</i>
2.3.2. <i>Inquiétudes quant la place de l'agriculteur dans la société, et à l'autosuffisance alimentaire de la région parisienne</i>	<i>49</i>
2.3.3. <i>Les sols vivants finalement placés au centre des débats sur le plateau de Saclay ?</i>	<i>51</i>

3. Vers un changement de paradigme et une évolution des pratiques de l'urbanisme ..	53
3.1. Renouveau et apparition de nouveaux métiers dans les équipes de maîtrise d'ouvrage	53
3.1.1. <i>Un renouvellement des équipes, qui permet de nouvelles orientations</i>	53
3.1.2. <i>L'impact de ce changement de paradigme sur les professions existantes</i>	55
3.1.3. <i>De nouveaux métiers intégrés dans la maîtrise d'ouvrage pour une meilleure prise en compte des sols vivants</i>	57
3.2. Des pistes innovantes en faveur du recyclage et d'une limitation de la consommation des terres.....	59
3.2.1. <i>Les effets de la loi Zéro Artificialisation Nette</i>	59
3.2.2. <i>Les innovations en lien avec la ZAN et leurs limites</i>	62
3.2.3. <i>Efficiences des innovations sur le plateau de Saclay</i>	64
3.3. Vers un nouveau modèle urbain ?	67
3.3.1. <i>De nouveaux modèles qui répondent aux enjeux actuels et à venir</i>	67
3.3.2. <i>La promesse d'un cercle vertueux, mais encore limitée ?</i>	69
3.3.3. <i>Les sols vivants, objet au cœur du renouveau en urbanisme</i>	71
 Conclusion	 74
 Table des illustrations	 78
 Bibliographie	 80
 Table des matières	 85