

LA FABRIQUE À
SOLS FERTILES
EXPÉRIMENTATION DU CHAMP
À LA CONFLUENCE, LYON

Synthèse de la rencontre
professionnelle du **13/10/2023**



CONTEXTE

Le 13 octobre, la SPL Lyon Confluence a organisé, avec la participation de Ville & Aménagement Durable, une demi-journée de capitalisation de l'expérimentation de la fabrique de sols fertiles à Lyon Confluence. Cet événement qui a eu lieu à la Station Mue, avait pour objectif d'imaginer ensemble comment passer de l'expérimentation à la répliquabilité de cette pratique.

SOMMAIRE

- 3** PROGRAMME
- 4** INTRODUCTION
- 5** RESENTATION GENERALE DE L'EXPERIMENTATION CONDUITE DANS LE CHAMP A LYON CONFLUENCE
- 8** PRINCIPAUX RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION
- 14** COMMENT PASSER DE L'EXPERIMENTATION A LA REPLICABILITE ?
 - Ateliers de co-conception
 - Table ronde
- 19** CONCLUSION ET PERSPECTIVES
- 20** ANNEXE
 - Contribution des ateliers de co-conception
 - Questions complémentaires

+ Support d'intervention et photos à consulter sur :
<https://www.ville-amenagement-durable.org/La-fabrique-de-sols-fertiles-a-Lyon-Confluence>

Sauf mention contraire, tous les visuels utilisés dans cette synthèse sont issus du support présenté à l'occasion de cette rencontre



@VAD

PROGRAMME

13h45 - Accueil à la Station MUE

14h - Mot d'introduction, par Samuel Linzau, directeur général et Marie-Paule Coassy, cheffe de projets, SPL Lyon Confluence

14h20 - Principaux résultats de l'expérimentation conduite dans le Champ à Lyon Confluence, par le MOE des aménagements du Champ : Bertrand Vignal, associé, agence BASE et l'AMO de cette expérimentation : Xavier Marie, directeur, gérant, Sol Paysage

14h50 - Comment passer de l'expérimentation à la répliquabilité ? Ateliers de co-conception animés par les partenaires de cette expérimentation du Champ de la Confluence

16h15 - Table ronde plénière, avec Marie-Paule Coassy, chef de projets, SPL Lyon Confluence, Xavier Marie, directeur, Sol Paysage, Bertrand Vignal, associé, BASE, Thomas Pommier, INRAE, Daniel Lachana, président, Greenstyle, Jérôme Lavesvre, directeur adjoint, IDVerde, Pierre Georges, directeur du développement, Terres Fertiles

17h15 - Mot de conclusion, par Samuel Linzau, directeur général, SPL Lyon Confluence

17h30 - Moment convivial et échange avec le public

19h00 : Clôture festive et conviviale de la station Mue, ouverte au grand public, avec la projection du film « Attraction Terrestre » de Myriam Copier, en ciné-concert avec orchestre de quartier (film portant sur l'expérimentation : « Le sol disparaît ! À Lyon une équipe d'acteurs de l'aménagement de lance dans la fabrication de terres fertiles pour créer une forêt urbaine ... »)



@SPL Lyon Confluence



La Confluence incarne à la fois l'innovation et l'histoire industrielle, mais aussi une recherche urbaine visant à restaurer l'équilibre entre la création humaine et la nature.

La ville peut être en effet pensée comme un écosystème artificiel, conçu pour répondre aux besoins fondamentaux de l'être humain. Cet écosystème urbain trouve son origine dans une époque où l'humanité a créé des centres urbains en réponse à son impérieux besoin de survie, mais aujourd'hui, cette création humaine fait face à des limites bien définies, en particulier en raison des répercussions de la crise environnementale, qui remet en question notre propre survie au sein de ces écosystèmes urbains.

Aussi, l'enjeu d'aujourd'hui est celui de maintenir la vivabilité de la Ville. Et pour se faire, il convient d'y réintroduire massivement la nature. Mais la renaturation introduit une autre rupture, un autre paradoxe. Comment cette fois rendre la ville confortable sans prélever par ailleurs, le sol, ce substrat si précieux ?

L'expérience des sols fertiles, une expérience non exclusive, une expérience parmi tant d'autres, a été menée pour tenter répondre cet enjeu.

INTRODUCTION

par Samuel Linzau, directeur général de la SPL Lyon Confluence

Cela n'aurait pas été possible sans un partenariat large, y compris un soutien financier de la Métropole de Lyon et sans l'esprit pionnier qui a animé ce projet. Merci donc à la Métropole et la Ville de Lyon, merci à ce noyau central d'acteurs avec lequel nous avons cheminé, merci à toutes celles et ceux qui se reconnaîtront.

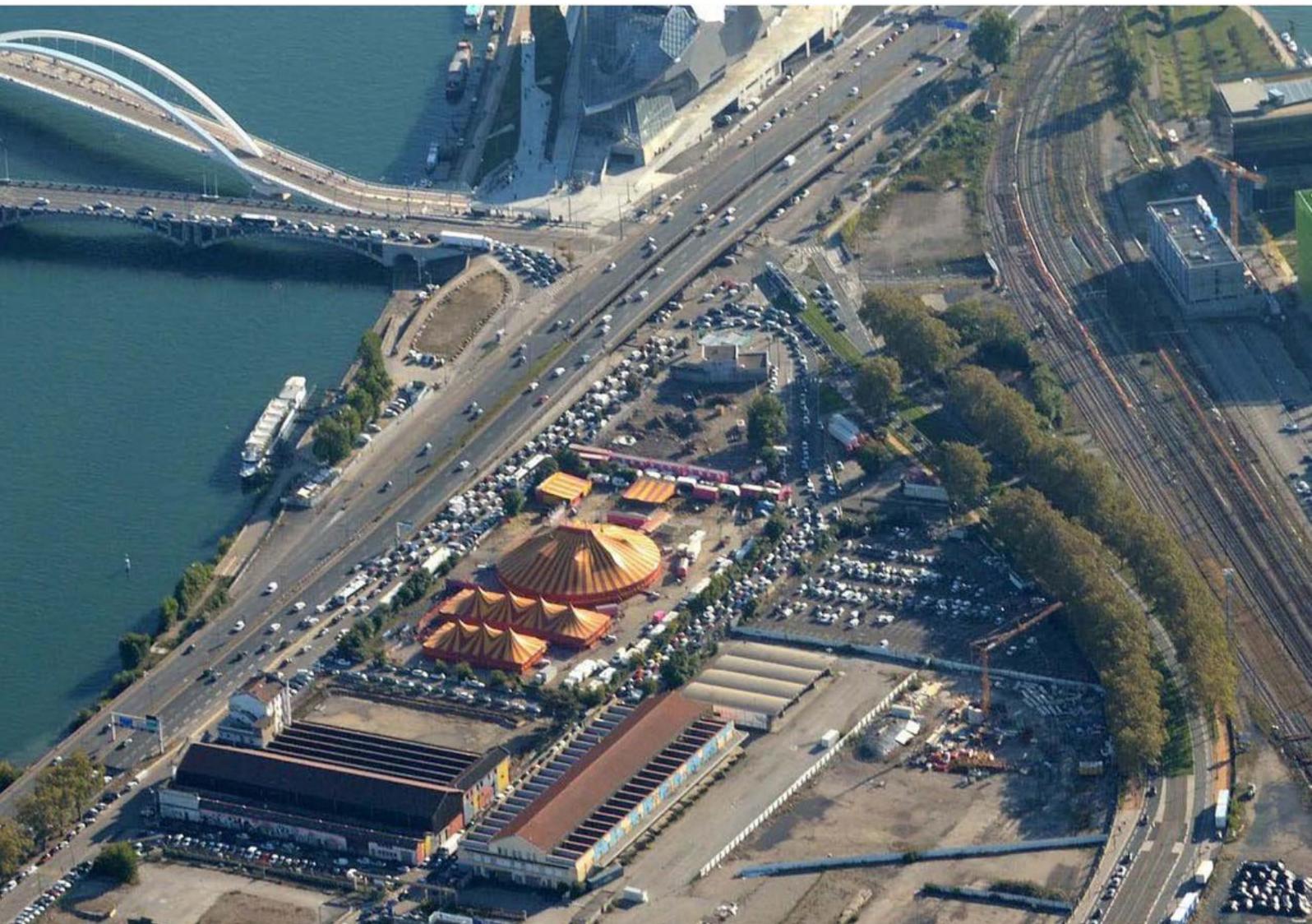
Enfin, la répliquabilité, telle que nous la concevons à la Confluence, ne cherche pas à imposer une méthode, mais plutôt à partager une expérience, des valeurs, des concepts et des solutions, pour permettre de les adapter et les appliquer ailleurs, tout en tenant compte des particularités et spécificités locales sociales, environnementales et économiques.

Dans ce récit du sol que nous évoquerons ensemble aujourd'hui, la SPL Lyon Confluence est une entreprise publique locale qui, comme maître d'ouvrage, sert l'intérêt général et l'utilisateur. C'est notre raison d'être et notre raison d'agir.



PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'EXPÉRIMENTATION CONDUITE DANS LE CHAMP À CONFLUENCE

Par Marie-Paule Coassy, SPL Lyon Confluence





La SPL Lyon Confluence, accompagnée du paysagiste BASE, met en œuvre de façon progressive le secteur du Champ correspondant à la partie sud du projet urbain de la Confluence. Ce secteur de 5,5 hectares met « le paysage » au cœur de la conception urbaine.

Partant de la friche industrielle de l'ancien marché de gros, la SPL Lyon Confluence met en place une démarche de renaturation progressive qui permet de proposer le développement du Champ comme laboratoire urbain d'expérimentations. Cette démarche vient alimenter les réflexions de la Métropole à une large échelle, pour mettre en œuvre la Charte de l'Arbre, le Plan Canopée et la Charte des Espaces Publics. Plusieurs sujets sont expérimentés sur site, notamment la constitution de sols fertiles en économie circulaire, afin de promouvoir des modes de faire alternatifs et vertueux, soutenir la mise en œuvre de nouvelles filières, engager les réflexions pour répondre au besoin grandissant de sols fertiles pour la végétalisation de la Métropole.

LE CHAMP :

la création d'une forêt urbaine à la Confluence, un « bois habité » de 5,5 ha

Expérimenter pour produire des connaissances à destination des acteurs de la filière

Ainsi, depuis 2018, un travail collaboratif a permis de définir les attentes techniques pour la fabrication et mise en œuvre de sols fertiles provenant de terres naturelles issues de l'économie circulaire et d'envisager la répliquabilité des démarches, en réunissant :

- la maîtrise d'œuvre et concepteurs (agence BASE)
- les entreprises de paysage (notamment celles formant le GIE Terres Fertiles)
- les services de la Métropole, portant la réflexion sur la production des sols fertiles en économie circulaire afin de répondre aux besoins grandissants des projets métropolitains
- la Ville de Lyon (Direction des espaces verts futurs propriétaires et gestionnaires des espaces publics du Champ)
- les AMO spécialisés cabinet d'ingénierie du paysage (Sol Paysage)
- les chercheurs (INRAE, Ecole urbaine de Lyon)

Il est à noter que les expériences portées par la SPL Lyon Confluence font l'objet d'une subvention ECOCITE.

Cette série d'expérimentations est ainsi conduite dans un souci de production de connaissance à destination des acteurs de la filière du paysage lyonnaise. Elles essaient aujourd'hui plus largement jusqu'au niveau national et entrent pleinement dans la démarche ZAN.

Plusieurs événements professionnels d'échanges ont été organisés sur ce sujet (visites techniques, présentations, séminaires ...) entre 2018 et 2023.

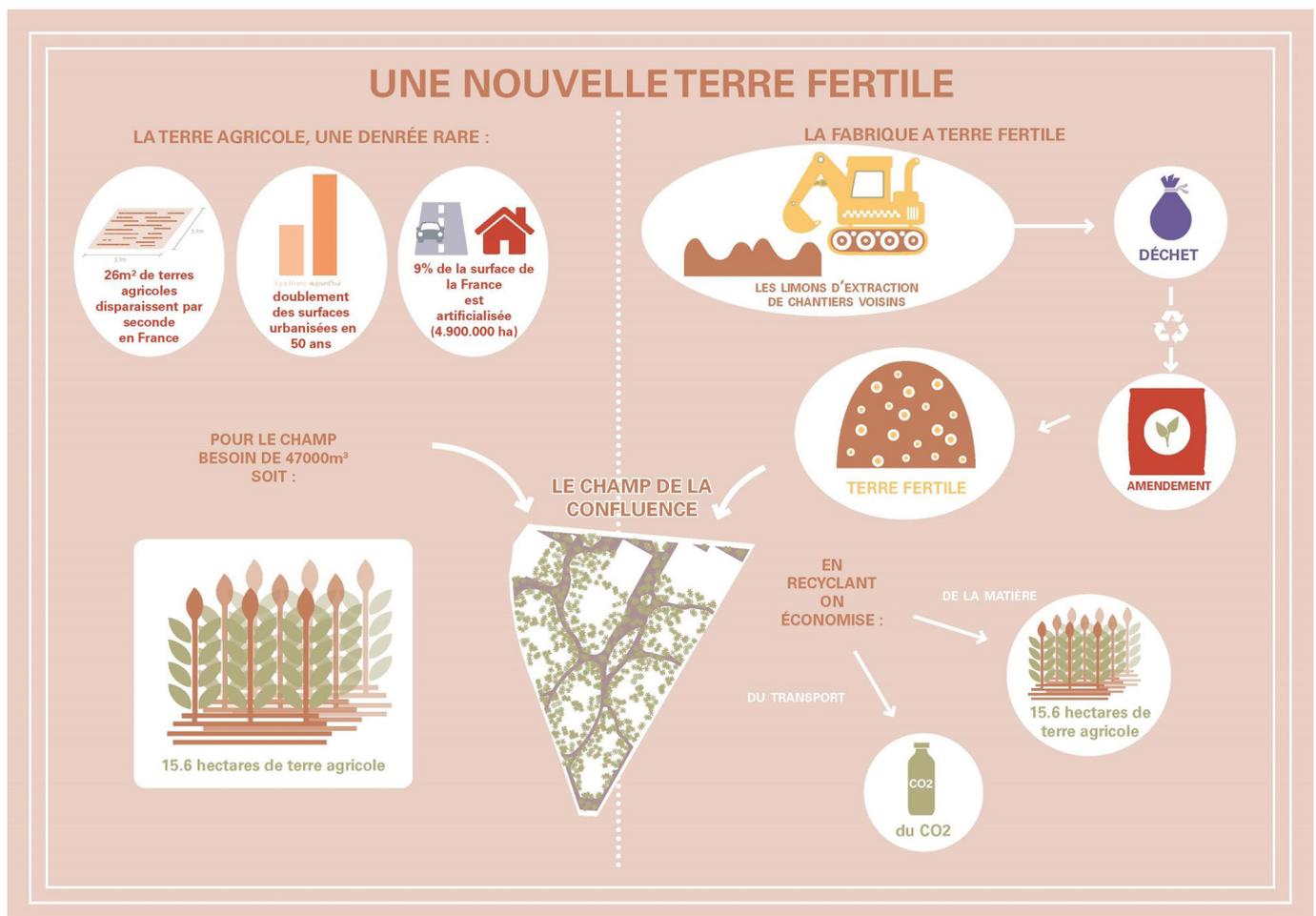
Évaluation des expérimentations

En février 2023, la mise en place des terres issues des andains a été réalisées sur l'emprise des aménagements extérieurs de la parcelle ZADIGA, sous maîtrise d'ouvrage de la SPL Lyon Confluence. L'objectif est de poursuivre le suivi technique et scientifique afin d'évaluer le comportement des sols fertiles une fois mis en place dans un aménagement

définitif. La mise en œuvre d'une deuxième plateforme permet aussi la comparaison de fertilisation entre le compost issu de déchets verts, et le compost issu de biodéchets (Oui compost).

Cette évaluation est nécessaire afin d'aboutir le suivi et conclure sur cette expérimentation de production de sols fertiles.

Cette journée a ainsi pour objectif la restitution et la diffusion de l'ensemble de cette démarche pour passer à une répliquabilité de cette pratique.



PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION

Par Bertrand Vignal, agence BASE et Xavier Marie, Sol Paysage

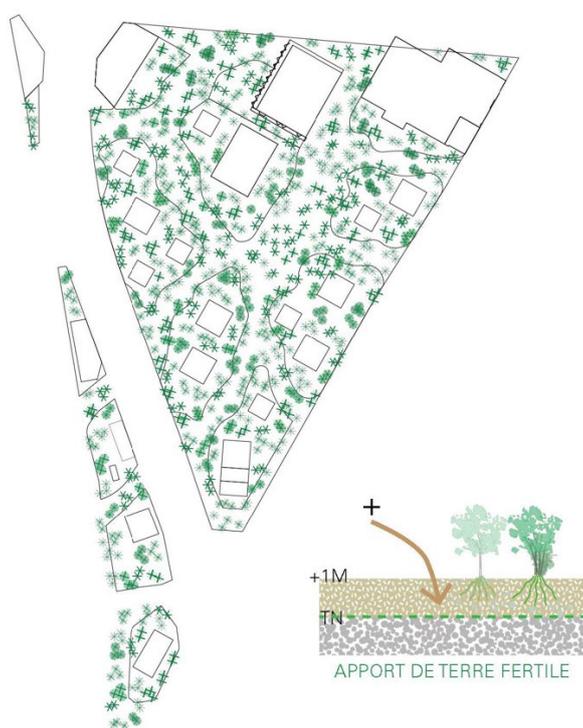
Une première expérimentation au printemps 2018

La démarche s'est tout d'abord appuyée sur un examen approfondi du potentiel de renaturation du site existant. Des études environnementales et agropédologiques ont conclu à la possibilité de réemploi de matériaux de construction de voirie mais ont exclu la possibilité d'une re-fertilisation des sols en place. Il s'agissait dès lors de répondre à l'enjeu d'apporter et mettre en œuvre sur le site un horizon fertile de plus d'un mètre de profondeur ou « méga-fosse de plantation » sans puiser de ressources dans les milieux naturels environnant et notamment le

décapage de terres arables. En concertation avec Frédéric Ségur de la Métropole de Lyon et les attentes des professionnels du paysage, Lyon Confluence a décidé de tester en pratique et à grande échelle un processus de reconstitution de sol in situ proposé par Sol Paysage.

Cette première expérimentation mise en œuvre au printemps 2018 a consisté à reconstituer in situ un horizon fertile d'un mètre d'épaisseur, sans terre végétale rapportée, à partir de mélange de limon et de compost. L'utilisation de limon – horizon de sous-couche inerte – provenant de déblais de chantiers de terrassement métropolitains doit permettre de faire

LA MÉGAFOSSE DE PLANTATION COMME PRÉAMBULE DU BOIS



la démonstration de la possibilité de mise en œuvre alternative de projet de paysage en ville de manière soutenable et en économie circulaire. Ce chantier réalisé par la société Greenstyle – membre du GIE Terres Fertiles – a été déployé autour d'un projet d'occupation temporaire événementielle la Station Mue également employée pour communiquer ou sensibiliser sur les nouvelles pratiques de paysage mise en œuvre sur le Champ. A son achèvement à l'été 2018, l'expérimentation se positionne déjà de manière précurseur, dans les enjeux de la politique (ZAN) Zéro Artificialisation Nette dévoilée par le gouvernement lors du plan Biodiversité en juillet 2018.

La Métropole de Lyon a missionné Sol Paysage pour assurer un suivi technique et scientifique sur trois années de l'évolution de sol recomposé in situ afin de permettre de capitaliser et diffuser les retours d'expériences de la démarche auprès des services

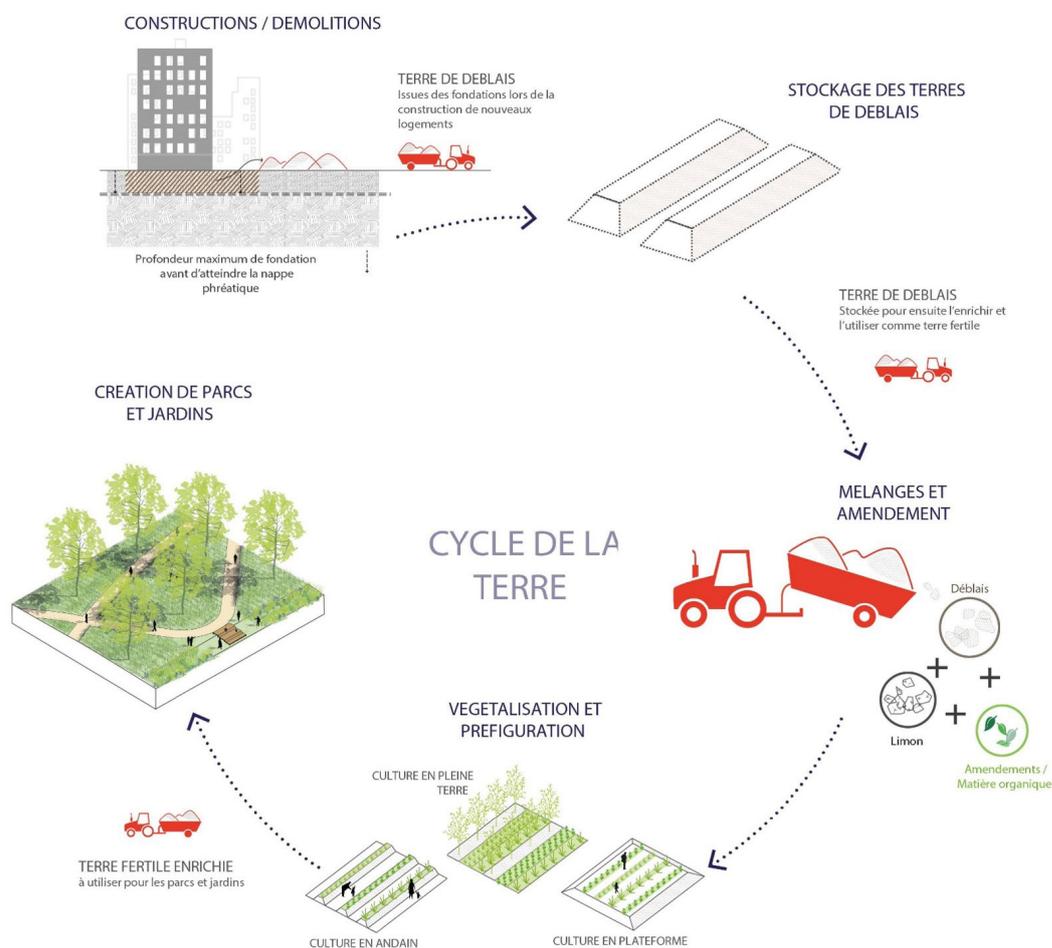
des collectivités et des professionnels, concepteurs ou aménageurs. Sol Paysage a par ailleurs mis à profit le site d'expérimentation pour renseigner un programme de recherche sur le comportement des lombriciens dans les anthroposols (programme ECLAS).

Les premiers enseignements techniques de cette expérimentation sont encourageants mais mettent en lumière la complexité d'une reconstitution in situ sans maturation préalable (techniques de mises en œuvre à éprouver et effet des conditions climatiques).

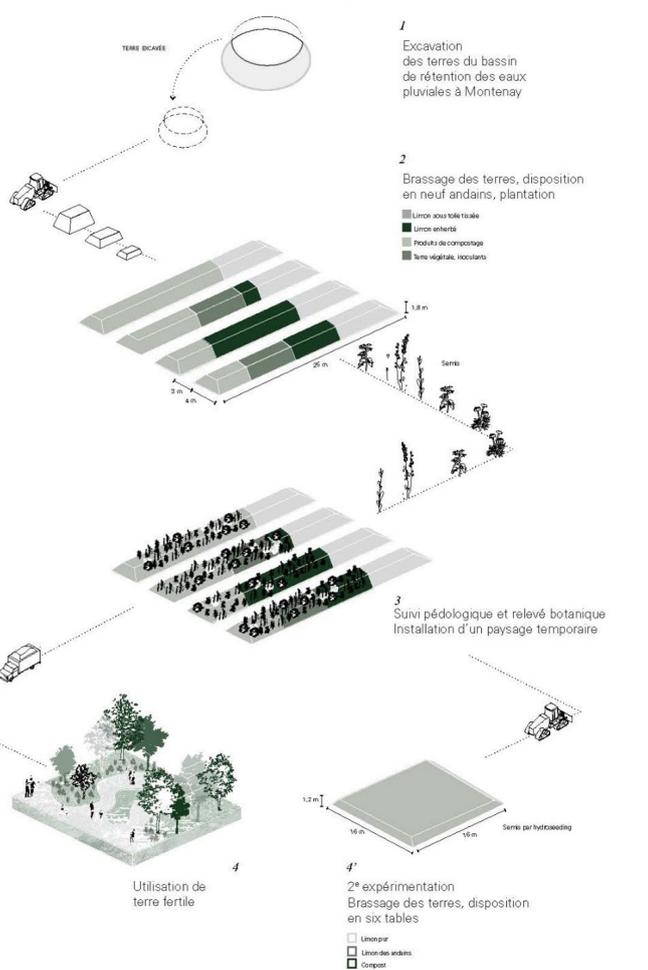
Une seconde expérimentation en octobre 2019

Ainsi, dès l'année suivante, la SPL Lyon Confluence partage avec les services de la Métropole l'opportunité de mettre à profit la captation de 4 000 m³ de limons excavés d'un chantier Direction de l'Eau - terrassement d'un bassin de rétention des eaux à Montanay - pour

PROCESS



PROCESSUS DE FABRICATION DE LA TERRE FERTILE DES ANDAINS



engager une nouvelle démonstration. Cette seconde expérimentation mise en œuvre en octobre 2019 consiste à créer une plateforme « prototype » de préparation pour mise en maturation préalable de substrats fertiles.

Cette plateforme doit permettre à la SPL Lyon Confluence de maîtriser ses besoins futurs de substrats produits en économie circulaire tout en poursuivant et complétant l'effort de production de connaissance permettant à la Métropole de Lyon de cadrer et diffuser ces nouvelles pratiques. Le projet de réalisation de cette expérimentation est conçu par BASE sur la base de la programmation scientifique définie par la Métropole de Lyon qui en pilotera le

suiti technique et scientifique avec l'appui de Sol Paysage et de l'INRAE.

Ce retour d'expériences complété de ceux issus du premier démonstrateur doivent permettre de documenter la conception d'un guide métropolitain sur les modes de production, d'utilisation et de mise en œuvre de ces nouveaux matériaux produits en économie circulaire.

La plateforme a été réalisée par l'entreprise Greenstyle. Elle se compose de 9 andains et permet l'étude dans le temps de l'évolution de 18 modalités (selon leur proportion de limon, compost, terre végétale en inoculum et selon l'effet de la végétation ou non). Elle concerne la mise en maturation de 1 500 m³ de substrats. Le volume de limon restant est mis en stock pour un usage ultérieur.

A compter de sa réalisation, la plateforme a fait l'objet d'un suivi régulier de la maturation des modalités par Sol Paysage jusqu'à l'été 2022, date à laquelle la majeure partie des andains maturés sont déstockés pour être mis en œuvre dans de nouveaux aménagements du Champ – espaces paysagers environnant le programme de réhabilitation ZADIGA. Le suivi est poursuivi sur ces matériaux une fois déstockés et remis en œuvre pendant deux ans en parallèle du suivi de parachèvement et confortement des aménagements extérieurs de ZADIGA.

Cette opportunité de suivre des sols en maturation a également fait l'objet de recherches fondamentales menées par Thomas Pommier, Directeur de Recherche au Centre INRAE Lyon Grenoble Rhône-Alpes, et de Marine Durand, doctorante de l'École Urbaine de Lyon. Leur programme de recherche vise à mieux comprendre les processus microbiens impliqués dans la fertilité des sols urbains, et notamment de la disponibilité en azote, élément nutritif essentiel à la croissance des plantes, tout au long de la maturation des sols sur la plateforme du Champ. Ainsi, leur approche permet de compléter les mesures agronomiques classiques réalisées par Sol Paysage par des indicateurs microbiens pertinents d'un point de vue biologique.

Une nouvelle plateforme de préparation de substrats à l'automne 2022

A l'automne 2022, une nouvelle plateforme de préparation de substrats est mise en œuvre pour valoriser le stock de limon restant qui va servir à produire les substrats des aménagements du Champ jusqu'en 2024. Cette nouvelle étape de préparation est engagée à nouveau avec l'objectif de poursuivre



la production de connaissance autour de deux aspects principaux. Le premier aspect concerne les modalités de mise en forme des substrats. Cette fois-ci, ce ne sont plus des andains mais des formations en « table » qui seront comparées pour identifier les hauteurs les plus favorables à l'homogénéité du mélange mûri. Le second aspect concerne la comparaison de l'effet du compost de déchets verts (tailles d'arbres) et celui du compost de biodéchets (déchets organiques). Le compost de biodéchets sera fourni par la société Ouicompost qui bénéficie depuis l'été 2020 et jusqu'à l'été 2023 d'une convention d'occupation temporaire sur un terrain en friche propriété de la SPL Lyon Confluence situé en vis-à-vis de la plateforme.

La valorisation du compost de biodéchets est un enjeu d'importance pour la Métropole qui va généraliser, courant 2023, la collecte de compost auprès des particuliers – phase de test engagée dans le 7^e arrondissement de Lyon. Le croisement des filières de production de compost de biodéchets avec celles de production de substrats fertiles nécessite donc d'être documenté d'un point de vue quantitatif et qualitatif pour donner de la visibilité sur de nouveaux modèles économiques.

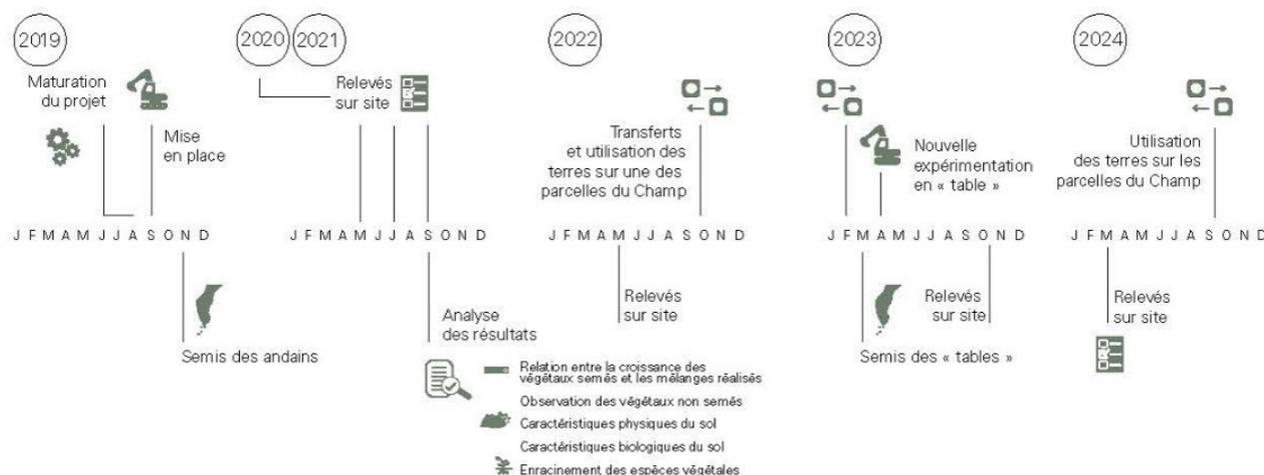
Cette nouvelle plateforme est réalisée par la société IdVerde en janvier 2023. Le suivi des processus de maturation et le retour d'expérience final pourra être documenté jusqu'à fin 2024.

Principaux résultats

Un rapport final de l'expérimentation de reconstitution in situ a été rendu par Sol Paysage en avril 2022. Ce suivi vient valider l'opportunité de reconstitution en milieu urbain de sols fertiles par mélange de compost avec du limon valorisé en économie circulaire. Ce suivi renseigne en outre sur les points de vigilance techniques et opérationnels lors de la mise en œuvre in situ par couches (éviter le risque de compaction en faisant travailler les engins « à reculons ») et la sensibilité de ce substrat aux effets climatiques (éviter le risque de compaction en utilisant des matériaux secs hors période pluvieuse lors des mélanges et de la mise en place ; éviter le risque d'anoxie en limitant l'irrigation par aspersion notamment après un épisode pluvieux).

Afin de faciliter la qualité de reprise, la seconde expérimentation de plateforme de préparation et de mise en maturation doit éclairer l'opportunité d'une maturation préalable. Ces réponses seront apportées à l'issue du suivi ZADIGA fin 2024.

Dès à présent, un rapport agro-pédologique, produit par Sol Paysage, et un rapport scientifique, produit par INRAE, ont permis de documenter la période de maturation entre 2019 et 2022 des différentes modalités mises en œuvre. Le rapport de Sol Paysage identifie les proportions de mélanges les plus efficaces en fonction des horizons de reconstitution et qualifie les indicateurs pédologiques les plus adaptés à l'évaluation du processus de maturation. Les travaux menés par l'INRAE ont permis de démontrer les avantages d'inclure des indicateurs microbiens au suivi classique agro-pédologique pour identifier le temps de maturation nécessaire à la production d'azote disponible pour les plantes. Ces nouveaux indicateurs sont nécessaires pour qualifier la recevabilité de ces nouveaux substrats en économie circulaire. En effet, les analyses en laboratoire pratiquées couramment restent imprécises car les normes actuelles sont mal adaptées pour qualifier des substrats issus de mélanges entre des matériaux terreux avec du compost, notamment du point de vue de l'activité biologique.



A date, les résultats des expérimentations engagées sur le site de reconstitution in situ Mue et la première génération de plateforme prototype de maturation, viennent valider par l'expérience plusieurs volets d'un futur guide de recommandation technique (en cours de rédaction) :

- Le principe de mise en œuvre de sols continus par horizons,
- Les précautions sur l'effet du tassement lors de la mise en œuvre des substrats par couche,
- Les différences de qualité de sol entre la surface et le cœur des andains,
- Les proportions de mélange limon/compost selon les horizons et la destination des aménagements paysagers,
- L'effet de l'engrais vert et l'absence d'effet de l'inoculum terre végétale dans les modes de préparation de substrats,
- Les indicateurs pertinents de suivi de fertilité, spécifiques au suivi de la maturation des mélanges par agrégation structurale et notamment les indicateurs d'observation pédologique de terrain et les analyses microbiologiques de laboratoire.

Par la suite, les retours d'expérience produits d'ici 2024 permettront d'éclairer sur :

- L'approfondissement des indicateurs complémentaires de fertilité et les indicateurs de qualité attendus sur le compost,
- Les formes de préparation et les hauteurs de mélanges garantissant la meilleure homogénéité de substrats maturés,
- Les éventuelles pertes de qualité de substrats maturés une fois déstockés et remis en œuvre et le cas échéant les solutions compensatoires à adopter.

A l'heure où émergent ces nouveaux acteurs en capacité de produire des terres naturelles reconstituées en économie circulaire, il est d'un intérêt majeur pour la Métropole de Lyon de :

- Qualifier les indicateurs de recevabilité de ces nouveaux matériaux
- Renseigner sur les process singuliers de préparation, de mise en œuvre et de confortement,
- Transmettre en ressource ouverte les retours d'expériences permettant d'activer des modèles économiques de production soutenables et vertueux,
- Encourager les acteurs de l'écosystème Grand-Lyonnais à enrichir de manière continue la production de connaissance sur les trois points qui précèdent et la capitaliser.

C'est dans cette démarche que s'est engagée la SPL Lyon Confluence aux côtés de la Métropole ainsi que de nouveaux acteurs pour faire de l'expérience lyonnaise une démarche pionnière remarquable et remarquée dans la dynamique nationale ZAN.

Programmes de recherches appuyés en partie ou en totalité sur les démonstrateurs de Confluence

- Thèse CIFRE de Jeanne Maréchal, l'Université de Rennes / Sol Paysage, mars 2022 « Impacts de l'ingénierie pédologique sur les sols et les communautés lombriciennes - Vers la conceptualisation d'une Trame Brune urbaine », se donne pour objectif de contribuer à l'amélioration des connaissances sur les communautés de vers de terre et leurs contributions aux fonctions des anthroposols reconstitués (fonctions relatives à l'eau et à la fertilité des sols notamment).
- Thèse de Marine Durand de l'INRAE / École urbaine de Lyon – cette thèse a pour objectif de développer de nouveaux indicateurs microbiens pertinents pour le suivi des processus de refertilisation des mélanges terre-compost, notamment en prenant pour modèle les groupes fonctionnels du cycle de l'azote.

En outre, cette thèse explore les capacités de résistance et de résilience de ce type de mélanges à des pressions urbaines classiques, telles que les phénomènes de sécheresses caniculaires propres aux îlots de chaleurs urbains.

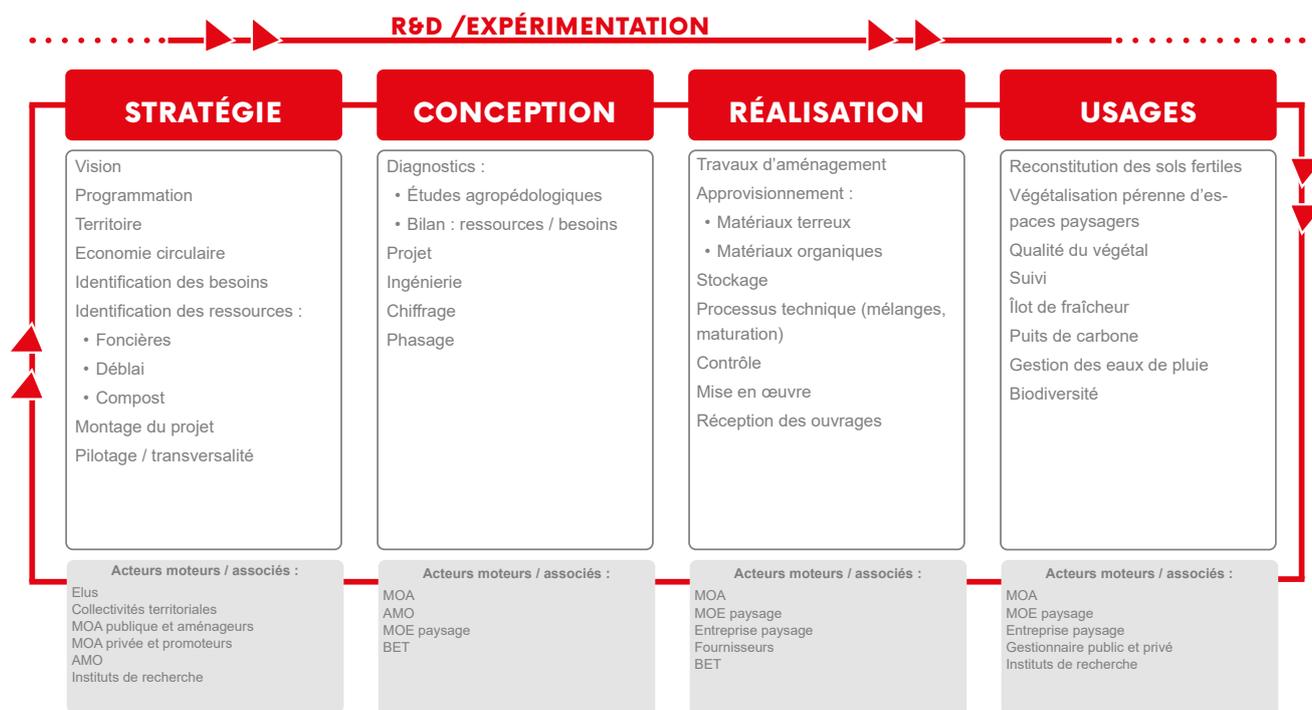
Distinctions

- L'aménagement du Champ : lauréat des défis urbains 2020, catégorie « Ville et nature »
- Lyon Capitale Française de la biodiversité 2019, Confluence intégrée au programme présenté au jury.

COMMENT PASSER DE L'EXPÉRIMENTATION À LA RÉPLICABILITÉ ?

Temps 1 : Ateliers de co-conception

FRISE PROCESSUS ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE #SOLS FERTILES



Afin d'imaginer collectivement comment passer de cette expérimentation de fabrication de sols fertiles à la répliquabilité, des ateliers de co-conception ont été mis en place avec les participants. Animés par les partenaires de l'expérimentation, ils ont permis d'identifier des compléments à apporter à la frise processus présentée ci-dessus et d'établir une liste de questions, dont certaines ont été traitées lors de la table ronde.

Les contributions sont à retrouver en Annexe p. 20 et nécessiteront d'autres réunions de travail pour être consolidées.



@VAD

En présence de :

Marie-Paule Coassy, chef de projets, SPL Lyon Confluence
 Bertrand Vignal, associé, BASE
 Thomas Pommier, directeur de recherche, INRAE
 Xavier Marié, directeur, Sol Paysage
 Daniel Lachana, président, Greenstyle
 Jerome Lavesvre, directeur adjoint, IDVerde
 Pierre Georges, directeur du développement, Terres Fertiles
 Marine Durand, doctorante, INRAE/Ecole urbaine de Lyon

Modération : Claire Vilasi, chargée de mission, Ville & Aménagement Durable

COMMENT PASSER DE L'EXPÉRIMENTATION À LA RÉPLICABILITÉ ?

Temps 2 : Table ronde

Face à l'enjeu de développer ces nouvelles pratiques, comment capitaliser et diffuser cette expérience ?

Cette expérience est une démarche scientifique de recherche et certains résultats sont consultables sur internet. La diffusion d'information est également réalisée par les différentes directions de la Métropole de Lyon.

L'association Plante & Cité diffuse des connaissances scientifiques et techniques à l'échelle nationale et a créé une plateforme d'échange.

Cela questionne néanmoins la mise en place d'un outil d'aide à la décision, par exemple un guide multicritère ou un tableau multi-entrée qui permettrait de croiser des données et répondre à un maximum de questions en autonomie pour la maîtrise d'ouvrage, en amont du lancement du projet. Cela permettrait de faire gagner du temps d'étude et aux équipes qui candidatent. Ce type d'outil pourrait, par la même occasion, faire connaître les actions méconnues et diffuser les expériences.

Pour le moment, il est conseillé de se tourner vers tous ceux qui peuvent avoir des retours d'expérience parce que le contexte du projet est toujours différent.

D'un point de vue logistique, est-il toujours nécessaire de déplacer la terre pour fabriquer de la terre fertile ? Si oui, cela nécessite de créer des plateformes dédiées. Qui doit développer ces plateformes (acteur public, privé) ?

La durée de projet joue beaucoup sur les possibilités. La fabrique de terre fertile suggère effectivement de développer des sites sur lesquels on peut amener les terres au préalable après les avoir qualifiées, triées et caractérisées.

Il faut développer le réseau d'opérateurs et les partenariats entre acteurs (dans cette expérience, c'est tout un réseau d'acteurs qui s'est mis en place). Par ailleurs, il y a un volet réglementaire qui est en train d'être écrit et finalisé.

En attendant, il est possible de se référer au « guide de valorisation des terres excavées¹ », en

1 <https://ssp-infoterre.brgm.fr/fr/guide/valorisation-hors-site-tex>



@SPL Lyon Confluence

site pollué et en site non pollué (2 guides différents). Ces recommandations ont pour but de limiter les risques sanitaires liés aux déplacements et d'éviter la contamination du site d'accueil (ne pas amener de la terre plus polluée ou polluée différemment que celle du site qui l'accueille). Ces règles s'appliquent à tous les acteurs du projet.

A noter qu'à partir de 2024, nous allons devoir déclarer le déplacement des terres.

La limitation et l'anticipation de ces risques sont très importantes pour favoriser le réemploi des terres excavées et leur déplacement d'un site à un autre sans passer par une plateforme intermédiaire (et donc sans attendre que cette plateforme se mette en place).

L'équipe de recherche représentée par Marine Durand et Thomas Pommier a interrogé différentes maîtrises d'ouvrage (surtout composées de métropoles) et leur retour pour la faisabilité de ce type de projet serait de développer une filière terre pour coordonner les acteurs et mettre en place un protocole. Il faudrait aussi penser aux nouveaux métiers que cela crée et donner les moyens de les développer.

Cette expérience a également mis en évidence le besoin de sensibiliser autour du sujet de la pollution. Que veut dire « terre polluée » ? Les sites pollués sont souvent associés à l'infertilité. Or, les sites pollués peuvent aussi être fertiles. Il faut prendre en compte les caractéristiques agronomiques des terres pour apprendre à les caractériser de façon plus diversifiée. Cela révèle aussi le besoin de réfléchir à des cahiers techniques, de bonnes pratiques, liés au recyclage des matériaux, comme les limons, qui peuvent devenir avec le temps des éléments forts de nos aménagements paysagers.

Est-ce qu'il est possible de programmer une fabrique de terres fertiles sur des terres polluées ? Comment le diagnostic pourrait-il être inclus dans la phase programmation ?

L'essentiel est de prévoir des études agro-pédologiques et de croiser les trois diagnostics (géotechnique, de pollution et pédo-agronomique) pour développer une stratégie de réemploi adaptée.

Il faut veiller à limiter le transfert de pollution et à maîtriser la contamination d'un site à un autre (et ainsi veiller à ne plus fragmenter les terres).

La contamination des nappes phréatiques du site d'accueil par transfert d'eau des sols doit également être limitée.

Les notions de contamination et de valorisation sont extrêmement liées. Les règles en cours de rédaction seront très claires sur ce sujet.

Faut-il composer la terre en fonction de la palette végétale voulue ou au contraire adapter le végétal à la terre créée ?

Les deux ! Cela dépend du site, du projet et de son adaptabilité sociale (par exemple, est-ce acceptable de limiter l'accès du public au site ?).

Dans cette phase de transition, il faut travailler en partenariat pour faire des projets efficaces et cohérents. Ça permet d'établir la palette végétale adaptée et viable sur le long terme. Il faut prendre en compte et composer avec ce qui est déjà-là, la destination du site (les usages / les publics) et le temps disponible pour le projet.

Travailler localement permet d'avoir des terres de même type (en général, car les terres peuvent aussi avoir été fragmentées/déplacées) et donc permet de



@VAD

répondre de façon similaire et de gagner en temps de processus. Il faut également analyser le type de sol et de terre avant le projet ou à la rédaction de l'appel à projet : cela permet d'avoir des réponses plus pertinentes et de gagner du temps pour la suite du projet. Un maximum de ces informations et analyses de site doit être donné par les maîtrises d'ouvrage. Attention cependant à bien se poser la question de la nature du sol et non pas de la terre. Une donnée importante est sa capacité de transfert (la capacité hydrique du sol).

Il y a trois degrés de liberté pour la conception d'un projet :

- comment modifier la terre ?
- comment choisir les essences végétales ?
- comment apporter l'eau dans ce sol, et donc, quelle est sa « retenue d'eau » ? C'est en effet la seule façon de répondre à la problématique du réchauffement climatique.

Enfin, ne pas oublier qu'il faut aussi de l'air dans nos sols pour l'évolution de nos végétaux sur le long terme ! Il faut donc faire attention au compactage et à l'imperméabilisation de nos espaces.

Comment identifier les ressources en terre et en matière organique ?

Agir auprès des opérateurs permet de faire prendre conscience des potentielles qualités de la terre du site et de s'interroger sur ce qui fait « terre ressource ». La réponse à cette question nécessite de se référer à un aspect réglementaire et de définir ce qui est ressource ou ce qui ne l'est pas en fonction des territoires et des typologies de sols. Il est nécessaire d'être au plus près du chantier pour capter la bonne ressource tout au long du projet.

Il est recommandé de choisir des offres de terrassier

indiquant une destination de la terre. Pour que ce type de projet fonctionne, cela nécessite que toute la chaîne d'acteurs s'implique.

Il est important de ne pas laisser échapper les « bonnes terres » et de créer des stocks de limons caractérisables. Nous avons tous une responsabilité sur ce sujet.

La question est la suivante : comment capter la ressource ? Il faut certes la caractériser, mais cela nécessite aussi de prescrire les bonnes pratiques pour optimiser les itinéraires logistiques et techniques de réemploi de cette ressource.

Les gisements locaux provenant des rivières ont-ils été utilisés dans le cadre du projet de la Confluence ?

Certains gisements sont constitués de sédiments issus du dragage de cours d'eau. Selon leurs caractéristiques physicochimiques et leur teneur en eau après ressuyage, ils peuvent être utilisés et stockés afin d'être réemployés. Un guide spécifique pour encadrer ce type de réemploi est en cours de rédaction par le BRGM.

Quels sont les indicateurs utilisés tout au long du processus ?

Certains indicateurs sont visibles, par exemple l'humidité ou le compactage. Des indicateurs agro-pédologiques ont également été utilisés, sur la base d'échantillons de terre analysés au laboratoire. Comprendre la qualité et le fonctionnement des sols sur le terrain est primordial. L'observation pédologique sur site permet en effet d'une part établir des connaissances indispensables sur la morphologie des sols, d'autre part de produire et



@VAD

de contextualiser les échantillons prélevés pour analyse en laboratoire. Cependant les observations pédologiques sont assez coûteuses, destructives, et les mesures agronomiques reflètent difficilement le changement d'état du mélange dans le temps. Au contraire, les micro-organismes réagissent en premier aux variations de ce substrat, et le suivi de leur activité biologique est un indicateur pertinent des différentes étapes de sa maturation. Il est important aussi de prendre en compte que les sols vivants en ville représentent une trame brune anthropisée et fragmentée. Une observation de terrain couplé à des analyses de laboratoire peut donc produire des informations précises sur un point ou un secteur d'étude mais ne garantit pas une uniformité sur l'ensemble du site.

Utiliser des terres fertiles demande d'être formé. Il faut faire filière pour fluidifier les échanges et harmoniser les langages. Former les acteurs permet également de respecter, dans toutes les étapes, la vie du sol et le matériau terre, qui sont fragiles et nécessitent du soin.

Un des problèmes aujourd'hui pour l'utilisation des terres de site est les normes sur lesquelles se baser. Celles-ci sont écrites à partir d'un référentiel se basant sur des terres agricoles formées en plusieurs milliers d'années (dans le cas de terre fertile, nous avons un sol avec de l'ajout de matière organique donc cela prend du temps avant que le rééquilibrage se fasse et que la chimie change). Le fonctionnement des microorganismes, par exemple, n'est jamais pris en compte. Une première étape serait de réintégrer la présence des microorganismes dans les critères d'analyse.

Parle-t-on ici de terres végétales ou de techno sols ?

On parle de techno sols lorsque l'on compte 20% de modification humaine.

Quel est le suivi prévu ?

La période de post plantation (juste après la plantation des arbres) est de la responsabilité de l'opérateur. Dans ce type de projet, il y a un besoin de suivi sur le long terme. Le sol a besoin de matière et d'humus qui se produit avec le temps. Cela nécessite d'adapter le plan de gestion au type de sol choisi et de mettre en place un protocole sur-mesure par rapport au diagnostic. A nouveau, ce type de projet nécessite de la formation pour changer nos pratiques de gestion (par exemple, ne plus reproduire des projets avec des sols nus car ceux-ci s'appauvrissent avec le temps, accepter une gestion plus horticole).

Dans une logique de circularité, il faut aussi penser aux sols que l'on crée actuellement et qui seront utilisés demain dans d'autres projets.

Comment inclure les habitants dans le processus et en faire de vrais acteurs des projets ?

Il faut inclure les habitants le plus possible dans les phases de concertation : sensibiliser et faire de la pédagogie auprès des publics sur l'image du territoire en transition, mais également faire évoluer nos pratiques en fonction des retours des usagers.

L'acceptabilité de ces phases de transformation doit également être questionnée : sols non praticables et/ou en chantier.

Pour inclure tous les usagers, le projet ne doit pas être borné mais doit intégrer une forme de souplesse et d'évolutivité. Pour cela, on peut inviter et questionner les habitants et usagers aux différentes étapes du projet.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les participants ont identifié les besoins suivants pour favoriser la reproductibilité de l'expérimentation :

- Comprendre le rôle de la collectivité dans ce type de projet
- Identifier les leviers à mettre en place pour faire évoluer la réglementation de la gestion des terres excavées
- Disposer d'une carte des sites d'excavation, de production et en demande de terres fertiles
- Disposer d'un bilan de l'opération (données techniques détaillées) associé à une estimation des besoins spatiaux-temporels pour reproduire ce type de projet

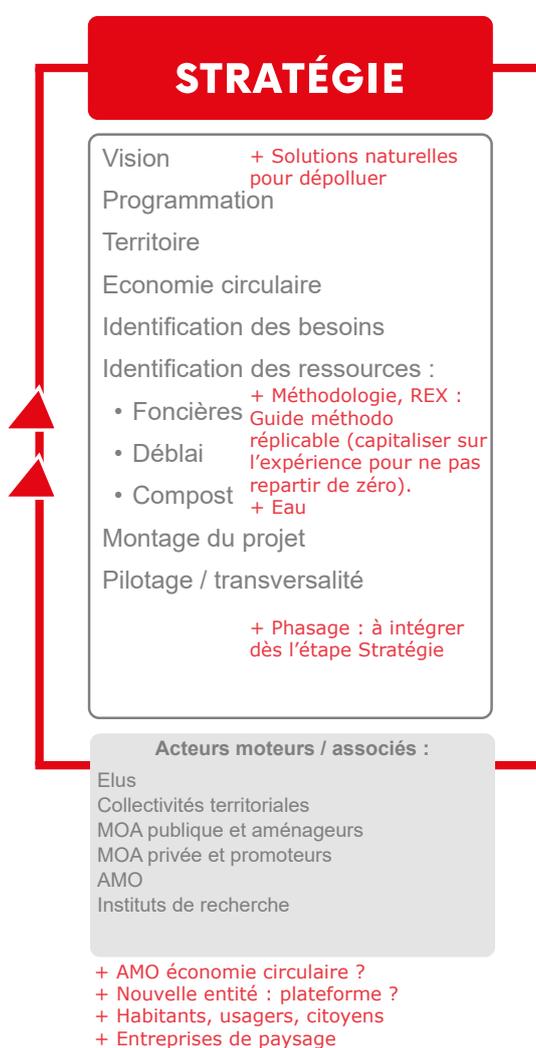
Très concrètement, et suite à la diffusion d'un questionnaire aux participants à la suite de l'événement, les actions suivantes pourraient être proposées :

- Informer les participants des publications et études qui feront suite à cet atelier et aux expérimentations, par exemple le rapport final de l'expérimentation de reconstitution in situ qui a été rendu par Sol Paysage en avril 2022
- Proposer une visite technique de la plateforme avec un ou des experts qui étaient présents
- Poursuivre le travail sur la frise de processus
- Formaliser un document collaboratif sur la renaturation des sols
- Mettre en avant les pratiques expérimentées dans d'autres villes pour pouvoir les comparer et avoir une analyse critique de l'expérience de Confluence
- Créer des outils pour l'essaimage (ex : une grille de lecture sur les pratiques de recyclage des terres, un indicateur des critères les plus importants dans la prise de décision : le prix, l'origine, la traçabilité, la granulométrie, la pollution, la vie microbienne, le taux de matière organique ; et ainsi permettre aux producteurs de se fixer les bonnes priorités en étant réalistes sur l'ensemble des contraintes)

Merci à l'ensemble des intervenants pour leur implication dans la préparation de cet événement.

ANNEXE

Ateliers de co-conception



Compléments

«**Vision**» (ambition partagée) + Temps long (prise de décision = mandats ; adaptation des végétaux aux sols/vie du sol) + Charte de la Terre ou Fond Terre (comme il y a le fond friche) ou déclinaison du référentiel habitat durable pour les espaces végétalisés + anticiper les besoins de MOE pour généraliser le réemploi (volonté des élus)

«**Programmation**» : réglementations à faire évoluer

«**Territoire**» : intégrer approche échelle « projet de territoire », PLU ? + Prendre en compte les différences entre les petits projets qui ont des besoins immédiats et les grosses opérations qui ont plus de temps pour préparer + Filière terre fertile à mettre en place à l'échelle du territoire

«**Economie circulaire**» : acteur intermédiaire nécessaire pour préparer et massifier la création de sols fertiles + Création d'une chaîne de valeur entre les acteurs, lien entre besoins et ressources

«**Identification des besoins**» (contraintes, solutions)

«**Identification des ressources**» (caractérisation en amont) - foncières (disponibilités foncières, surface dispo, circuit court, maintenir les terres à proximité, mise en œuvre de plateforme de stockage, quelles conditions pour faire une plateforme provisoire ?)
Identification des ressources - déblai (provenance locale, conserver les terres sur secteur)

«**Montage du projet**» : montage financier multi partenarial + Anticipation des projets pour identifier des emprises foncières dispo

«**Pilotage/transversalité**» : décloisonner les filières + Banque à terre à l'échelle de la métropole + Travail avec pépiniéristes (plantes rustiques, etc.) + Intégrer les différents services concepteurs (aménagement et planification gestionnaire) + Mettre le projet de paysage au cœur du projet + Absence de réseau et de mise en commun + Toucher les acteurs privés et publics

CONCEPTION

Diagnostics :

- Études agropédologiques
- Bilan : ressources / besoins

Projet

Ingénierie

Chiffrage

Phasage

Solutions naturelles pour dépolluer

Acteurs moteurs / associés :

MOA
AMO
MOE paysage
BET

+ Habitants, usagers, citoyens

Compléments

Diagnostics - évaluation contaminants/polluants résiduels : type de pollution/seuils (attention important)

Diagnostics - Bilan : ressources/besoins : modèle, cahier des charges spécial (fabrique à terre fertiles)
+ Bilan carbone et foncier

Phasage : (entre 12 et 24 mois)

RÉALISATION

Travaux d'aménagement

Approvisionnement :

- Matériaux terreux
- Matériaux organiques

Stockage

Processus technique (mélanges, maturation)

Contrôle

Mise en œuvre

Réception des ouvrages

Transport des sols fertiles

Acteurs moteurs / associés :

MOA
MOE paysage
Entreprise paysage
Fournisseurs
BET

+ Habitants (compostage)

Compléments

Stockage : quels acteurs ? Entreprises VS collectivités

Contrôle : quelle normes/critères de terres fertiles ?



Compléments

Suivi : continuité de la fertilisation des terres



Crédit : SPL Lyon Confluence

Modèle économique

- La maîtrise d'ouvrage est-elle prête à accepter de payer plus cher pour des matériaux recyclés ?
- Quels sont les coûts pour ce type d'opération ? Quels sont les ratios ou les différences entre les enveloppes financières de la terre végétale et de la terre amendée ? Quel modèle économique prévoir pour les terres fertiles par rapport aux terres végétales ? Quel est le coût de la fabrication ?
- Quel financement multi partenarial prévoir ? Quelle est l'économie d'échelle à prévoir pour rendre le projet viable ?

Positionnement de la maîtrise d'ouvrage

- Quel est le positionnement de la collectivité ? Est-ce que vous avez pu profiter de la force « d'entraînement » de la collectivité à travers des chartes, des obligations à réemployer x% de terre amendée sur un lot privé aménagé ?
- Quels ont été les leviers (et comment les actionner) pour que les maîtrises d'ouvrage intègrent du temps et une zone nécessaires à la réalisation de terres fertiles issues des terrassements ?

ANNEXE

Questions complémentaires

Réglementation

- Comment faire évoluer la réglementation sur la qualification des terres excavées ?
- Quel sont les droits d'utilisation du compost normé ?

Structuration de la filière et acteurs à mobiliser

- Doit-on laisser la création et la gestion des sols fertiles au marché privé à partir de la simple logique d'offres et de demandes ? Le stockage et la réalisation (fabrication) se font-ils du côté des entreprises ou du côté des collectivités ?
- Quels acteurs faut-il réunir à minima autour de ce type de projet (aménageur, usager final, spécialiste) ?
- Quels types d'entreprises, de montage de marché, de fournitures et de travaux prévoir ?

Stratégie territoriale

- Comment intégrer ce type de projet à la planification territoriale ?
- Y'a-t-il une stratégie pour la fabrication de sols fertiles mise en place à l'échelle du territoire ? Faut-il, par exemple, identifier à l'échelle d'une commune, d'une communauté de commune, de la métropole, un site de « production de terres fertiles » pour que cette terre soit acheminée dans différents projets de renaturation ?
- Comment intégrer le foncier et la temporalité nécessaire dans la planification et la réalisation de la fertilisation de la terre dans les projets urbains ? Quel optimum rechercher ? Quels sont les besoins fonciers à prévoir pour fertiliser les terres à grande échelle ?
- Comment mettre en relation sites « donneurs » de matériaux sains (limons) et les projets ? Existe-t-il une cartographie/un catalogue des chantiers receveur/donneur de terre ?



@VAD

- Est-ce que la problématique de terres fertiles est aussi présente en milieu rural ?
- Comment s'assurer d'avoir le volume nécessaire de limons (ou matériaux non fertiles mais réutilisables) pour alimenter nos futurs chantiers de demain ? Faut-il préempter les terrassements ? Comment connaître le potentiel de ressources (terre/compost) à proximité et mobilisable pour le projet ? Comment identifier les filières d'approvisionnement ? Où s'approvisionner localement ?
- Qu'est-ce qui peut être mis en œuvre quel que soit le territoire et qu'est-ce qui est d'ordre local ?

Économie circulaire et impact environnemental

- Peut-on calculer l'impact carbone et les déchets évités ?

Diagnostic

- Le diagnostic pourrait être très utile en phase programmation (selon les résultats d'analyses, la ville pourrait décider de réaliser un parc, etc.), comment mieux l'intégrer ?
- Combien de sondages sont nécessaires pour caractériser les sols en place ?
- En l'absence d'une démarche spécifique ou d'un diagnostic avec la maîtrise d'ouvrage et les

partenaires (comme dans l'exemple du Champ), comment impulser une telle façon de faire dans le DCE pour et budgéter une telle démarche des entreprises ?

- Quels sont les types de pollution et les normes à respecter ? Doit-on prévoir une remontée des pollutions ?

Stockage/logistique/phasage

- Quelles sont les conditions minimales pour mettre en œuvre une fabrique de sols fertiles ? (superficie, temporalité, ingénierie, coûts, ...).
- Est-il envisageable de mettre en œuvre ces projets in situ sur des friches en attente de projet urbain ?
- Quelle emprise faut-il prévoir pour quel volume ? Doit-on prévoir une taille limite du site de production ? Est-il pertinent de ne prévoir qu'un seul site ou plutôt un maillage au sein du territoire ? Quelle organisation de la parcelle faut-il prévoir pour pouvoir y intervenir ? Quels sont les engins adaptés ?
- L'espace de stockage des terres peut-il avoir une autre utilité ou une autre fonction (aire de jeux, loisirs, etc.) ?
- Peut-on stocker le matériel hors sol ? Peut-on prévoir une production en toiture (si le PLU-H autorise 40 cm de terre végétale par exemple) ?
- Quelle méthodologie de stockage prévoir ? Quel écoulement des eaux ?
- Comment anticiper la logistique et le phasage pour une bonne articulation entre les emprises/la durée/la caractérisation initiale/exutoire ?
- Quelle durée projeter avant le tassement de la terre ? Quels sont les délais de « fabrication » ?
- Quel est le gain de temps par rapport à une phytoremédiation in situ ?
- Quelle rotation est possible sur une même parcelle ?



@VAD

Process de fabrication de sol fertile

- Est-il utile de mobiliser des bactéries et des champignons ? Comment savoir lesquels utiliser ?
- Quelle sont les strates à prévoir et quelle hauteur de terre est-il nécessaire pour assurer une fertilité ?
- Combien de volume de terre profonde faut-il prévoir ? Quelle quantité de compost ?
- Concernant le mélange des matériaux, quel type d'amendement ajouter (compost, etc.) ? Quels sont les procédés de maturation ? Quel stock de terre prévoir ? Peut-on en prendre sur d'autres projets ? Quid du statut de déchet ?
- Peut-on restreindre le nombre de mélanges ?
- Comment favoriser la dynamique naturelle pour la production de sols fertiles ?
- Quel suivi faut-il prévoir et à quelle fréquence doit-on contrôler le processus de maturation ?
- Quelle est la période de maturation des merlons où le sol est pauvre ? Cette période est-elle propice au développement de certaines plantes invasives ?
- Comment sécuriser dans le temps la production de sols fertiles afin que d'autres politiques, directives, projets ne mettent pas en péril le processus ?
- Quelles assurances ou garanties de compatibilité entre les sols fertiles produits et un environnement peut-on avoir ?

- Quel est le processus d'extraction des horizons (horizons par horizons) ?

Interaction sol-végétal et usages

- Comment accepter/intégrer des variantes sol-végétal proposées par les entreprises du paysage ?
- Quelles sont les conditions optimales de mise en œuvre (saisonnalité, croisement des usages possibles, phasage possible, stratification de mise en œuvre) ?
- Dans quel horizon du sol est utilisée la terre fertile enrichie ?
- Pour quels types d'aménagement pouvons-nous prévoir d'utiliser des sols fertiles ? Quelles contraintes aux usages sont induites par le recours aux sols fertiles ?
- Quelles essences végétales sont compatibles ? Les techno sols peuvent-ils être supports à des écosystèmes ou à des habitats naturels différents ?
- Quelles complémentarités et spécificités sont à anticiper avec la gestion du site après livrai-son (suivi/type de plantations)

Expérimentation : capitalisation et montée en compétence de la filière

- Dans quelle mesure les travaux de cette expérience peuvent-ils être partagés et capitalisés ? Comment consigner les points de vigilance de l'expérimentation ?
- Existe-t-il des formations ou des outils de sensibilisation pour la maîtrise d'ouvrage ?
- Comment accompagner les acteurs fertilisant la terre (mise à disposition de foncier, fiabilisation de l'approvisionnement en limon, etc.) ?