

ANNEXE A1

Vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics – Nature en ville, Paris la Défense

Vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics

Nature en Ville

Sommaire

Objectifs du Vade-mecum

Glossaire

1. État des lieux

- 1.1 Disponibilité des données via GéoNature et le SIG de Paris La Défense
- 1.2 Diagnostics écologiques systématisés et diagnostics flash
- 1.3 Connaissance des sols pour les préserver et les valoriser

2. Biodiversité à préserver

- 2.1 Maintien des habitats existants
- 2.2 Repérage, préservation des sols existants, mise en place de technosols
- 2.3 Lutte contre les Plantes Exotiques Envahissantes
- 2.4 Mise en défens des secteurs à enjeu écologique en phase chantier
- 2.5 Installation de niches écologiques spécifiques

3. Trame verte et brune à valoriser

- 3.1 Des espaces verts d'un seul tenant
- 3.2 Création d'habitats diversifiés
- 3.3 Désartificialisation des sols
- 3.4 Inscription des éléments bâties dans les trames écologiques

4. Eau

- 4.1 Des lieux frais aménagés à partir des eaux pluviales collectées
- 4.2 Crédit de mares ou bassins végétalisés
- 4.3 Implantation de micro-points d'eau pour la faune

5. Lumière

- 5.1 Réduction de l'intensité et adaptation de la couleur des luminaires selon les usages et les trames
- 5.2 Utilisation de la télégestion pour adapter les périodes d'éclairages aux besoins

6. Communiquer et partager

- 6.1 Travail en synergie avec les autres acteurs du territoire
- 6.2 Information sur les choix écologiques des projets

Objectifs du Vade-mecum

Ce guide, rédigé à partir des thématiques du **plan d'action Nature en Ville**, est conçu comme une « **boîte à outils** » **opérationnelle** pour intégrer ces thématiques aux différentes phases du projet :

1. **EN PHASE ÉTUDES DE CONCEPTION** : cette étape est cruciale pour que le projet prenne dès le début la bonne direction en matière de préservation de la biodiversité. Ce guide permettra aux équipes projets de se poser les bonnes questions, de prévoir une place suffisante et cohérente pour les espaces de nature dans les futurs espaces publics.
2. **EN PHASE CHANTIER** : cette phase peut être une source de nuisances et de perturbations importantes pour la faune et la flore. Les mouvements de terre peuvent impacter la qualité des sols et des habitats. Ce guide fournit des prescriptions pour préserver la biodiversité pendant cette phase.
3. **APRÈS LA LIVRAISON** des aménagements : la gestion des espaces de nature demande un travail spécifique pour adapter les pratiques et construire une perception commune des aménagements liée aux changements esthétiques

Ce guide vient en complément d'autres référentiels techniques de Paris La Défense concernant les travaux sur son territoire et notamment la Charte des Chantiers à Faibles Nuisances (CCFN).

Glossaire

- **Chronobiologie** : Organisation temporelle des êtres vivants, des mécanismes qui en assurent la régulation (contrôle, maintien) et de ses altérations.
- **Code flux CIE** : Proportion du flux lumineux sortant du luminaire qui est dirigée dans un cône de demi-angle 75,5° vers le bas.
- **Collinéen** : Premier étage de végétation qui se rencontre lors de la montée en altitude
- **Densité surfacique de flux** : Capacité de l'installation d'éclairage à orienter la lumière émise uniquement vers les surfaces que l'on souhaite éclairer. Elle se calcule en divisant le flux lumineux total émis par l'installation (en lumen) par la surface qu'on cherche à éclairer (en m²).
- **Espèce Exotique Envahissante** : Espèce introduite par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle, et qui menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locales.
- **Espaces ouverts** : espace végétalisé dominé par des strates basses, herbacées et/ou arbustives.
- **Faucardage** : Opération de fauchage des végétaux qui bordent les cours d'eau, afin de garantir le bon écoulement des eaux, d'éviter l'étouffement de la rivière lié au manque d'oxygène et aux excès de matières organiques.
- **GéoNature** : Base de données naturaliste développée par les Parcs Régionaux Français. La base de données GeoNat'IdF, administrée par l'Agence régionale de la Biodiversité en Île-de-France (ARB IdF), récolte les données régionales.
- **Habitat** : Unité écologique homogène qui forme le lieu de vie des espèces, ayant tout ou partie de leurs activités vitales sur cet espace.
- **Héliophiles** : Espèces végétales qui aiment les conditions avec beaucoup de lumière
- **Label végétal local** : Marque de l'Office Français de la Biodiversité qui garantit la traçabilité des végétaux produits dans des pépinières adhérentes. Les végétaux de la marque sont adaptés à leur région d'origine, pour utilisation locale.
- **Matrice urbaine** : Composantes de la ville, structurée notamment par la voirie et le bâti
- **Mésophiles** : Espèces végétales qui aiment les conditions moyennes de température et d'humidité
- **Noue végétalisée** : Dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, ou à l'infiltration des eaux pluviales. Les noues végétalisées sont plantées avec des essences hygrophiles (essences des milieux humides) qui participent à l'ambiance paysagère et favorisent l'infiltration des eaux pluviales grâce à la prospection racinaire.
- **Rhizome** : Tige souterraine vivace qui produit chaque année une tige aérienne.
- **Sciaphiles** : Espèces végétales qui aiment les conditions ombragées
- **Technosols** : Classe de sol reconstitué ou transformé par l'introduction de matériaux anthropiques (béton, brique, verre...).
- **Xérophiles** : Espèces végétales qui aiment les conditions de sols secs

1.

État des lieux

1.1 Données disponibles via GéoNature et la base de données SIG de Paris La Défense

ETUDES DE CONCEPTION

Les données collectées dans le cadre d'études écologiques de projets d'aménagement sont à verser dans les bases de données naturalistes afin d'améliorer en continu la connaissance de la biodiversité du territoire et faciliter l'accès aux données pour tous les acteurs de l'aménagement.

La base de données SIG de Paris La Défense rassemble toutes les données naturalistes connues du territoire. Des extractions spécifiques peuvent aussi être effectuées en amont des expertises de terrain pour appréhender les besoins en expertises.

Actions à mener	Mise en œuvre
Imposer que les données collectées dans le cadre de projets d'aménagement soient propriété de Paris La Défense	Clause dans les DCE
Systématiser le versement des données naturalistes, produites dans le cadre d'un projet, sur GéoNature et sur la plateforme SIG de Paris La Défense	Clause dans les DCE pour verser les données-source et métadonnées dans l'outil « GEONAT'IDF » à l'issue de la mission. Annexer aux DCE la notice d'extraction et de versement des données naturalistes dans la base de données SIG de Paris La Défense
Valoriser les données disponibles	En amont de chaque expertise, extraire les données de la base pour évaluer les besoins en études naturalistes.

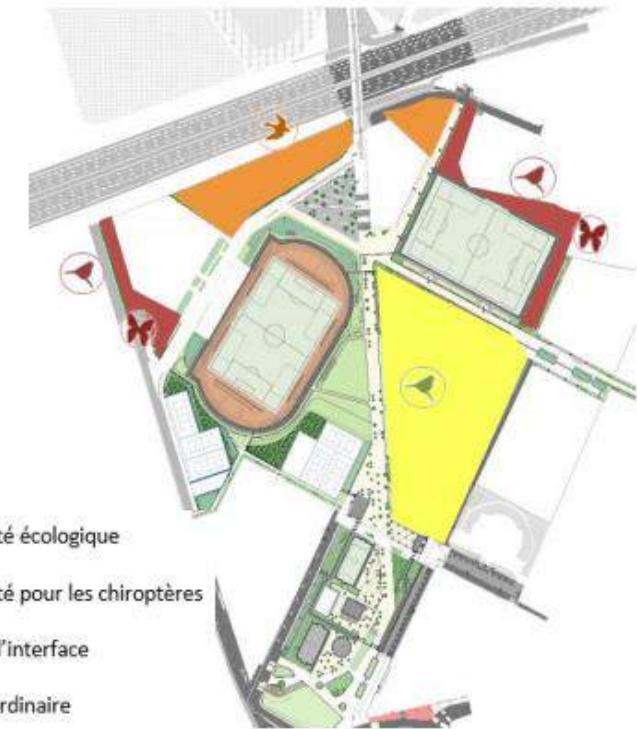
1.2 Diagnostics écologiques systématisés et diagnostics flash

ETUDES DE CONCEPTION

La connaissance des espèces et des habitats présents sur le périmètre de projet est un prérequis à leur intégration dans le Plan Nature de PLD.

Les diagnostics permettent de les identifier et de les localiser sur le périmètre et aux abords du projet. À partir de ces diagnostics, les principaux enjeux de biodiversité existants ou potentiels peuvent être intégrés dès la conception des aménagements.

Actions à mener	Mise en œuvre
Réaliser un diagnostic flash, sur 1 journée ensoleillée, entre le printemps et l'été	Données à recueillir : <ul style="list-style-type: none"> ▪ habitats écologiques ▪ flore et multi-groupes faunistiques (hors chiroptères) ▪ flore exotique envahissante
Réaliser une carte des habitats écologiques en place, localiser si possible les espèces patrimoniales, dégager les enjeux de biodiversité et indiquer les orientations pour valoriser ou préserver la nature	Critères à suivre : <ul style="list-style-type: none"> ▪ proximité avec une continuité écologique ▪ présence d'un site naturel remarquable ou d'un espace protégé au PLU ▪ présence d'un habitat rare sur le territoire type mare ou zone humide. ▪ présence d'une espèce symbole ou parapluie.
Mettre en perspective les enjeux de biodiversité et les programmes d'aménagement prévus pour parfaire les objectifs.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier des lieux calmes ▪ Valoriser les sols (perméabilité, matériaux...) ▪ Développer une végétation plus locale...
Intégrer les cartes des enjeux et des orientations dans les DCE du projet	Partager ces enjeux avec les équipes de MOE
Réaliser une « étude d'incidence » rapide du projet sur la biodiversité locale	Superposer les plans projet et les cartes d'enjeux pour : <ul style="list-style-type: none"> ▪ localiser les changements de nature de sol et d'espaces verts impactés ▪ évaluer les effets des réseaux ou de points lumineux ▪ améliorer la qualité des habitats écologiques



Exemple de **cartographie synthétique des enjeux de biodiversité, superposée au plan masse d'un projet d'aménagement**. ZAC Cluster des médias, URBAN-ECO^{SCOP}, 2022

1.3 Connaissance des sols pour les préserver et les valoriser

ETUDES DE CONCEPTION

Les caractéristiques des sols doivent être étudiées en amont des projets d'aménagement. Leur composition texturale, leur taux de matière organique et leur épaisseur doivent être identifiés et partagés. Il s'agit ensuite de chercher à préserver au maximum les sols en pleine terre, sur au moins 80cm et les amender pour améliorer leur qualité. Ces mesures participeront à consolider la trame brune du territoire.

La programmation des habitats à créer et les palettes végétales associées, ainsi que la gestion des eaux pluviales pourront ensuite être mieux adaptées.

Actions à mener	Mise en œuvre
Réaliser une étude agropédologique des sols et technosols sur le périmètre du projet ou l'imposer dans le DCE de maîtrise d'œuvre	Indicateurs à suivre : <ul style="list-style-type: none">▪ Type de sol (sur dalle ou pleine terre)▪ Profondeur des sols sur dalle▪ Composition du sol en pleine terre (granulométrie, teneur en matière organique, capacité d'échange cationique, ...).
Définir les enjeux selon les typologies de sols ou technosols recensées et les confronter aux premières esquisses	<ul style="list-style-type: none">▪ Localisation des sols les plus riches et les plus dégradés▪ Continuités de trame brune identifiables
Transmettre les données source à Paris La Défense	Clause à insérer dans les DCE
Limiter au maximum l'apport de terre végétale et qualifier les sols avec de la matière organique tout au long du projet	Participer à l'Observatoire des Vers de Terre (OPVT)

Ressources

- [Observatoire participatif des vers de terre](#)
- [Super-pouvoirs des sols, Cerema](#)

2.

Préserver la biodiversité

2.1 Maintien des habitats écologiques existants

ETUDES DE CONCEPTION

Tous les projets d'aménagement d'espaces publics devront maintenir, voire augmenter la surface des habitats préexistants au projet.

Les équipes projet pourront notamment s'appuyer sur les diagnostics flash (cf. Fiches 1.2 et 1.3).

Il s'agit de repérer, en amont, les habitats existants et de construire le projet autour ou avec ces habitats.

Actions à mener	Mise en œuvre
Ne pas impacter les habitats écologiques en place	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se référer aux études naturalistes (règlementaires ou diagnostics flash) pour localiser les habitats à préserver sur l'emprise du projet ▪ Adapter le projet à la présence de ces habitats pour ne pas les dégrader ou les morceler
Compenser localement les mêmes types d'habitats si la destruction est inévitable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se référer aux études naturalistes et études de sols pour identifier les zones les plus favorables à un habitat compensatoire
Composer dans le projet des espaces verts selon les typologies d'habitats possibles sur le territoire de Paris La Défense	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se référer aux habitats d'Ile-de-France (CBNBP)



Exemple : Identification des habitats écologiques, Le Kremlin-Bicêtre (URBAN ECO SCOP)

Ressources

- CBNBP, 2016, Synopsis phytosociologique des groupements végétaux d'Ile-de-France

2.2 Repérage, préservation des sols existants, mise en place de technosols

ETUDES DE CONCEPTION

Les sols fonctionnels ou technosols en place font partie intégrante des écosystèmes locaux et doivent être préservés. Lors de la création de nouveaux espaces végétalisés, il s'agit d'éviter l'importation de terres extérieures et de privilégier les ressources locales.

La connaissance des sols (cf. fiche 1.3) doit faciliter la mise en œuvre de ces mesures.

Actions à mener	Mise en œuvre
Imposer dans les DCE l'évaluation d'un projet maintenant la totalité des sols de pleine terre existants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S'appuyer sur l'inventaire des sols et technosols présents ▪ Eviter le piétinement, souillage ou pollution des sols en place ▪ Limiter l'artificialisation ou le passage de réseaux dans des sols de pleine terre ▪ Semer les sols en place, par un mélange simple de trèfle, luzerne ou choux
Éviter la dégradation des sols de pleine terre maintenus par le projet	
Désartificialiser localement une surface équivalente aux espaces imperméabilisés par l'opération d'aménagement, le cas échéant	
Utiliser en priorité les terres présentes sur le périmètre du projet pour les futurs espaces végétalisés Conserver les terres excavées non polluées ou engager des mesures de dépollution pour leur réutilisation dans les espaces végétalisés du territoire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limiter l'excavation de terres en place ▪ Conserver les terres excavées (petit espace de stockage) ▪ Amender ces terres pour permettre la plantation (matière organique, argile, sables, en fonction des besoins...)
En cas d'importante démolition, imposer une réflexion sur la création de technosols à partir des déblais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prévoir un espace de stockage et de création des technosols

Temps 1 : stockage des terres décapées



Temps 2 : amendement & retournement



Temps 3 : retournement



Principe de création de technosols à partir de terres décapées, URBAN-ECO-SCOP, 2022

2.3 Lutte contre les Plantes Exotiques Envahissantes

ETUDES DE CONCEPTION

Sur le territoire de Paris La Défense, au moins 7% des habitats naturels sont colonisés par les Plantes Exotiques Envahissantes (PEE – Source : études Urban Eco). Il conviendra de mettre en place un recensement, puis un protocole de destruction ou gestion de ces espèces sur l'emprise du projet pour limiter leur propagation.

Les équipes projets seront particulièrement vigilantes à leur propagation en phase chantier où les mouvements de terre ou l'apport de terre végétale extérieure peuvent disséminer les graines ou rhizomes de ces espèces.

Actions à mener	Mise en œuvre
Etablir un plan de gestion des PEE si besoin	<ul style="list-style-type: none">▪ Demander le passage d'un naturaliste pour repérer précisément les spots
Proscrire la plantation de PEE dans les projets – végétaliser avec des espèces locales	<ul style="list-style-type: none">▪ Se référer au guide de l'ARB « Plantons local en Île-de-France »▪ Proscrire les PEE des catégories 3; 4 et 5 selon la nomenclature du CBNBP
Prévoir dès les premières esquisses, de végétaliser les surfaces colonisées par les PEE prairiales pour leur faire concurrence	<ul style="list-style-type: none">▪ Se référer à la cartographie des spots de PEE issues des études naturalistes et semer avec un mélange simple de trèfle, luzerne ou choux

Ressources

- CBNBP, 2018, Liste hiérarchisée des plantes exotiques envahissantes (PEE) d'Île-de-France
- ARB-IDF, 2019, Plantons local en Île-de-France

2.3 Lutte contre les Plantes Exotiques Envahissantes

CHANTIER

Les jeunes pousses et individus isolés n'apportent aucune valeur ajoutée aux espaces urbains et habitats naturels locaux. Paris La Défense devra suivre et faire suivre des protocoles d'éradication des PEE en cours de développement en amont de l'aménagement des espaces publics.

Précautions principales

- Arrachage manuel ou fauche mécanique des jeunes pousses.
- Interventions répétées pour affaiblir la plante.
- Evacuation des produits de coupe avec des mesures de transport adaptées pour ne pas disséminer les espèces.
- Mettre en place des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins)
- Plantation d'espèces indigènes pour faire concurrence aux PEE : Planter 0,5 plants/m². Essences recommandées : Aubépine, Prunellier, Eglantier, Viorne obier
- Attention : La Renouée du Japon est une espèce particulièrement virulente qui peut se propager très rapidement à partir d'un petit fragment de rhizome. Les produits de coupes sont à incinérer ou à confiner. Pour les massifs importants, il faut décaisser les terres sur 80 à 100 cm pour extraire les racines.



Buddleia de David



Robinier faux-acacia



Renouée du Japon



Ailante glanduleux



Séneçon du cap



Vergerette du Canada

Principales Espèces Exotiques Envahissantes présentes sur le territoire

2.4 Mise en défens des secteurs à enjeux écologiques en phase chantier

CHANTIER

Les espaces d'intérêt écologique sensibles et les arbres remarquables sont à protéger dès la phase chantier pour préserver leur qualité et leur rôle fonctionnel tout au long du projet.

Toutes les mesures sont aussi à prendre pour protéger les habitats existants à proximité de l'emprise chantier. La mise en défens de secteurs entiers pourra être imposée. Elle s'appuiera sur les études naturalistes (règlementaires ou diagnostics flash) réalisées.

Actions à mener	Mise en œuvre
Identifier les secteurs à enjeux grâce au diagnostic flash et/ou études règlementaires	Confronter la carte des enjeux de biodiversité au plan de masse du projet pour concilier les usages projetés et les secteurs de mise en défens
Adapter le Plan d'Installation de Chantier aux habitats à préserver : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas d'emprise de chantier sur les habitats à enjeux ▪ Baliser et protéger les habitats à enjeux ▪ Plan de circulation des engins à étudier autour des habitats sensibles 	Se référer à la carte des enjeux réalisée grâce aux données naturalistes (GéoNature, études règlementaires ou diagnostics flash)
Faire appliquer la charte CCFN de Paris La Défense : l'annexer aux CCTP et effectuer des contrôles réguliers sur le chantier	Suivi CCFN régulier



Exemples de protection d'arbres remarquables et de mise en défens de zones à enjeux écologiques en phase chantier

2.5 Installation de niches écologiques spécifiques (si besoin)

ETUDES DE CONCEPTION

Dans le cadre de certains projets d'aménagement, il peut être intéressant d'intégrer en phase chantier et en phase de projet des aménagements écologiques spécifiques, sur des groupes d'espèces présentes ou pouvant venir coloniser le site.

Il peut s'agir d'aménagement pour la petite faune urbaine : petits mammifères, insectes, oiseaux...

Actions à mener	Mise en œuvre
Définir les potentialités d'accueil de la petite faune urbaine à partir des expertises écologiques et selon les caractéristiques du projet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demander le passage d'un naturaliste pour repérer précisément les spots
Intégrer des lieux de refuge en phase chantier, pour protéger des espèces à faible capacité de dispersion	<p>Il peut s'agir selon les données de l'expertise naturalistes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De zone de mise en défens de friche pour les orthoptères ou les insectes ▪ D'arbres à cavité ou refuge ▪ De reste de bâtiment.
Intégrer des aménagements dédiés en phase de projet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les Oiseaux et les Chiroptères : des nichoirs adaptés ▪ Pour les insectes de petits refuges, des tas de pierre, de bois ou de paille ▪ Pour les Hérissons et les reptiles, des hibernaculum



Nichoir à moineaux (Schwegler)



Hôtel à insectes

3.

Valoriser la trame verte et brune

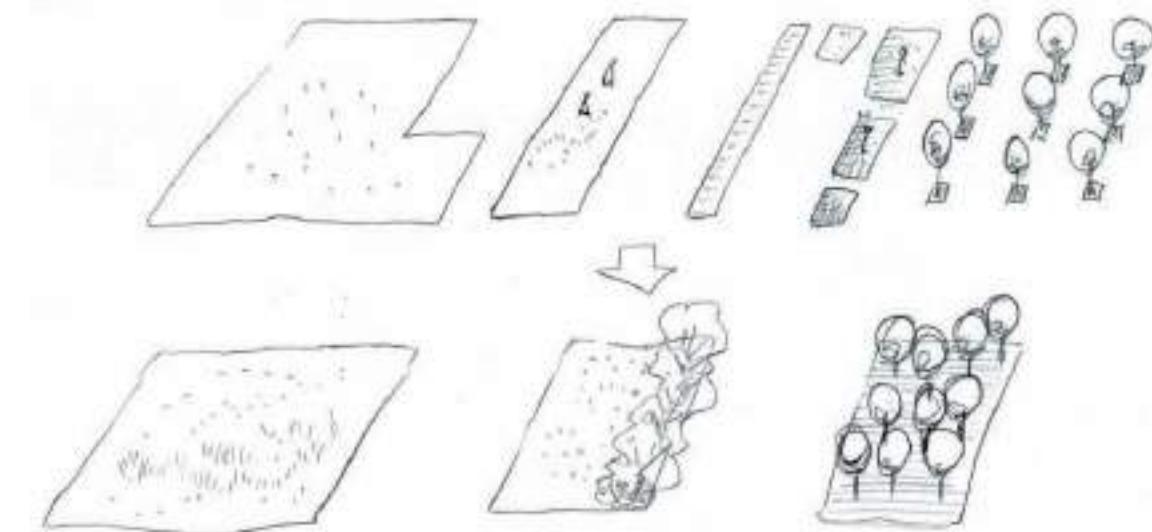
3.1 Création d'espaces végétalisés peu morcelés

ETUDES DE CONCEPTION

Le développement et la circulation de la faune sont conditionnés par la présence d'espaces végétalisés relais de taille suffisante et en réseau : abords de voie, friches, pieds de bâtiments, petits jardins, toitures végétales....

La matrice urbaine de Paris La Défense étant très dense, les projets d'aménagement prendront soin de ménager des espaces végétalisés peu morcelés et si possible d'un seul tenant afin de renforcer la trame verte du territoire et de qualifier des petits espaces accueillant pour la biodiversité.

Actions à mener	Mise en œuvre
Intégrer le principe d'espaces végétalisés peu morcelés et le plus possible d'un seul tenant (sans chemin de transit) dès les premières esquisses en localisant les usages futurs du site et en tenant compte des contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se référer à la Trame verte et brune de Paris La Défense ▪ Surface minimale : <ul style="list-style-type: none"> – Espaces boisés : 1 000 m² – Espaces ouverts : 250 m²
Requalifier les espaces végétalisés le long des coupures urbaines pour renforcer la trame verte	Limiter les PEE et si planter des arbustes denses
Créer des habitats écologiques diversifiés	Voir les prescriptions de la fiche 3.2



Principes de renforcement de la Trame verte, URBAN-ECO-SCOP



3.2 Crédit d'habitats écologiques diversifiés

ETUDES DE CONCEPTION

Les principaux habitats présents sur le territoire sont les friches, les pelouses, les jardins horticoles ainsi que des espaces dominés par des espèces exotiques envahissantes.

Sur la base des diagnostics flash et des diagnostics de sols, les projets d'aménagement proposeront des habitats écologiques diversifiés et une programmation végétale variée en cohérence avec les enjeux écologiques du site.

Actions à mener	Mise en œuvre
Penser la programmation des habitats selon les enjeux de biodiversité identifiés lors des diagnostics flash	Selon les enjeux identifiés lors du diagnostic flash et du diagnostic de sol :
Diversifier les strates de végétation, les expositions, et les usages projetés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adapter les habitats en fonction des types de sols
Imposer au moins 70 % d'espèces indigènes si possible issues du label végétal local pour les arbres et arbustes dans les CCTP de maîtrise d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enjeux de continuité écologique : où végétaliser pour renforcer la trame verte ? ▪ Enjeux pour les oiseaux et les insectes : créer des espaces de prairie fleurie pour une fauche tardive avec maintien de zones de refuge. ▪ Enjeux pour les chiroptères : étudier la création de continuités boisées pertinentes au regard des trames locales
Valoriser les habitats de friches	



Jardin des reliefs, Paris La Défense, URBAN-ECO-SCOP



Prairie mésophile, Stade nautique de Vaires-sur-Marne, URBAN-ECO-SCOP

3.3 Désartificialisation des sols

ETUDES DE CONCEPTION

La réfection des espaces publics est un moment opportun pour engager une désartificialisation des sols, afin d'augmenter les surfaces de pleine terre et une plantation massive afin de renforcer les trames écologiques.

Il est essentiel d'intégrer un travail des sols pour recréer un complexe argilo-humique adapté aux palettes végétales composant des habitats écologiques.

Actions à mener	Mise en œuvre
Fixer un objectif de désartificialisation (minimum de 5-10 %) sur les opérations d'aménagement d'espaces publics	Critère à intégrer dans le CCTP de maîtrise d'œuvre
Identifier dès les premières esquisses les zones où il serait pertinent de débitumer/débétonner	<p>Se baser sur l'analyse des sols et sur la trame brune de Paris La Défense.</p> <p>Critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Continuité de la trame brune et verte ▪ Usages projetés ▪ Capacité d'infiltration des sols
Recréer des sols vivants sur les espaces désartificialisés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amendement en matière organique ▪ Restructuration et adaptation de la texture et la granulométrie des sols pour favoriser l'humification ▪ Composition des sols selon les besoins de la végétation projetée



Requalification de la rue Garibaldi à Lyon.
L'intégration des modes doux a permis la création de nouvelles végétalisées entre les pistes cyclables et les espaces piétons.

3.4 Inscription des éléments bâtis dans les trames écologiques : création d'abris pour la faune

ETUDES DE CONCEPTION

Les espaces publics de Paris La Défense sont adossés à du bâti souvent haut et dense et à des infrastructures routières hautes et structurées de murs. Ces éléments bâtis sans anfractuosité, sont peu propices à l'installation de la faune.

Afin d'optimiser les mesures prises pour la biodiversité au sol, il convient d'intégrer dans les structures bâties autour des espaces verts des abris spécifiques pour la faune, en prenant soin de bien choisir les lieux et les orientations pour optimiser les capacités d'accueil.

Actions à mener	Mise en œuvre
Se référer aux études naturalistes afin d'identifier les espèces à cibler pour la création de nichoirs et de gîtes	<p>Les groupes à cibler : chiroptères et oiseaux (Moineaux domestiques, Hirondelle rustique, Martinet noir, Rougequeue noir, Accenteur mouchet,)</p> <p>Implantation des nichoirs selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'ensoleillement ▪ La position du trou d'envol par rapport aux vents dominants ▪ Dans un endroit calme ▪ Des distances minimales à respecter entre les nichoirs selon les espèces ciblées.
Végétaliser les façades adossées aux espaces publics	<p>Les murs végétalisés sur câble ou directement sur le murs sont peu coûteux et peuvent être pensés en même temps que la programmation végétale des espaces verts.</p> <p>Quelques essences locales à privilégier : Clématite des haies, Chèvrefeuille des haies, Houblon commun... ou bien adaptées comme la Vigne vierge.</p>



Nichoirs à martinet intégrés dans le bâti (Belgique)



Mur végétal PARIS LA DÉFENSE. photo URBAN-ECO-SCOP.

4. Eau

4.1 Des lieux frais et humides pour la faune et les usagers

ETUDES DE CONCEPTION

Dans le cadre de projets d'aménagement, les eaux pluviales sont à gérer comme une ressource afin d'alimenter des lieux humides et frais et des petits abreuvoirs favorables à la biodiversité urbaine et au bien-être des riverains.

Il s'agit d'orienter les eaux pluviales vers des espaces végétalisés perméables ou des bassins de rétention afin d'offrir des espaces permettant à la faune des milieux humides (oiseaux, amphibiens, libellules) de trouver refuge.

Actions à mener	Mise en œuvre
Créer des infrastructures paysagères capables de recueillir les eaux pluviales vers des noues paysagères le long des voiries ou des espaces de rétention.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion aérienne et gravitaire des eaux pluviales pour l'abattement des pluies courantes à minima ▪ Études pour la prise en charge des écoulements du bâti adossé à l'espace public, en rétention ou infiltration sur les espaces végétalisés
Penser la réfection de la voirie (piste cyclable, voie de bus, ...) pour que les écoulements soient dirigés vers les emprises perméables.	



Aménagement de l'Eco-jardin Majunga à Puteaux



Gestion de l'écoulement de l'eau de la voirie vers les espaces perméables (Cours de Vincennes, Paris 12^e). © Aqualis

4.2 Création de mares ou bassins végétalisés

ETUDES DE CONCEPTION

La faune et la flore des milieux humides sont peu représentées sur le territoire de Paris La Défense, en dehors de la Seine et de ses abords.

Lors de la création d'espaces verts sur les espaces publics, les équipes de maîtrise d'œuvre devront chercher à proposer la création de mares ou de bassins végétalisés (pièce d'eau parfois asséchées en point bas pour recueillir des eaux pluviales).

Actions à mener	Mise en œuvre
Anticiper la programmation d'un habitat humide pour les espaces verts de plus de 500 m ² , chaque fois que les eaux pluviales peuvent être collectées.	Intégrer dans les DCE de maîtrise d'œuvre la création d'un milieu humide type mare ou bassin végétalisé
Proposer une programmation végétale légère et laisser les espèces s'installer	Quelques espèces à privilégier : Epilobe, Salicaire commune, Iris jaune, Laîches glauque et hérissée, Souchet brun...
Anticiper leur gestion écologique avec les services d'entretien des espaces publics (Paris La Défense pour le périmètre OIN La Défense; Communes pour le périmètre OIN Seine Arche)	Coupe des végétaux annuelle tardive, étrépage régulier et arrachage des éventuelles espèces exotiques envahissantes



Mare, Parc de Bercy à Paris

4.3 Intégration de micro-points d'eau pour la faune

ETUDES DE CONCEPTION

La fonctionnalité des trames écologiques sur le territoire de Paris La Défense dépend également de la capacité de la petite faune urbaine à s'abreuver en eau.

Les aménagements de l'espace public renforceront le maillage en micro-points d'eau afin de rendre la matrice urbaine plus perméable pour la biodiversité.

Actions à mener	Mise en œuvre
Créer sur chaque projet d'aménagement un micro-point de rétention des eaux pluviales à proximité de la végétation et dans un endroit plutôt calme	<ul style="list-style-type: none">▪ Aménager le point d'eau à proximité de la végétation dans un endroit calme, avec peu de passage▪ Orienter le trop plein des points d'eau vers les espaces végétalisés à proximité▪ Volume du point d'eau : environ 0,5 l



Micro-point d'eau avec trop-plein relié aux espaces végétalisés à proximité – Jardin de l'Arche, La Défense



5. Lumière

5.1 Réduction de l'intensité, adaptation de la couleur des luminaires selon les usages et les trames

ETUDES DE CONCEPTION

La pollution lumineuse des tours de La Défense est très marquée. En priorité sur le quartier d'affaires, une baisse progressive de l'éclairage public doit donner l'impulsion. Le reste du territoire doit participera également à la réduction globale de la pollution lumineuse.

L'Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses est à appliquer sur le territoire. Ces actions sont à réaliser en lien avec le plan trame noire.

Actions à mener	Précautions principales
Réaliser un diagnostic de l'éclairage public et privé sur l'emprise de projet dès les études pré-opérationnelles	<ul style="list-style-type: none">▪ Localisation des points lumineux, types de luminaire, flux lumineux, puissances d'éclairage, hauteurs des mâts, ULOR ou rendement du luminaire
Caractériser l'enjeu relatif à la trame noire sur l'emprise du projet	<ul style="list-style-type: none">▪ Présence de chiroptères et oiseaux nocturnes notamment
Adapter le système d'éclairage (matériel) pour limiter les impacts, avec un niveau de lux maximum à 12.	<ul style="list-style-type: none">▪ Limiter le nombre de points lumineux▪ Ampoules à spectre restreint et à température < 3000 K.▪ ULOR = 0 %▪ Systèmes coupe-flux pour orienter la lumière vers les voies de circulation▪ Adapter la hauteur des mats aux usages
Réduire l'intensité et les périodes d'éclairages en fonction des besoins – baisse des éclairages après 22h et période nocturne totalement noire (23h-5h)	<ul style="list-style-type: none">▪ Types d'usages et de fréquentation

5.2 Utilisation de la télégestion pour adapter les périodes d'éclairages aux besoins

ETUDES DE CONCEPTION

Lutter contre la pollution lumineuse sur l'espace public est à la fois un enjeu de préservation de la biodiversité et de sobriété énergétique.

Chaque projet de requalification d'espaces publics est aussi l'occasion de moderniser le parc d'éclairage en misant sur la télégestion des périodes d'éclairage.

Actions à mener	Précautions principales
Renouveler le parc d'éclairage sur chaque nouvel aménagement d'espace public	<ul style="list-style-type: none">▪ Extinction à 23h.▪ Capteurs d'intensité lumineuse pour déclencher l'éclairage en fonction des besoins▪ Régulateur de l'intensité lumineuse sur les mats en fonction de l'heure et de la fréquentation

6.

Communiquer et partager

6.1 Travail en synergie avec les acteurs du territoire

ETUDES PRÉ-OPÉRATIONNELLES

Les opérations d'aménagement de Paris La Défense impliquent plusieurs acteurs du territoire (Métropole du Grand Paris, CD92, EPT, communes). Il s'agit de travailler en synergie avec ces acteurs dans les projets d'aménagement d'espaces publics afin qu'ils soient en lien avec les autres projets de nature en ville du territoire et partager les bonnes pratiques entre aménageurs.

Actions à mener
Articuler les actions menées avec les projets métropolitains
Impliquer les gestionnaires des espaces naturels dans la définition des futurs espaces verts publics et de leur gestion. Anticiper dès la phase pré-opérationnelle la gestion différenciée
Favoriser le retour d'expérience avec les aménageurs du territoire

6.2 Information sur les choix écologiques des projets

POST-LIVRAISON

Les projets favorables à la biodiversité doivent être accompagnés d'une communication ciblée et accessible. Tous les usagers ne sont pas sensibilisés aux enjeux de préservation de la biodiversité du territoire et aux changements esthétiques et pratiques qu'ils engendrent.

Actions à mener

Mettre en place une communication ciblée dans les espaces, sous la forme de panneaux ou de symboles parlants, comme du Land Art

Disposer d'un argumentaire sérieux sur les choix réalisés et les exigences d'entretien à tenir

Organiser des animations sur la nature produite par ces espaces et présenter la cohérence écologique

Assurer un retour d'expérience entre collaborateurs sur les opérations d'aménagement qui intègrent la biodiversité territoriale : ce qui fonctionne ou au contraire les écueils à éviter

ANNEXE A2

Stratégie de renaturation – Parc Méridia, EPA Nice Ecovallée




HEKLADONIA
BUREAU D'ÉTUDES ET DE PROJETS

GÉOSCIENCES

BIODIVERSITÉ

PARIS - BESANÇON



SIÈGE SOCIAL
242 boulevard Voltaire
75011 PARIS

AGENCE BESANCON
87 rue du Général De Gaulle
70190 RIOZ

Gilles GALLINET +33 6 76 83 23 13
hekladonia@gmail.com

EPA NICE ÉCOVALÉE

Parc Méridia

STRATEGIE DE RENATURATION

RENDU FINAL



SITE

- » ZAC Parc Meridia à Nice (06)
- »
- »
- »
- »
- »
- »

MAÎTRE D'OUVRAGE

- » EPA Nice Ecovalée
- »

BUREAU D'ÉTUDES EN ENVIRONNEMENT

- » HEKLADONIA
- » Siège : 242 boulevard Voltaire / 75011 Paris
- » Agence : 87 rue du Général De Gaulle/ 70190 RIOZ
- » hekladonia@gmail.com / www.hekladonia.com
- » SIRET : 842 250 714 00016 / RCS PARIS
- » TVA : FR27 842 250 714 / APE : 7112 B
- » Chef de projet : Gilles GALLINET / Géologue pédologue écologue

SOUS-TRAITANCE

sans objet

Identification	Version	Date	Rédaction	Supervision / Validation	Modifications
H23-01	V2	19-04-2024	G.Gallinet	G. Gallinet	
H23-01	V3	29-04-2024	G.Gallinet	G. Gallinet	Corrections retour EPA
H23-01	V4	23-07-2024	G.Gallinet	G. Gallinet	Corrections suite restitution à l'EPA

Le présent rapport et ses annexes forment un tout indissociable.

1. SOMMAIRE

1. Mission.....	4
1.1. Contexte.....	4
2. RENATURATION	4
2.1. Qu'appelle t on renaturation? Écosystème site et encaissant.....	4
2.2. Comment fonctionne la renaturation ?	5
2.3. Deux échelles.....	6
3. Activation des sols	7
3.1. Comprendre les sols de Parc Méridia	7
3.2. Comment valorise-t-on les sols de la plaine du Var ?	8
3.3. Besoins en foncier pour le stockage et les plateforme de traitement.....	16
4. Activation par la flore.....	20
4.1. Flore: Utiliser des alliances floristiques locales bien senties	20
5. Création des structures écologiques et accroche à l'encaissant.....	24
5.1. Les structures écologiques de base	24
5.2. Accrocher l'écosystème urbain de la ZAC Parc Meridia à son encaissant.....	26
6. Concrètement, comment cela se coordonne dans le projet ?	28
6.1. Tableau relation RENATURATION - PAYSAGE	28
6.2. Initiation et développement.....	31
7. clés de la réussite de la renaturation mise en oeuvre à grande échelle (en phase développement) 32	
7.1. Foncier pour la gestion des terres.	32
7.2. Renaturation en place, quand la terre est mise dans son lieu de destination final.....	33
8. Innovation dans la renaturation.....	33



1. MISSION

1.1. Contexte

Située à l'ouest de Nice, la ZAC PARC Méridia, qui accueille dans son périmètre le projet du Grand Parc Paysager de la Plaine du Var, vise à revaloriser le site dont l'état actuel est symptomatique du développement qui a prévalu pendant des années dans la plaine du Var. Cette frange urbaine se caractérise en effet par des occupations précaires, un bâti d'une qualité ordinaire, des espaces publics limités aux grandes routes mais également par une agriculture en voie de disparition. En outre, les milieux naturels sont fragmentés : la déprise agricole au profit d'activités industrielles implantées de manière désordonnée et sans cohérence urbaine a accentué l'isolement des milieux naturels et a fortement dégradé la qualité des sols.

La renaturation du site artificialisé et la valorisation des terres excavées en terres fertiles constituent donc des enjeux majeurs pour la ZAC Parc Méridia conçue autour du Grand Parc de la Plaine du Var : elles contribuent, entre autres, à restaurer des continuités écologiques, à mettre en œuvre des actions en faveur de l'économie circulaire et à offrir un cadre de vie qualitatif aux usagers actuels et futurs du secteur.

Le projet de la ZAC Parc Méridia est lauréat de l'appel à candidature «AMI Ville durable». La présente mission s'inscrit pleinement dans le cadre de cette AMI nationale et œuvre dans la réponse aux enjeux de celle ci.

2. RENATURATION

2.1. Qu'appelle t on renaturation? Écosystème site et encaissant

L'IDÉE

La renaturation se définit par le retour de la nature, ce qui plus scientifiquement se définit par le retour d'un ensemble écologique vivant et non vivant qu'est l'écosystème.

RE-NATURATION

Retour d'une **NATURE** constitutive du milieu de vie de l'Homme

Installer un système

L'ECOSYSTEME

VIVANT + NON VIVANT liés dans d'incessants cycles de matières et d'énergie

Un système territorialisé

*Connecté à son encaissant écologique
Cohérent avec son sol, son eau, son climat*

Un système structuré fonctionnel

*Structuration écologique (strates, séquences, biomes, milieux)
Fonctionnel pour la biodiversité, pour le non vivant, et pour l'Homme*

Un système évolutif

La renaturation crée les conditions d'un retour de la nature et lance la machine écologique. Elle lance une dynamique de long terme et crée un système fait pour évoluer et donc capable de s'adapter. La résilience est ainsi garantie

2.2. Comment fonctionne la renaturation ?

STRUCTURER

La RENATURATION est spatialement réfléchie en faisant appel à des STRUCTURES ÉCOLOGIQUES.

Cette structuration est pensée suivant 2 échelles :

» # une première du site sur le site où l'idée est de donner une place forte et structurante à la biodiversité et ses milieux, au point d'en faire un élément de constitution du nouveau morceau de ville et du paysage ;

- Cette échelle permet de valoriser un «déjà là», celle de la valorisation d'écosystèmes, de structures écologiques, de sols préexistants, d'arbres et plus largement de végétations déjà installées, qui servent de point de départ à l'écosystème site plus vaste qui va se développer via la renaturation.
- Cette échelle est au celle de la constitution de nouvelles entités écologiques, de nouveaux écosystèmes, de l'implantation de nouvelles flores suivant de nouvelles structures, sur des sols repensés revalorisés

» # une seconde en connectant l'écosystème créé à son écosystème encaissant. Les écosystèmes alentours sont émetteurs et récepteurs de vie. Il est fondamental de tout connecter. C'est un travail sur les accroches écologiques qui est réalisé à une ou deux échelles selon les cas, territoriales élargies et/ou plus proches des limites du site.

Les structures sont travaillées

- verticalement par l'agencement de strates (arborées, arbustives, buissonnantes, herbacée, grimpante...)
- horizontalement, par des séquences qui se succèdent les unes derrière les autres.
- en valorisant des structures de bases (bosquet, haie, lisière, bois dense ou clair...), des unités que l'on sait fonctionnelles écologiquement, utilisées comme pièces de puzzle qui servent à constituer la mosaïque écologique structurée au global.

ACTIVER

La RENATURATION installe le système et lance une dynamique de long terme en relançant les cycles naturels, réhabilitant les milieux, et en activant la puissante machine biologique. Pour cela la renaturation valorise plusieurs leviers :

- **L'activation par le sol vivant** : Reconstituer des sols aptes à entrer en relation avec la flore et la faune ; aptes à la vie tout simplement. La reconstruction de sol n'est pas que physique, c'est un processus complet faisant appel à de la structuration géologique et pédologique, des améliorations agronomiques, des activations biologiques passives et actives (biodynamisation), et une stratégie ambitieuse d'économie circulaire locale.

- **L'activation par la flore agencée en structures floristiques de base** : Installer des flores adaptées aux conditions locales et qui seront le point de départ d'un épanouissement écologique large. Comme pour les sols, l'activation par la flore sous-entend plus que de planter généreusement, mais rassemble un travail sur les espèces et leur provenance, la façon de planter, la diversité, la fonction écologique de chaque plant, et la structure des plantations (agencement des espèces, des strates et des séquenances dans un objectif précis, une cohérence écologique)

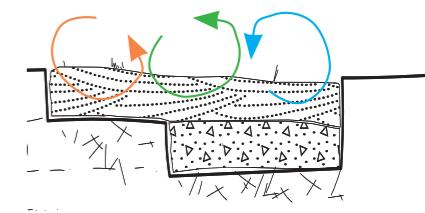
EVOLUER

Evolution des sols grâce à la pédogénèse lancée par l'activation du sol vivant

Evolution des structures écologiques permettant un gain progressif et durable des fonctionnalités écologiques

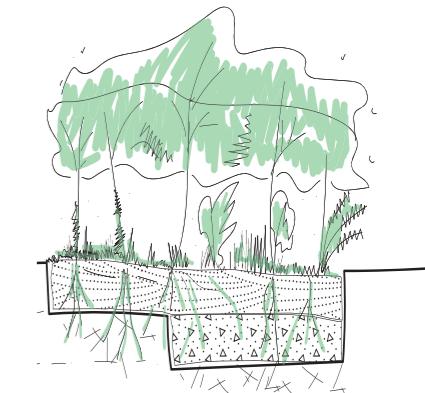
Lancement de la renaturation par

Activation du SOL VIVANT



Création des STRUCTURES ECOLOGIQUES

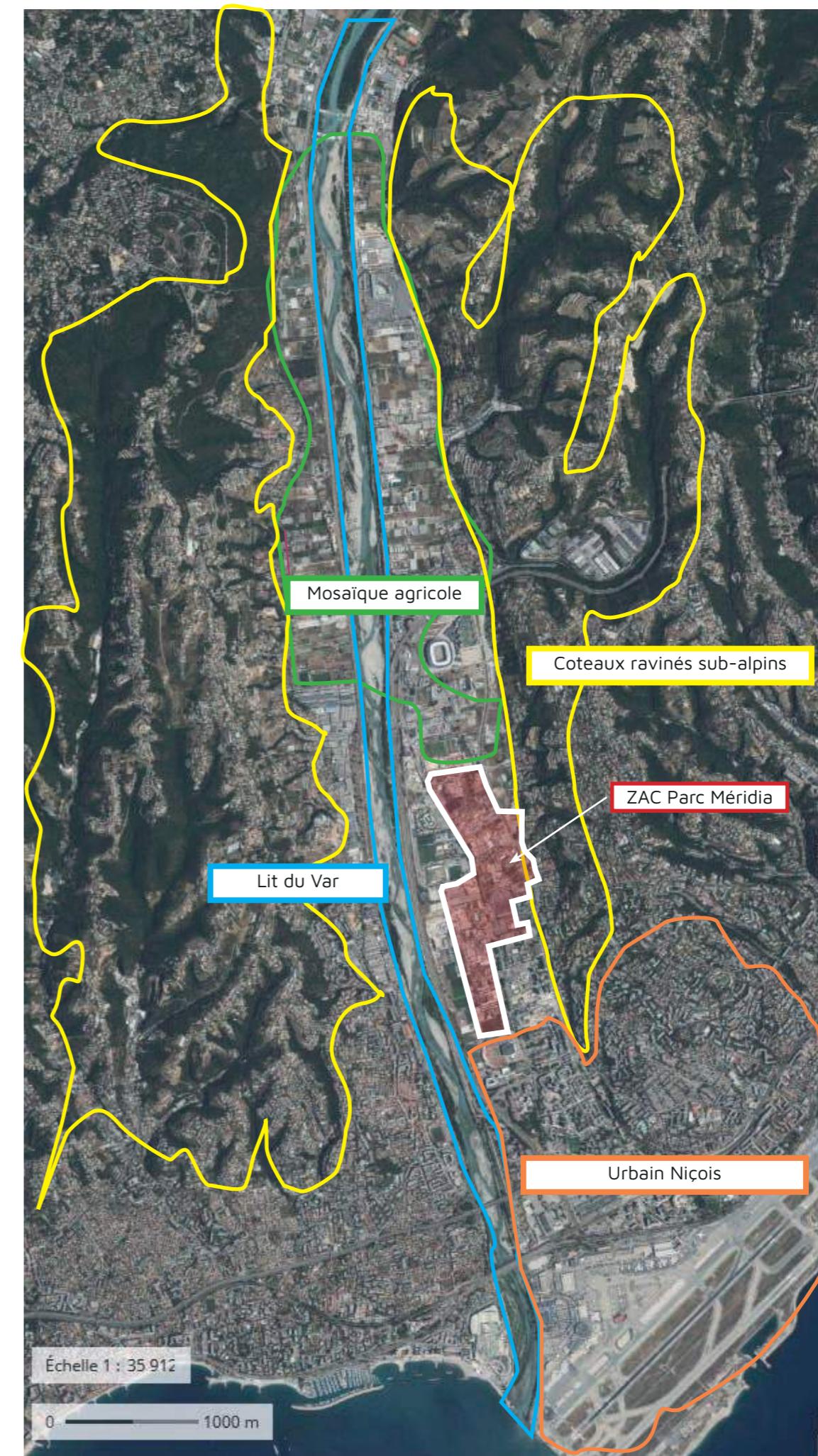
= Activation par l'installation des FLORES



2.3. Deux échelles

La renaturation est pensée à deux échelles :

- » **A l'échelle du site directement concerné par l'opération d'aménagement** : en donnant une place forte et structurante à la biodiversité au point de faire de la ZAC Parc Méridia un élément de constitution majeur de l'écologie du paysage de la Plaine du Var. Cette place est donnée dès que possible, dans les rues structurantes (traverses et boulevard), les voiries secondaires, dans l'ancien lit du canal des Arrosants servant de trame verte déconnecté du réseau viaire, dans les cœurs d'îlots, et dans le grand parc central (GPPV).
- » **A l'échelle du territoire** : grâce à des accroches écologiques qui se rattachent à l'écosystème encaissant, ceci impliquant un bénéfice réciproque ; pour le site comme pour l'écosystème encaissant. Ce dernier est ici constitué :
 - coté Est (et plus loin à l'Ouest au delà du Var) des coteaux ravinés sub-alpins Niçois, sièges d'imposants et intéressants écosystèmes forestiers ensauvagés profitant des ravinements et des fortes pentes pour perdurer face à l'urbanisation,
 - du lit du Var à l'Ouest qui marque le cœur de la vallée même si une grosse infrastructure routière (A8) fait barrage ;
 - côté Nord d'une mosaïque de parcelles agricoles mêlées à d'autres unités urbanisées souvent de manière opportuniste ;
 - au Sud de milieux urbains Niçois plus intenses.



3. ACTIVATION DES SOLS

3.1. Comprendre les sols de Parc Méridia

La Zac Parc Méridia et son grand parc GPPV sont sur un système géologique alluvial, celui de la plaine du Var. Les sols naturels sont logiquement des alluvions. Ils sont réputés de bonne qualité agronomique, c'est pour cela que la plaine du Var fut (et est encore un peu) un vaste espace agricole. Ces sols naturels ont été artificialisés du fait d'une urbanisation opportuniste. Les campagnes de sondages disponibles ont permis de détecter 3 grands faciès de sols :

--- En surface

- **Des recouvrements** : graves de roulement, dalles bétons et leurs sous structures de fondation granulaire. (épais. 5 à 40cm)
- **Localement**, sur les parcelles peu artificialisées (elles sont peu fréquentes), des **horizons A humifères organo-minéraux limono-sableux** (« terres végétales » diront nous à tort classiquement), parfois hérités d'anciens apports de terre végétale faits à l'occasion de la création de tel ou tel espace vert urbain, ou dans certains cas hérités d'un passé lointain préservé par de l'habitat individuel dégageant des jardins potagers ou ornementaux privés. (épais. 5 à 15cm)
- **Des remblais anthropiques variés**, renfermant généralement beaucoup de cailloux pris dans des matrices variables sableuses ou limoneuses rarement argileuses la plupart du temps en faible proportion. Il existe parfois des débris de démolition dans ces remblais. (Parfois absents, épais. 50-120cm moy.). Ils sont parfois pollués et même si ces pollutions localisées contraindront le projet de gestion des terres, la problématique reste globalement légère et raisonnablement contraignante à l'échelle de la ZAC.

--- En dessous :

- Des couches de limons sableux gris ou brun foncé, pouvant contenir parfois une petite fraction de graviers, mais étant souvent assez homogènes. (Epais. 0,5m, parfois 1m)

---- <<fines>> ---- Limons sableux (sable limoneux)



---- <<Graves anguleuses (remblais anthropiques)> ----

Grave à blocs et cailloux hétérogènes à matrice variable, souvent sableuse



- Des couches de graves alluvionnaires.

Constituées de galets et cailloux pris dans une matrice de sables limoneux ou limons sableux bruns à gris minoritaires. Ces graves sont, dans le détail, observées suivant différents faciès (les quantités de galets et cailloux changent, parfois aussi la matrice). Dans tous les cas, des graves alluvionnaires sont présentes sous les limons sableux précités. Il arrive cependant que des niveaux de graves alluvionnaires soient présents au-dessus de ces limons, ceci pouvant tout autant être une succession naturelle comme étant lié à des déplacements locaux de terres d'une parcelle à l'autre au fur et à mesure des modifications de sols du passé (y compris dans un passé lointain agricole). (Epais. + d'1,5m parfois, fond rarement atteint en sondage)

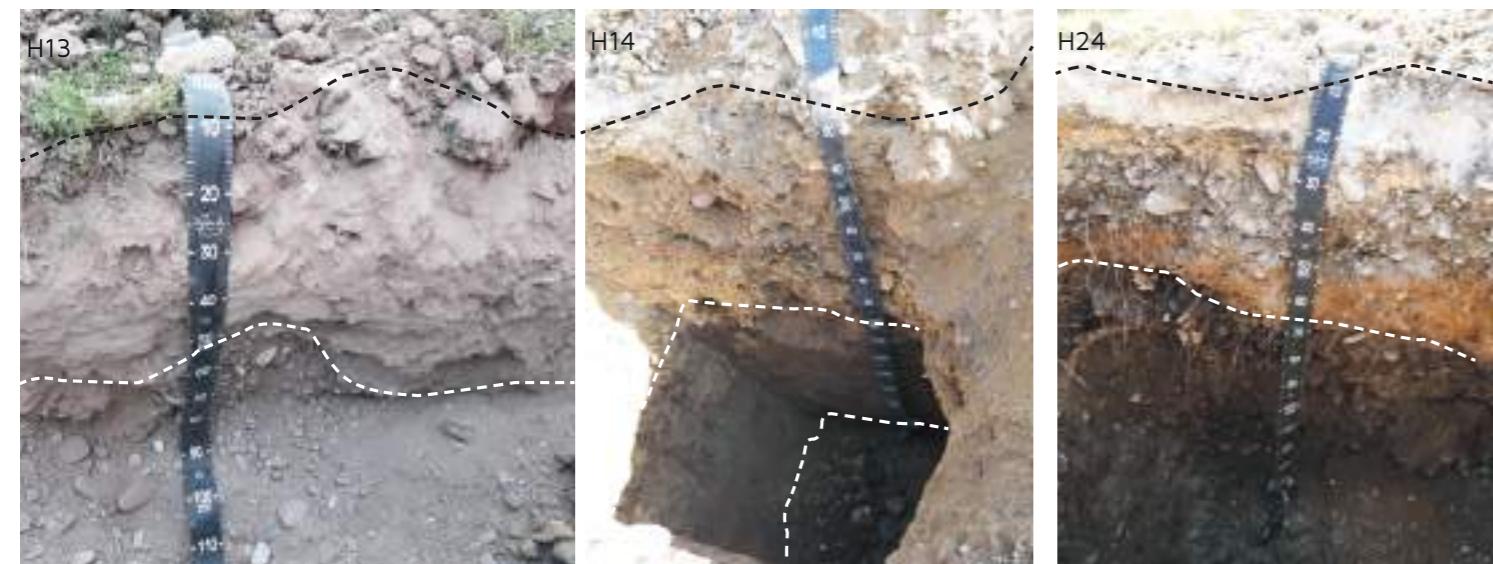
---- <<Graves sableuses>> ---- Grave alluvionnaire à matrice de sables limoneux (ou limons sableux) brun



D'autres horizons à considérer: ---- <<Graves sableuse beige>> ---- Grave alluvionnaire à matrice sableuse beige



D'autres sondages pour visualiser les variations observées



3.2. Comment valorise-t-on les sols de la plaine du Var ?

La renaturation est interventionniste sur les sols suivant 2 grandes étapes qui définissent par ailleurs les deux premières sous actions de la présente fiche (la troisième élargissant le champ d'intervention aux alliances floristiques et à l'installation de structures écologiques) :

- » 1-Desartificialisation et (re)constitution des structures minérales du sol
- » 2-Activation biologique des sols

3.2.1. COMPRENDRE LA DÉSARTIFICIALISATION ET (RE)CONSTRUCTION DES STRUCTURES MINÉRALES DU SOL

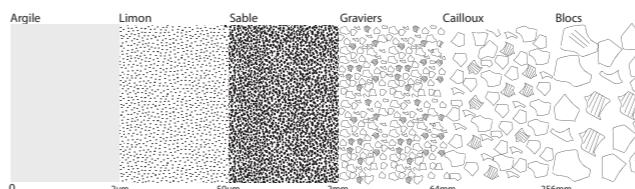
3.2.1.1. PRINCIPE DE BASE / LITHOLOGIES ET FACIÈS

La renaturation débute par l'installation d'un système minéral cohérent et apte à évoluer pédologiquement. Pour cela, il faut désartificialiser puis constituer les nouveaux sols en pensant leur structure en ensembles d'horizons valorisant des faciès choisis et maîtrisés.

Décroûtage/désartificialisation de surface : par suppression des recouvrements et des sous structures de fondation associées (bétons, enrobés, graves, granulats et remblais structurels).



Constitution d'une Lithologie GEO Maitrise des Faciès



nos possibilités de réemploi des matériaux de sol granulaires, sans traitement voir sans déplacement en valorisation en place. Ce renversement de paradigme de conception ; où ce ne sont plus les flores choisies pour considérations paysagères qui dictent la constitution des substrats de plantation, mais l'inverse, où les sols et l'écosystème dictent au paysage les possibilités floristiques ; est une innovation méthodologique importante qu'apporte la renaturation et un gros levier de sobriété de moyens autant que de plus-value écologique.

3.2.1.2. VALORISATION SANS DÉPLACEMENT (EN PLACE) ET « AVEC DÉPLACEMENT » ; TRAITEMENTS SUR PLATEFORME ET STOCKAGE.

L'innovation consiste à rationaliser la gestion des terres excavées dans le cadre des travaux d'aménagement de la ZAC (réseaux, voirie, constitution des fosses de plantations, modification de la topographie...) en vue de constituer les substrats de plantation.

L'objectif est de

- » Limiter les exports de terre hors du site.
- » Valoriser les sols du site dès que possible:
 - directement «en place». les terres sont laissées dans le sol, dans leur position. Elles peuvent être travaillées (labour par exemple) mais elles ne sont pas extraites.
 - ou après terrassement et éventuels traitements (criblages, concassages, malaxages). Nous parlerons de valorisation «sur place», qui sous entend «directement sur la ZAC».

» Limiter le recours à des terres venant de l'extérieur de la ZAC, plus encore si les terres rapportées sont des terres végétales et non des terres recyclées issues d'une démarche d'économie circulaire.

Les études de sols « classiques » (géotechniques, pollution) et plus encore les études spécifiques agro-pédologiques constituent la base de cette rationalisation innovante de réemploi avec ou sans déplacement.

La valorisation des faciès se travaille ainsi de manière hiérarchisée.

» -- Le premier de tous les choix est celui de la «valorisation sans déplacement en place» Vep (terre laissée en place dans le sol pré-existant, utilisée sans être extraite ni déplacée)

» -- Ensuite, lorsque les terres doivent être déplacées, il faut que chaque faciès soit valorisé à sa juste valeur.

- Dans le cas idéal, le faciès est réemployable facilement car de bonne granulométrie/ph (...) et chronologiquement les chantiers d'extraction et de valorisation sont synchrones. Nous sommes en «Valorisation avec Déplacement» Vd ; la pelle mécanique déblaie d'un côté, la terre est déplacée sur site, une autre pelle mécanique valorise sur le moment cette terre d'un autre côté.
- Dans les cas où les chantiers d'extraction et de valorisation ne sont pas synchrones, ce qui est souvent le cas, il est nécessaire de prévoir un stockage provisoire tampon afin de gérer les écarts temporels et les distorsions dans le processus, c'est la «Valorisation avec Déplacement avec Stockage Tampon» Vd-St.
- Dans le cas où les faciès ne seraient pas adaptés à leur réemploi en l'état, un «Traitement» Tr peut être nécessaire, par exemple du criblage, concassage, tri, mélange, malaxage. Cela se fait sur une plateforme spécialisée ou directement sur un poste de terrassement sur chantier via des concasseurs mobiles, des godets criblants ou des ateliers de terrassement spécifiques. Selon les temporalités, le stockage tampon se fait avant ou après, les deux, ou ne se fait pas (respectivement Vd-St-Tr // Vd-Tr-St // Vd-St-Tr-St // Vd-Tr).

Lorsque toutes ces solutions ont été épuisées et qu'il manque encore des matériaux «ressources» pour constituer les substrats de plantation, il peut être fait appel à l'économie circulaire, avec la même démarche pragmatique. L'ultime possibilité est enfin l'utilisation de terres végétales venant de l'extérieur.

Pour effectuer ces choix, il faut se poser, pour chaque lieu de future plantation, les questions suivantes:

- quel usage? plantation soignée (jardin), naturelle (friche, écosystème libre...), agro-système (pépinière, agriculture urbaine...)
- quelle résistance mécanique ? intensité du piétinement et/ou passages d'engins
- quelle relation à l'eau? fond de noue, jardin creux ou au contraire haut de bassin versant
- quelle flore envisagée? alliance floristique, strate arborée/arbustive/herbacées...
- quelle topographie projetée ? niveau projet plus bas que l'actuel => déblais; niveau projet plus haut que l'actuel=> remblais. Sur quelle épaisseur? Dans le cas du déblais quel sol est extrait et quel sol se retrouve au niveau projet? Dans le cas de remblais, y a t il des contraintes géotechniques (pentes de talus par exemple) qui limite les possibilités de réemploi? etc..)
- Existe t il d'autres éléments de projet susceptibles de générer un mouvement de terre? nécessité de confinement d'une pollution sous 30 ou 50cm de terre saine, passage d'un réseau, réalisation du structure de voirie ou d'une fondation...

A chaque cas correspond un éventail de sols idéaux ou acceptables, et un spectre de sols problématiques ou à éviter.

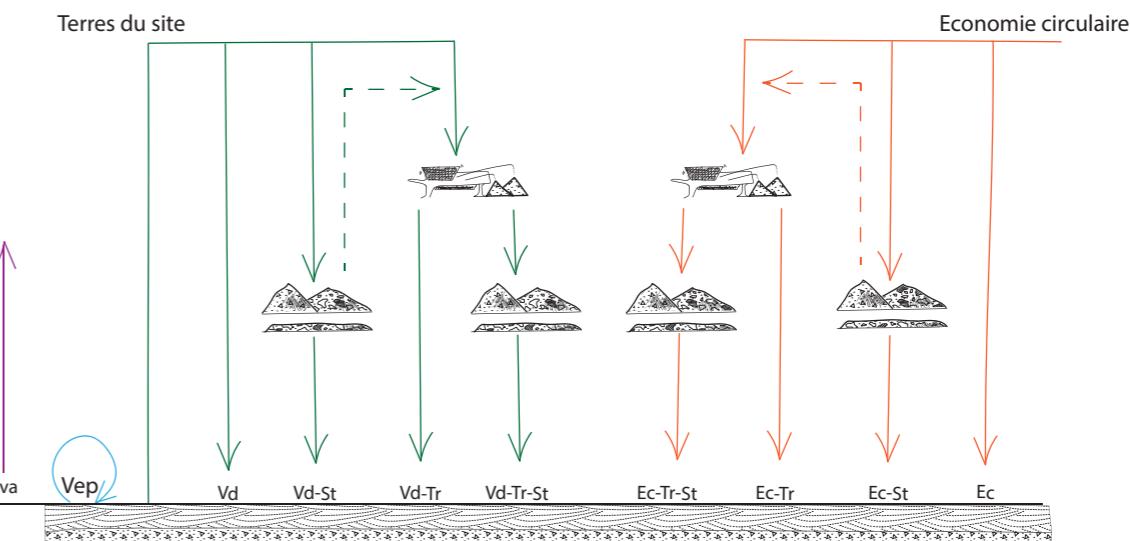
Quelques exemples:

- Au sein d'une pelouse piétinée (parc GPPV ou espace de déambulation détente dans la ZAC par exemple), des sols avec une proportion importante de sable sont à rechercher.
- Dans le cas où des passages d'engins lourds sont nécessaires, même occasionnellement (voie pompier en espace vert à proximité d'îlots bâtis, par exemple en frange du parc GPPV), la présence de galets graviers et cailloux est obligatoire.
- En agro-système, le plus souvent les sols trop caillouteux sont à éviter, les sols limoneux préférés.
- En fond de noue, cas de la plupart des bandes plantées des espaces publics de la ZAC, les sols granulaires à sables et graviers sont idéaux, les sols trop argileux problématiques.
- En bandes plantées d'espaces publics de la ZAC et dans le parc, l'arrosage est idéalement proscrit ou évité autant que faire ce peut, il faut donc rechercher des sols suffisamment drainants pour laisser pénétrer

l'eau mais pas trop pour favoriser sa fuite rapide. Limon sableux, sable argileux, limon sablo-argileux sont les granulométries les plus pertinentes. La présence de graviers et de galets peut être tolérée dans des proportions limitées et plutôt dans des sols argileux.

- Les flores méditerranéennes xérophiles très résistantes à la sécheresse apprécient en majorité les sols caillouteux, les graves alluvionnaires de la plaine du Var sont alors idéales. Certains remblais anthropiques sont aussi valorisables car similaires sur le plan granulométriques. Les alliances méso-xérophiles tels que les Chênaies pubescentes apprécient les sols fins et ce sont les limons sableux qui leur conviendront le mieux.

Les choix sont opérés dans un processus itératif entre possibilités offertes par les sols, nécessités de projet, adaptation du projet (topographie, flore, usages...), modification ou non des sols (...) jusqu'à trouver un équilibre rationalisé.



Valorisation des faciès

Traitements (concassage, criblage, malaxage)

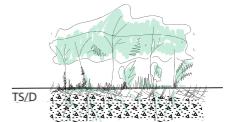
Stockage tampon (avec ou sans pré-activation)

Vep = Valorisation en place
Vd = Valorisation avec déplacement
Tr = Traitement
St = Stockage provisoire
Ec = Economie circulaire
Eva = Evacuation

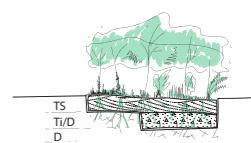
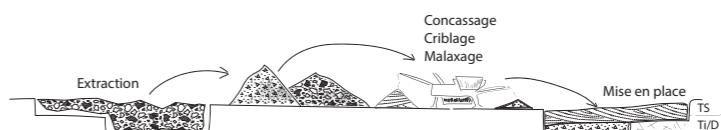
TS = terre supérieure
Ti = terre inférieure
D = décompactage

(Re)Constitution d'un SOL VIVANT
GEO

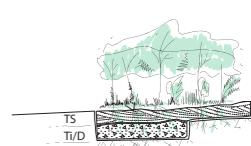
Directement en place



Réemploi du site sur le site



Evacuation remplacement



3.2.1.3. LA FAUSSE BONNE IDÉE – RETOURNER LES SOLS ET LE METTRE À L'ENVERS

---- Comprendre la fausse bonne idée et son impact ----

La fausse bonne idée serait de retourner la structure de sols, c'est à dire de prendre les bonnes terres présentes en profondeur pour les remettre en surface et d'enfouir les mauvais sols anthropisés en profondeur à la place.

Cela reviendrait à surcreuser quasi-systématiquement au delà de ce que le projet demande pour rechercher des ressources «naturelles» profondes. C'est en quelque sorte l'idée de faire du site une sorte d'exploitation de carrière de matériaux alluvionnaires déguisée en projet de renaturation des sols.

- » La méthode classique : «*aller chercher de la terre végétale spatialement loin*» est une forme d'**artificialisation de surface**.
- » Cette méthode «*fausse bonne idée de retournement des structures de sol*» est une forme d'**artificialisation vers les profondeurs**.

Une telle méthode constituerait une nouvelle étape dans l'artificialisation des sols, cette fois-ci non pas en surface en détruisant du sol de surface en dehors des villes pour générer des terres végétales (déjà humifères) mais en profondeur en substituant des sols naturels par des sols dégradés. En milieu urbain, l'**impact de notre civilisation sur les sols s'est pour l'instant majoritairement fait depuis la surface**, pour l'essentiel **par remblaiement**, avec parfois un tronçage préalable des sols que ce soit des «terres végétales» ou non.

Les extractions de matériaux rocheux faites loin des villes, dans les carrières de roche massives ou alluviales (des extractions parfois profondes, certes, mais surtout ponctuels, comme des piqûres d'aiguille à l'échelle de la France), ont alimenté les remblaiements urbains généralisés de surface ayant permis aux villes de se mettre hors d'eau en contexte inondable mais aussi de constituer les solides sols d'assise capables d'accepter des voiries, réseaux, bâtiments... **Cette artificialisation par dépôt en surface (avec ou sans tronçage) a impacté des sols évolués ayant un âge d'environ 11 000 ans maximum** (pédogénèse engagée à la sortie de la dernière époque glaciaire, le würm (-115 000 à -11 700ans). L'accroissement des villes a parallèlement créé un marché imparfait de négoce de «terres végétales» de surface avec malheureusement d'importants gâchis puisque beaucoup de surfaces ont été remblayées directement par dépôt sur les terres végétales qui ont été détruites physiquement et biologiquement. Tout ce système fonctionnait à crédit sur les générations futurs grâce à l'incessante extension urbaine qui montre aujourd'hui ses limites. Le marché des terres végétales n'est plus d'actualité, il faut arrêter d'artificialiser.

Dans cette volonté qui nous anime ici de non artificialisation moderne, faire l'erreur d'utiliser la méthode de «**fausse bonne idée de retournement des structures de sol**» **impacterait des sols profonds beaucoup plus anciens, âgés de plusieurs millions d'années**, même en contexte alluvionnaire. **Faire progresser l'artificialisation en profondeur alourdi considérablement l'échelle temporelle de l'impact de notre civilisation sur les sols**. Ce serait un coup de masse supplémentaire pour les générations futures qui, si elles veulent retrouver les sols naturels pour quelque raison que ce soit, seraient obligées de descendre toujours plus bas et d'enlever, en plus des horizons supérieurs modifiés, les horizons artificialisés qui ont été enfouis lors du retournement. En travaillant les sols sans les retourner, un simple décapage de surface permet de retrouver des sols naturels.

!! ATTENTION à la fausse bonne idée

Retourner la structure

-- > prendre le sol naturel au fond, le remettre en surface -- >
enterrer les remblais profondément à la place

NON



====> Poursuite de l'artificialisation des sols, après des décennies en surface, maintenant en profondeur

---- Ce que la renaturation propose ----

Le lecteur qui nous lit ici doit peut être se dire: «mais, nous parlons d'utiliser les sols alluvionnaires naturels? N'est ce pas justement cette solution de retournement de sol qui est proposée ?»

Non, il y a des nuances.

Il y a deux catégories de déblais à considérer en projet urbain:

- » Pour constituer des fondations de bâtiments, des routes avec des structures de chaussées, de passer des réseaux dans le sol, des constituer des creux pour la rétention des eaux pluviales, il faut générer des déblais (surtout en contexte inondable, il ne faut pas supprimer de volumes d'expansion de crue). Cela reste une forme d'**artificialisation**, depuis le surface, certes. Toutefois, les sols impactés sont déjà en contexte urbain et pour partie déjà **artificialisé**. Vous verrez ensuite que la renaturation se propose de ne pas agraver cette situation d'une part et de valoriser ces déblais d'autres part.
- » Par ailleurs, la constitution des substrats de plantation, dès lors que la valorisation des sols en place n'est pas possible, nécessite des terrassements complémentaires. Ces terrassements complémentaires génèrent des déblais que la renaturation se propose aussi de valoriser.

A retenir:

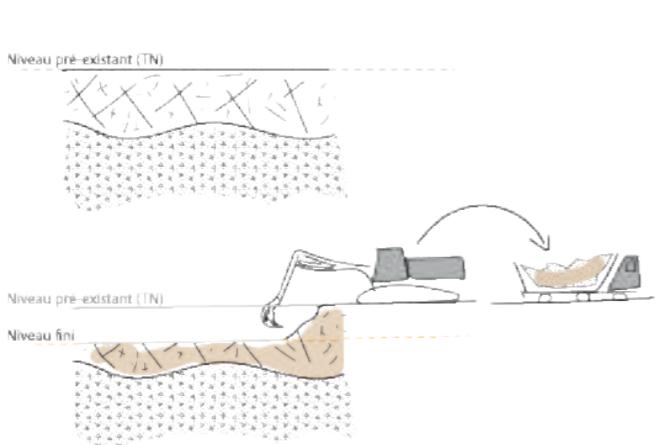
La renaturation se propose de valoriser les sols en place ET les déblais inévitables: ceux de structures (terrassement généraux) et ceux permettant de constituer les fosses de plantation (les terrassements complémentaires).

Il n'est ni question de surcreuser au delà de nos besoins structurels, et encore moins question d'enfouir sous un bon sol pédologique un mauvais sol anthropisé.

3.2.1.4. COMPRENDRE CE QUE SONT LES TERRASSEMENTS COMPLÉMENTAIRES ET LES TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX.

EN DEBLAIS

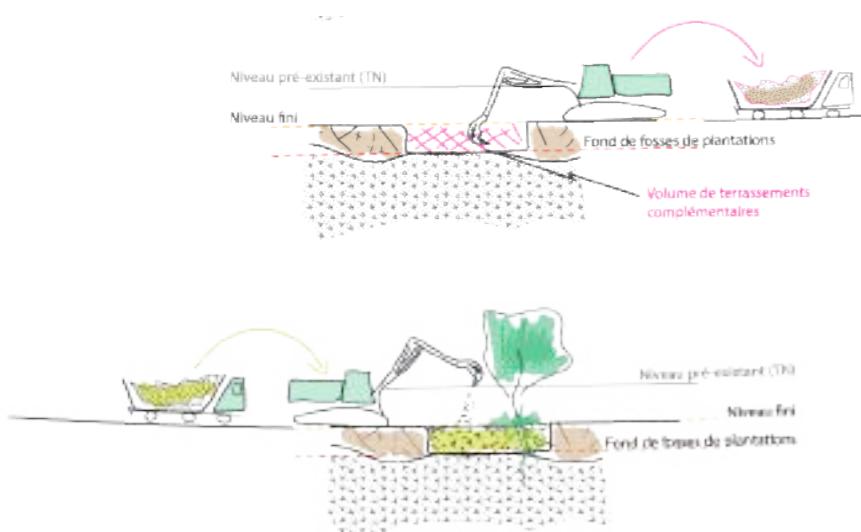
Lors d'un projet de maîtrise d'œuvre, au droit des espaces plantés **dans un secteur majoritairement en déblais** de l'existant, la règle habituelle est de confier au lot 1 (terrassement réseaux voiries) **les terrassements généraux** qui façonnent le site, au droit des espaces verts, jusqu'au «niveau fini» des futurs espaces.



(Re)Constitution d'un SOL VIVANT
-- Secteurs en déblais--
GEO

Dans les secteurs en déblais, des terrassements sont encore à réaliser pour confectionner le substrat de plantation.

Ces derniers s'appellent «**les terrassements complémentaires**» et sont généralement confiés au lot 3 «espaces verts» des contrats de travaux. Ils consistent à déblayer en dessous du niveau fini une épaisseur de terre, correspondant à celle des futurs substrats de plantation, et de remplacer cette terre extraite par une terre agronomiquement de meilleure facture (terre végétale d'apport extérieur ou terre de valorisation traitée en plateforme ou non).



Terrassements complémentaires
«Lot 3»

Extraction d'un volume de terre pour créer un volume disponible = > création de la fosse de plantation

Création des substrats de plantation
«Lot 3»

Apports de terres à bonne granulométrie pour remplir la fosse d'un substrat de plantation de qualité.

EN REMBLAIS

En secteur majoritairement en remblais, il y a 2 possibilités, soit les terrassements généraux (lot1) constituent les fosses de plantations sans les remplir, c'est alors le lot 3 «espaces verts» qui vient combler les trous en constituant le substrat de plantation; soit les terrassements généraux remblaient à la cote fini et des terrassements complémentaires devront ensuite recréer la fosse de plantation. Ce dernier cas qui implique de terrasser à nouveau des zones fraîchement remblayées, ce qui paraît illogique, mais cela s'impose parfois pour des raisons de phasage, pistes de chantier, plateforme provisoire, démolition, déconstruction, allottements des travaux...)

3.2.2. LA VALORISATION DES FACIÈS DANS LA ZAC PARC MÉRIDIA ET SON GRAND PARC DE LA PLAINE DU VAR (GPPV)

La mission d'AMO renaturation s'est construite concomitamment au montage de l'esquisse (ESQ) et de son évolution en AVP n°2 du projet ZAC Parc Méridia, projet qui s'intéresse à la forme urbaine du quartier, à sa composition, et au détail des espaces publics. Le Grand Parc de la Plaine du Var (GPPV) est au stade définition de la programmation et ne possède pas, au jour de l'écriture du présent document, de maître d'œuvre.

Un travail itératif très étroit a été conduit entre Hekladonia (AMO renaturation), l'équipe de maîtrise d'œuvre de la ZAC (Architecture Studio / Topotek1 / Merlin / Adret) et l'AMO Paysage urbanisme (Agence Réseau(x)) de la même ZAC, avec des ateliers hebdomadaires en visio, en présentiel dans les bureaux de l'EPA et sur le terrain à plusieurs reprises. La construction des différents dossiers s'est ainsi fait de concert, les problématiques ayant été croisées, les résultats des réflexions intégrées à l'avancement.

A retenir, au moment de la rédaction des présentes lignes:

- » Le nivellement projet et le détail des déblais remblais générés par les aménagements (terrassements généraux et d'infrastructures voiries réseaux) n'étaient pas disponibles.
- » Le détail de la gestion des eaux pluviales n'était pas disponible même si les grandes lignes en étaient connues:
 - Gestion alternative des eaux pluviales dès que possible;
 - Espaces plantés en creux et systématiquement récepteurs des ruissellements générés au voisinage proche;
 - Le Grand Parc de la Plaine du Var (GPPV) réalisé en creux car servant de volume tampon complémentaire en surverse pour les ruissellements produits par la ZAC Parc Méridia, pour les épisodes pluvieux de retour 30 à 100ans.
- » Les surfaces de plantations des espaces publics de la ZAC, leur répartition et leur typologie paysagère étaient globalement connus.
- » Le périmètre du Grand Parc de la Plaine du Var (GPPV) était connu et délimité. Son programme se défini autour d'un parc urbain très forestier, se voulant relativement naturel dans sa gestion et son rendu.
- » Les flores et alliances floristiques des espaces publics de la ZAC ont été choisies en lien étroit et direct avec les prescriptions que vous pourrez lire dans le présent document, l'ensemble est parfaitement en accord.

A partir des données disponibles évoquées ci dessus et de l'état d'avancement des projets, des hypothèses ont été prises dans les chiffrages et pré-dimensionnement. Elles sont explicitées au fil des lignes qui vont suivre.

3.2.2.1. FACIÈS VALORISABLES EN SUBSTRATS DE PLANTATION

Plusieurs faciès présents sur la Zac Parc Méridia et son parc GPPV sont exploitables en substrat de plantation.

- » **#Les faciès fins de limons sableux naturels** sont ceux auxquels tout le monde pense en premier (Nous pouvons ajouter les quelques « terres végétales » épisodiques observables de ci de là, mais cela n'est pas structurant). Mais ces faciès fins ne sont pas les seuls à susciter l'intérêt.
- » **#Les graves alluvionnaires à matrice limono-sableuse** sont aussi tout à fait valorisables, en l'état ou après correction granulométrique (criblage, concassage).
- » **#Les remblais**, lorsque la pollution est gérée convenablement (tri, fléchage, confinement...), sont aussi pour certains valorisables, même si pour ces faciès anthropiques, les corrections granulométriques, tris et autres améliorations risquent d'être plus fréquents voir nécessaires.

3.2.2.2. LES DIFFÉRENTS CAS DE VALORISATION DE FACIÈS

Dans la ZAC comme dans le GPPV, la majorité des espaces plantés en espace public servent à la gestion des eaux de pluie et seront plutôt en creux, majoritairement en déblais, impliquant des terrassements complémentaires.

» Dans les secteurs en déblais

Cas n°1, le sol en place est bon en l'état (ou presque)

Les substrats de plantation sont constitués directement avec le sol en place (moyennant éventuellement un travail du sol tel que décompactage, griffage, correction granulométrique);

Cas n°2, le sol en place n'est pas bon en l'état pour les plantations prévues.

=> Les substrats de plantation sont réalisés en terrassement complémentaires.

Les terres extraites lors de ces terrassements complémentaires sont

- » soit valorisées ailleurs, en remblais technique (structure de chaussée par exemple), en substrat de plantation soit après un traitement type criblage concassage,
- » soit valorisées dans un lieu où l'exigence sur la qualité des sols est moindre ce qui permettrait un réemploi de matériaux qui n'étaient pas satisfaisants ici même. (*Il est évident que dans ce cas, l'adaptation des palettes végétales au sol (et non l'inverse) permettrait d'éviter la réalisation des terrassements complémentaires en permettant une valorisation en place. Cela permettrait de rationaliser les terrassements, mais cela n'est pas toujours aussi évident pour raison d'usage humain, d'esthétique recherchée, de gestion envisagée...etc.*)

Les terres qui viennent constituer les substrats de plantation sont soit:

- des terres de déblais directement valorisables (Vd ou Vd-St)
- des terres de déblais ayant été traitées (sur plateforme ou juste à côté de l'atelier de terrassement complémentaire par une unité mobile (concasseur cribleur mobile)) Vd-Tr (si stockage tampon il y a : Vd-(St)-Tr-(St)).

» Dans les secteurs en remblais

Les terrassements généraux préparent les fond de fosse de plantation. (pas de double manipulation de terres).

Les terres qui viennent constituer les substrats de plantation sont soit:

- des terres de déblais directement valorisables (Vd ou Vd-St)
- des terres de déblais ayant été traitées (sur plateforme ou juste à côté de l'atelier de terrassement complémentaire par une unité mobile (concasseur cribleur mobile)) Vd-Tr (si stockage tampon il y a : Vd-(St)-Tr-(St)).

3.2.2.3. DEVENIR DES DÉBLAIS DES TERRASSEMENTS COMPLÉMENTAIRES ET GÉNÉRAUX

Deux types de déblais sont à considérer:

-- Les déblais des terrassements complémentaires.

Ce sont ces déblais qui ont été considérés dans les chiffrages et dans la démarche de rationalisation

-- Les déblais des terrassements généraux (incluant les déblais réalisés pour la constitution des structures tels que les trottoirs, voiries, réseaux, fondations..) .

Dans le présent projet, les déblais des terrassements généraux ne sont pas connus au moment où nous écrivons ces lignes. Leur réemploi est probablement possible en partie, mais il n'est pas possible d'identifier ni de chiffrer ces volumes. Les chiffrages et dimensionnements des valorisations et réemploi en substrats de plantation ne tiennent pas compte de ces déblais. Ceci constitue une piste d'optimisation importante en phase plus avancée de projet, d'autant que si le présent projet n'utilise pas tous ces matériaux, l'économie circulaire locale pourrait alors en profiter.

3.2.3. CONSTITUTION DES SUBSTRATS DE PLANTATION DANS LA ZAC PARC MÉRIDIA ET SON PARC GPPV

Les substrats de plantation sont pensés sur 80cm d'épaisseur en moyenne.

Cette épaisseur est liée aux conditions pédologiques locales, à la nécessité de constituer des substrats de plantation durables devant évoluer par pédogénèse sur le long terme, devant être favorables à toutes les strates végétales y compris celle des arbres (la présence arborée est souhaitée forte dans tous les espaces plantés de la ZAC et du Grand Parc de la Plaine du Var).

En dessous de ces 80cm, sauf très rares exceptions, les études de sol ont montré que les sols naturels sont présents et de bonne facture agro-pédologique. Ils sont largement en capacité de permettre le développement des arbres et arbustes.

La transition entre ces 80cm de sol repensés et les sols sous-jacents ne doit pas créer de rupture.

Les ruptures franches entre horizons de sol ne sont jamais bénéfiques au fonctionnement pédologique. Il faut donc penser les transitions autour de gradients (de granulométrie, de perméabilité, de compaction, etc...).

Dans cette épaisseur de 80cm, une lithologie à 2 horizons est à créer.

Cette structure à 2 horizons se veut cohérente avec un contexte pédologique de plaine alluviale méditerranéenne favorable aux *Fluvirosols^(x)* évolués, avec un horizon supérieur destiné à lier l'organique humifère et le minéral (horizon

A du pédologue), et un horizon sous-jacent destiné à devenir l'horizon pédologique dit structural S où le lien avec l'organique est plus épars ou limité mais où la vie joue encore un rôle fonctionnel clé notamment dans l'alimentation en eau des plantes. Pour chaque horizon les faciès valorisables sont indiqués ci-dessous. A partir de ce cadre, le détail des granulométries cibles restera à définir en phase plus avancée d'un projet de maîtrise d'œuvre. D'un secteur à l'autre, selon les flores envisagées, les nécessités d'infiltration des eaux pluviales, les besoins en rétention ou en drainage pour les plantes, ces granulométries cibles peuvent varier.

» TS=terre supérieure - 40 cm d'épaisseur

Horizon de surface, constitué à partir de faciès et granulométries choisies parmi les meilleures. Horizon destiné à devenir le futur horizon organo-minéral A où l'humus va se former durablement et où la biologie du sol s'exprimera pleinement.

=> Faciès ciblés ici:

- limons sableux naturels
- graves alluvionnaires à matrice limono-sableuse soit en l'état pour les faciès à squelette <50-60% en masse, soit recrable ou concassées ou après passage d'un broyeur de pierre pour les faciès à squelette >50-60% en masse

Les sols en places peuvent parfois convenir pour la constitution des terres supérieures.

» Ti=terre inférieure = 40 cm d'épaisseur

Horizon de mi-profondeur, constitué à partir de faciès et granulométries choisies parmi les moins qualitatifs. Horizon de sous face destiné à correspondre à l'horizon structural « S », celui important pour l'enracinement profond, les rétentions en eau de plus long terme et l'ancre.

=> Faciès ciblés ici:

- limons sableux naturels
- graves alluvionnaires à matrice limono-sableuse soit en l'état pour les faciès à squelette <50-60% en masse, soit recrable ou concassées ou après passage d'un broyeur de pierre pour les faciès à squelette >50-60% en masse
- remblais pré-existant, pollués ou non (si pollution, nécessaire maîtrise de la réglementation déchet et de l'adéquation avec l'usage via un plan de gestion PG NFX31-620). Le traitement ou non est à étudier au cas par cas, les faciès de remblais étant variables. La grande majorité nécessiteront criblage et/ou concassage, parfois mélange et malaxage.

Les sols en places peuvent parfois convenir pour la constitution des terres inférieures

» D=décompactage - 20 à 40 cm d'épaisseur

Horizon constitué à partir du sol en place par décompactage, griffage, correction granulométrique. Peut devenir un horizon « A » de surface comme les TS, un horizon S comme les TI à mi-profondeur, ou un horizon profond « C » d'altération.

=> Faciès ciblés ici: tous.

*Penser les substrats de plantation
Sur 80cm d'épaisseur,
En se préoccupant de la transition entre ces substrats et le sol sous-jacent
En pensant son évolution dans le temps via la pédogénèse
Décompactage D
Coupe type projet*

*Horizon A
Horizon S
Horizon C Couche M(x)
Correspondance pédologique attendue à long terme*

Espaces publics de la ZAC Parc Méridia:

» Constitution des substrats de plantation avec des sols déjà en place ou non:

Tenant compte des résultats des études agro-pédologiques et pollution, du positionnement connu des espaces plantés, de leur profil en creux attendu pour répondre aux enjeux de gestion des eaux, et de ratios classiques de projet similaires issus de l'expérience de Hekladonia, les chiffres suivants sont pris comme hypothèse de travail à ce stade:

- 10% des surfaces totales des plantations peuvent être travaillées directement avec le sol en place, sur les 80cm d'épaisseur souhaitées, sans avoir recours à des terres en mouvement. Les «terres supérieures» TS et «terres inférieures» TI sont ici constituées avec les sols laissés en place, non déplacés, éventuellement retravaillés par une action mécanique in-situ tel qu'un décompactage, un labour ou autre. Ces surfaces correspondent majoritairement aux points bas des différentes bandes plantées, dans des secteurs où les sols attendus le permettent.
- 40% des surfaces totales des plantations peuvent être travaillées directement avec le sol en place sur seulement 40cm d'épaisseur. La «terre inférieure» TI est constituée sans avoir recours à des terres en mouvement avec les sols laissés en place, non déplacés, éventuellement retravaillés par une action mécanique in-situ tel qu'un décompactage, un labour ou autre. Les «terres supérieures» TS vont par contre nécessiter un apport de terre pour pouvoir être constituées. Ces surfaces correspondent majoritairement aux milieux des noues.
- les 50% restant sont des surfaces où les substrats de plantation nécessitent un déplacement des terres sur 80cm d'épaisseur. Les sols en place ne sont pas valorisables en l'état dans leur position actuelle.

» Terrassements complémentaires :

A ce stade, tous les espaces plantés sont considérés en déblais. Le site étant pour partie inondable et soumis à PPRI le projet se veut au plus proche du terrain existant ou en dessous et évite toute création inutile de remblais pouvant entraîner la suppression de volumes d'expansion de crue. Hors secteur PPRI la stratégie reste la même pour se raccorder topographiquement aux espaces inondables voisins et dans un soucis de limitation des mouvements globaux de terres. Ceci implique que la création de fosse de plantation nécessite la réalisation systématique de terrassements complémentaires.

En considérant ce qui a été dit à l'instant et dans le paragraphe précédent sur la valorisation de sols en place:

- 10% des surfaces plantées ne vont pas générer de déblais par terrassement complémentaire.
- 40% des surfaces plantées vont générer des déblais par terrassement complémentaire sur 40cm d'épaisseur
- 50% des surfaces plantées vont générer des déblais par terrassement complémentaire sur 80cm d'épaisseur.

» Gestion des volumes déblayés après réalisation des terrassements complémentaires.

Une fois les déblais dûs aux terrassements complémentaires réalisés, la question de leur fléchage et de leur valorisation se pose. Surtout au regard des résultats des études pollution et agro-pédologiques, sont considérés à ce stade:

- 10% du volume déblayé en terrassement complémentaire sont directement mis en stock
- 10% du volume déblayé sont considérés non valorisables et évacué en filière spécialisé hors site (ce sont des terres potentiellement polluées ou particulièrement complexe à valoriser pédologiquement).
- les 80% restants sont emmenés sur plateforme car une ou plusieurs de leur fractions granulométriques sont valorisables (cailloux, graviers, matrice fine (sable limon argile)).

» Gestion une fois sur la plateforme :

Surtout au regard des résultats des études pollution et agro-pédologiques, les terres acheminées à la (ou les) plateforme de traitement sont considérées comme suit:

- 75% des terres seront traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) puis remises en stock avant d'être tôt ou tard ré-employées pour constituer des substrats de plantation.
- 15 % des terres traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) repartent directement, sans être mises en stock, pour constituer des substrats de plantation (flux tendu).
- 10 % des terres traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) sont considérées comme non valorisables pour constituer des futurs substrats de plantation.

Grand Parc de la Plaine du Var (GPPV)

» Constitution des substrats de plantation avec des sols déjà en place ou non:

Tenant compte des résultats des études agro-pédologiques et pollution, du positionnement connu du parc, du profil en creux attendu pour répondre aux enjeux de gestion des eaux (réception des surplus d'eaux pluviales de la ZAC pour les épisodes de retour 30 à 100 ans), et de ratios classiques de projet similaires issus de l'expérience de Hekladonia, les chiffres suivants sont pris comme hypothèse de travail à ce stade:

- 50% des surfaces totales des plantations peuvent être travaillées directement avec le sol en place, sur les 80cm d'épaisseur souhaitées, sans avoir recours à des terres en mouvement. Les «terres supérieures» TS et «terres inférieures» TI sont ici constituées avec les sols laissés en place, non déplacés, éventuellement retravaillés par une action mécanique in-situ tel qu'un décompactage, un labour ou autre. Ces surfaces correspondent aux zones les plus basses topographiquement.
- 30% des surfaces totales des plantations peuvent être travaillées directement avec le sol en place sur seulement 40cm d'épaisseur. La «terre inférieure» TI est constituée sans avoir recours à des terres en mouvement avec les sols laissés en place, non déplacés, éventuellement retravaillés par une action mécanique in-situ tel qu'un décompactage, un labour ou autre. Les «terres supérieures» TS vont par contre nécessiter un apport de terre pour pouvoir être constituées. Ce sont les secteurs intermédiaires topographiquement qui seront concernés.
- les 20% restant sont des surfaces où les substrats de plantation nécessitent un déplacement des terres sur 80cm d'épaisseur. Les sols en place ne sont pas valorisables en l'état dans leur position actuelle. Ce sont les secteurs plus artificialisés actuellement et les franges du parc en position topographique haute.

» Terrassements complémentaires :

Comme décrit précédemment, les espaces plantés sont considérés en déblais car inondables et pour partie soumis à PPRI, en plus d'un profilage en creux pour recevoir d'importantes quantités d'eau pluviales. En dehors des secteurs à valorisation «en place», la création de fosse de plantation nécessite la réalisation systématique de terrassements complémentaires. Ainsi:

- 50% des surfaces plantées ne vont pas générer de déblais par terrassement complémentaire.
- 30% des surfaces plantées vont générer des déblais par terrassement complémentaire sur 40cm d'épaisseur
- 20% des surfaces plantées vont générer des déblais par terrassement complémentaire sur 80cm d'épaisseur.

» Gestion des volumes déblayés après réalisation des terrassements complémentaires.

Une fois les déblais dûs aux terrassements complémentaires réalisés, la question de leur fléchage et de leur valorisation se pose. Surtout au regard des résultats des études pollution et agro-pédologiques, sont considérés à ce stade:

- 50% du volume déblayé en terrassement complémentaire est directement mis en stock
- 10% du volume déblayé sont considérés non valorisables et évacué en filière spécialisé hors site (ce sont des terres potentiellement polluées ou particulièrement complexe à valoriser pédologiquement).
- les 40% restants sont emmenés sur plateforme car une ou plusieurs de leur fractions granulométriques sont valorisables (cailloux, graviers, matrice fine (sable limon argile)).

» Gestion une fois sur la plateforme :

Surtout au regard des résultats des études pollution et agro-pédologiques, les terres acheminées à la (ou les) plateforme de traitement sont considérées comme suit:

- 75% des terres seront traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) puis remises en stock avant d'être tôt ou tard ré-employées pour constituer des substrats de plantation.
- 15 % des terres traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) repartent directement, sans être mis en stock, pour constituer des substrats de plantation (flux tendu).
- 10 % des terres traitées (criblage, concassage, mélange, malaxage) sont considérées comme non valorisables pour constituer des futurs substrats de plantation.

3.2.3.2. CHIFFRES CLÉS DE LA VALORISATION DES FACIÈS (HORIZON 2030)

--- Secteurs à horizons 2030 -- Renaturation

Surface d'espaces plantés (espaces publics uniquement, hors cœur d'ilots des lots privés)

ZAC (hors parc GPPV) = 2 ha env 20 000m² d'espaces verts plantés

GPPV (hors parc GPPV) = 13ha (env 130 900m²) d'espaces verts plantés

» Terres déplacées sur site pour constitution des substrats de plantation.

ZAC (hors parc GPPV) = 11 200m³ excavés en terrassements complémentaires, 9 180 m³ seront revalorisés sur site pour constituer de nouveaux substrats de plantation dont une grosse partie (7840 m³) vont devoir trouver des solutions de stockages tampon provisoire (ceci est crucial dans la faisabilité de l'ensemble).

GPPV (hors parc GPPV) = 36 600m³ excavés en terrassements complémentaires, 31 600 m³ seront revalorisés sur site pour constituer de nouveaux substrats de plantation dont une grosse partie (29 700 m³) vont devoir trouver des solutions de stockages tampon provisoire, ceci est crucial dans la faisabilité de l'ensemble.

» Quantités de terre valorisées en place, sans déplacement, pour constitution des substrats de plantation.

ZAC (hors parc GPPV) = 2000m² d'espaces vont pouvoir valoriser les sols en place directement pour constituer la totalité des substrats de plantation et 8000m² vont pouvoir avec des terrassements complémentaires limités en profondeur en profitant d'un sol de qualité pré-existant à faible profondeur (0,40m). Ceci qui équivaut à un volume valorisé de 4800 m³ de terres économisées car valorisées en place.

GPPV (hors parc GPPV) = 63 200m² d'espaces vont pouvoir valoriser les sols en place directement pour constituer la totalité des substrats de plantation et 50 500m² vont pouvoir faire avec des terrassements complémentaires limités en profondeur en profitant d'un sol de qualité pré-existant à faible profondeur (0,40m ou moins). Ceci qui équivaut à un volume valorisé en place de 70 800 m³ de terre.

Au total, via la renaturation, les volumes de terre déplacées puis revalorisées sur site sont de 40 800 m³ en tout (ZAC avec son parc GPPV). Par ailleurs, 6900 m³ de sol non valorisables seront évacués hors site. (valorisation des terrassements complémentaires).

La totalité des volumes mis en entrée-sortie représentent 47 700 m³.

--- Secteurs à horizons 2030 -- Comparaison avec un projet «classique» de terre végétale:

Classiquement, avec un apport de 30cm de terre végétale sur les surfaces d'espaces plantés considérées.

Surface d'espaces plantés identiques (espaces publics uniquement, hors cœur d'ilots des lots privés)

ZAC (hors parc GPPV) = 2 ha env 20 000m² d'espaces verts plantés

GPPV (hors parc GPPV) = 13ha (env 130 900m²) d'espaces verts plantés

Seraient à trouver un volume de terre végétale de 6000 m³ pour les espaces publics de la ZAC Parc Méridia et de 37950 m³ pour le GPPV.

Il faudrait aussi évacuer ces mêmes volumes de déblais (terrassement complémentaire), soit à nouveau 6000 m³ pour les espaces publics de la ZAC Parc Méridia et 37950 m³ pour le GPPV.

Au total les volumes de terre végétale devant être amenées sur site sont de 43950 m³ en tout (ZAC avec son parc GPPV). Par ailleurs, un volume identique de 43950m³ de sol extraits par les terrassements complémentaires sont considérés non valorisables et seront évacués hors site.

La totalité des volumes mis en entrée-sortie représentent 87900 m³.

--- A noter ---

Le projet de renaturation travaille les substrats de plantation sur 80cm.

Un projet «classique terre végétale» travaille les substrats de plantation avec certes des terres déjà humifères, mais sur 30cm d'épaisseur maximum.

Le projet renaturation est --mieux disant -- que le projet «classique terre végétale» en termes de qualité pédologique des substrats de plantation sur le long terme.

Quantités Terres et matières organiques	Phase d'initiation		Phase développement		TOUTES PHASE CONFONDUES	
	Parcelles d'essais	Parc pépinière	ZAC	GPPV	ZAC	GPPV
	Unité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
Terres déplacées sur site						
Terrassement complémentaires	m ³	640	3400	11 200	32 581	11 200
Sont évacués en installation de stockage de déchet, hors site, directement après terrassement	m ³	64	340	1120	3 258	1 120
Sont évacués ou recyclés hors site en filières spécialisées après traitement	m ³	-	-	896	1 303	896
Terres issues des terrassements complémentaires réutilisées en tant que substrat de plantation						
Valorisées SANS retraitement	m ³	576	3060	9 184	28 020	9 184
Valorisées AVEC retraitement en plateforme	m ³	0	0	8 064	11 729	8 064
Parmi ces terres réutilisées, volumes passant par un stockage tampon provisoire	m ³	576	3060	7 840	26 065	7 840
Terres valorisées "en place"						
Surfaces où les plantations sont faites sur sol "en place" dès la surface	m ²	800	4250	2 000	58 181	2 000
Surfaces où les sols ne sont travaillés que sur 0,4m de profondeur ("Sol en place" de qualité suffisante valorisé à partir de 0,4m)	m ²	640	3400	8 000	46 545	8 000
Volume de terre correspondant économisé par la valorisation "en place"	m ³	-896	-4 760	-4 800	-65 163	-4 800
						-70 819

Tableau des volumes et surfaces de sols valorisés ou non - Travaux à horizon 2030

3.2.3.3. CHIFFRES CLÉS DE LA VALORISATION DES FACIÈS (HORIZON 2050)

--- Totalité des secteurs, horizon 2050.

Surface d'espaces plantés (espaces publics uniquement, hors cœur d'îlots des lots privés)

ZAC (hors parc GPPV) = 6 ha env 60 400m² d'espaces verts plantés

GPPV (hors parc GPPV) = 17ha (env 170 000m²) d'espaces verts plantés

» Terres déplacées sur site pour constitution des substrats de plantation.

ZAC (hors parc GPPV) = 33848 m³ excavés en terrassements complémentaires, 27 700 m³ seront revalorisés sur site pour constituer de nouveaux substrats de plantation dont une grosse partie (23 600m³) vont devoir trouver des solutions de stockages tampons provisoires (ceci est crucial dans la faisabilité de l'ensemble).

GPPV (hors parc GPPV) = 51 880m³ excavés en terrassements complémentaires, 44 500 m³ seront revalorisés sur site pour constituer de nouveaux substrats de plantation dont une grosse partie (41 600 m³) vont devoir trouver des solutions de stockages tampons provisoires, ceci est crucial dans la faisabilité de l'ensemble.

» Quantités de terre valorisées en place, sans déplacement, pour constitution des substrats de plantation.

ZAC (hors parc GPPV) = 6000m² d'espaces vont pouvoir valoriser les sols en place directement pour constituer la totalité des substrats de plantation et 24 100m² vont pouvoir avec des terrassements complémentaires limités en profondeur en profitant d'un sol de qualité pré-existant à faible profondeur (0,40m). Ceci qui équivaut à un volume valorisé de 14'500m³ de terres économisées car valorisées en place.

GPPV (hors parc GPPV) = 89 900m² d'espaces vont pouvoir valoriser les sols en place directement pour constituer la totalité des substrats de plantation et 71 900m² vont pouvoir faire avec des terrassements complémentaires limités en profondeur en profitant d'un sol de qualité pré-existant à faible profondeur (0,40m ou moins). Ceci qui équivaut à un volume valorisé de 100 700 m³ de terres économisées car valorisées en place.

Au total, via la renaturation, les volumes de terre déplacées puis revalorisées sur site sont de 72'200 m³ en tout (ZAC avec son parc GPPV). Par ailleurs, 13'100 m³ de sol extraits par les terrassements complémentaires sont considérés non valorisables seront évacués hors site.

La totalité des volumes mis en entrée-sortie représentent 85 300 m³.

--- Secteurs à horizons 2050 -- Comparaison avec un projet «classique» de terre végétale:

Classiquement, avec un apport de 30cm de terre végétale sur les surfaces d'espaces plantés considérées.

Surface d'espaces plantés identiques (espaces publics uniquement, hors cœur d'ilots des lots privés)

ZAC (hors parc GPPV) = 6 ha env 60 400 m² d'espaces verts plantés

GPPV (hors parc GPPV) = 17ha (env. 170 000m²) d'espaces verts plantés

Seraient à trouver un volume de terre végétale de 18'100 m³ pour les espaces publics de la ZAC Parc Méridia et de 51'000 m³ pour le GPPV.

Il faudrait aussi évacuer ces mêmes volumes de déblais (terrassement complémentaire), soit à nouveau 18'100 m³ pour les espaces publics de la ZAC Parc Mérida et 51'000 m³ pour le GPPV.

Au total les volumes de terre végétale devant être amenées sur site sont de 69100 m³ en tout (ZAC avec son parc GPPV). Par ailleurs, un volume identique de 69100 m³ de sol non valorisables seront évacués hors site.

La totalité des volumes mis en entrée-sortie représentent 138 200 m³.

Quantités Terres et matières organiques	Unité	Phase d'initiation		Phase développement		TOUTES PHASE CONFONDUES	
		Parcelles d'essais	Parc pépinière	Espaces plantés définitifs		Espaces plantés définitifs	
		ZAC	GPPV	ZAC	GPPV	ZAC	GPPV
Terres déplacées sur site	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
Terrassement complémentaires	m ³	640	3400	33 848	47 540	33 848	51 580
Sont évacués en installation de stockage de déchet, hors site, directement après terrassement	m ³	64	340	3385	4 754	3 385	5 158
Sont évacués ou recyclés hors site en filières spécialisées après traitement	m ³	-	-	2 708	1 902	2 708	1 902
Terres issues des terrassements complémentaires réutilisées en tant que substrat de plantation	m ³	576	3060	27 755	40 884	27 755	44 520
Valorisées SANS retraitement	m ³	576	3060	3 385	23 770	3 385	27 406
Valorisées AVEC retraitement en plateforme	m ³	0	0	24 370	17 114	24 370	17 114
Parmi ces terres réutilisées, volumes passant par un stockage tampon provisoire	m ³	576	3060	23 693	38 032	23 693	41 668
Terres valorisées "en place"							
Surfaces où les plantations sont faites sur sol "en place" dès la surface	m ²	800	4250	6 044	84 892	6 044	89 942
Surfaces où les sols ne sont travaillés que sur 0,4m de profondeur ("Sol en place" de qualité suffisante valorisé à partir de 0,4m)	m ²	640	3400	24 177	67 914	24 177	71 954
Volume de terre correspondant économisé par la valorisation "en place"	m ³	-896	-4 760	-14 506	-95 079	-14 506	-100 735

Tableau des volumes et surfaces de sols valorisés ou non - Travaux à horizon 2050

3.3. Besoins en foncier pour le stockage et les plateforme de traitement

3.3.3.1. PLATEFORME DE CONCASSAGE, CRIBLAGE, TRI

Nous présentons ici le cas le plus défavorable, grosse installation à fort débit nécessitant un concasseur cribleur de grande taille multi-bras et des stocks tampons importants pour ne pas ralentir la machine.

Atelier à fort débit (200 tonnes/heure), avec 4 jours de stockage tampon - **Emprise totale de 6'000m²**, constituée comme suit:

- » Atelier complet de criblage/concassage/tri - emprise de 1'500m²
 - 1 concasseur cribleur multibras (jusqu'à 35m de long avec bras)
 - 1 pelle mécanique de 20 tonnes (chargement du concasseur/cribleur) et son rayon d'action
 - 1 chargeur de 20 tonnes (amené des terres au concasseur, reprise des terres depuis les tas en sortie de concasseur/cribleur, et son rayon d'action direct).
- » Zone de rotation - emprise 1'000m² (arrivée des camions d'approvisionnement, déchargement, retournement, rechargement terres traitées avec chargeur, sortie des camions).
- » Stock tampon pour 4 jours d'avance en entrée-sortie d'installation - emprise 3'500m² pour 13'500m³ stockés sur 4m de haut.

Optimisation possible? L'optimisation de cette plateforme ne peut se faire qu'en phase opérationnelle en coordonnant les phasages des différentes opérations et travaux et selon la configuration précise du lieu. **Des fourchettes de 20 à 30% d'économie de foncier sont réalistes à considérer après optimisation, avec un besoin en surfaces de stockage tampon qui pourrait alors être proche de 4'200m²**

3.3.3.2. STOCKAGES POUR UN HORIZON 2030

Les stockages sont comptés pour des terres inertes qui seront activées biologiquement après stockage, dans leur lieu de destination final. Le volume passant par un stockage tampon provisoire est estimé à : 37 541 m³ (horizon 2030 (voir ci avant; réparti comme suit: 29701 m³ pour le GPPV // 7840m³ pour les espaces verts de la ZAC)

Emprise maximale de stockage tampon = 18 000m²

Cas le plus défavorable, mais pas farfelu, où il faut tout stocker avant de tout ré-utiliser. Répartition comme suit:

- 15 000m² de stockage (jusqu'à 7m de hauteur de stock, prise en compte des talus des stocks en 1 pour 1 (100%), répartition en 4 tas différents selon faciès)
- 1'000m² Zone de rotation (arrivée des camions d'approvisionnement, déchargement, retournement, rechargement avec chargeur ou pelle et son rayon d'action, sortie des camions).
- 2'000m² Zones de séparation entre les différents stocks (différents faciès à stocker et à ne pas mélanger)

Optimisation possible? L'optimisation des stockages va se travailler autour des phasages avec une plateforme qui ne stockera jamais le volume total des ressources exploitées. Des entrées et des sorties de terre doivent se chevaucher dans le temps.

Ce travail d'optimisation ne peut se faire qu'en phase opérationnelle en coordonnant les phasages des différentes opérations et travaux. C'est ici la piste majeure d'optimisation. D'autres optimisations, à penser aussi en phase opérationnelle, faisant appel à des unités de criblage concassage plus petites directement présentes sur le chantier, à des godets cribleurs et des godets concasseurs, à des stockages en interstices ou bords de chantier peuvent venir compléter le dispositif d'économie de foncier. **Des fourchettes de 20 à 30% d'économie de foncier sont réalistes à considérer après optimisation, avec un besoin en surfaces de stockage tampon qui pourrait alors être proche de 12'000m².** Attention, lorsque l'on divise le stockage en plusieurs sites, il y a une perte d'efficacité foncière puisqu'il faut pour chaque site pouvoir entrer et sortir avec un camion. La zone de rotation est donc multipliée par le nombre de site de stockage.

Et pour le stockage à horizon 2050?

Il n'est pas pertinent de faire le même calcul, car il est certain que tous les volumes ne seront pas à stocker en une fois, le pas de temps est bien plus grand. Le plus important est de pérenniser les surfaces de stockage prévues pour 2030 et de les projeter dans un temps plus long. Les calculs ne seront réalistes que lorsque les phasages précis à cet horizon seront vraiment connus.

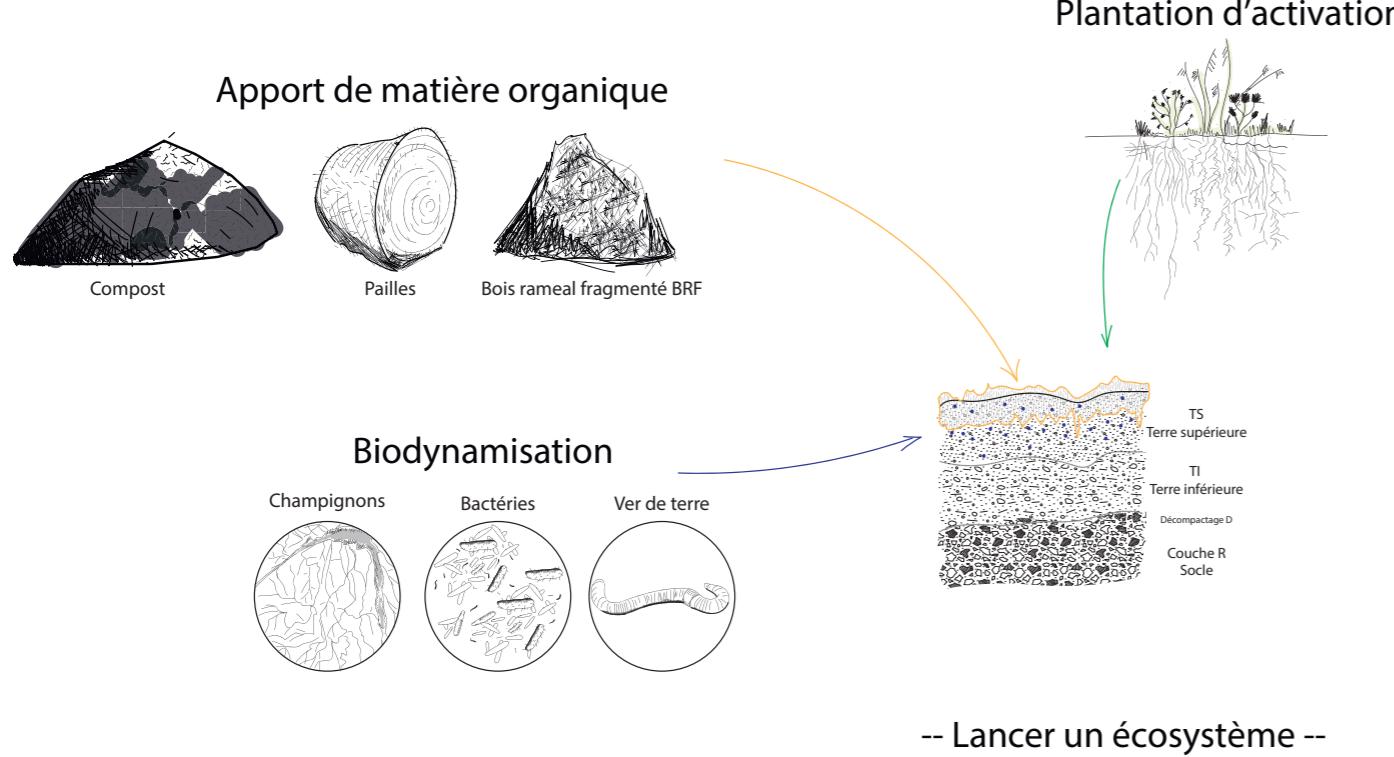


3.3.1. ACTIVATION BIOLOGIQUE DES SOLS

3.3.1.1. PRINCIPE: MATIÈRE ORGANIQUE + BIODYNAMISATION + PLANTATION D'ACTIVATION

La structure minérale étant installée, cette deuxième phase vise à lancer la pédogénèse par l'activation du vivant du sol. Pour cela, il faut nourrir le vivant en apportant de la matière organique : ceci permet de (re)lancer tous les cycles de matières du sol, puis apporter des micro-organismes locaux, principalement les bactéries, champignons et vers de terre, et enfin activer les symbioses plantes-microbes via la plantation d'une prairie d'activation adaptée à des sols pauvres et jeunes, à la présence de matières organiques non humifères peu et non dégradées, et à une faible abondance au sein des populations d'organismes symbiotiques (microbes).

(Re)Constitution d'un SOL VIVANT BIO



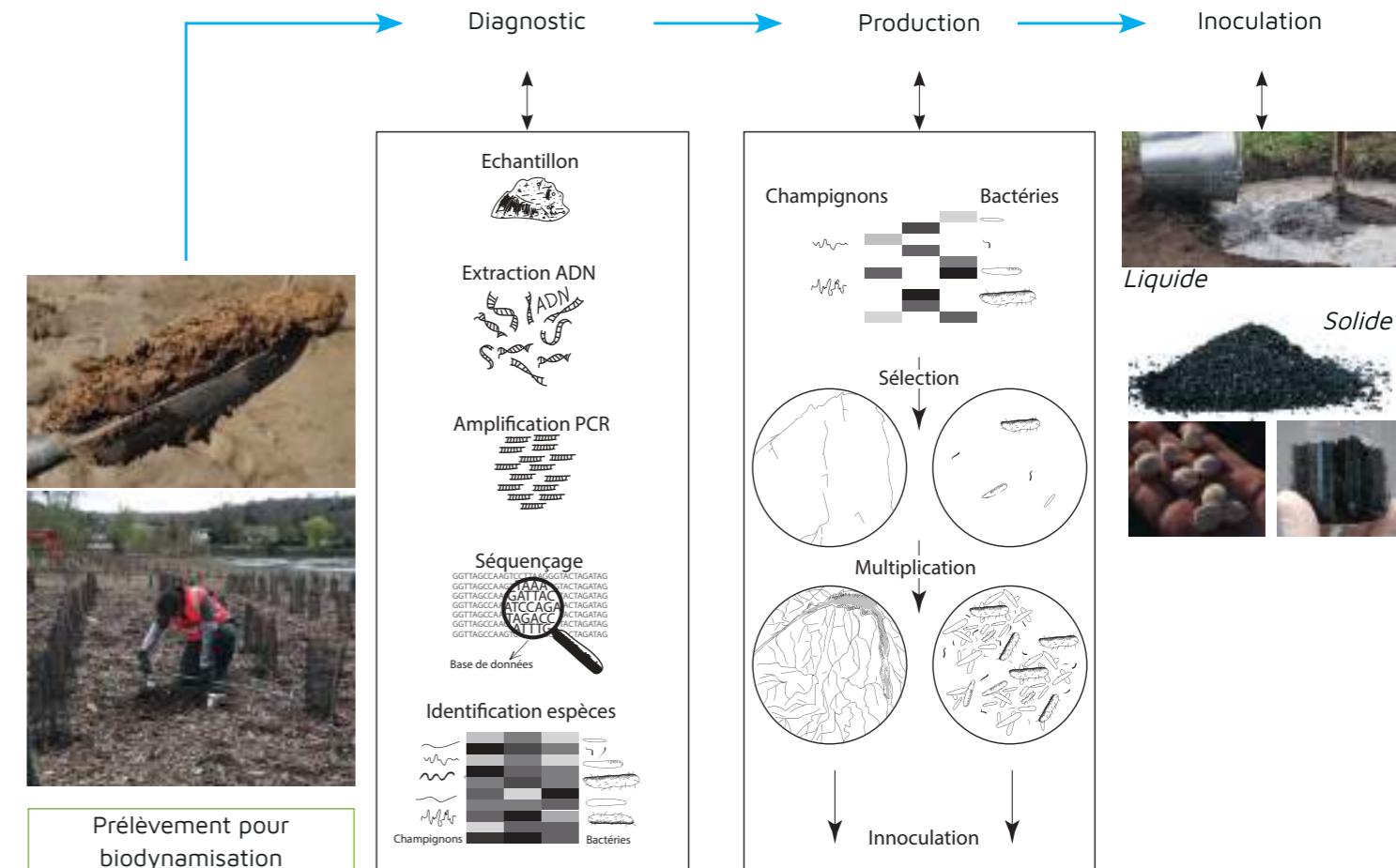
#Symbiose #CHON-PK... #Photosynthèse #Respiration #Rhizodépôts #Complexe Argilo humique #Carbone organique sol de 0,5 à 5%

Relance des cycles de matière et amorce de la création d'humus par apport de matière organique

Nous reconstituons une litière organique par apport de matière organique à différentes teneurs en carbone et azote (C/N ; compost, paille, bois raméal fragmenté, feuilles mortes). Cela correspond à la création d'une litière organique pouvant s'associer au minéral comme le feraient des écosystèmes (prairie et forêt). L'apport se fait en surface avec une première incorporation sur les 20-25 premiers centimètres maximum pour simuler une bioturbation pionnière, processus que la pédogénèse fera tôt ou tard, et limiter les problèmes d'envols et d'emports par ruissellement le temps que le sol s'installe dans ses dynamiques.

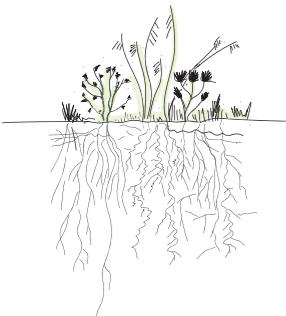
Biodynamisation par micro-organismes locaux (Bactéries, champignons, vers de terre) : A partir d'organismes récupérés localement (sur site et voisinage direct), nous constituons et apportons une communauté d'organismes vivants du sol (champignons, bactéries, vers de terre) dans les substrats de plantation reconstitués. Ce travail se fait à partir de prélevements d'échantillons de sol dans les espaces verts et écosystèmes pré-existants sur site ou aux alentours proches; puis par identification des espèces par des techniques de métabarcoding et amplification ADN (PCR). Vient ensuite la sélection des organismes, l'incubation et la multiplication, la fourniture et enfin la mise en place des communautés au moment des plantations par inoculation.

=> Le site actuel renferme des friches, des jardins privés, des parcs, des morceaux de pépinière, des parcelles utilisées par le centre hippique voisin, des espaces verts urbains interstitiels. Cette mosaïque de milieux est installée sur les différents sols identifiés comme pouvant constituer des ressources (limons sableux fins, grave alluvionnaire, certains remblais). Ceci est une opportunité majeure qu'offre le périmètre de la ZAC Parc Méridia de pouvoir récolter un éventail de micro-organismes très large et adapté à plusieurs contextes. Cela donne plus encore de valeur à la biodynamisation locale qui va pouvoir valoriser des communautés microbiennes solides et adaptées au site et à ses sols.



Plantations d'activations : Plantation d'une prairie fonctionnelle diversifiée ayant pour rôle d'activer les symbioses du sol et de stabiliser les cycles de décomposition et de matière avant l'installation des plantations définitives. Permet notamment d'éviter les faims d'azotes et limite les risques de perte de reprise sur les végétaux définitifs plantés par la suite. Les prairies d'activations lancent une fois pour toute la pédogénèse. Elles sont aussi, pour l'écosystème, très favorables aux pollinisateurs ce qui lance le développement de la pyramide écologique.

Plantation d'activation



Prairie d'activation
Stocks de terre en attente de reprise

Projet Piste des Géants à Toulouse (33)



Prairie d'activation
Terres renaturée en activation face à la
Piscine Nakache

Projet île du Ramier à Toulouse (33)



Prairie d'activation
Terres renaturée en activation face à la
Piscine Nakache

Projet île du Ramier à Toulouse (33)

3.3.1.2. CHIFFRES CLÉS DE L'ACTIVATION BIOLOGIQUE (HORIZON 2030)

Pour l'activation biologique à horizon 2030 la quantité de matière organique à apporter est:

Nature des matières organiques	Quantités pour la ZAC	Quantités pour le GPPV
BRF	210 tonnes	1283 tonnes
Compost	800 tonnes	4888 tonnes
Paille	72 tonnes	440 tonnes

3.3.1.3. CHIFFRES CLÉS DE L'ACTIVATION BIOLOGIQUE (HORIZON 2050)

Pour l'activation biologique à horizon 2050 la quantité de matière organique à apporter est:

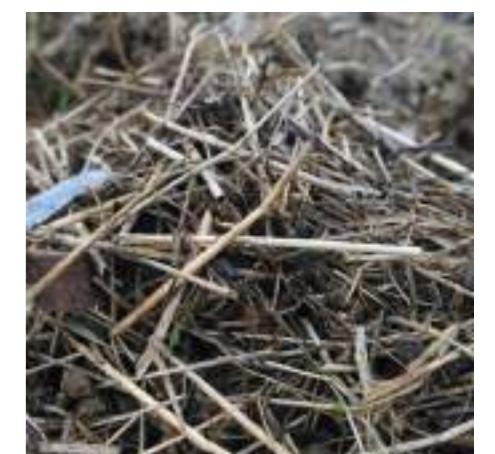
Nature des matières organiques	Quantités pour la ZAC	Quantités pour le GPPV
BRF	635 tonnes	1844 tonnes
Compost	2418 tonnes	7025 tonnes
Paille	218 tonnes	632 tonnes



BRF
(Bois raméal fragmenté)



Compost



Paille

3.3.1.4. ACTIVATION BIOLOGIQUE EN PLACE

L'activation est à faire dans des substrats de plantations définitivement créés. Les apports de matière organique et d'organismes vivants sont faits dans les sols dans leur place définitive.

Les deux intérêts de l'activation biologique en place sont:

- » **Ne plus terrasser les terres après activation biologique évite de casser la structuration biologique des sols qui va se créer lors de l'activation de l'écosystème sol.** Retenez bien qu'un sol est un écosystème extrêmement structuré. Les champignons sont des filaments longs de plusieurs mètres à dizaines de mètres. Les communautés bactériennes s'agencent selon les gradients d'oxygène, d'azote atmosphérique et d'autres ressources (donc selon l'éloignement par rapport à la surface du sol autant que des fissurations, micro-fissurations, racines. Cela dépend aussi de la perméabilité et des variations latérales et verticales de faciès). C'est un des drames du labour profond en agriculture intensive qui, sauf dans certains sols bien particuliers où il est utile à l'agriculteur, s'avère plus destructeur qu'autre chose. **Tous les moyens financiers placés dans l'activation biologique sont effectivement utiles dans un sol non remanié par la suite. Par contre, si la terre est à nouveau déplacée après activation (cas d'une activation en andain sur plateforme), une partie non négligeable (50% et plus) de ce qui aura été créé via les investissements en apports de matière organiques, inoculation d'organismes et plantations d'activation sera perdue.**
- » **Les terres à stocker avant création des substrats de plantation dans leur emplacement définitif sont pour l'essentiel inertes. Il est alors possible de monter à plusieurs mètres de hauteur de stock et de s'affranchir de la question de l'oxygénation des terres stockées (sauf cas de stock de terres végétales pré-existantes décapées et à stocker).** Il est possible de diviser les besoins en foncier de stockage par 3 ou 4. Nous en reparlons par ailleurs dans le présent document.

3.3.1.5. PÉRIODES ET PLANNING DE L'ACTIVATION BIOLOGIQUE.

La stratégie de renaturation avec activation biologique de sols préalablement inertes implique de travailler avec du vivant. Ce vivant dépend des saisons ainsi que des phénomènes physico-chimiques naturels qui nécessitent du temps.

Dans des renaturations de milieux urbains, il y a 2 plannings possibles, partout en France métropolitaine:

» 1- Activation de printemps « Durée 8-10 mois »

Dans ce planning, les terres sont mises en place en hiver. Les matières organiques sont mises en place et partiellement incorporées à la sortie de l'hiver. Les plantations d'activations sont réalisées au mois de mars. De mars à octobre, c'est la période de pleine expression des prairies d'activation. Les symbioses se lancent, les matières organiques font leur première dégradation avec entre autre des flux d'azote complexes en dent de scie (ce qui gêne très souvent des plantations définitives, mais posent bien moins de problèmes à des plantations d'activation prévues pour cela). Les plantations définitives viennent en remplacement des plantations d'activation à l'automne suivant, quand l'écosystème-sol est lancé.

Dans un planning idéal, l'apport de bactérie et de champignons mycorhiziens se liant aux herbacées se fait au même moment que les plantations d'activation. L'apport des champignons mycorhiziens destinés directement aux ligneux se fait au moment des plantations définitives des ligneux, à l'automne suivant. En théorie, hors zone méditerranéenne, les vers de terre sont à mettre en place au printemps. En zone méditerranéenne, le mieux est peut être d'attendre l'automne suivant et la ré-humidification du climat pour les mettre en place.

» 2- Activation d'automne (sous couvert hivernal). « Durée 14-15 mois »

Ce planning s'inspire très largement de techniques utilisées en agriculture de conservation/régénération, sous couvert hivernal, et en association de cultures. Le principe est de semer un mélange composé d'un couvert hivernal et d'une culture de printemps. Le couvert hivernal va démarrer sa pousse dès le début de l'automne, garantir un couvert pendant l'hiver, puis décliner et laisser sa place aux graines de printemps qui vont pouvoir germer et s'exprimer du printemps à l'automne suivant.

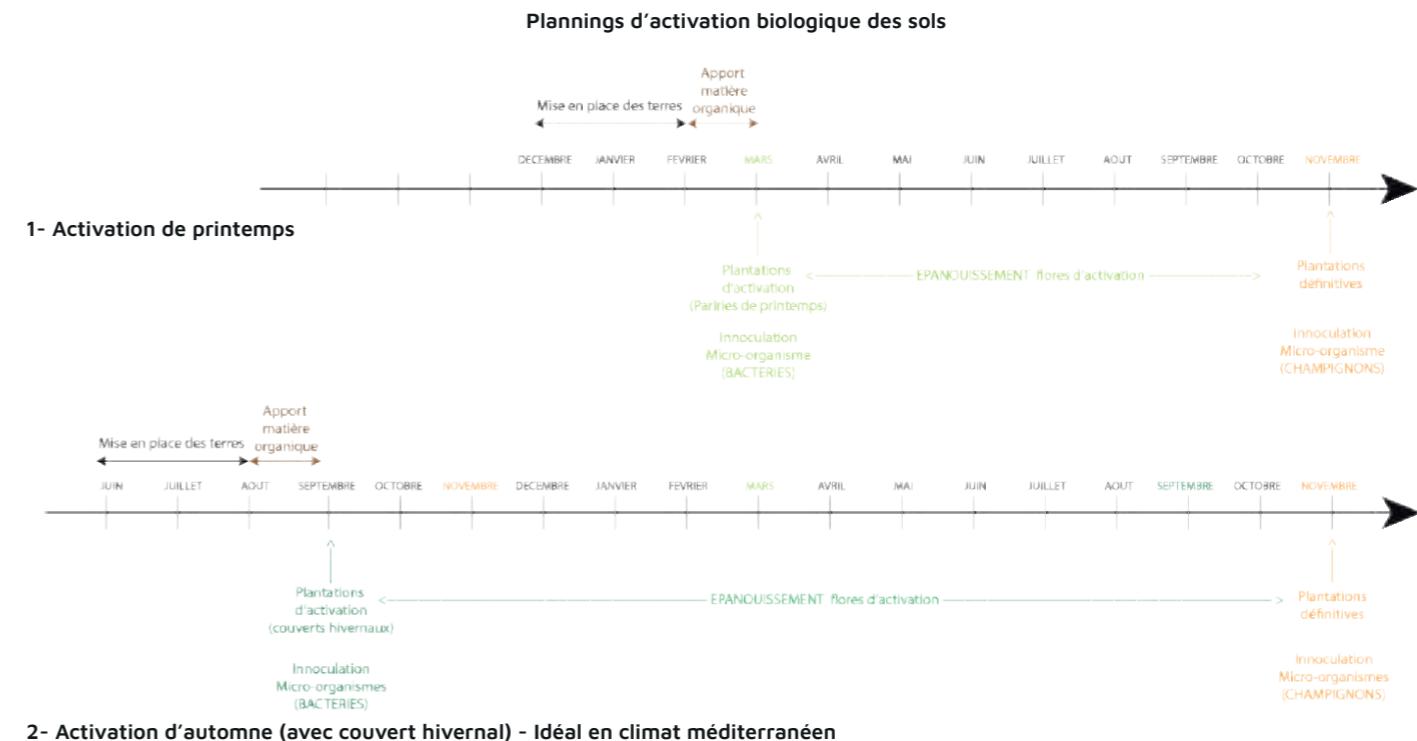
Dans ce planning, les terres sont mises en place en été. Les matières organiques sont mises en place et partiellement incorporées à la fin de l'été. Les plantations d'activations sont réalisées fin aout début septembre maximum. Les flores de couvert hivernal germent et vivent jusqu'en mars. Les flores de printemps prennent alors le relais jusqu'à l'automne suivant. Les symbioses se lancent dès le premier automne. Les matières organiques font leur première dégradation avec des flux d'azote complexes en dent de scie (ce qui gênerait encore ici des plantations définitives, mais posent bien moins de problèmes à des plantations d'activation prévues pour cela). Les plantations définitives viennent en remplacement des plantations d'activation à l'automne suivant.

Dans un planning idéal, l'apport de bactérie et de champignons mycorhiziens se liant aux herbacées se fait au même moment que les plantations d'activation, lors du premier automne. Les vers de terre sont à mettre en place au premier automne aussi. L'apport des champignons mycorhiziens destinés directement aux ligneux se fait au moment des plantations définitives des ligneux (second automne).

Le fait d'être en écosystème méditerranéen ne change pas ces 2 plannings.

Par contre, le planning n°2 d'activation d'automne s'avère beaucoup plus efficace ici qu'ailleurs et est à privilégier. Il est plus pertinent en Méditerranée que dans le nord de la France puisque les écosystèmes méditerranéens sont plus fonctionnels et moins froids en hiver qu'ailleurs, ce qui favorise le démarrage des couverts hivernaux et augmente leur utilité dans l'installation des symbioses et commensalismes du sol. La saison est par ailleurs plus humide en hiver en méditerranée, ce qui favorise la décomposition des matières organiques. A l'opposé, le climat est beaucoup plus sec dès le printemps ce qui limite la décomposition des matières organiques et ralentit l'activation des cycles de matières.

La mise en musique de ces périodes fonctionne très bien si cela est pensé à l'avance.



A ne pas oublier: la culture des micro-organismes.

Les bactéries et champignons locaux se récupèrent en mars et en octobre. **Il faut environ 1 mois pour produire des bactéries en nombre mais 8-9 mois pour produire les champignons mycorhiziens.**



4. ACTIVATION PAR LA FLORE

4.1. Flore: Utiliser des alliances floristiques locales bien senties

4.1.1. COMPRENDRE LE CONCEPT D'ALLIANCE

«Les alliances sont des groupements de plantes faites pour vivre ensemble botaniquement . Elles sont pensées autour d'alliances phytosociologiques locales assez typées et répandues. Elles sont choisies par rapport aux conditions stationnelles attendues dans les milieux urbains (plus extrêmes climatiquement), travaillées autour du xérophile thermophile pour beaucoup, mais valorisant aussi des flores plus mésophiles que nous pouvons lier à la vallée puisque nous sommes aussi dans un système alluviale de vallée. Des choix et simplifications sont faits, le travail n'est pas botaniquement totalement exhaustif, cela est volontaire. L'idée est en effet de constituer un outil simple permettant au paysagiste d'intégrer ces alliances dans son projet de paysage et floristique et de donner au projet de paysage une cohérence écologique déjà sur le volet floristique.»

4.1.2. COMMENT SONT ELLES PENSÉES ?

«L'objectif est de constituer avant tout des systèmes forestiers. Ensuite, nous pensons en «série régressive» en supprimant les strates les plus hautes (arbres), puis les intermédiaires (matorraux) pour finir vers les steppes (pensée régressive liée à la régressivité typique du système méditerranéen impacté par l'Homme et les incendies).

Les alliances de bases sont donc les **alliages de forêt**.

Ensuite, les listes des **garrigues et des steppes** sont là pour alimenter

les sous strates, les lisières, et les lieux devant être plus lumineux voir sans présence d'arbre.

Les listes valorisent des plantes adaptées aux sols à pH basiques que nous aurons sur site. Toutes les flores acides sont supprimées»

4.1.3. CLASSEMENT DES ALLIAGES

Les alliances sont **classées par gradient de résistance à la sécheresse**, qui est le facteur stationnel considéré le plus prégnant.

4.1.4. COMMENT LES UTILISER ?

» **Les alliances de «forêt»** sont spécifiques et sont à utiliser une par une. Il est tout à fait possible d'associer plusieurs alliances de «forêt» ensemble mais uniquement si elles sont voisines dans le tableau, c'est à dire liées par le gradient de résistance à la sécheresse. Il est important de ne pas créer de discontinuité stationnelle et écologique en mélangeant des alliances trop éloignées dans leur comportement vis à vis de l'eau.

» **Les alliances de «garrigue»** sont à utiliser d'une autre manière. En effet, ces formations arbustives n'ont pas un mode d'association similaire à celui des arbres car plus dynamiques, évolutives et diversifiées. 3 listes sont à utiliser pour concevoir les associations végétales:

- Une liste de base d'une garrigue méditerranéenne est utilisable partout (ou presque) où le caractère xérophile méditerranéen est souhaité, seule ou en association avec les alliances forestières.
- Une liste de base d'une fruticée méditerranéenne (un peu élargie) est utilisable partout où le caractère nourricier à fleurs / baies / fruit est souhaité, seule ou en association avec les alliances forestières. Cette liste est intéressante à utiliser pour favoriser certaines faunes (insectes pollinisateurs, oiseaux granivores ou frugivores totaux ou partiels). La liste oscille entre le mésophile et le xérophile et ouvre des possibilités stationnelles plus larges. Cette fruticée est aussi très intéressante à lier à l'agriculture urbaine.
- Enfin, 3 espèces structurelles extérieures à ces deux principales alliances arbustives/buissonnantes permettent de faire varier les faciès écologiques. Elles sont utilisées pour donner une identité écologique plus marquée aux deux alliances plus génériques.

» **Les alliances de «steppe».**

Les flores de steppe peuvent venir compléter des garrigues ou des lisières forestières ou venir constituer des espaces herbacés souhaités spécifiquement. Il y a 3 listes à utiliser:

- une flore steppique méditerranéenne élargie (bassin méditerranéen) refléchie autour d'un paysage jardiné en milieu sec sans arrosage (plutôt inspirée du travail de «jardins secs et gazon secs»),
- une flore steppique méditerranéenne très locale,
- une liste de géophytes à intégrer dès que possible dans les écosystèmes quels qu'ils soient (importance des géophytes dans la saisonnalité des écosystèmes méditerranéens).

La question du mode de plantation ou de colonisation spontanée de ces steppes est à anticiper. En effet, nombreuses sont les espèces de ces listes de steppes qui ne sont pas cultivées en pépinière

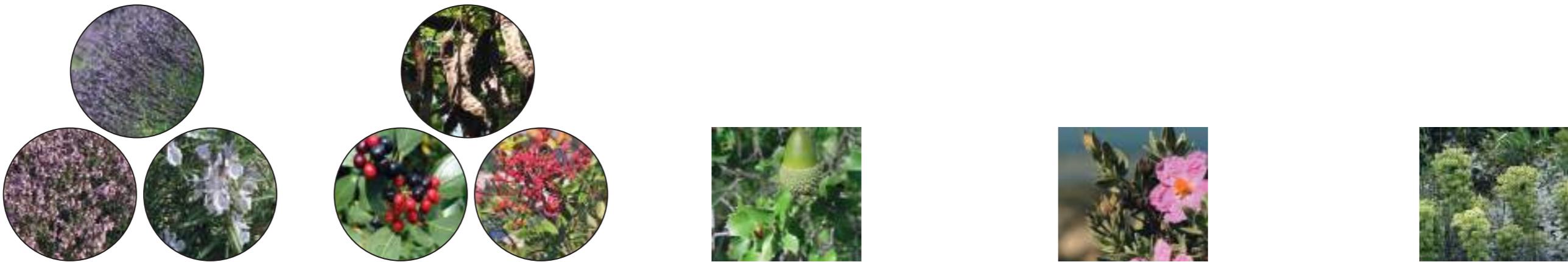


Forêt



	TRES XEROPHILE	TRES XEROPHILE	(Très) XEROPHILE	MESO-XEROPHILE	MESOPHILE	(Meso)HYDROPHILE
Alliance (description française)	Chênaie verte	Oliveraie buissonnante à Caroube et Pistachier lentisque	Pineraie	Chênaie pubescente	Ostryaie	Peupleraie ripicole
Description scientifique	Chênaie méditerranéenne sempervirente	Oliveraie arborescente broussailleuse , Brousse littorale indicatrice du thermoméditerranéen	Si dominée par Pin d'Alep --> Pineraie pionnière de début de série forestière mésoméditerranéenne Si dominée par Pin parasol --> Pineraie littorale	Chênaie méditerranéenne caducifoliée	Forêt caducifoliée des vallées inframontagnarde méditerranéenne	Forêt ripicole et alluviale
Alliance (nom latin) et/ou Habitat européen (Eunis)	Quercion ilicis F5.113 - Matorrals calciphiles ouest-méditerranéens à Chêne vert F5.116 - Boisements bas méditerranéens à Chênes sempervirents (Eunis)	Oleo-ceratonion F5.12 - Matorrals à Olea europaea et Pistacia lentiscus (Eunis)	F-5.1 Matorrals arborescents F-5.142 (...) à pin parasol F-5.153 (...) à pin d'Alep (Eunis)	Quercetalia pubescenti G1.71 - Chênaies à Quercus pubescens occidentales et communautés apparentées (Eunis)	Ostryo-carpinion G1.34 - Forêts galeries riveraines méditerranéennes à Ostrya carpinifolia (Eunis)	Populenion albae G1.31 - Forêts riveraines méditerranéennes à Peupliers (Eunis)
Ecologie	Guarrigue arborescente Bois clairs Forêts franches	Forêt broussailleuse thermophile	Fôret xérophile thermophile, (résiliente au feu, germination favorisée)	Fôret xérophile thermophile, xérophile à mésoxérophile	Forêt de vallons, versants frais, étage supraméditerranéen et inframontagnard	Forêt ripicole et alluviale
Sol	Sols à bilan hydrique déficitaire Sols caillouteux, rocheux, calcaires, très caillouteux (apprécie moins les marnes et sols trop lourds) Sur les sols les plus difficiles en général	Sols à réserves en eau limitées, à bilan hydrique déficitaire tous types de substrats	Sols très secs Sols variés squelettiques comme argileux ou marneux !mais pas d'hydromorphie!	Sols à réserves en eau variables Altérites, colluvions, alluvions, peu caillouteux (s'accommode de sols caillouteux ou peu épais mais pas idéal) Sur les meilleurs sol en région méditerranéenne	Sols à réserves en eau correctes, à bilan hydrique favorable	Sols à bilan hydrique variable, apprécient plus les bilans hydriques excédentaires Sols alluvionnaires argilo-sableuses légères ou graveleuses
Code humidité/Secheresse	x-X-XX	x-X-XX	(m-x)-X-XX	(f)-m-x-X-(XX)	f-m-x-X	hh-h-f-(m-x-XX)
Espèces structurelles	Quercus ilex (chêne vert)	Olea europaea (Olivier sauvage) Ceratonia siliqua (Caroubier) Pistachia lentiscus (Pistachier lentisque)	Pinus halepensis (Pin d'Alep) Pinus pinea (Pin parasol) !! Att. P.pinea Uniquement si sol drainant - ne supporte pas de sols argileux/marneux,!!	Chêne pubescent	Ortyxa caprinifolia (Charme houblon) Carpinus orientalis (Charme d'Orient)	Populus alba (Peuplier blanc)
Accompagnantes	Pinus nigra salzmannii (Pin noir de Salzmann) Cercis siliquastrum (Arbre de judée) Sorbus domestica (Sorbier des Oiseleurs) (Quercus coccifera (Chêne kermes)) En lisière, = faciès de dégradation de la Chênaie verte	Fruticée méditerranéenne (voir liste Matorral)	Ceratonia siliqua (Caroubier) Pinus nigra var. (Pins noirs diverses) Fraxinus ornus (Frêne à fleurs) Pinus mugo (Pin mugo)	Quercus cerris (Chêne chevelu) Pinus nigra austriaca (Pin noir d'Autriche) Acer opalus (Erable à feuille d'Obier) Acer monspessulanum (Erable de Montpellier) Cotinus coggygria (Arbre à perruque) Prunus mahaleb (Cerisier de Sainte Lucie) Sorbus aria (Alisier blanc)	Acer campestre (Erable champêtre) Alnus incana (Aulne blanc) Celtis australis (Micocoulier de Provence)	Acer campestre (Erable champêtre) Populus nigra (Peuplier noir) Fraxinus angustifolia (Frêne oxyphylle) Celtis australis (Micocoulier de Provence) Nerium oleander (Laurier rose)
Remarques sur les alliances	Chênaie sempervirente En milieu plus ou moins naturel, côtoie la forêt de l'Oleo-Ceratonion	Alliance pseudo naturelle se liant très bien avec les systèmes agricoles et les fruticées arbustives (voir listes spécifiques ->mattoral) L'association Oleo Lentiscetum avec Pistachier lentisque + Olea europaea var.Sylestris est l'association végétale la plus thermophile de France + + + V	Pineraie sur sols variés, squelettiques ou non Intégration du pin d'Alep seulement dans le cas du sol sableux/drainant	Chênaie caducifoliée Il est possible d'utiliser les pins d'Alep et Parasol pour compléter les accompagnants, si forêt mixte souhaitée	Forêt de vallée, stations semi-humides à fraîches. Idéal en lien avec le système de gestion alternative des eaux pluviales (noues, jardins creux, canal) Ecosystème adapté "grande vallée alluviale du var"	Populus alba très large amplitude, supporte étonnamment les sols secs, peut servir de transition entre des milieux secs et franchement humides. Arbre très volumineux. Les accompagnantes indiquées ici ont besoin d'un lien à l'eau assez fréquent, à utiliser avec précaution dans des lieux vraiment régulièrement mouillés Ecosystème adapté "grande vallée alluviale du var"

Matorral



	TRES XEROPHILE	(MESO)-XEROPHIE				
Alliance (description française)	Guarrigue élargie à Romarin, lavandes et Thym	Fruticée méditerranéenne	En ajoutant Quercus coccifera dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie ou de la fruticée	En ajoutant Cistus albidus dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie	En ajoutant des Euphorbias dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie	
Description scientifique	F-6.12 (Guarrigue à Rosmarinus officinalis) F-6.16 (Guarrigue à Lavandula) F-6.15 (Guarrigue à Juniperus oxycedrus) F-6.18 (Guarrigue à Genista) (Eunis)	Pistachio lentisci-Rhamnetalia Prunetalia spinosae Oleo-ceratonion Berberidion vulgaris	F-6.11 Guarrigue occidentale à Coccifera (Eunis)	F-6.13 Guarrigue occidentale à Cistus (Eunis)	F-6.14 Guarrigue occidentale à Euphorbe (Eunis)	
Ecologie	Landes, broussailles, pelouses, rocallles chaudes seules ou en avant ou en lisière ou en sous bois de bois clairs Pineraies, Chênaies (vertes ou pubescentes) (Héliophile) Le choix de l'espèce structurelle détermine la typologie de la guarrigue	Guarrigues ou fruticées arbustives en haies ou lisières ou Sous bois de bois clairs A lier préférentiellement aux forêts de l'Oleo Ceratonion	En ajoutant Quercus coccifera dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie ou de la fruticée, il se créé de fait un faciès de guarrigue/broussaille de dégradation de la forêt méditerranéenne (verte), classique des zones en reconquête forestière Cela convient parfaitement pour créer des lisières forestières, ou des lisières d'agro-foresterie	En ajoutant Cistus albidus dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie (pas idéal avec la fruticée) , il se créé de fait un faciès de guarrigue buissonnant à Ciste, un plus arbustif	En ajoutant Euphorbia sp. dans les espèces sturcturelles de la guarrigue élargie (pas idéal avec la fruticée) , il se créé de fait una autre faciès de guarrigue fleurie. S'associe aussi très bien à l'ajout de Quercus Coccifera pour faire du sous bois de bois clairs diverses et des lisières.	
Sol	Sols à réserves en eau faible à très faibles, drainant, au bilan hydrique déficitaire	Altérites de roches calcaires diverses (parfois roches siliceuses, rarement marnes)	Altérites issues de roches calcaires (moins fréquemment sur marnes, parfois sur sol acide mais rare)	Sols à réserves en eau plus ou moins faible, bilan hydrique déficitaire Argiles de décarbonatation plus ou moins caillouteuse. Sols pouvant être très superficiels	Altérites de roches diverses	
Code humidité/Secheresse	x-X-XX	(f)-m-x-X-XX	x-X-XX	x-X-XX	x-X-XX	
Espèces structurelles	Rosmarinus officinalis (Romarin officinal) Thymus vulgaris (Thym vulgaire) Lavandula angustifolia (Lavande commune) Lavandula latifolia (Lavande à feuille large)	Pistachia lentiscus (Pistachier lentisque) Rhamnus alaternus (Neprun alaterne) Ceratonia siliqua (Caroubier)	(Quercus coccifera (Chêne kermes) // En lisière, = faciès de dégradation de la Chênaie verte	Cistus albidus (Ciste cotoneux)	Euphorbia characias (Euphorbe characias) Euphorbia dendroides (Euphorbe arborescente) Euphorbia spinosa (Euphorbe épineuse)	
Accompagnantes	Globularia alypum (Globulaire turbith) Cercis siliquastrum (arbre de judée) Genista cinerea (Genêt cendré) Genista hispanica (Genêt d'Espagne) Genista pilosa (Genêt poilu) Helichrysum stoechas (Immortelle stoechas) Spartium junceum (Genêt d'Espagne) Juniperus oxycedrus (Genévrier oxycédre) Coris monspeliensis (Coris de Montpellier) Fumana ericoidea (Fumana fausse bruyère) Fumana laevipes (Fumana à feuilles étroites) Fumana thymifolia (Fumana à feuilles de thym) Helianthemum hirtum (Hélianthème hérisssé) Helianthemum hiroelandicum (Hélianthème d'Italie) Rhus coriaria (Sumac des corroyeurs) Staehelina dubia (Stahéline douteuse) Ruta angustifolia (Rue à feuilles étroites)	Amelanchier ovalis (Amélanchier) Berberis vulgaris (Epine-vinette) Crataegus azarolus (Azéroier) Eleagnus angustifolia (Chalef à feuilles étroites) Osyris alba (Osyris blanc) Hippophaë rhamnoidea (Argousier) Rosa canina (Eglantier) Pistachia terebinthus (Pistachier térébinthe) Ficus carica (Figuier commun) Prunus mahaleb (Cerisier de Sainte Lucie) Juniperus oxycedrus (Genévrier oxycédre) Hippocrate emerus (Coronille arbrisseau) Pyrus spinosa (Poirier à feuille d'Amandier) Rosa gallica (Rosier de France) Rubus canescens (Ronce blanchâtre) Rubus ulmifolius (Rubus à feuilles d'Orme)				

Steppes



Alliance (description française)	Steppes basses des jardins secs Gazons et pelouses sèches du bassin méditerranéen
Description scientifique	Alliance jardinée du pourtour méditerranéen éargi <i>!! Ne correspond pas à une alliance phytosociologique locale.</i> Ensemble de plantes des écosystèmes méditerranéens au sens large, valorisées spécifiquement pour leur résistance au sec et leur capacité à constituer des couverts végétaux résistants sans arrosage
Alliance (nom latin)	--
Ecologie	Milieux secs lumineux
Sol	Sol caillouteux à bilan hydrique déficitaire
Code humidité/Secheresse	x-X-XX Respecter l'écologie de chaque espèce pour l'implanter au mieux
Espèces structurelles	
Accompagnantes	Argyrolobium zanonii (Argyrolobe) Achillea millefolium Achillea odorata Achillea tomentosa Achillea umbellata Artemisia alba (Armois blanche) Asparagus acutifolius (Asperge sauvage) Chamaemelum nobile Centaurea bella Dichondra repens Dymondia margaretae Frankenia laevis Herniaria glabra Hieracium pilosella Helianthenum pilosum (Hélianthème poilue) Helianthenum apenninum (Hélianthème des Apennins) Limonium prunum Ononidetalia Stritae Matricaria tchihatchewii Tanacetum densum Thymus praecox Thymus ciliatus Thymus hirsutus Thymus neiceffii Trifolium fragileum Frankenia laevis Phyla nodiflora var canescens*Zoysia tenuifolia Stenotaphrum secundatum



Steppes hautes Steppes rocheuses Fourrés herbacés hauts sur graviers
Guarigues, pelouses sur sols pierreux (Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae) Pelouses supraméditerranéennes (Xerobromion erecti, Onnonidion stritae) Sous strate herbacée des Oliveraies à Caroubes et pistachiers lentisque (Oleo ceratonia) Pelouses à caractère stépique (Festucetalia valesiacea)

(steppe haute suite)
Cirsium vulgare (*Cirsium vulgare*)
Convolvulus althaeoides (*Liseron de Provence*)
Dactylis glomerata (*Dactyle d'Espagne*)
Daucus carota (*Carotte sauvage*)
Delphinium fissum (*Dauphinelle fendue*)
Dianthus balbisii (*Oeillet de Balbis*)
Dianthus sylvestris (*Oeillet sauvage*)
Dittrichia viscosa (*Inule visqueuse*)
Echinaria capitata (*Echinaire en tête*)
Echinops ritro (*Echinops ritro*)
Echinops sphaerocephalus (*Oursin à têtes rondes*)
Eryngium campestre (*Panicaut champêtre*)
Euphorbia serrata (*Euphorbe à feuilles dentées en scie*)
Filago pyramidata (*Cotonnière en pyramide*)
Foeniculum vulgare (*Fenouil poivré*)
Galactites elegans (*Chardon tomenteux*)
Galiu corrudifolium (*Gaillet à feuilles d'Asperge*)
Geranium robertianum (*Géranium pourpre*)
Geranium sanguineum (*Géranium sanguin*)
Hyparrhenia hirta (*Andropogon hérissé*)
Hypericum hyssopifolium (*Millepertuis à feuilles d'Hysope*)
Iberis saxatilis (*Ibéris des rochers*)
Knautia timeroyi (*Knautie des collines*)
Lactuca perennis (*Laitue vivace*)
Lamium gargaricum (*Lamier à longues fleurs*)
Laserpitium gallicum (*Laser de France*)
Leontodon crispus (*Léontodon crépu*)
Leontodon hérissé (*Léontodon hérissé*)
Leucanthemum pallens (*Leucanthe pâle*)
Leuzea conifera (*Leuze à cône*)
Linum campanulatum (*Lin campanulé*)
Linum narbonense (*Lin de Narbone*)
Melica ciliata (*Mélique ciliée*)
Melica minuta (*Petite mélique*)
Onobrychis saxatilis (*Sainfoin des rochers*)
Onobrychis supina (*Sainfoin couché*)
Ononis minutissima (*Bugrane très grêle*)
Origanum vulgare (*Origan*)
Plantago afra (*Plantain d'Afrique*)
Polygonatum odoratum (*Sceau de Salomon odorant*)
Potentilla hirta (*Potentille hérissée*)
Potentilla neumanniana (*Potentille printanière*)
Primula veris (*Primevère de Colonna*)
Reichardia picroides (*Reichardie faux picris*)
Rumex intermedium (*Rumex intermédiaire*)
Sanguisorba minor (*Pimprenelle verrueuse*)
Saponaria ocymoides (*Saponaire faux Basilic*)
Sedum anopetalum (*Orpin à pétales dressés*)
Sedum sediforme (*Orpin de Nice*)
Silene italica (*Silène d'Italie*)
Stipa bromoides (*Stipa faux Brome*)
Stipa eriocaulis (*Stipa penné*)
Tanacetum corymbosum (*Tanaisie en corymbe*)
Teucrium polium (*Germandré tomenteuse*)
Trifolium rubens (*Trèfle rougeatre*)
Trinia glauca (*Trinie glauque*)
Urosperme dalechampii (*Urosperme de Daléchamps*)
Vicia sativa subsp amphicarpa (*Vesce à fruits dimorphes*)
Viola alba (*Violette de Dehnardt*)



Alliance (description française)	AJOUTER Bulbes A intégrer systématiquement dans les steppes et Mattoral ! 1e clé dans le fleurissement et la saisonnalité des écosystèmes méditerranéens
Description scientifique	Géophytes méditerranéennes compatibles avec toutes les alliances phytosociologiques méditerranéennes
Alliance (nom latin)	--
Ecologie	Milieux secs lumineux
Sol	Sol caillouteux à bilan hydrique déficitaire
Code humidité/Secheresse	x-X-XX Respecter l'écologie de chaque espèce pour l'implanter au mieux
Espèces structurelles	
Accompagnantes	Narcissus dubius (<i>Narcis douteux</i>) Iris lutescens Iris unguicularis (<i>Iris de provence</i>) Iris germanica (<i>Iris d'Allemagne</i>) Allium neapolitanum (<i>Ail de naples</i>) Allium commutatum (<i>Ail des îles</i>) Allium tuberosum (<i>Ciboule-aïl</i>) Allium mochataum (<i>Ail musqué</i>) Allium acutiflorum (<i>Ail à fleurs aiguës</i>) Muscaris armeniacum Muscaris comosum Muscaris neglectum Paeonia officinalis (<i>Pivoine officinale</i>) Arisarum vulgare (<i>Capuchon de moine</i>) Crocus versicolor (<i>Crocus bigarré</i>) Tulipa sylvestris (<i>Tulipe sauvage</i>) Colchicum longifolium (<i>Colchique de Naple</i>) ? A

5. CRÉATION DES STRUCTURES ÉCOLOGIQUES ET ACCROCHE À L'ENCAISSANT

5.1. Les structures écologiques de base

Les flores méditerranéennes avec lesquelles nous devons composer ici sont très particulières, tout comme les sols de la plaine alluviale du Var, et le climat actuel et à venir. Les structures écologiques sont influencées par tout ceci. Même si certaines structures sont « classiques » et pourraient fonctionner partout en France, d'autres sont très spécifiques au présent contexte (notées (*) ci-dessous). Dans tous les cas par contre, les spécificités locales font que l'écosystème est très typé et bien spécifique à la plaine du Var et à la ZAC Parc Méridia.

De manière synthétique, il faut retenir :

Les structures arborées claires : Bois clair, Alignements enrichis, Arbres accompagnés isolés

=> valorisées tout particulièrement dans les rues traverses, les rues secondaires et les coeurs d'ilots ; et plus rarement dans le parc (GPPV), le Canal des Arrosants, les places et placettes.

=> tous types de sol. Chaque alliance a son optimum, ce qui permet une forme de flexibilité dans la gestion des terres et le travail de l'écologie et du paysage, tout est histoire de concordance, chaque problématique peut s'adapter à l'autre.

Les structures arborées denses : Forêt dense, Forêt broussailleuse(*)

=> valorisées tout particulièrement dans le parc (GPPV), le Canal des Arrosants

=> tous types de sol. Chaque alliance a son optimum, ce qui permet une forme de flexibilité dans la gestion des terres et le travail de l'écologie et du paysage, tout est histoire de concordance, chaque problématique peut s'adapter à l'autre.

Les structures des Matorales(*) (arbustives) : Garrigue arborescente(*), haie vive, bosquet, lisière

=> valorisées tout particulièrement dans le parc (GPPV), le Canal des Arrosants, les coeurs d'ilots, plus localement ou en sous strate de systèmes arborés dans les rues traverses et les rues secondaires, très épisodiquement dans les places et placettes.

=> optimum en sol caillouteux pour la plupart des flores. Un choix judicieux d'espèces dans l'alliance de fruticée méditerranéenne est adapté aux sols plus fins sans squelette.

Les structures herbacées : Landes(*), steppes(*) et prairies libres

=> valorisées un peu partout dans les espaces ouverts.

=> optimum en sol caillouteux. Les prairies sont plus adaptées aux sols fins que les landes et steppes méditerranéennes qui apprécient tout particulièrement les sols pauvres et caillouteux. Encore une fois, cela offre un large éventail de solutions.

Les structures jardinées : Alignements simples, jardins ornementaux, haies taillées en limite, pelouses

=> valorisées dans les coeurs d'ilots surtout, les places et placettes aussi.

=> pas d'exigence particulière en termes de sol, cela dépend surtout de l'espèce et des contraintes du lieu.

Les structures agricoles urbaines : Vergers (et forêt nourricière), haies et bosquets à petits fruits, prairies pâturées ou de fauche, zones cultivées.

=> valorisées dans les coeurs d'ilots surtout, localement dans le parc (GPPV)

=> optimum sur sol fin à faiblement caillouteux. Petite marge de manœuvre quand même pour ces structures et leurs flores puisque les écosystèmes méditerranéens offrent des fruticées arbustives et arborées adaptées aux sols squelettiques.

L'arbre accompagné - La structure de base

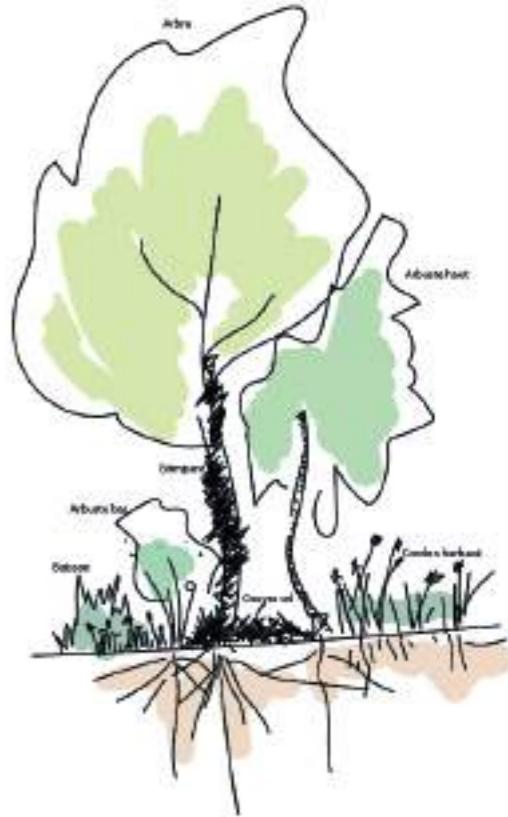
Le concept de «plante accompagnée» guide la constitution des strates et séquences. Cette idée de «plante accompagnée» résulte du croisement des concepts de «guilde» ou «d'associations végétales» développés en permaculture, agroforesterie, sylviculture irrégulière, et de la compréhension qu'apporte l'écologie scientifique sur les symbioses et le fonctionnement des alliances phytosociologiques.

La forme «de base» est celle de «l'arbre accompagné».

La reconquête des villes par l'arbre est un postulat de base. Par ailleurs, un arbre seul n'étant rien, il se doit d'être toujours accompagné à minima d'un arbuste haut, d'un ou plusieurs arbustes bas et buissons, de couvre sol et grimpants, et d'un cordon herbacé laissé libre d'expression, le tout planté sur un sol vivant.

Cette forme multistratifiée permet les symbioses et commensalismes, l'activation du sol par les plantes et inversement, la constitution d'une mosaïque écologique et l'activation de cycles de matières et cycles de vie, quelque soit l'échelle.

De cette forme sont définies toutes les autres, à plusieurs échelles, en isolats (en pas japonais tels les arbres accompagnés isolés, les bosquets) ou en continuum (en linéaire tels les haies ou en masse comme les massifs forestiers francs). Dans certains cas l'arbre peut ne pas être souhaité, par exemple pour des questions de lumière et d'ombre portée, de lien avec des voisins ou d'exigence d'espèces cibles bien particulières. C'est alors l'arbuste accompagné qui est défini. Quand tous les ligneux hauts sont non désirés, nous sommes dans le registre du fourré d'embussonnement, avec du buisson associé à de l'herbacé.



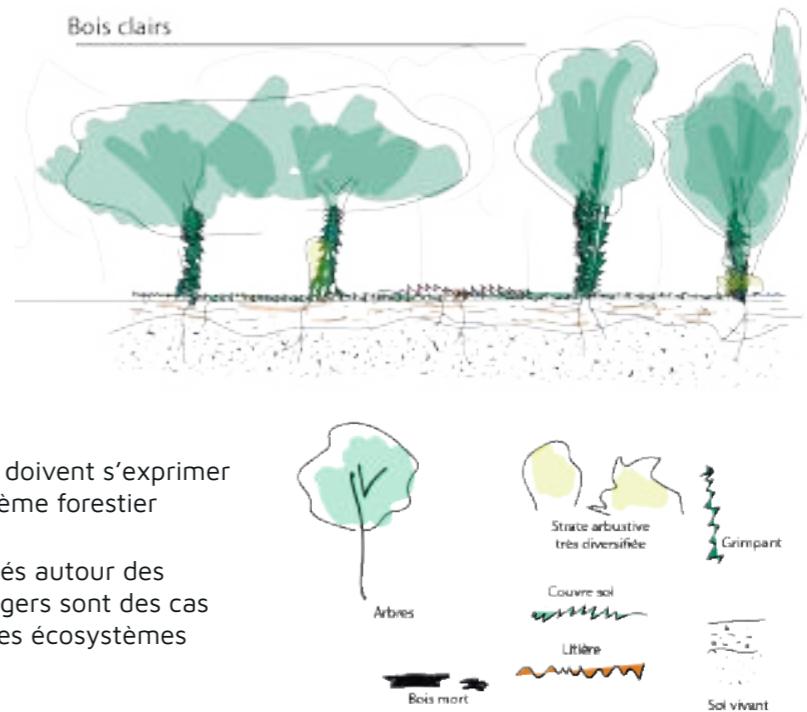
Dans cette façon de concevoir, toujours au profit d'une multistratification et d'une diversification volontaire, le sol fait partie intégrante du système et des stratifications. Les stratifications pédologiques autant que racinaires font partie de la réflexion d'ensemble même si pour raison pratique elles peuvent être abordées dans des parties distinctes du présent document.

Les structures arborées claires

» Le bois clair

Les bois clairs que nous considérons ici se caractérisent par un équilibre entre la présence d'arbres imposants réguliers et la pénétration de la lumière. Les percées visuelles existent, vers le ciel et à hauteur d'Homme. La strate arbustive est obligatoirement présente mais reste la moins représentée et surtout concentrée autour des pieds d'arbres. Elle peut être localement absente au pied de certains arbres. L'espacement des arbres et la proximité du feuillage permet à la lumière de pénétrer la densité et d'accueillir une strate herbacée à l'allure de clairières, de demi-ombre ou héliophile dans des trouées bien orientées. Les grimpants sont eux très importants sur les arbres et doivent s'exprimer très fortement. Cette structure est celle de l'écosystème forestier lumineux à transparence visuelle.

Les bois clairs décrits ici sont majoritairement orientés autour des faciès mésophiles ou des fruticées arborées. Les vergers sont des cas particuliers de bois clair, que nous retrouvons dans les écosystèmes agricoles.



» L'alignement enrichi

Structure dominée par une strate arborée en alignement souvent en milieu urbain, accompagnée d'une strate herbacée largement représentée.

Cette structure est l'expression linéaire du concept «d'arbre accompagné».

La distance entre chaque «arbre accompagné» est régulière et l'ensemble s'étend suivant un sens d'allongement très dominant. L'alignement enrichi est bien un ensemble structuré avec une ou plusieurs rangées d'arbres qui vont s'aligner sur de grands linéaires de plusieurs dizaines à centaines de mètres. Chaque arbre est accompagné d'un ensemble arbustif et buissonnant ainsi que d'un cordon herbacé haut. Des grimpants sont présents sur les troncs et jouent un grand rôle. C'est un écosystème arboré des milieux urbains intenses à forte présence humaine parfois.

» L'arbre accompagné isolé

Il s'agit d'un «arbre accompagné» isolé dans un espace ouvert, idéalement de type pelouse ou prairie, plus rarement en espace minéral. Le fait d'accompagner l'arbre isolé apporte à ce dernier une force écologique et une résilience plus forte, et augmente son rôle écologique dans l'espace considéré.

Les structures arborées denses

» La forêt dense

La forêt est un espace ayant une certaine naturalité, multistratifiée, diversifiée dans ses flores et ses situations, avec des dynamiques naturelles de vie et de mort impliquant la concomitance de plusieurs générations parmi les êtres vivants notamment les flores (graines, jeunes pousses, individus jeunes, matures, sénescents, et bois morts).

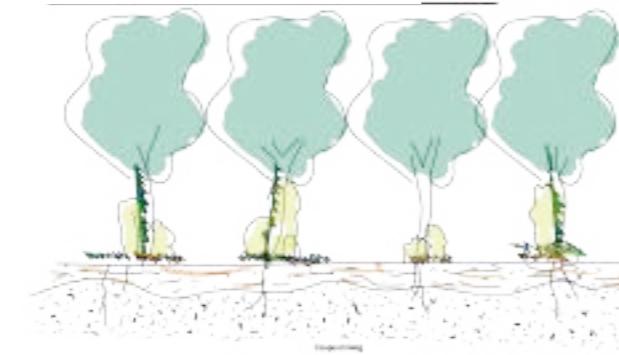
La forêt peut être gérée voir productive mais dans ce cas en futaie irrégulière durable et résiliente, cette gestion garantissant une valeur économique autant qu'écologique en conservant les caractéristiques forestières évoquées ici.

Si la gestion implique une plus faible représentativité d'une ou plusieurs générations, d'une strate parmi les autres, ou encore une diversité floristique plus limitée, nous parlerons de «bois dense», quelque chose de plus maîtrisé dans son évolution et de moins riche, mais qui correspond parfois mieux aux contraintes des milieux urbains et péri-urbains.

» La forêt broussailleuse

La forêt broussailleuse est une spécificité méditerranéenne. Elle correspond à une forêt dense mais sur sols squelettique où la strate arborée a du mal à se développer beaucoup plus haut que la strate arbustive. Les alliances qui lui correspondent sont souvent les plus xérophiles (Chênaie verte, Oliveraie, Chênaie pubescente). Elle peut être morphologiquement obtenue par une gestion qui limiterait la strate arborée en hauteur en faisant des abattages dès lors que les arbres dépassent les 10-15m. Cela constituerait une forme d'exploitation forestière assez singulière qui imiterait la forêt broussailleuse sur sol squelettique mais il faudrait parler plus dans ce cas de bois broussailleux.

Alignement enrichi



Les structures des Matorrals (arbustives)

» Garrigue arborescente.

Encore une spécificité méditerranéenne. La garrigue arborescente est une structure dominée par la strate arbustive. La strate arborée est présente, ponctuellement, plus ou moins régulièrement, en constituant des perchoirs haut au dessus du matorral arbustif dominant.

Garrigue arborescente ou haie



» Haie

Linéaire végétal servant à l'origine à délimiter un espace (dans sa version bocagère agricole), la haie est une structure dominée par les arbustes et buissons. Des arbres éparses viennent régulièrement ponctuer le système. Malgré leur présence épisodique, ces arbres sont fondamentaux dans la structure. Ils jouent un rôle crucial dans la coopération végétale et dans la constitution de milieux pour la faune, notamment les oiseaux qui s'en servent de nichoir et de perchoir (chasse, surveillance territoire...). Elles sont très fonctionnelles dans l'écologie du paysage, en assurant le gîte (nidification), le couvert (alimentation) et le transit (corridor). Les haies structurent le paysage et rendent des services écosystémiques à l'Homme (brise vent, blocage des poussières, gestion des flux d'eau de ruissellement).

Haie ou bosquet



Bosquet

A noter qu'une haie bocagère peut devenir bosquet lorsqu'elle est disposée en grosse unité non linéaire (en patch). Les bosquets sont plus larges, plus ronds ou oblongs, et toujours travaillés autour d'un arbre central ou périphérique.

Lisière

La lisière est un écotone, un écosystème de transition entre deux autres écosystèmes, l'un très lumineux (prairie) et l'autre très sombre au sol (la forêt où la lumière est rejetée au sommet de la canopée haute).

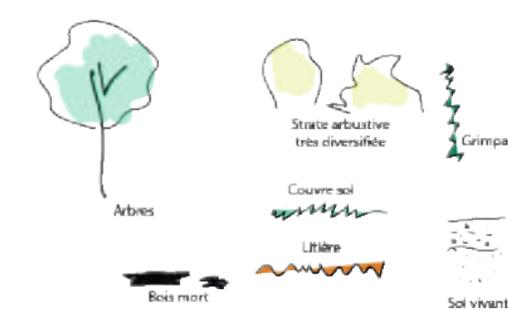
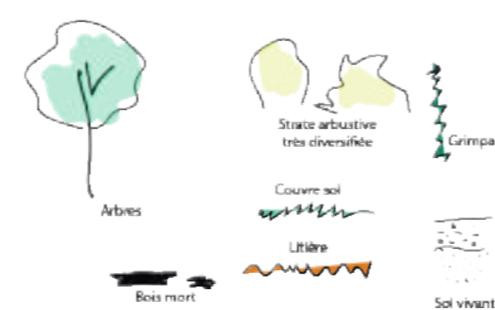
Lisière



La lisière n'est pas un simple mélange des deux écosystèmes qui l'entourent, mais elle est bien un écosystème à part entière qui peut retrouver certaines caractéristiques de ses voisins, mais qui a surtout ses propres caractéristiques et sa propre dynamique. Les lisières regroupent le plus souvent des arbres pionniers, des arbustes et buissons héliophiles, et un cordon herbacé et buissonnant avec ronces.

La lisière est un écosystème de colonisation forestière. Dans la nature elle constitue le front de progression de la forêt qui cherche à coloniser toujours plus d'espace. Dans le milieu de vie de l'Homme elle est maintenue par des tailles et fauches rares mais ciblées qui permettent son renouvellement.

Elle est ainsi très dynamique et productive, et confère au territoire dans lequel elle se trouve une très grande richesse et diversité. Les espèces faunistiques qui y vivent sont soit spécialistes de cet écotone, soit inféodées aux deux milieux voisins. C'est un lieu d'intenses échanges génétiques et énergétiques. Elles servent souvent de «pont mycorhizien» et peuvent être tout particulièrement travaillées à cet effet dans le cadre de la résilience aux modifications du climat en valorisant intelligemment les strates arborées qui le permettent. Elles œuvrent fortement à la plasticité écologique des écosystèmes voisins.



Les structures herbacées

» Steppes, Landes,

Les steppes sont des couverts herbacés sur sol pauvre, souvent caillouteux, et sont caractérisés par une couverture végétale dominée par les herbacées, souvent des graminées et un large cortège d'herbacées xérophiles, ainsi que des géophytes.

Les landes sont des structures basses buissonnantes, typiques de l'embuissonnement, sur sol pauvre souvent caillouteux. C'est le début de l'installation du matorral. Elles sont dominées par des touffes diversifiées de buissons épineux, sclérophiles, aromatiques, et encore parsemées de graminées, herbacées et géophytes.

Les arbustes et arbres y sont très rares, à part quelques sujets isolés (mais qui ont alors un rôle écologique important).

Pour maintenir les espaces en steppes et landes, il faut surtout supprimer les buissons, les arbres et arbustes par fauche ou arrachage (c'est le travail que fait le feu aussi en méditerranée). Les dynamiques poussent à ce que s'installent les matorrals puis les forêts. Entretenir les steppes et landes et les conserver est un choix de lutte contre les dynamiques naturelles qui doit être assumé avec discernement et raisons objectives.

» Prairies libres

Zones enherbées hautes, pouvant être de type fleurie, humide, fourragère.

Elles sont présentes sur des sols plus riches, souvent plus fins et profonds, dans des zones irriguées (naturellement, comme les fond de vallon et zones d'atterrissement, sinon artificiellement) Une gestion adaptée et raisonnée est primordiale car elle décide en grande partie du faciès de la prairie, de sa structure et de sa diversité. La fauche peut être soit bisannuelle (mi-juillet et automne), soit tardive (un passage à l'automne) ou ultra-tardive (un passage en hiver). Les fauches peuvent se faire en rotation avec des fauches qui n'interviennent que tous les 2 ou 3 ans. La fauche peut être avec export (pour conserver des sols plus pauvres, ou sans export pour être dans la sobriété d'intervention et favoriser l'enrichissement du sol). Le pâturage est aussi une solution de gestion. Selon les animaux utilisés et l'intensité de pâturage, le faciès de prairie sera différent.

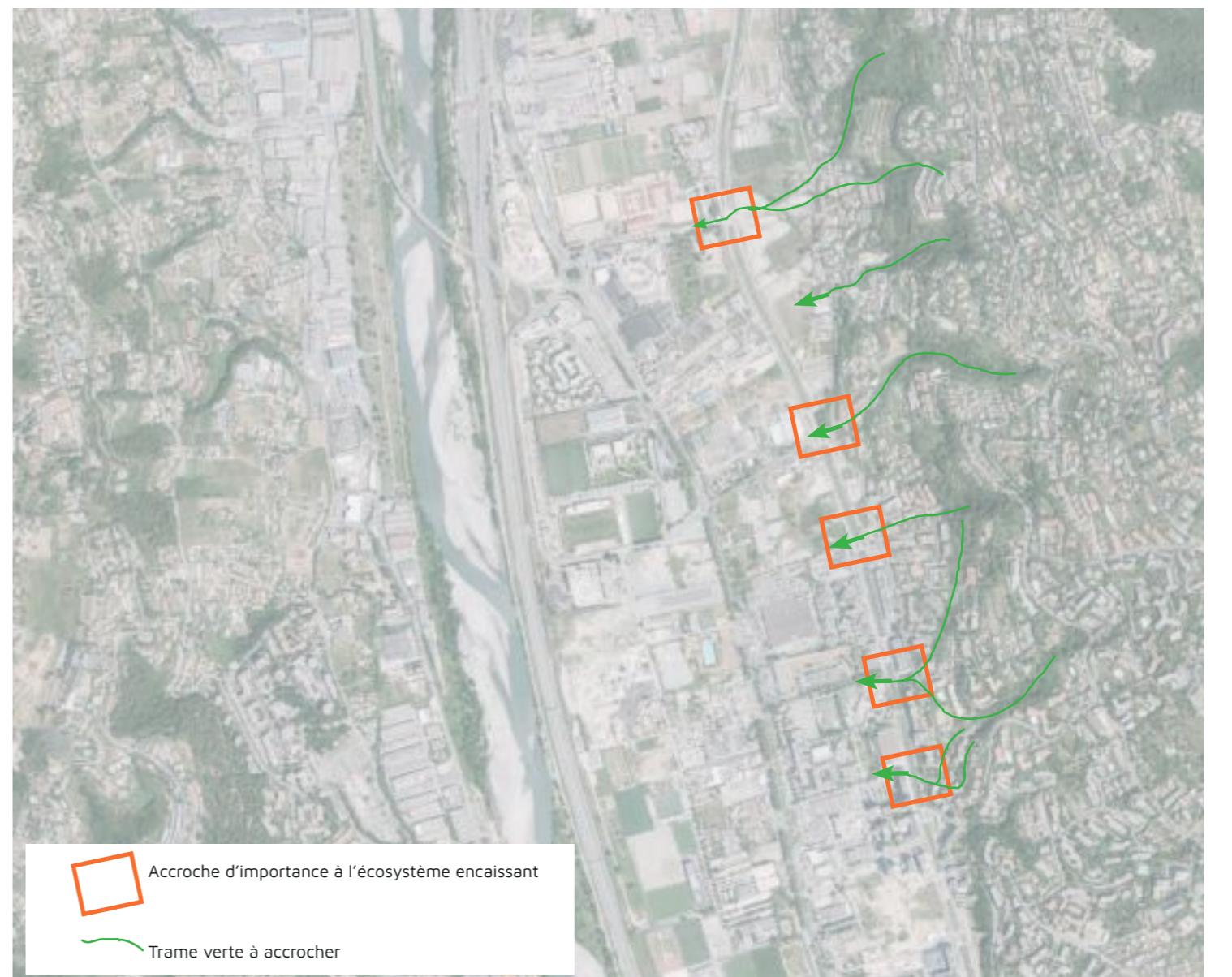
5.2. Accrocher l'écosystème urbain de la ZAC Parc Meridia à son encaissant

Pour se connecter à l'écosystème encaissant, la renaturation invite les projets de maîtrise d'œuvre des différents espaces à considérer des accroches et des axes, à valoriser les flores locales, à considérer les faunes cibles du site et des alentours, à rester au plus proche du contexte pédologique.

5.2.1. INTÉGRER DES ACCROCHES ÉCOLOGIQUES :

Ce sont de points particuliers où les trames et continuum de l'écosystème encaissant vont pouvoir rejoindre les écosystèmes du site. Il faut qu'à ces endroits l'action sur site soit très volontariste écologiquement, en respectant des contraintes de cohérence floristique et structurelles pour que l'accroche soit fonctionnelle.

=> Sur la ZAC Parc mérilia, ces accroches concernent surtout les terminaisons des ravins des coteaux à l'Est



5.2.2. CRÉER DES AXES ÉCOLOGIQUES

Naturellement, une plaine alluviale comme celle du Var dispose d'un fonctionnement écologique trame suivant des axes très particuliers qui sont liées à la géomorphologie de la vallée. Deux ensembles se côtoient et doivent communiquer, ceux du fond de vallée et ceux des coteaux. Les deux sont, en leur sein, structurés suivant 2 axes perpendiculaires. Toutefois, même si le fond de vallée et les coteaux ont des axes orientés dans des directions concordantes, pour des raisons stationnelles (pentes, géologie, orientation solaires...) les trames qui empriment ces axes sont à faciès écologiques différents.

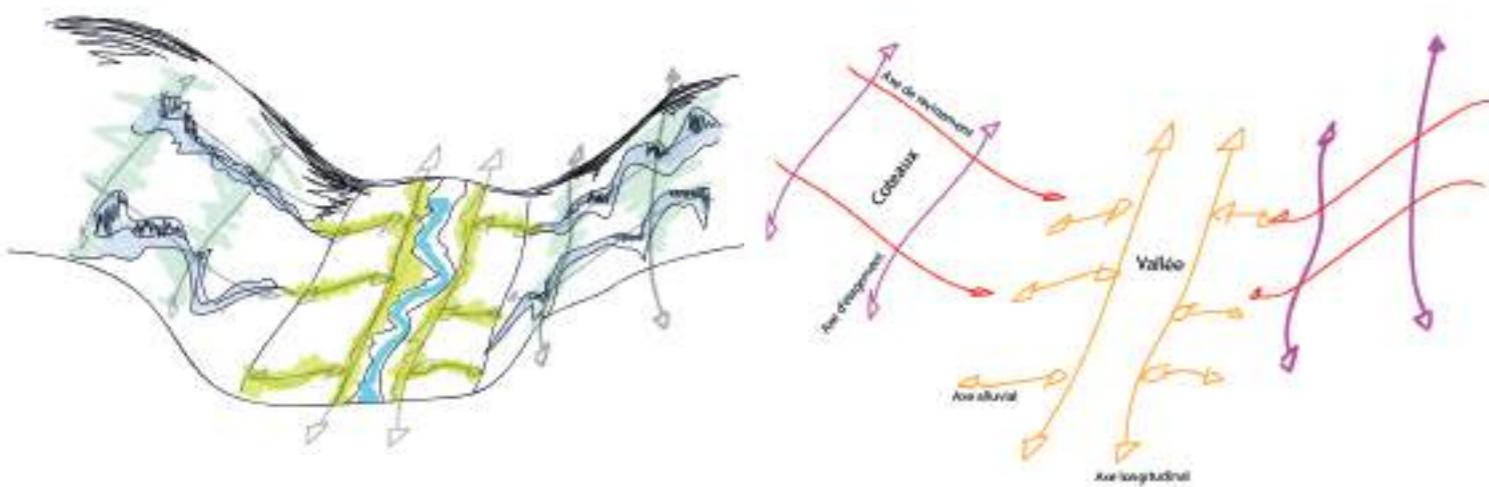
>> En coteaux :

- » axe d'étagement (ici Nord-Sud), parallèle aux courbes de niveau avec des écosystèmes de talus raides = «écosystèmes forestiers de flancs de coteaux» ;
- » axe de ravinement, perpendiculaire aux précédents, suivant les lignes de plus grandes pentes avec des écosystèmes liés aux écoulements d'eau intenses des ravins et aux pentes associées = «axes forestiers des ravins»

>> En fond de vallée (plaine alluviale) :

- » axe longitudinal lié à la rivière (Le var ici, Nord-Sud), c'est l'axe de la ripisylve des grandes rivières et des fleuves. Cette dernière est malheureusement quasi inexistante en rive gauche du Var (autoroute A8 à la place), il est d'enjeu territorial de retrouver une structure arborée continue et longue dans cet axe en cœur de vallée ; nous verrons que le projet amène une réponse à cet enjeu via le parc GPPV.
- » axe perpendiculaire à la vallée, qui relie les coteaux en théorie à la ripisylve. Ce sont les «linéaires forestiers alluviaux» qui profitent de la présence d'une nappe à faible ou moyenne profondeur. Ils sont clés car ils peuvent connecter les écosystèmes longitudinaux de vallée à ceux des coteaux.

Le projet ZAC Mérilia et son parc (GPPV) permet de créer et pérenniser les deux axes de la vallée, le GPPV et dans une moindre mesure le canal des Arrossant requalifié offrent l'opportunité de raviver l'axe longitudinal dans le sens de la vallée ; les traverses sont-elles l'occasion de concrétiser l'axe perpendiculaire des linéaires forestiers alluviaux même si les flores seront plus xérophiles qu'en milieu naturel, contraintes micro-climatiques urbaines obligent.



Nota: Il est utile de prendre en considération le travail engagé sur la Trame verte et bleue locale notamment via le PLU de la Métropole Nice Côte d'Azur, ainsi que le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) de la région PACA.

5.2.3. PENSER POUR LES ESPÈCES CIBLES

Il existe des groupes, ordres ou espèces de faunes que nous souhaitons voir s'épanouir sur site à terme. Ces faunes sont volantes ou terrestres, pollinisatrices ou disséminatrices de graines. Elles participent à l'émancipation de l'écosystème sur lui-même. Elles sont aussi prédatrices car régulatrices d'effectifs de certaines espèces peu désirées tels que les moustiques et certains rongeurs. Les espèces sont considérées 'cibles' lorsque leurs modes de vie favorisent, génèrent, protègent, régulent le vivant de l'écosystème, contribuent à une prolifération raisonnée de l'écosystème et conduisent à son équilibre. Les faunes sont choisies parmi celles déjà présente sur le site, parmi celles présentes au voisinage et que l'on souhaiterait voir plus fréquemment ou voir tout court sur le site (c'est ici que l'accroche à l'écosystème encaissant prend tout son sens), et parmi celles venant d'écosystèmes plus lointains (territoire élargie, cas plus exceptionnel).

Une fois l'espèce (ou le groupe ou la famille) identifiée, en analysant son mode de vie théorique et sa pratique des lieux ou du voisinage lorsque cela est connu, il est question de répondre aux besoins de cette espèce. Quelle structure écologique va lui correspondre (Bois clair en territoire de chasse ?, Alignement enrichi en corridor de transit ?, Forêt dense en nidification ?). Quelles sont les exigences floristiques qu'elle peut avoir (exemple des papillons de jour, leur chenille s'intéresse à une espèce ou une famille spécifiquement) le rapport au sol (certaines ont besoin d'accès au sol, cas des coléoptères tels que la Cétoine dorée, du Merle noir qui mange les vers de terre ou du Pic vert, animal pourtant périforestier dépendant des arbres mais qui mange les fourmis au sol des prairies et pelouses).

Sur la zac Parc Mérilia et la Plaine du Var, nous considérons d'ores et déjà :

Des oiseaux : 39 esp. déjà présentes, d'autres pouvant venir de l'écosystème encaissant. Retiennent particulièrement notre attention des prédateurs purs: (Chevêche d'Athena, milieu semi-ouvert), des prédateurs et diffuseurs de graines (Roitelets à triple bandeaum en milieu forestier, Pinson des arbres en bois clairs), des génératrices (Pic vert en lisière, bois clair, alignements enrichis), des diffuseurs purs (Verdier d'Europe). ==> Le potentiel d'enrichissement pour ces oiseaux est important via la création d'importantes structures écologiques très variées alliant des espaces très fermés aux espaces plus ouverts, avec des flores favorables aux insectes, producteurs de graines et fruits, génératrices de milieu de nidification, et via le développement de sol vivant favorable à toute la pédofaune très appréciée des oiseaux qui les mangent.

Des pollinisateurs : # Ceux dont le cycle de vie se fait en partie dans le sol comme les coléoptères; 5 espèces répertoriées à ce jour. Le potentiel d'enrichissement est majeur via la renaturation des sols et l'agriculture urbaine (cas de la Cétoine dorée par exemple, non répertoriée, très agricole). # Ceux inféodés à certaines flores avec par exemple les papillons; 16 espèces répertoriées sur le site existant, dont Citron de Provence probablement plus dans le voisinage ==> très gros potentiel de développement via la diversification des flores.

Des saprophytes : Coléoptères et papillons nocturnes saprophytiques inféodés aux forêts denses (pas d'inventaires à ce jour) ==> potentiel d'enrichissement certain via le développement des structures écologiques forestières à gestion douce (parc GPPV notamment).

Des mammifères volants : 9 espèces de chiroptères répertoriées. Ils sont prédateurs purs, régulateurs du moustique entre autres, certains inféodés aux milieux ouverts (Sérotine commune), d'autres milieux forestiers clairs (Pipistrelle commune), d'autres aux milieux forestiers denses (Noctule de Leisler) . L'une des espèces est spécifique au sud de la France et à fort enjeux, appréciant particulièrement les lisières c'est le Minioptère de ?

5.2.4. UTILISER DES FLORES LOCALES

Le choix de travailler avec des alliances floristiques locales (voir détail en annexe et par ailleurs dans le présent document) confère une cohérence écologique territoriale en permettant aux faunes, qu'elles soient prédatrices, pollinisatrices, diffuseuses de graines (...), de retrouver leurs milieux de vie sur l'ensemble du territoire y compris sur le site que nous constituons. Ainsi, l'enrichissement mutuel entre le site et les alentours se fait logiquement sans frontière ni fracture, le dialogue écologique est garanti.

6. CONCRÈTEMENT, COMMENT CELA SE COORDONNE DANS LE PROJET ?

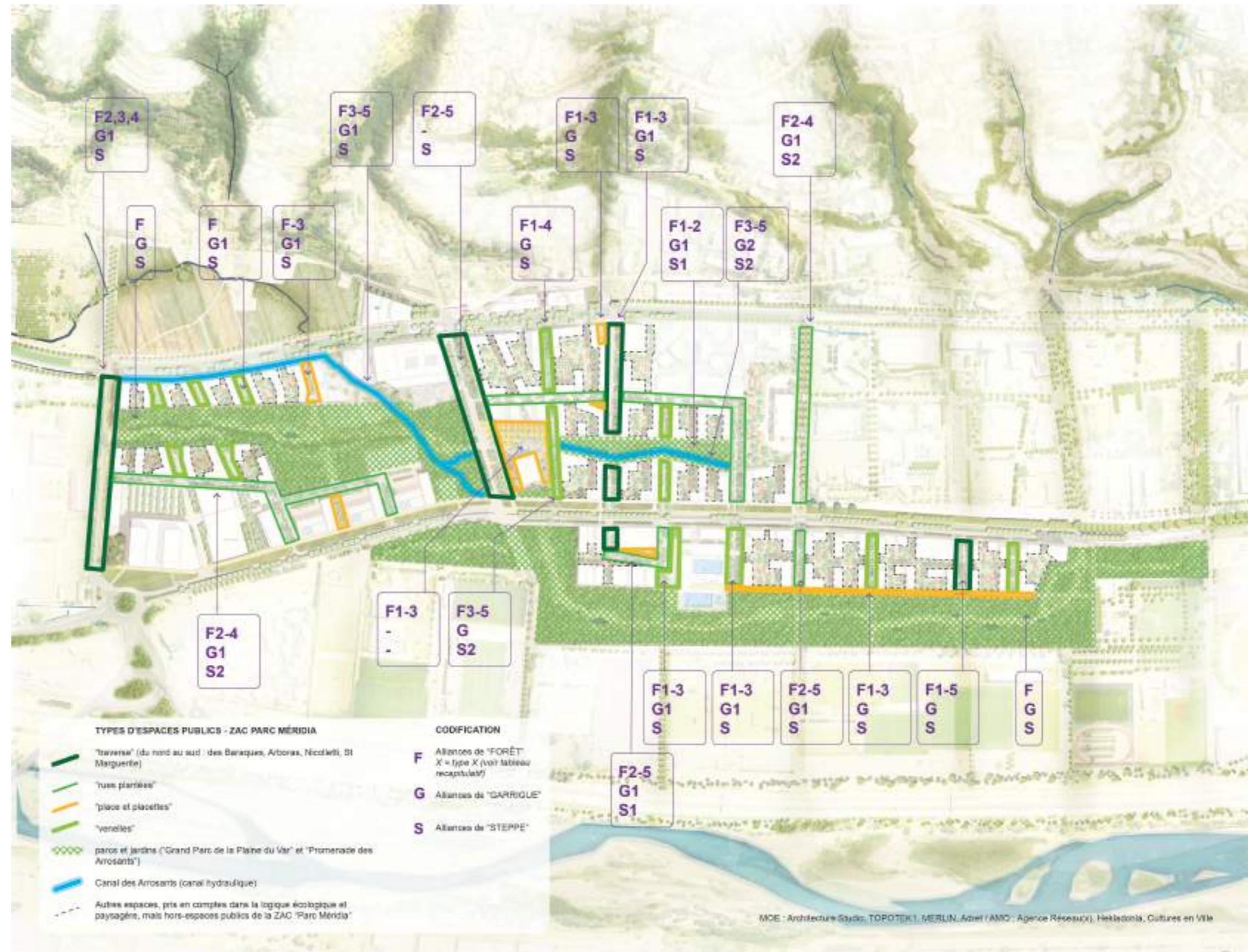
6.1. Tableau relation RENATURATION - PAYSAGE

A été mené ici un travail de croisement entre le choix des alliances floristiques, les actions urbaines et spatiales, les fonctionnalités écologiques favorisées, les structures écologiques et paysagères prévues, les sols et actions de revitalisation de ces sols, et les espèces cibles utilisées dans la réflexion.

Ce travail se présente sous la forme d'un tableau et d'un plan présentés en annexe. Il a été fait le choix de partir de l'activation par les flores c'est pourquoi les alliances floristiques sont spatialisés sur le plan et sont en tête dans le tableau. Sous chaque alliance floristique sont explicités tous les points précédents (actions urbaine, structures etc...).

Le choix de partir des alliances floristiques s'est fait en considérant le fait que les flores raccordent le sol aux structures écologiques, à l'écosystème encaissant, au paysage, aux usages. Tout est intimement lié et nous pourrions présenter cela dans n'importe quel sens. Celui-ci nous est apparu le plus aisé à manipuler et à saisir.

Plan de situation des différentes alliances floristiques sur fond du plan de masse de la ZAC Parc Meridia
(source Topotek1-Architecture Studio - version du 05av2024)



Strate dominante		Système arboré dominant "FORÊT"				
Alliance floristique	Numérotation	F1	F2	F3	F4	F5
	Relation à l'eau du sol	Très xérophile	Xérophile	Mésoxérophile	Mésophile	Mésohydropophile
	Description	Chênaie méd. Semperfivente / Oliveraie broussailleuse	Pineraie pionnaire/littorale	Chênaie méd. caducifolié	Forêt caducifolié de vallée méd.	Forêt ripicole et alluviale
Fonctions	1) urbaine / spatiale	Traverses, parc, places ou placettes, cœur d'îlot	Traverses, parc, réseaux viaire secondaire	Traverses, parc, réseaux viaire secondaire, place ou placette, Cœur d'îlot Canal des Arrosants	Traverses, parc, réseaux viaire secondaire Canal des Arrosants	Traverses, parc, réseaux viare seconde, canal des Arrosants
	2) écologique (pour la faune, flore existante, nouvelle et migrante, etc...)	Traverses Continuum de transit // Nourricier // et plus rarement Nidification Parc GPPV Continuum de transit // Nourricier // Nidification Places et placettes Continuum de transit Coeur d'îlot Continuum de transit // Nourricier // Nidification	Traverses Continuum de transit // Nourricier // et plus rarement Nidification Réseau viaire secondaire Continuum de transit // Nourricier // Parc GPPV Continuum de transit // Nourricier // Nidification	Places et placettes Continuum de transit Réseau viaire secondaire Continuum de transit // Nourricier Traverses Continuum de transit // Nourricier // et plus rarement Nidification Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants Continuum de transit // Nourricier // Nidification	Réseau viaire secondaire Continuum de transit // Nourricier Traverses Continuum de transit // Nourricier // et plus rarement Nidification Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants Continuum de transit // Nourricier // Nidification	Réseau viaire secondaire Continuum de transit // Nourricier Traverses Continuum de transit // Nourricier // et plus rarement Nidification Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants Continuum de transit // Nourricier // Nidification
Structure	Structure écologique et paysagère associée	Traverses, places et placettes -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- Structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière Et plus rarement -- Systèmes des Matorrals -- Garrigue arborecente Coeurs d'îlot -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structure jardinées -- Jardin d'ornement	Traverses, réseau viaire secondaire -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- Structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière Coeurs d'îlot -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structure jardinées -- Jardin d'ornement Canal des Arrosants -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structures arbustives -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière // Garrigue arborecente	Traverses, Places et placettes, réseau viaire secondaire -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- Structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière Coeurs d'îlot -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structure jardinées -- Jardin d'ornement Canal des Arrosants -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structures arbustives -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière // Garrigue arborecente	Traverses, et réseau viaire secondaire -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- Structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière Canal des Arrosants -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structures arbustives -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière // Garrigue arborecente	Traverses, et réseau viaire secondaire -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- Structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière Canal des Arrosants -- Structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- Structures arbustives -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures arbustives -- Lisière // Garrigue arborecente
	état/condition initiale	condition de plaine alluviale, agricole / sols (selon études) de bonne à très bonne qualité / capacité d'infiltration faible-moyenne				
Sol	état/condition cible	Sols à bilan hydrique déficitaire Sols caillouteux, rocheux, calcaires, très caillouteux (apprécie moins les marnes et sols trop lourds) Sur les sols les plus difficiles en général	Sols à réserves en eau limitées, à bilan hydrique déficitaire tous types de substrats	Sols très secs Sols variés squelettiques comme argileux ou marneux Imais pas d'hydromorphie!	Sols à réserves en eau variables Altérites, colluvions, alluvions, peu caillouteux (s'accorde de sols caillouteux ou peu épais mais pas idéal) Sur les meilleurs sols en région méditerranéenne	Sols à bilan hydrique variable, apprécient plus les bilans hydriques excédentaires Sols alluvionnaires argilo-sableuses légères ou graveleuses
	action(s)	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place de très nombreux faciès y compris caillouteux tels les graves alluvionnaires. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. >> Alliance de chênaie verte: Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour l'espèce structurante et mélangées Ecto et Endo- mycorhiziennes pour les accompagnantes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations >> Alliance de l'Oliveraie arborecente: Ici les mycorhizes sont endomycorhiziennes pour l'espèce structurante et les accompagnantes. Plus grande facilité d'activation biologique fongique. # Sous action 3 - Création des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place de très nombreux faciès y compris caillouteux tels les graves alluvionnaires. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. >> Alliance de Pineraie: Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour les espèces structurantes et mélangées Ecto et Endo- mycorhiziennes pour les accompagnantes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations # Sous action 3 - Création des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place des faciès les plus fins. Eviter les graves alluvionnaires et remblais pré-existants à forte proportion de squelette à grosse granulométrie. Les corrections granulométriques peuvent s'avérer primordiales, soit en place (broyeur de pierre, godet cribleur, godet concasseur...) ou via plateforme (concasseur cribleur mobile). Le fléchage des terres doit tenir compte de ce fait. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent moins de prairies d'activation, mais une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour les espèces structurantes et mélangées Ecto et Endo- mycorhiziennes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations # Sous action 3 - Création des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place de très nombreux faciès y compris caillouteux tels les graves alluvionnaires. Il est très intéressant d'enlever les sols fins quand ils existent pour les valoriser ailleurs. Le fléchage des terres doit tenir compte de ce fait. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. >> Alliance de L'Ostryae charmaie: Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour les espèces structurantes et mélangées Ecto et Endo- mycorhiziennes pour les accompagnantes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations >> Alliance de la Peupleraie ripicole et alluviale: Ici les arbres structurants sont capables de se connecter aux systèmes Ecto et Endo mycorhiziens, ce qui offre une plasticité intéressante. Les accompagnantes sont pour certaines Endo- mycorhiziennes. # Sous action 3 - Création des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place de très nombreux faciès y compris caillouteux tels les graves alluvionnaires. Il est très intéressant d'enlever les sols fins quand ils existent pour les valoriser ailleurs. Le fléchage des terres doit tenir compte de ce fait. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. >> Alliance de L'Ostryae charmaie: Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour les espèces structurantes et mélangées Ecto et Endo- mycorhiziennes pour les accompagnantes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations >> Alliance de la Peupleraie ripicole et alluviale: Ici les arbres structurants sont capables de se connecter aux systèmes Ecto et Endo mycorhiziens, ce qui offre une plasticité intéressante. Les accompagnantes sont pour certaines Endo- mycorhiziennes. # Sous action 3 - Création des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées

Strate dominante	Système Matorral dominant "GARRIGUE"			Système herbacé dominant "STEPPE"	
Alliance floristique	Numérotation	G1 G2		S1 S2	
	Relation à l'eau du sol	Très xérophile	Xérophile (à mésophile)	Steppe basse (relation à l'humidité du sol plus complexe. Classement par hauteur plus adapté)	Steppe haute (relation à l'humidité du sol plus complexe. Classement par hauteur plus adapté)
	Description	Garrigue élargie à Romarin, lavande et Thym	Fruticée méditerranéenne	Gazons et pelouses sèches du bassin méditerranéen	Fourrés herbacés hauts sur graviers
Fonctions	1) urbaine / spatiale	Parc, coeurs-verts des îlots, strates basses moyenne des bandes plantées	Parc, coeurs-verts des îlots, strates basses moyenne des bandes plantées	Canal des Arrosants, situations ponctuelles dans les Traverses et réseau viaire secondaire Parc	Canal des Arrosants, situations ponctuelles dans les Traverses et réseau viaire secondaire Parc
	2) écologique (pour la faune, flore existante, nouvelle et migrante, etc...)	<u>Réseau viaire secondaire et traverses</u> Nourricier <u>Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants</u> Continuum de transit // Nourricier // Nidification <u>(Places et placettes)</u> Nourricier	<u>Réseau viaire secondaire et traverses</u> Nourricier <u>Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants</u> Continuum de transit // Nourricier // Nidification	<u>Réseau viaire secondaire et traverses</u> Nourricier <u>Parc GPPV, Canal des Arrosants</u> Continuum de transit // Nourricier // Nidification	<u>Réseau viaire secondaire et traverses</u> Nourricier <u>Parc GPPV, Coeur d'îlot, Canal des Arrosants</u> Continuum de transit // Nourricier // Nidification
	Structure écologique et paysagère associée	Traverses, et réseau viaire secondaire - En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet Canal des Arrosants -- En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- En sous strate des structures arborées denses -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet	Traverses, et réseau viaire secondaire - En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé Parc (GPPV) -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- En cordon autour des structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres Canal des Arrosants -- En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // Arbre accompagné isolé -- En sous strate des structures arborées denses -- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- Structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres	Traverses, et réseau viaire secondaire - En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // En cordon autour des arbres accompagnés isolés Parc (GPPV) -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- En cordon autour des structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres Canal des Arrosants -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- En cordon autour des structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres	Traverses, et réseau viaire secondaire - En sous strate des structures arborées claires-- Bois clair // Alignement enrichi // En cordon autour des arbres accompagnés isolés Parc (GPPV) -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- En cordon autour des structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres Canal des Arrosants -- En sous strate des structures arborées denses-- Forêt dense // Forêt broussailleuse -- En cordon autour des structures des matorrales-- Lisière // Garrigue arborescente // Haie vive // Bosquet -- structures herbacées -- Landes steppiques et prairies libres
	*	condition de plaine alluviale, agricole / sols (selon études) de bonne à très bonne qualité / capacité d'infiltration faible-moyenne			
Sol	état/condition initiale				
	état/condition cible	Optimum dans les altérites de roches calcaires diverses (parfois roches siliceuses, rarement marnes) Sol variés si choix des espèces adapté	Sol variés Variabilité floristique permettant une relative adaptation à de nombreuses situations et à de nombreux sols	Sol caillouteux à bilan hydrique déficitaire	Sol caillouteux à bilan hydrique déficitaire
	action(s)	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Valorisation en place de très nombreux faciès y compris caillouteux tels les graves alluvionnaires. Il est même intéressant d'enlever les sols fins quand ils existent pour les valoriser ailleurs. Le flétrage des terres doit tenir compte de ce fait. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les structures arborées demandent une attention très particulière sur les champignons symbiotiques mycorhiziens. >> Alliance de Pineraie: Ici les mycorhizes sont ectomycorhiziennes pour les espèces structurantes et Endo- mycorhiziennes pour les accompagnantes, ce qui sous entend une attention lors de la renaturation et du choix des plantations. # Sous action 3 - Crédit des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Grande plasticité de ces alliances envers les sols. Très pratique en renaturation de sol. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les alliances arbusculaires sont endo-mychoriziennes. Ce sont les plus aisées à utiliser en activation. Les relations aux éventuelles arbres ectomycorhiziens sont limitées au niveau fongique mais restent importante car valorisent les processus plus indirects de coopération végétale, de co-amélioration du sol, par l'élargissement de la pyramide écologique... # Sous action 3 - Crédit des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	# Sous action 1 - Désartificialisation et reconstruction des structures minérales de sol Les alliances de Steppes et landes méditerranéennes préfèrent largement les sols caillouteux voir très caillouteux. A contrario, pour les prairies d'agriculture urbaine, les jardins avec pelouses, les terres sans squelette ou presque sont particulièrement préférées. Tout cela est important dans le flétrage des terres. # Sous action 2 - Activation biologique des sols Les alliances herbacées sont endo-mychoriziennes. Ce sont les plus aisées à utiliser en activation. Les relations aux éventuelles arbres ectomycorhiziens sont limitées au niveau fongique mais restent importante car valorisent les processus plus indirects de coopération végétale, de co-amélioration du sol, par l'élargissement de la pyramide écologique... # Sous action 3 - Crédit des structures écologiques définitives Les structures écologiques évoquées ci-dessus sont constituées	

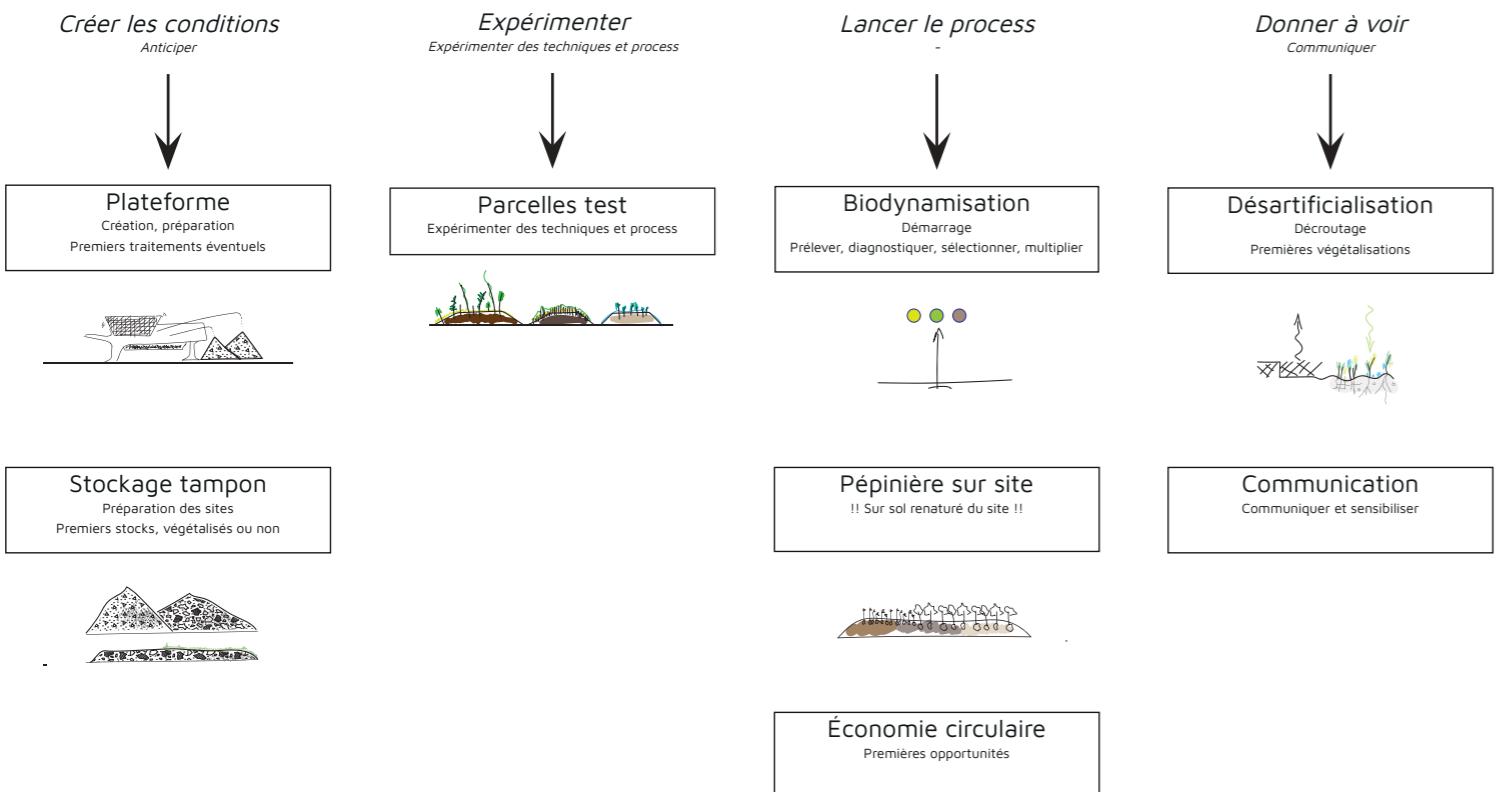
6.2. Initiation et développement

La renaturation se concrétise dans le présent projet par deux grandes phases :

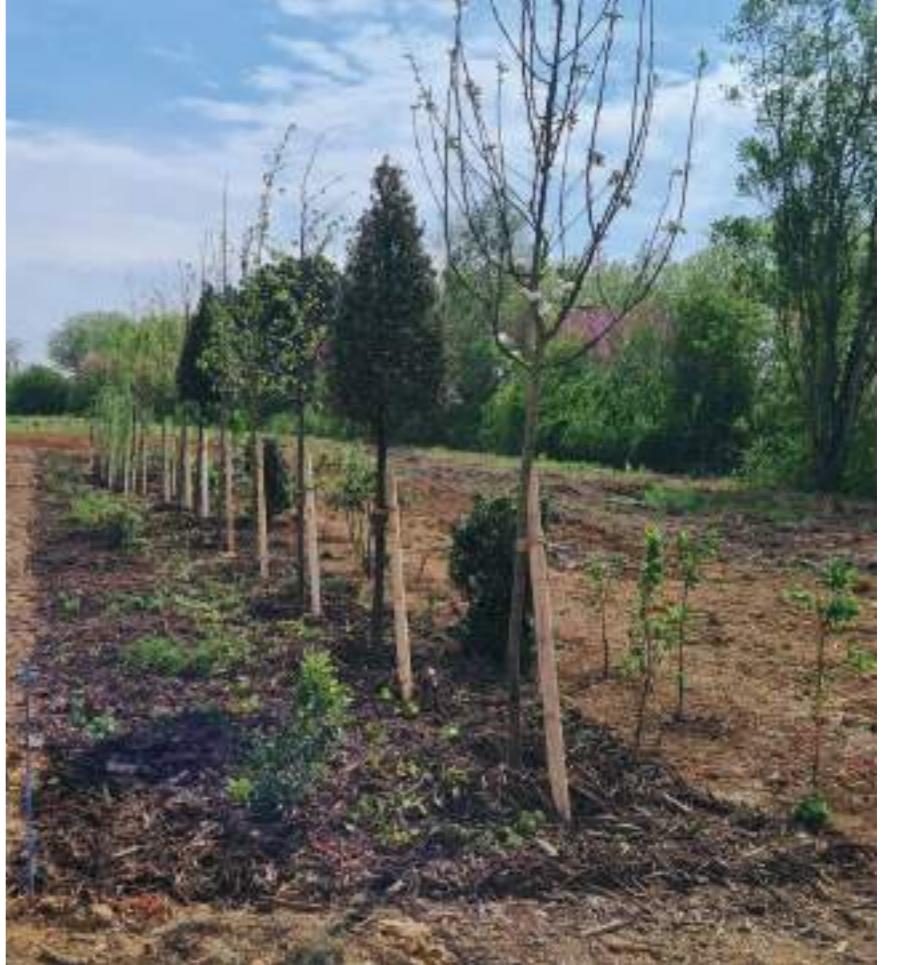
- » 1. La « phase initiation » qui consiste à initier la renaturation en travaillant sur des « parcelles d'essais » et en constituant un « parc pépinière ». Lancée dès l'automne 2024, cette première phase doit rendre plus efficace la seconde.
- » 2. La « phase développement » qui vise à déployer la stratégie de renaturation sur l'ensemble du périmètre de la ZAC Parc Mérilia et de son Grand Parc de la Plaine du Var (GPPV).

6.2.1. PHASE D'INITIATION

La phase d'initiation permet à la phase de développement de se déployer. Elle «crée les conditions», permet «l'expérimentation», «lance le process» et «donne à voir» une renaturation qui s'engage enfin.



Parcelles test, pépinière de transition, pépinière-parc peuvent être des espaces communs, confondus, ou distincts. Tout est question d'agencement, de gestion, d'usage, d'ouverture au public et de traitement paysager.



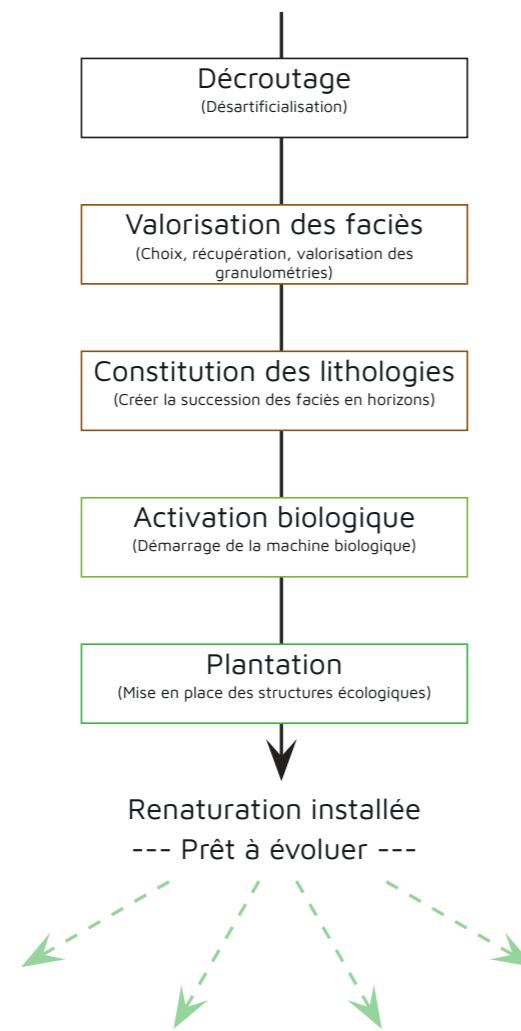
Parcelles test des boulevards Schumann-Hergé au Val d'Europe à Coupvray (77) au voisinage Disneyland Paris.
MOE: Cattoni Réseau(x) + Hekladonia
MOA: EPA Marne France
Installées en 2022 dans les limons des plateaux (LP) du site.

Ces parcelles test ont été développées pour tester la valorisation en place des sols pour les futures plantations du doublement des boulevards Hergé et Schumann qui contournent le parc Disneyland Paris. Ici les parcelles n'ont pas une vocation de production ni de démonstration, seul l'aspect expérimental a retenu l'attention. Le résultat et la bonne reprise montrent que valoriser ce type de lieu en pépinière ou parc-pépinière est tout à fait possible.

6.2.2. PHASE DE DÉVELOPPEMENT

6.2.2.1. SUCCESSION DES INTERVENTIONS

La phase de développement déploie la stratégie de manière opérationnelle à grande échelle. Elle va s'articuler suivant les étapes décrites ci dessous.



Écosystème structuré connecté à son encaissant constituant le paysage urbain de la ZAC Parc Méridia et de son parc GPPV

7. CLÉS DE LA RÉUSSITE DE LA RENATURATION MISE EN OEUVRE À GRANDE ÉCHELLE (EN PHASE DÉVELOPPEMENT)

Pour que la renaturation soit possible à grande échelle, en phase développement, il y a des erreurs à ne pas faire et donc, en face, des points de vigilance majeurs.

7.1. Foncier pour la gestion des terres.

Le manque de foncier durablement disponible pour gérer les ressources en terres,(trier, stocker, traiter) est de très loin la plus grande cause d'échec d'un projet de réemploi de terre du site sur le site.

La renaturation ne sera possible que si le foncier nécessaire au stockage et au traitement (criblage, concassage, tri, mélange) est disponible tout au long de la durée de tous les travaux et même au delà. Une grosse anticipation est nécessaire, c'est pourquoi nous l'avons placé dans la phase d'initiation.

Nous rappelons que l'extraction des ressources en terre valorisables se fait pour partie au moment de la réalisation des déblais généraux (pour créer des routes, enterrer des réseaux, modifier la topographie, creuser pour un sous sol....) et pour le reste au moment des terrassements complémentaires.

- » Les terrassements généraux ne sont jamais synchrones de la création des substrats de plantation (ces derniers se faisant plutôt en fin de phase de travaux, alors que les terrassements généraux se font au démarrage). Ce sont d'ailleurs souvent des lots de travaux différents, avec des entreprises différentes.
- » Pour les terrassements complémentaires, la logique voudrait qu'ils soient synchrones de la création des substrats de plantations, mais ce n'est pas forcément le cas. Les distorsions entre extraction des terres et créations de substrats existent et peuvent se compter en mois, d'autant plus lorsqu'il y a différentes qualités de terre (ce qui est le cas ici) et que des transferts d'un faciès ou d'un autre sont à faire. Il faut aussi prendre en considération les temps de traitement quand il s'agit de concasser, cribler, trier, mélanger...

Il est OBLIGATOIRE, pour que la renaturation soit possible, de disposer très tôt d'un foncier durablement disponible permettant de stocker les terres, sur des durées plus ou moins longues.

Le stockage peut se faire en une grande plateforme de stockage unique ou sur plusieurs plateformes de plus petites tailles, parfois même une somme d'interstices.

Cela implique dans tous les cas une gestion rigoureuse des stocks:

- en volume,
- en surface,
- en traçabilité,

... et tout cela dans le temps, à chaque étape, avec une mémoire de ce qui a été fait et une anticipation de ce qui va être fait.

Foncier anticipé
pour le stockage et la gestion des faciès de terre.

=

Disposer des ressources au moment où les besoins se font sentir

7.2. Renaturation en place, quand la terre est mise dans son lieu de destination final.

» **Une terre non activée biologiquement, inerte au préalable**, qui peut rester inerte le temps de son stockage, **peut être stockée sur 3-4m de hauteur aisément**. Il n'est aucunement nécessaire d'avoir une quelconque pénétration d'oxygène dans le système sol.

» **Une terre vivante (horizon humifère= terre végétale) ou activée biologiquement (en cours d'activation ou préalablement activée) à besoin d'oxygène et de plantes vivantes** pour que la machine biologique soit active et reste en vie. **Les stocks de terre vivante ne peuvent excéder 1,5m de hauteur grand maximum**. L'oxygène ne rentre pas ou très peu au delà de 1m, très grand maximum 1,5m d'épaisseur. **A savoir que l'activation biologique va se faire sur les 25-30 premiers centimètres d'épaisseur surtout, et que la formation d'un horizon organo-minéral A sur cette épaisseur, avec un processus d'humification engagé, débute après une durée de 10 ans environ** (donnée Hekladonia 2024, retour sur 10 ans de suivi de plusieurs sites en France)

La renaturation en place permet en tout premier lieu de limiter très fortement les besoins en foncier de stockage., en divisant par 3 ou 4 les surfaces de stockage. En effet, la renaturation en andains sur plateforme limite la hauteur des andains à 1m (et encore, avec cette épaisseur, l'activation biologique du cœur de l'andain n'est pas effective. La surface développée d'un andain posé sur une plateforme permet de maximiser la surface de contact avec l'atmosphère mais cela ne rend pas le système beaucoup plus efficient).

La renaturation en place est en plus beaucoup plus pertinente sur le plan pédologique et de la biologie des sols.

Nous avons déjà évoqué ce point précédemment mais il est important de le signaler à nouveau. La structuration du sol est fondamentale dans la relance de la vie du sol et dans l'activation de la pédogénèse. Les terrassements détruisent cette structuration alors que le brassage des organismes vivants (bioturbation) dans un sol restant en place (plus jamais terrassé) va au contraire participer à sa structuration et accélérer son développement pédo-biologique.

Renaturation en place

=

besoins en surface de stockage divisés par 4

=

efficience des investissements dans l'activation biologique des sols

=

bon sens sur le plan pédologique.

8. INNOVATION DANS LA RENATURATION

Dans notre projet ZAC Parc Mérilia et dans la stratégie de renaturation qui est travaillée ici, il faut distinguer deux grandes familles d'innovation, certaines sont méthodologiques d'autres sont techniques et technologiques.

» - **Les innovations méthodologiques** sont celles qui révolutionnent la façon de concevoir, penser, dessiner, conduire et piloter le projet. Ce sont des innovations de « mode de penser ».

» **Les innovations techniques et technologiques** sont celles qui agissent concrètement sur le terrain, dans les travaux et la constitution physique, chimique et vivante des choses. Ces innovations « d'action » ont prouvé leur efficacité dans le monde de la recherche scientifique mais ont maintenant besoin d'être mises à l'épreuve de la société civile, mises en œuvre à grande échelle et confrontées au principe de réalité. Leur utilisation nouvelle s'appuie sur des filières technico-économiques spécifiques souvent très pointues encore économiquement balbutiantes aujourd'hui et souvent héritées d'un début de transfert depuis le monde de la recherche. L'utilisation de ces innovations va œuvrer dans le développement des filières par la hausse de la demande, le développement des besoins, et le retour d'expérience. Les filières visées sont au minimum françaises, et dès que possible locales.

8.2.1. D'UN POINT DE VUE MÉTHODOLOGIQUE

L'action est innovante tout d'abord au regard de l'approche transversale et pluridisciplinaire qui a été adoptée pour concevoir le projet paysager du quartier en devenir ; une conception qui prend en compte le vivant et le non-vivant et qui considère les besoins de l'Humain et du « non-Humain ».

L'action est également innovante en ce sens qu'elle crée un système évolutif : les travaux ne sont pas une fin en soi mais un commencement, le point de départ de l'épanouissement floristique et faunistique, le point de départ du tissage des liens écologiques entre toutes choses, de l'évolution du sol, des transferts d'énergie, des cycles de matières.

» Avoir une évolution des structures écologiques pour un gain progressif et durable des fonctionnalités écologiques.

- Créer des structures écologiques fonctionnelles dès leur plantation ; ces structures n'atteindront leur plein potentiel d'évolution qu'après plusieurs décennies d'évolution : elles sont conçues pour avoir ce double effet, de court terme et de long terme.

» Avoir une évolution des sols permettant la pédogénèse, pour un sol qui s'améliorera de façon continue.

- Créer des lithologies (anthroposols construits avec valorisation des faciès) ;
- Relancer des cycles de matières (reconstitution d'une litière multidégradée via les apports de matière organique diversifiés) ;
- Installer des micro-organismes du sol (bactéries, champignons, vers de terre) ;
- Fabriquer un sol qui va évoluer qualitativement dans le temps, développer lui-même son propre humus, stocker durablement et de manière croissante le carbone...etc.

» Installer le non vivant puis l'activer par le vivant

- Créer les conditions abiotiques puis activer la machine écologique par le vivant du sol (relance des cycles de matière et biodynamisation) et par la flore (plantations d'activations puis plantations définitives en structures écologiques).

» Anticiper l'évolution du climat en créant un système résilient dynamique.

- Installer un « écosystème » « élastique » et « dynamique » :
 - avec une flore locale capable d'entrer en interaction avec flores et faunes du territoire
 - avec une flore choisie parmi celles à large amplitude et grande plasticité écologique,
 - en plantant des flores adaptées à leur milieu, le choix du végétal est en premier dépendant des facteurs abiotiques
 - en installant des symbioses (mycorhizes/végétaux, vers de terre/végétaux, végétaux/faune cible),
 - en créant un sol vivant évolutif et résilient puisqu'il est le siège d'une pédogénèse...
 - en travaillant les flores en alliances et non espèce par espèce séparément

» Désartificialiser sans sur-artificialiser les sols avec la « valorisation en place et sur place »

- Valoriser les sols du site en enclenchant une pédogénèse : le recours à un apport en terre végétale n'est pas systématique ;
- Éviter une sur-artificialisation du sous-sol en valorisant les sols dans leur position naturelle : le sol n'est pas « retourné » pour aller puiser les « bons » matériaux et enterrer les remblais de substitution ; cette méthodologie permet d'éviter une artificialisation en profondeur des sols.

» Tester avant de lancer à grande échelle

- Constituer des parcelles d'essais pour vérifier certains process :
 - a. La dégradation des matières organiques en climat méditerranéen : cela permettra d'anticiper le dimensionnement des apports météoriques d'eau pluviales et des arrosages dans la renaturation des sols à l'échelle de la ZAC ;
 - b. L'adéquation des matières organiques : elle doit être testée en lien avec des filières locales d'approvisionnement.
- Produire des végétaux sur place pour acclimater les végétaux au sol et au microclimat
Constituer un « Parc pépinière » en phase initiation : les végétaux sont plantés jeunes dans ce cadre, sur des sols du site renaturés et activés biologiquement avec le même process qui est envisagé à l'échelle de l'opération ; ces végétaux seront ensuite transplantés sur les espaces publics de la ZAC.

8.2.2. D'UN POINT DE VUE TECHNIQUE ET TECHNOLOGIQUE

L'approche est innovante car elle vise à s'appuyer sur le local :

- le sol local, (low-tech – valoriser autrement des techniques et du matériel pré-existant)
- les organismes locaux (high-tech – valoriser à grande échelle des techniques éprouvées scientifiquement)

SOL LOCAL et bonne granulométrie

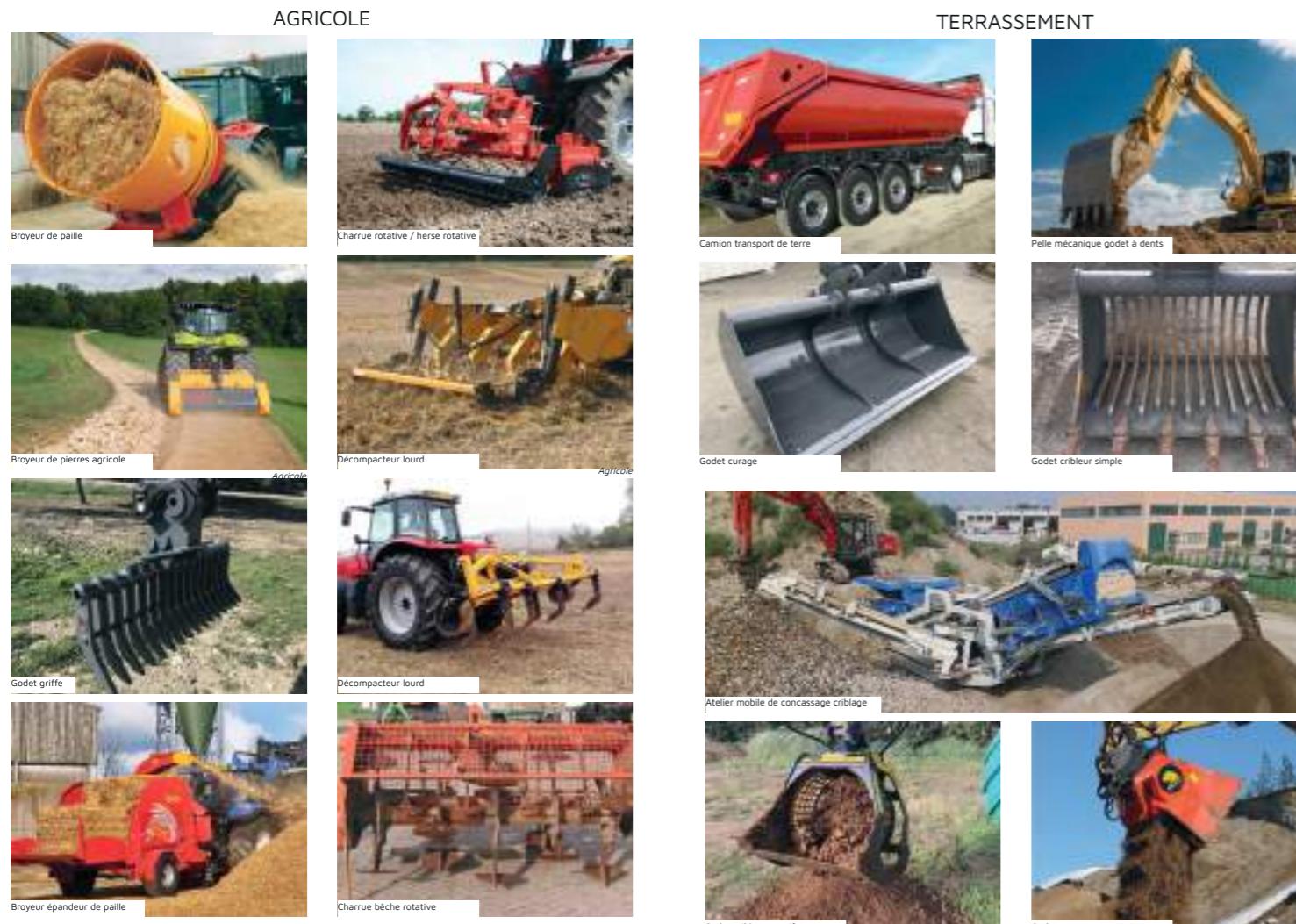
Pour créer un écosystème adapté au site, cohérent avec l'encaissant géologique et écologique, avec le microclimat local et avec le cycle de l'eau méditerranéen, la renaturation se fait tout d'abord en valorisant les sols du site.

Pour cela, les terres sont identifiées, triées, valorisées, parfois mélangées, concassées, criblées. Les substrats de plantation sont constitués autour de la granulométrie du sol et non plus autour d'un humus pré-existant comme cela est fait traditionnellement en apportant la terre végétale.

La granulométrie est intelligemment valorisée au regard des #ressources disponibles sur site, de la #perméabilité ciblée par la gestion alternative des eaux pluviales, des exigences et plasticités des #flores (autant que possible locales) qui sont à planter et de sa capacité à recréer dans le temps #humus et complexe argilo-humique, travail rendu possible par la pédogénèse relancée par l'activation biologique du sol.

Croisement des mondes du terrassement et de l'agriculture dans la reconstitution minérale du sol.

La première étape de reconstitution des sols vivants à partir de granulométries valorisée sur site est réalisée en mobilisant du matériel du **monde des terrassements** (pelle mécanique, concasseur cribleur mobile, godet cribleur ou concasseur, camions), et du matériel du **monde agricole et de la sylviculture** (godet à griffe, broyeur de pierre, décompacteur, rotovator, herse rotative...). **Les engins de ces deux mondes capables de travailler le sol** (pour le meilleur et pour le pire) **sont croisés et mis à contribution dans une vaste opération de valorisation in-situ et de recyclage qu'est la renaturation**. C'est ici une innovation low tech.



Des prairies d'activation empruntées à l'agriculture de régénération

La phase d'activation biologique de la renaturation des sols urbains profite d'un transfert de savoir-faire venu de l'agriculture dite de «régénération» aussi dénommée agriculture de «conservation». Cette technique culturelle qui progresse dans le monde agricole, à la fois moderne et ancestrale (retour de techniques finalement anciennes, remises au goût du jour), est une agriculture qui cultive les sols avant de cultiver les végétaux. Nous empruntons plus précisément les techniques de **jachères de régénération, de plantation sous couverts, et d'association culturelle**.

-- Les alliances végétales utilisées pour constituer ici les prairies d'activation sont des cultures céréales-légumineuses et des prairies graminées-légumineuses prises dans ces techniques culturelles. Ces alliances sont adaptées à leur fonction d'activation biologique de sol non humifères urbains en augmentant les densités de plantation au m² et en ajoutant aux alliances un cortège d'accompagnantes typiques des sols de friches, de sols pauvres, ainsi que des messicoles (adventices liées aux cultures) ; plantes qui jouent toutes des rôles fonctionnels (décompaction par exemple) et qui offrent en surface comme dans le sol, par leur diversité, une plus grande activation de la biodiversité locale ainsi que des périodes d'expression décalées rendant l'activation biologique plus complète dans le temps.

-- Les rythmes de plantation et d'activation sont soit en prairie de printemps s'épanouissant jusqu'à l'automne (plantation mars, fauche en novembre); soit en couverts d'automne hiver s'épanouissant sur une année complète (plantation septembre, fauche en novembre de l'année suivante N+1). Ce sont des rythmes éprouvés en agriculture de régénération.

Biodynamisation locale

Cette innovation fait appel à une identification des organismes par métabarcoding, à une amplification ADN, une sélection des organismes (pour enlever les pathogènes) et enfin une multiplication en incubateur. Inspirée de l'inoculation ancestrale du levain en boulangerie ou du yaourt dans les produits laitiers, cette méthode high tech est appliquée à la restauration des sols avec plus de technicité en valorisant notamment les travaux scientifiques sur le vivant du sol et leur identification ADN. C'est une méthode éprouvée scientifiquement depuis plus de 15ans. Des opérateurs économiques se sont positionnés ces 2 dernières années sur cette technique à grande perspective mais sont trop peu sollicités.



Glossaire

1-Écosystème

Un écosystème est une unité écologique de base qui rassemble un biotope (le milieu) et une biocénose (communauté d'êtres vivants). Biotope et biocénose interagissent entre eux via des cycles et flux de matières et d'énergies. L'écosystème rassemble ainsi du vivant et du non vivant, chacun étant interdépendant de l'autre.

2-Faciès de sol

Le faciès est l'aspect et la composition d'une roche (qu'elle soit meuble ou dure). C'est une notion de géologie descriptive qui rassemble à minima

- la granulométrie (répartition des fractions granulométriques sur l'ensemble du spectre allant des plus fines, les argiles, jusqu'aux plus grosses tels que les pierres cailloux ou blocs),
- la couleur (définie par les pédologues via la charte colorimétrique «Munsell soil color»),
- le pH.

D'autres caractéristiques pédologiques, agronomiques, hydrogéologiques, voir de position stratigraphique et d'origine pédogénétique peuvent aider à définir un faciès.

D'après Gilles Gallinet

3-Lithologie

La lithologie, au sens où elle est entendue ici, est une succession de couches ou horizons géologiques. Le mot lithologie tel qu'il est utilisé ici est en réalité un abus de langage de vulgarisation. La terminologie plus scientifique serait plutôt l'expression «succession lithologique».

D'après Gilles Gallinet

4-Horizon A

Horizons «organo-minéraux» ou «hémi-organiques» c'est-à-dire contenant en mélange de la matière organique et de la matière minérale. C'est le lieu à la fois de retour des débris des organes aériens des plantes après dégradation de la litière et action de la bioturbation, mais aussi de forte présence de systèmes racinaires notamment des herbacées. C'est ainsi le lieu de retour des composants biogéochimiques des éléments majeurs et traces. C'est un horizon clé dans le cycle du sol, la pédogénèse, le développement de la biomasse végétale hors sol et toute la pyramide écologique en général.

En conséquence, il est censé y avoir :

- de la Matière Organique (beaucoup si horizon en bon état),
- de l'activité biologique (car nourriture + oxygène).
- de la matière minérale.

En milieu naturel très pauvre, l'horizon A est souvent nettement plus riche en Ca, Mg, K, N, P, que les autres. En milieu agricole, cette observation n'est pas si évidente. C'est la zone d'enracinement principale (plantes herbacées, arbustes) et l'interface entre pédosphère et atmosphère (entrées des précipitations et des retombées atmosphériques, qu'elles soient naturelles ou anthropiques). L'horizon A fonctionne en aérobiose franche.

D'après référentiel pédologique français 2008

5-Horizon S

Non formés en surface, ce sont typiquement des horizons d'altération. Ils sont le siège de processus nets tels que l'altération des minéraux primaires avec libération d'oxy-hydroxydes de fer (présence marquée de taches noires et bariolées de rouge-gris-jaune-violet).

Les horizons S diffèrent des horizons A, en ce sens qu'ils ne sont pas le siège de l'humification primaire et qu'ils ne présentent pas une structuration d'origine biologique.

D'après référentiel pédologique français 2008

6-Fluviosols

Les fluviosols:

- sont développés dans des matériaux déposés récemment, les alluvions fluviatiles ou lacustres, mis en place par transport, puis sédimentation en milieu aqueux. Ces alluvions peuvent être relativement homogènes ou présenter une grande hétérogénéité minéralogique et granulométrique qui reflète la diversité des matériaux géologiques et pédologiques situés en amont du bassin versant. Par rapport aux matériaux de l'amont, un tri a cependant été effectué au profit des minéraux les plus résistants et les plus lourds, et également en fonction de leur granulométrie ;

- occupent toujours une position basse dans les paysages, celle des vallées où ils constituent les lits mineur et majeur des rivières, à l'exclusion des zones de terrasses (hors vallées actuelles) ;
- sont marqués par la présence d'une nappe phréatique alluviale permanente ou temporaire à fortes oscillations et ils sont généralement inondables en période de crue (sauf endiguement). Ces inondations sont susceptibles de tronquer le solum ou, au contraire, de générer de nouveaux apports sédimentaires ou des atterrissements.

D'après référentiel pédologique français 2008

7-Terre végétale

Cette terminologie est un abus de langage du monde du bâtiment et des travaux publics (BTP) désignant une terre organo-minérale humifère, donc contenant de l'humus lié au minéral du sol, le tout formant un complexe argilo-humique. Les «terres végétales» sont des horizons A décapés, déplacés et remises en place en chantier de BTP.

8-Humus, complexe argilo-humique, matières organiques héritées...

L'humus au sens où il est entendu ici est «l'humus biochimique». C'est une macromolécule organique résultat d'un processus biochimique qu'est l'humification. L'humification transforme les matières organiques héritées (rizhodépôts racinaires, matières végétales mortes...) en humus, par des processus biochimiques (donc par le travail du vivant pour beaucoup).

L'humus est constitué autour de l'humine et d'acides organiques. L'humine qui revêt une grande importance dans la constitution de l'humus, est un ensemble biochimique constitué d'un gros nucléus aromatique complexe auquel se ramifie des liaisons OH. L'humus est très stable et chargé négativement. Il va se lier aux argiles minérales du sol, elles aussi chargées négativement, via des cations chargés positivement tels que l'aluminium, le manganèse, ou le calcium; et former ainsi le complexe argilo-humique. C'est ce complexe argilo-humique qui va stocker du carbone et des nutriments dans le sol, augmenter la rétention en eau, augmenter sa capacité de résistance à l'érosion, et former les horizons A.

Définition synthétisée d'après Gobat Aragno Matthey (2017) - *Le sol vivant - Bases de pédologie - Biologie des sols*. Édition des presses polytechniques et universitaires Romandes (Suisse).

10-Note sur la différence entre une terre mélangée à une matière organique d'apport tel qu'un compost et une terre humifère.

En renaturation de sol il faut bien faire le distinguo entre l'humus et les matières organiques rapportées tels les composts pailles et bois raméaux fragmentés (celles ci sont des matières organiques héritées non transformées en humus). Ainsi les matières organiques rapportées n'ont pas la capacité de se lier aux argiles, et par voie de conséquence ne peuvent former de complexe organo-minéral stable et durable à court terme. Une terre mélangée à du compost n'est pas un horizon A au sens du pédologue (ou une terre végétale au sens du BTP) ni un substitut viable en l'état à des terres végétales. C'est un mélange de terre et de matière organique héritée qui va évoluer dans le temps, en bien si le vivant du sol, les arrivées d'eau et l'entrée d'oxygène sont de qualité, en mal dans le cas contraire.

Si la vie est fortement présente, suffisamment abreuée en eau mais sans excès, en présence d'oxygène, le sol évoluera vers la formation d'humus dans un processus qui dure de longues années (plusieurs dizaines, centaines..). Dans ce temps long, les matières organiques humifères (humus) vont se former, se lier aux argiles, et créer ainsi le complexe argilo-humique. Nous pourrons alors parler d'horizon A organo-minéral. Le sol vivant est là durablement.

Note Hekladonia

11-Forme d'humus

La forme d'humus est l'ensemble des caractères morphologiques et macroscopiques de la succession des horizons supérieurs du sol présentant de l'humus (=cette succession s'appelle l'épisolum humifère, elles rassemblent les horizons O, A et S le plus couramment). Les formes d'humus dépendent du fonctionnement pédologique du sol et est le reflet de son évolution biologique, biochimique, hydrochimique et géochimique. Parmi les formes d'humus, il y a le mull, le moder et le mor.

Définition synthétisée d'après Gobat Aragno Matthey (2017) - *Le sol vivant - Bases de pédologie - Biologie des sols*. Édition des presses polytechniques et universitaires Romandes (Suisse)

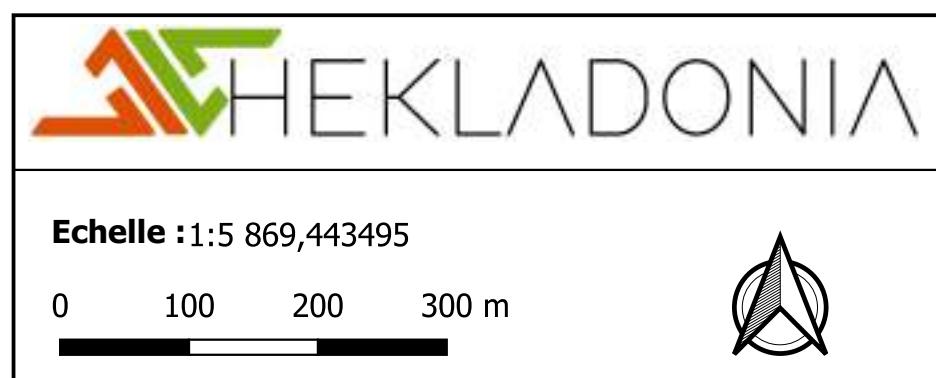
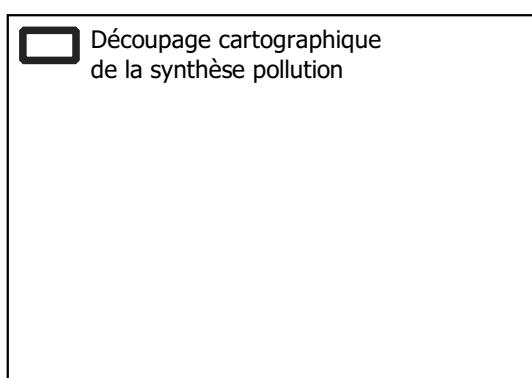
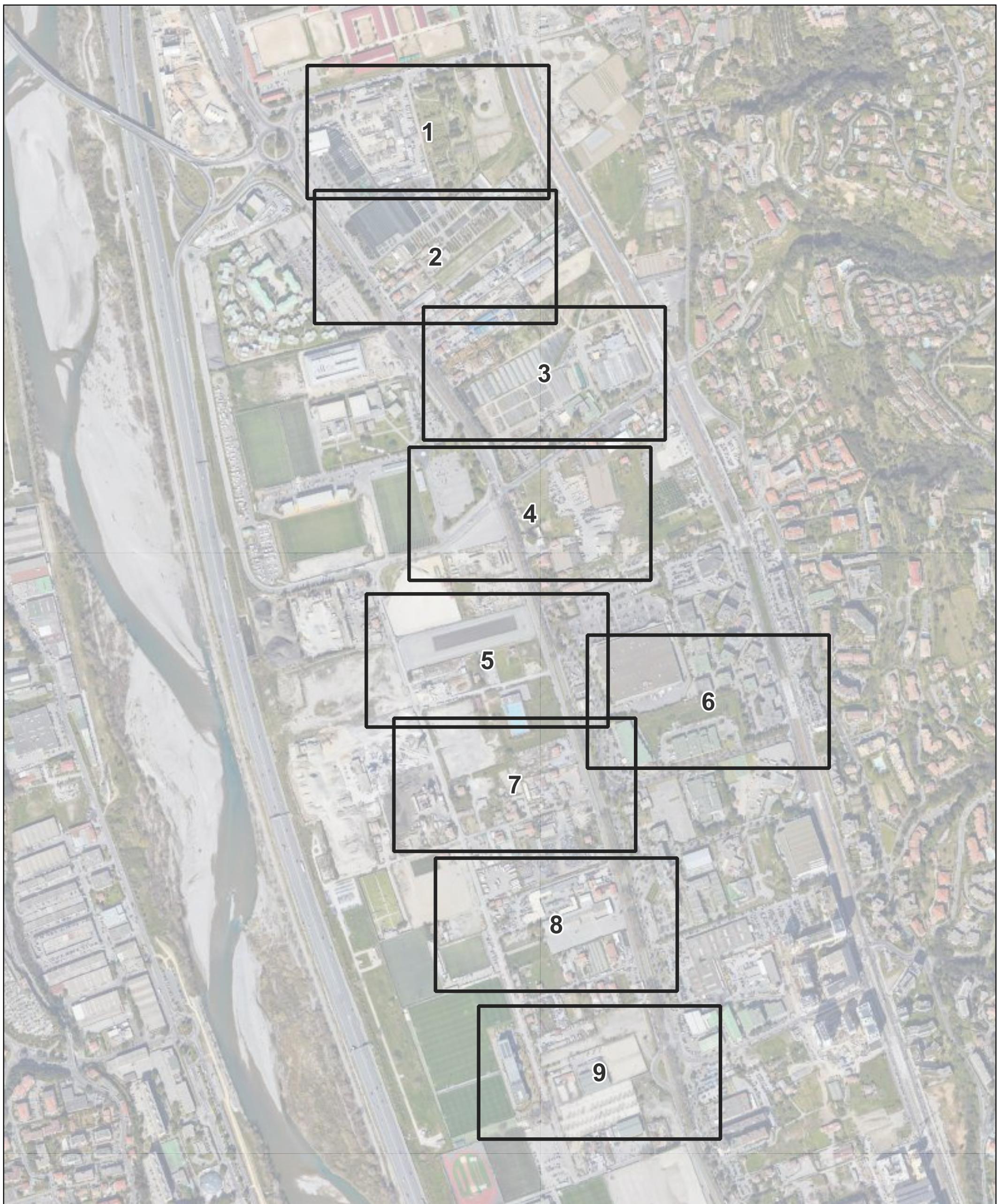
12-Garrigues, Matorral, Maquis

Le matorral est une structure arbustive méditerranéenne héritée d'une succession régressive dûe au passage plus ou moins récent du feu, à l'abandon d'une terre cultivée ou d'anciennes pâtures. C'est une formation végétale caractéristique des milieux arides méditerranéens. Elle est dominée par la strate arbustive, peut inclure des arbres de petite taille, et des cortèges d'herbacées.

Garrigues et Maquis sont des matorrals. La garrigue pousse sur des sols neutres à basiques (calcaires), le maquis sur des sols acides.

Annexes

Synthèse des études pollutions et agropéologiques disponibles

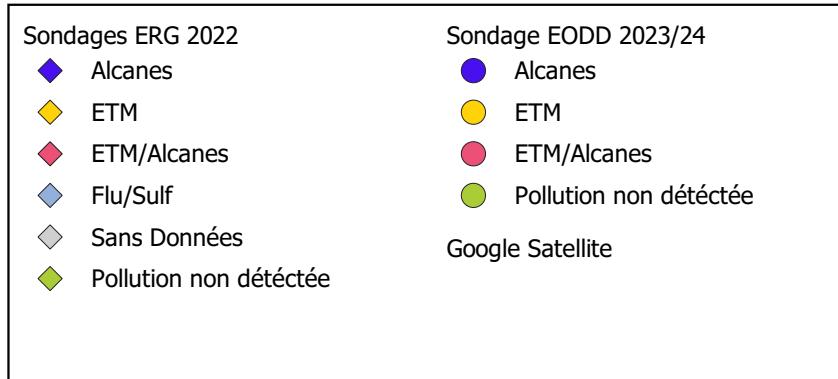
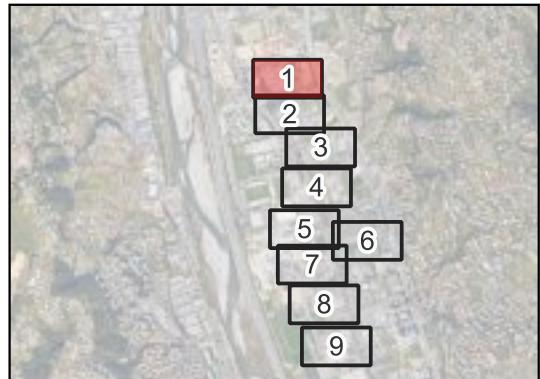


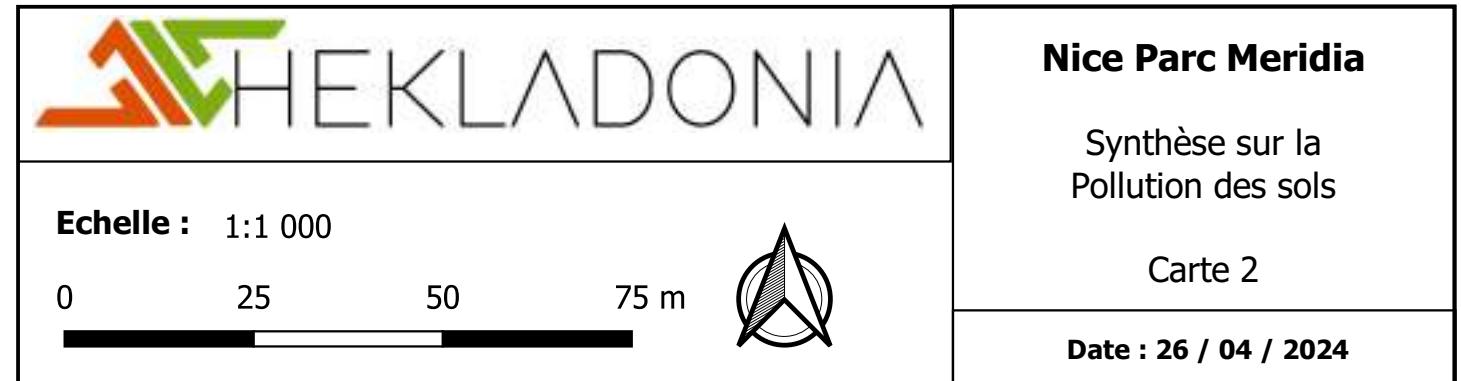
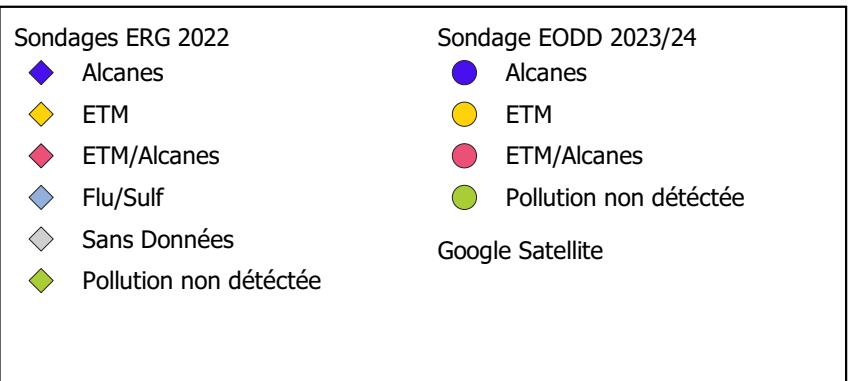
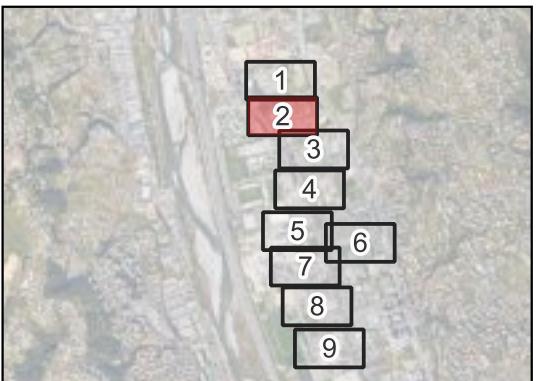
Nice Parc Meridia

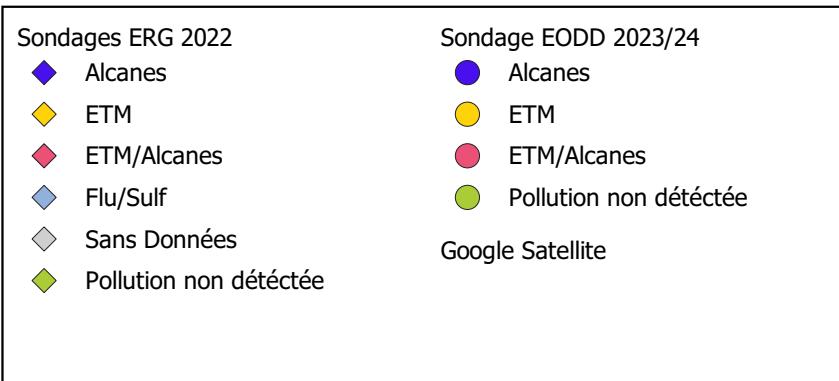
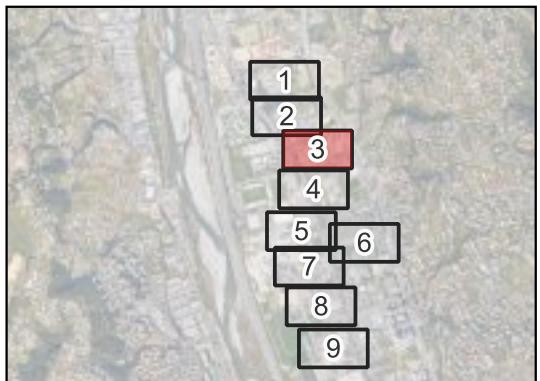
Synthèse sur la
Pollution des sols

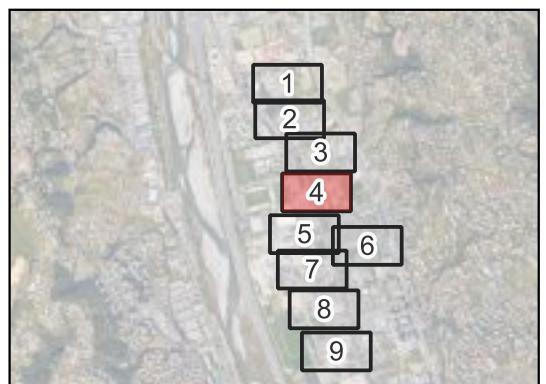
Carte 0

Date : 26 / 04 / 2024

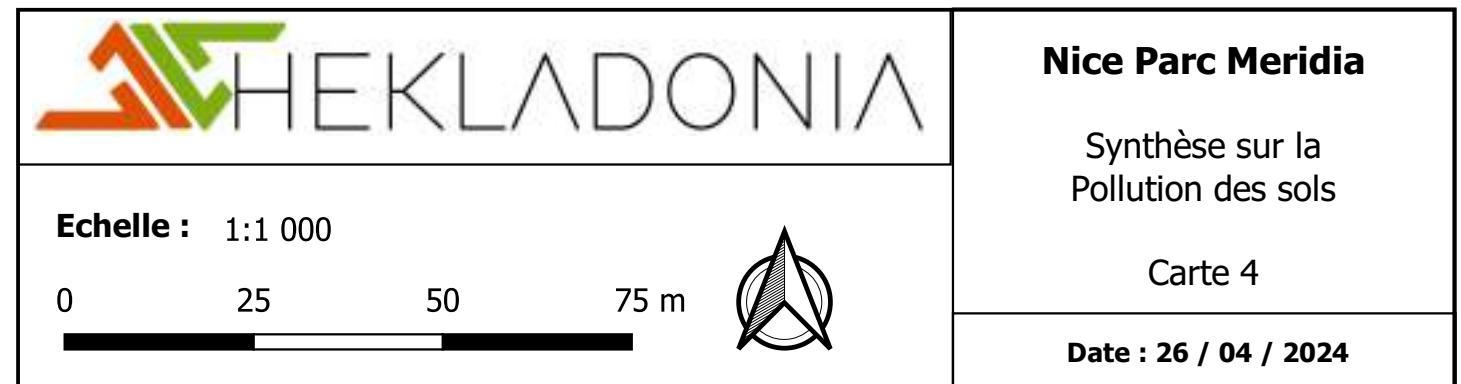


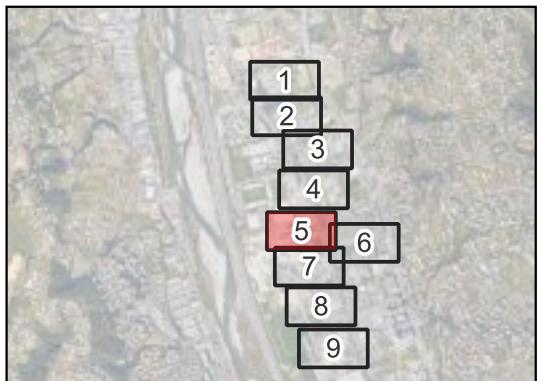






Sondages ERG 2022		Sondage EODD 2023/24	
◆	Alcanes	●	Alcanes
◆	ETM	●	ETM
◆	ETM/Alcanes	●	ETM/Alcanes
◆	Flu/Sulf	●	Pollution non détectée
◆	Sans Données	●	
◆	Pollution non détectée	●	
		Google Satellite	





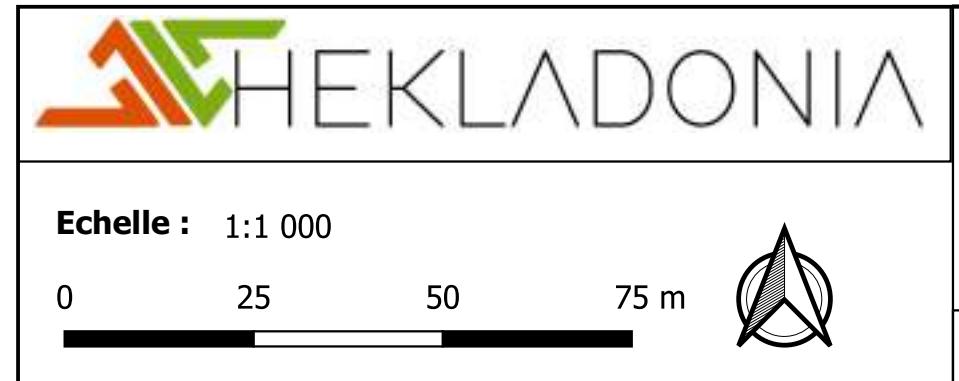
Sondages ERG 2022

- ◆ Alcanes
- ◆ ETM
- ◆ ETM/Alcanes
- ◆ Flu/Sulf
- ◆ Sans Données
- ◆ Pollution non détectée

Sondage EODD 2023/24

- Alcanes
- ◆ ETM
- ◆ ETM/Alcanes
- ◆ Pollution non détectée

Google Satellite

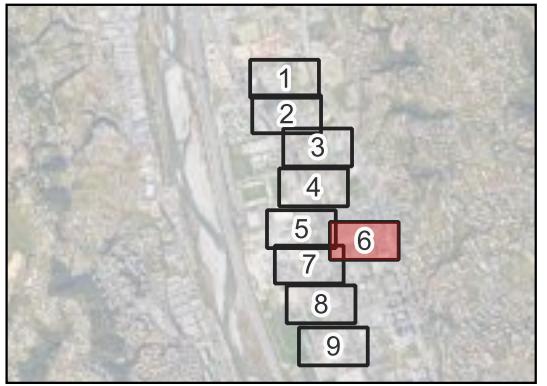


Nice Parc Meridia

Synthèse sur la
Pollution des sols

Carte 5

Date : 26 / 04 / 2024



Sondages ERG 2022

- Alcanes
- ETM
- ETM/Alcanes
- Flu/Sulf
- Sans Données
- Pollution non détectée

Sondage EODD 2023/24

- Alcanes
- ETM
- ETM/Alcanes
- Pollution non détectée

Google Satellite



Echelle : 1:1 000

0 25 50 75 m

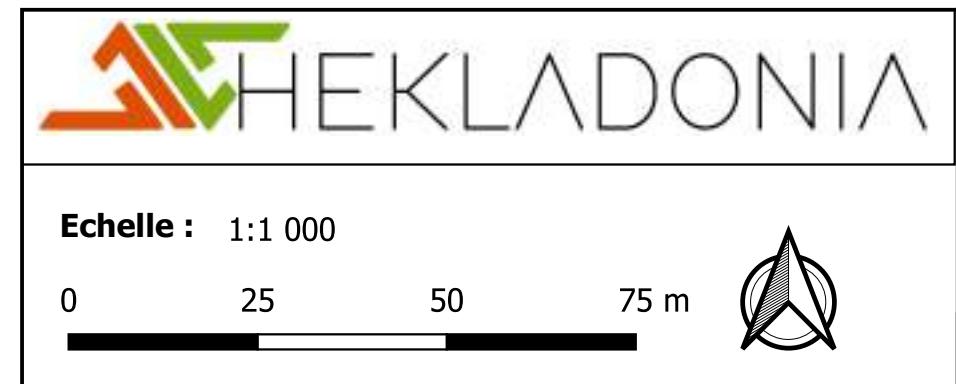
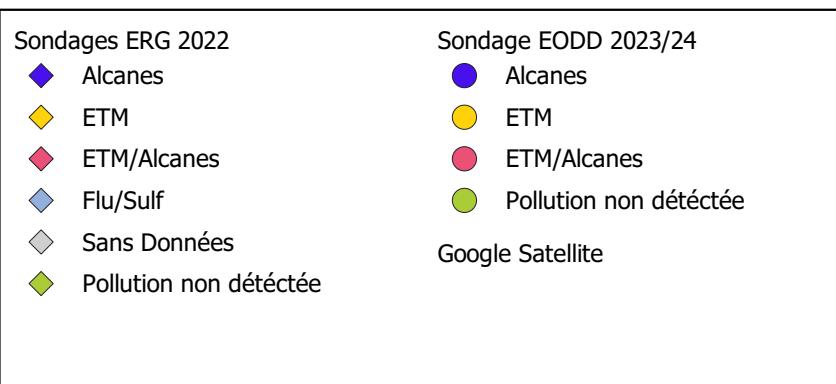
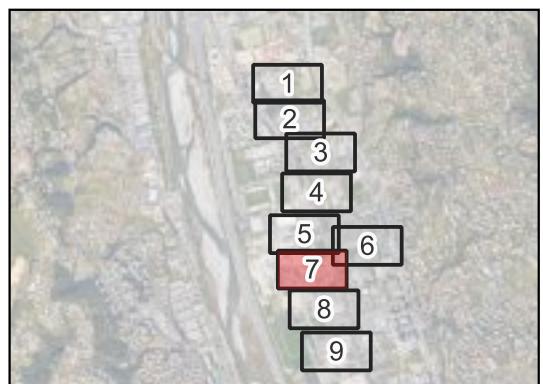
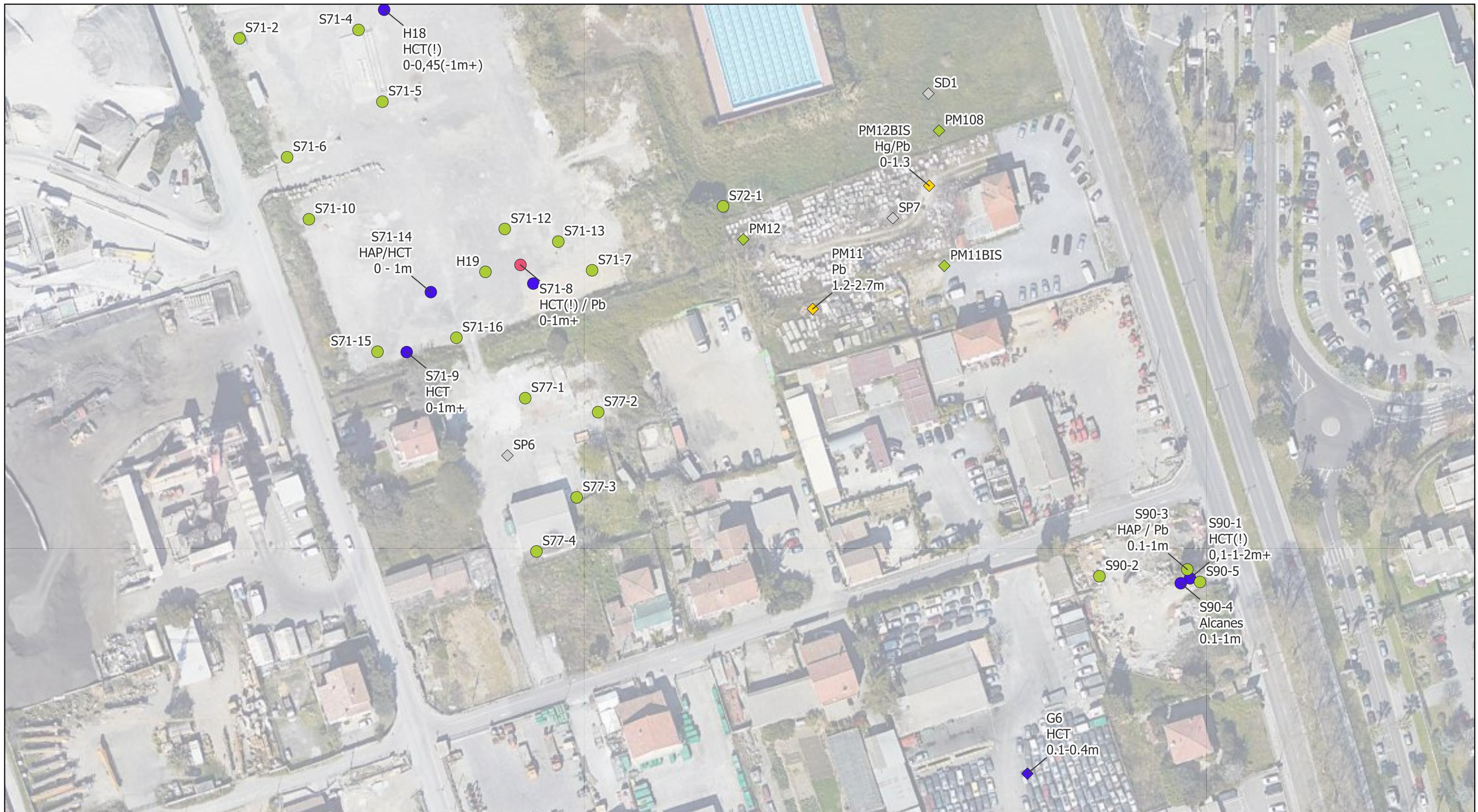


Nice Parc Meridia

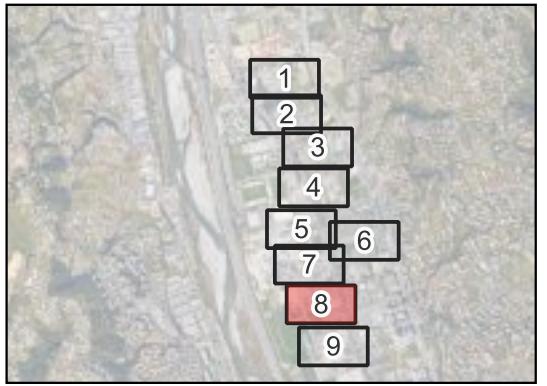
Synthèse sur la
Pollution des sols

Carte 6

Date : 26 / 04 / 2024



Nice Parc Meridia
Synthèse sur la
Pollution des sols
Carte 7
Date : 26 / 04 / 2024



Sondages ERG 2022

- ◆ Alcanes
- ◆ ETM
- ◆ ETM/Alcanes
- ◆ Flu/Sulf
- ◆ Sans Données
- ◆ Pollution non détectée

Sondage EODD 2023/24

- Alcanes
 - ETM
 - ETM/Alcanes
 - Pollution non détectée
- Google Satellite



Echelle : 1:1 000

0 25 50 75 m

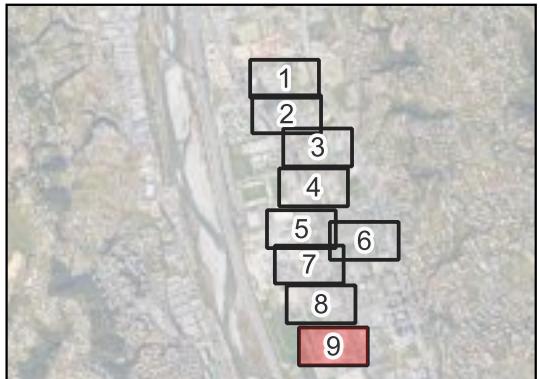


Nice Parc Meridia

Synthèse sur la
Pollution des sols

Carte 8

Date : 26 / 04 / 2024



Sondages ERG 2022

- Alcanes
- ETM
- ETM/Alcanes
- Flu/Sulf
- Sans Données
- Pollution non détectée

Sondage EODD 2023/24

- Alcanes
- ETM
- ETM/Alcanes
- Pollution non détectée

Google Satellite



Echelle : 1:1 000

0 25 50 75 m



Nice Parc Meridia

Synthèse sur la
Pollution des sols

Carte 9

Date : 26 / 04 / 2024

(1) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur équat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur équat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

Si le déchet ne satisfait pas à la valeur minimale pour le carbone organique total ou à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un casier de manipulation N° 21-245-2 avec un pré-composant entre 375 et 650, les déchets peuvent être jugé conformes aux critères d'admission.

(3) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre.

la valeur correspondant à $L/S = 10 \text{ l/kg}$ peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

13) le déchet ne peut pas être à la valeur unitaire indiquée que le carbone organique et total soit à sa pleine valeur de 100% et que l'ensemble des éléments de la chaîne de production soit à 100% de leur valeur unitaire. NCP 124/65 2 à un par ce compris que la valeur unitaire de la matière primaire soit à 100% et que l'ensemble des éléments de la chaîne de production soit à 100% de leur valeur unitaire.

La détection et la quantification par la méthode de l'absorbance à 260 nm sont acceptées pour les échantillons de sucre de canne, d'érable et de cassonade, mais l'absorbance à 280 nm est recommandée pour les échantillons de sucre de betterave. La densité optique (OD) est mesurée à 260 nm et l'absorbance à 280 nm est utilisée pour corriger l'absorbance à 260 nm.

(2) Si le déchet ne sauf pas par la valeur limite indiquée pour le charbon organique total sur l'unité de mesure kg/m³, il devra faire l'objet d'un essai de levigation NF EN 13477-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0, suivi d'une analyse des critères d'admission pour le carbone organique total sur l'unité de mesure mg/kg, de telle manière que cette détermination ne dépasse pas 300 mg/kg de matières volatiles et que l'analyse des critères d'admission soit conforme à l'analyse des critères d'admission pour le carbone organique total sur l'unité de mesure mg/kg de matières volatiles.

(3) Si le déchet ne respecte pas cette limite pour le sulfate, il peut être jugé conforme aux critères d'admission à la levéation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/L à un ratio L/S = 0,1 L/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 L/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans les conditions d'équilibre local

* Acceptation théorique en installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (SDND) mais acceptation potentiellement possible en Installations de Stockage de Déchets Inertes + (SDI+) selon critères d'admission de ces installations, définis localement;

ANNEXE B1

CCTP pour « L'étude de définition et expérimentation d'un projet de renaturation de la plateforme haute du site de Micheville », EPA Alzette-Belval

Étude de définition et expérimentation d'un projet de renaturation de la plateforme haute du site de Micheville

1

Cahier des Charges Techniques Particulières C.C.T.P

Etablissement Public d'Aménagement Alzette-Belval

Table des matières

Préambule	3
1. Contexte et enjeux de l'Etude	4
1.1 L'opération d'Intérêt National Alzette-Belval	4
1.2 L'EPA Alzette-Belval.....	4
1.3 Le site de Micheville et les objectifs d'aménagement	5
1.4 Etudes de maîtrise d'œuvre et travaux d'aménagement en cours.....	6
L'Accord cadre de maîtrise d'œuvre urbaine et des espaces publics de Micheville.....	6
Phasage prévisionnel des travaux d'aménagement du site de Micheville	7
1.5 La Plateforme haute	8
Rappel du volet SSP du site	9
Contexte géologique et pédologique	10
Enjeux écologiques du site	10
L'Espace Naturel Sensible.....	12
Programmation de la plateforme-haute	12
1. Objet de l'étude	13
2. Périmètre de l'étude.....	13
3. Missions de l'étude	14
1 Etude du contexte écologique et urbain et prise en compte du projet d'aménagement.....	14
1.1 Diagnostic écologique et urbain sur la base de la documentation existante	14
1.2 Assistance portée à l'EPA pour le lancement et le suivi des études et expertises complémentaires	15
1.3 Elaboration du rapport définitif de diagnostic écologique et urbain	15
2 Définition du projet de renaturation et élaboration d'une stratégie de mise en œuvre	16
Tranche optionnelle : Définition et suivi d'une phase de test in-situ.....	17
Liste des annexes.....	19

Préambule

L'Etablissement Public d'Aménagement Alzette-Belval (EPA) est engagé depuis sa création pour la mise en œuvre d'un aménagement durable et démonstrateur de la ville de demain.

A ce titre, le site de Micheville a bénéficié dès 2013 du soutien du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA) « Ville de Demain », qui a permis de financer des réalisations telles que la réhabilitation du bâtiment du Laboratoire (siège de l'EPA et de la Communauté de communes du Pays Haut Val d'Alzette), un îlot à haute performance énergétique (programme de logements Linkcity sur l'Ecoparc) et une partie des études d'ingénierie menées sur la plateforme basse de Micheville.

Afin de se donner les moyens de poursuivre cette ambition, l'EPA a répondu à l'Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) « Démonstrateur de la Ville Durable » lancé en 2021 par la Banque des Territoires – Groupe Caisse des Dépôts dans le cadre du dispositif France 2030 et du 4ème Programme d'investissements d'avenir.

Ce programme, qui pourrait mobiliser jusqu'à 10 millions d'euros de subvention par porteur de projet sur une période de 10 ans, vise la création d'un réseau national de démonstrateurs de la ville durable, à l'échelle d'îlots ou de quartiers, illustrant la diversité des enjeux de développement durable des espaces urbains français : métropole, péri-urbain, ville moyenne, petite ville, quartiers prioritaires de la politique de la ville notamment en renouvellement urbain, outremer. Il s'organise en deux phases :

- **La première phase, dite phase d'incubation**, permet aux porteurs de projet, et ce pendant une durée maximum de 36 mois, d'être accompagné pour l'incubation ou la maturation de leur projet afin de traduire leur stratégie d'innovation et d'excellence environnementale et sociale en actions opérationnelles, avec un programme et un bilan prévisionnel d'opération consolidés.
- **La deuxième phase d'engagement** définitif des projets, dite phase de réalisation, où les porteurs de projet, lorsqu'ils seront en mesure de justifier des conditions énumérées dans le cahier des charges de l'appel à manifestation d'intérêt, pourront proposer leur projet au comité d'engagement décisionnaire pour entériner définitivement le soutien de France 2030 à la réalisation du projet de démonstrateur de la ville durable.

3

La candidature formulée par l'EPA dans le cadre de cet AMI et relative au projet d'aménagement de Micheville a été retenue en janvier 2022, aux côtés de 8 autres lauréats au niveau national, et a été formalisée par une convention de financement signée avec la Banque des Territoires le 2 août 2022.

Concrètement, les actions qui peuvent être ainsi financées relèvent de trois thématiques :

- L'activation biologique des sols sur le site de Micheville (plateforme haute) dans un objectif de disposer à la fois de terre susceptible d'être utilisée comme terre végétale et d'espèces végétales susceptibles d'être utilisées dans le cadre des opérations d'aménagement de l'EPA (par le biais, par exemple, d'une pépinière comportant des essences adéquates). C'est l'objet de la présente étude.
- La gestion et l'amélioration de la qualité physico-chimique des eaux (eaux pluviales, milieux aquatiques), en particulier dans le vallon de l'Alzette.
- Une expérimentation en matière d'urbanisme transitoire, du type « conciergerie de quartier », destinée à apporter des services aux habitants ainsi qu'aux entreprises pendant la phase qui verra se succéder des chantiers de construction sur le site de Micheville.

La présente étude, qui s'inscrit dans la phase d'incubation de projet, bénéficie donc d'un financement de la Banque des Territoires pour l'ingénierie relative à la phase d'incubation à hauteur de près de 50%. Elle doit permettre de développer des solutions innovantes dans le contexte territorial particulier de l'OIN Alzette-Belval et reproductibles sur d'autres sites à l'échelon nationale.

1. Contexte et enjeux de l'Etude

1.1 L'opération d'Intérêt National Alzette-Belval

Le territoire de l'OIN Alzette-Belval est inclus dans le périmètre de la Communauté de Communes du Pays-Haut Val d'Alzette (CCPHVA, 26 000 habitants), à cheval sur les départements de Moselle et de Meurthe-et-Moselle. Espace frontalier, il tire profit du dynamisme économique luxembourgeois. Ce territoire a été fortement marqué par les activités minières et sidérurgiques entre 1880 et 1985. La crise de la fin des années 70 a entraîné l'arrêt des exploitations et leur démantèlement lors des années 80. Afin de répondre aux défis que représente la mutation profonde du territoire de Pays Haut Val d'Alzette, une Opération d'Intérêt National Alzette-Belval (OIN) a été créée le 19 avril 2011. Atypique, cette OIN n'est pas attachée à une grande métropole et elle s'inscrit dans un contexte transfrontalier.

D'une superficie de 5 285 hectares, distribués entre friches industrielles, forêts, terres agricoles et sites urbanisés (526 ha), l'OIN s'inscrit dans un secteur français enclavé et particulièrement contraint.

Un outil spécifique dédié à la mise en œuvre de l'OIN, a été créé par décret le 06 mars 2012 : l'Établissement Public d'Aménagement Alzette-Belval (EPA).

1.2 L'EPA Alzette-Belval

L'EPA Alzette-Belval, créé par décret le 6 Mars 2012, a pour vocation, de permettre la création d'une véritable agglomération transfrontalière, à partir des noyaux urbains existants, en redéfinissant le bassin de vie et d'emploi. Il s'agit d'assurer la mutation d'un territoire autrefois entièrement tourné vers la sidérurgie.

4

D'un point de vue opérationnel, l'EPA agit comme :

- Maître d'ouvrage des opérations d'aménagement retenues,
- Conseil auprès des collectivités,
- Ensemblier et promoteur, porteur de la stratégie de l'État.

En tant que maître d'ouvrage et aménageur, l'EPA va :

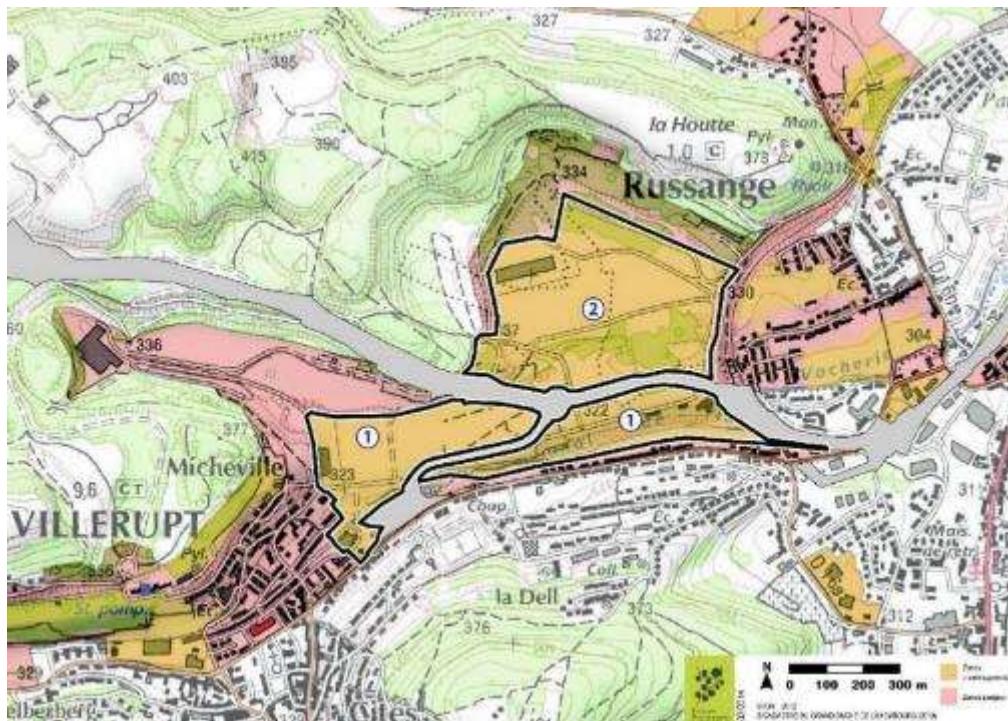
- Mettre en œuvre la stratégie foncière arrêtée : cette stratégie identifie les zones nouvelles à aménager par l'EPA, selon quelles modalités et procédures et selon quel calendrier, ainsi que les zones bâties au droit desquelles l'EPA pourra éventuellement intervenir directement. Le cas échéant, l'EPA peut s'appuyer sur un partenariat privilégié avec l'EPFL, dans un objectif de maîtrise des coûts de portage foncier.
- Concevoir, aménager et commercialiser les zones nouvelles pour répondre aux besoins pour les entreprises, les logements, les équipements publics, les services ...

L'EPA définit le projet urbain en concertation avec les collectivités locales et avec la population. Il prend en charge :

- l'aménagement des espaces communs (voies et circulations, stationnements, réseaux et espaces verts) qui ont vocation à intégrer le domaine public,
- la viabilisation des lots privés,
- la réalisation des études spécifiques liées à la conception d'un écosystème urbain.

Le Programme Stratégique et Opérationnel de l'EPA a été approuvé le 07 février 2014 par son Conseil d'Administration et mis à jour le 28 juin 2019. Il définit les grandes orientations stratégiques de l'OIN sur les vingt prochaines années. Le Programme Prévisionnel d'Aménagement (PPA) identifie 27 zones d'aménagement, dont le site de Micheville.

1.3 Le site de Micheville et les objectifs d'aménagement



Site de Micheville – zones 1 et 2 du PSO 2019

5

Le site de Micheville (zones 1 et 2) est situé en continuité urbaine de Villerupt, Russange et Audun-le-Tiche et à 4 km de l'opération de Belval (Luxembourg)

Le site est à cheval sur les départements de la Meurthe et Moselle (communes de Thil et Villerupt) et de la Moselle (communes de Rédange, Russange et Audun-le-Tiche). Il s'étend sur 380 hectares dont la puissance publique maîtrise l'essentiel de la propriété (330 hectares). Il comprend deux types de friches :

- Une friche minière (ancienne mine de fer à ciel ouvert) située au nord. Sa richesse écologique et paysagère en fait un espace à protéger. Elle sera conservée en espace naturel, offrant un cadre paysager de qualité au projet d'aménagement.
- Une friche sidérurgique (ancienne usine intégrée de production d'acier), site fortement anthropisé, aménagé en plateformes qui accueillaient les activités industrielles (hauts fourneaux, aciéries, cokerie...)

C'est sur cette friche sidérurgique que s'implante le quartier de Micheville, projet le plus important de l'OIN par son emprise et par la complexité du site (nature des sols et contexte urbain).

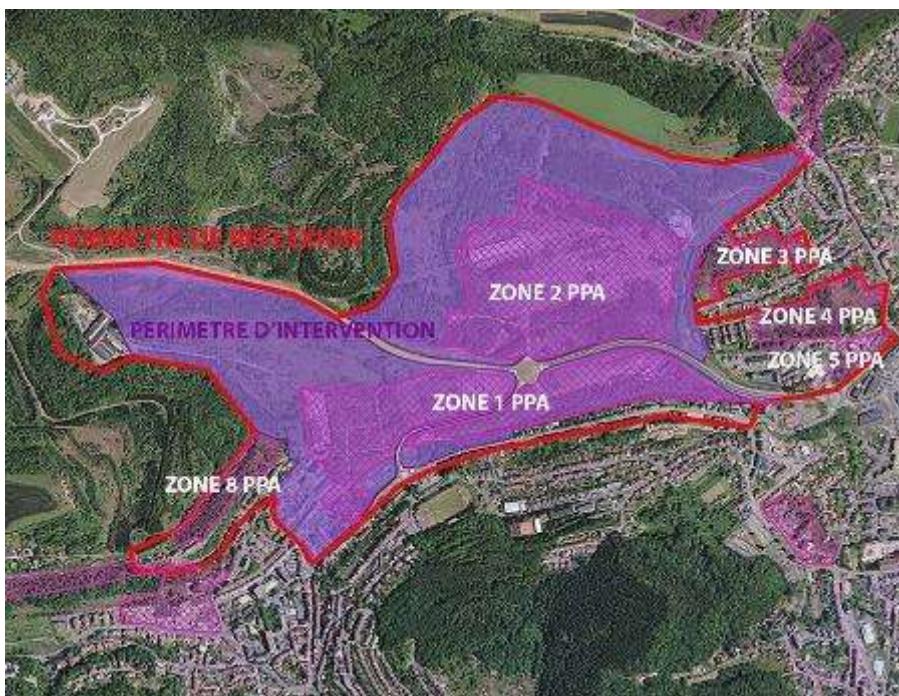
L'EPA souhaite que l'aménagement de ce site soit guidé par les principes de développement durable. L'Ecoparc, la Plateforme basse, et le quartier Victor Hugo (OPAH-RU), constituent ainsi un Ecoquartier (labellisé étape 2 en 2019), dont les objectifs sont les suivants :

- Former un lien entre les urbanisations existantes en créant une nouvelle polarité,
- Recycler la friche industrielle afin de préserver les zones naturelles et agricoles,
- Améliorer l'accessibilité et la desserte du site en prolongeant le maillage des voies publiques,
- Créer un système global de mobilité et encourager les mobilités alternatives,

- Favoriser le développement de la qualité urbaine, architecturale, paysagère et environnementale
- Favoriser la création d'un corridor écologique reliant les espaces naturels existants,
- Développer une programmation mixte,
- Favoriser l'implantation de projets innovants dans le cadre du programme Ecocité-Fonds Ville de Demain.

1.4 Etudes de maîtrise d'œuvre et travaux d'aménagement en cours

L'Accord cadre de maîtrise d'œuvre urbaine et des espaces publics de Micheville



6

Périmètres de l'Accord-Cadre de Maitrise d'œuvre urbaine et des espaces publics de Micheville (D&A Mandataire)

Un marché de maîtrise d'œuvre type loi MOP des aménagements du site de Micheville a été lancé en mai 2016 sur les périmètres des permis d'aménager 1 et 2, et confié à Artelia, le BET « Technique » mandataire.

Les missions d'études préliminaires et avant-projet de ce marché ont réinterrogé le premier plan guide réalisé en 2015 (groupement SATHY) au regard des nouvelles données acquises courant 2015 et 2016, sur le périmètre de l'ensemble de la plateforme. Il s'agit notamment de :

- l'étude de programmation (logements, activités et équipements) menée par le groupement Adéquation pour le compte de l'EPA,
- les études de sol complémentaires (géotechniques, environnementales, infiltration et lixiviation) ordonnées par l'EPFGE sur une grande partie de la plateforme basse,
- l'évolution des projets de mise en place des transports en communs transfrontaliers en coopération avec le Luxembourg,
- l'étude d'impact, et des investigations faunistiques et floristiques complémentaires du terrain.

Ces missions d'études préliminaires et d'avant-projet rendues en 2017 ont donc établi un nouveau concept d'aménagement et de pré-aménagement adapté aux spécificités du terrain en intégrant les contraintes de biodiversité et les nouvelles données de programmation. Sur la base de cette première

phase EP et AVP, les Permis d'aménager n°1 et 2 ont été déposés le 3 février 2017 et délivrés le 18 janvier 2018.

En octobre 2017, dans le cadre d'un nouvel Accord Cadre de Maîtrise d'œuvre urbaine (D&A mandataire/ARTELIA/Yuli Atanassov Paysagiste/ENEKO), l'EPA a lancé la mission d'actualisation du Plan Guide de Micheville qui s'est achevée en avril 2019. Le Plan Guide actualisé intègre au projet des modifications programmatiques, techniques et opérationnelles apparues depuis le Plan Guide validé en 2016, notamment avec le projet du HUB de mobilité.

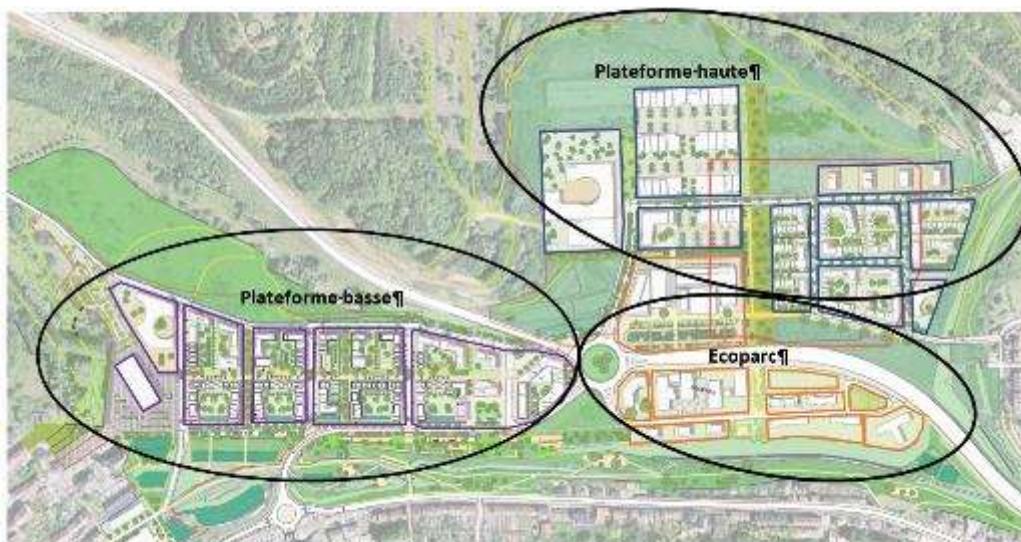


Plan Guide Micheville (Groupement D&A/Artelia) – avril 2019

Phasage prévisionnel des travaux d'aménagement du site de Micheville

La réalisation du projet est organisée selon trois sous-secteurs :

- **L'Ecoparc**, dont l'aménagement des espaces publics est achevé depuis 2018. Il comprend aujourd'hui 265 logements et le bâtiment tertiaire du « Laboratoire » accueillant administrations et activités : CCPHVA, EPA, GECT, Ecole de Danse, Association de dessin, bureau relai Assistantes maternelles. Restant à livrer à l'horizon 2025 : un retail park d'environ 7700 m² de surface commerciale/activités, 108 logements et un équipement sportif.
- **La plateforme basse**, ou ZAC de Micheville 1, comprend une phase 1 à l'Ouest d'environ 4,5 ha, dont les espaces publics seront totalement achevés fin 2022 et une phase 2 à l'Ouest d'environ 9 ha en cours de réalisation. L'Arche, Pôle culturel de la CCPHVA inauguré début 2022, est le premier équipement public prenant place sur la ZAC. Les commercialisations des différents lots ont été initiées dès 2020 et la construction des 220 premiers logements (D1/D3) devrait démarrer début 2023. La plateforme basse accueillera au total, à l'horizon 2028, environ 1100 logements.
- **La plateforme haute**, dont les travaux de pré-aménagement et l'aménagement n'ont pas encore démarré. En raison d'incertitudes sur la programmation, notamment des équipements publics, la plateforme haute doit faire l'objet en 2023 d'une révision du Plan Guide et d'une procédure de création-réalisation d'une ZAC de Micheville 2.



Site de Micheville – sectorisation

1.5 La Plateforme haute

La Plateforme haute s'étend sur les communes d'Audun-le-Tiche et de Russange. Au cours des études générales préalables à l'aménagement du site élaborées à partir de 2016, une distinction a été proposée entre un périmètre de Permis d'Aménager n°2 (environ 10,5 ha) et périmètre d'une 3^e tranche d'aménagement (environ 19 ha). Toutefois l'ensemble de la plateforme haute doit aujourd'hui être considéré dans son ensemble comme une future ZAC de Micheville 2.

8



Périmètre réglementaires 2016

Rappel du volet SSP du site

Le vaste complexe sidérurgique et minier de Micheville a été exploité entre 1872 et 1985. Il intégrait toutes les activités de la sidérurgie. Sur la plateforme haute, on retrouve un parc à charbon et une zone de Train à petits fers.



Schéma des activités historiques pratiquées sur le site

9

La pollution des sols fait l'objet d'un plan de gestion (annexé aux Permis d'aménager PA1 et PA2), élaboré sur la base des nombreux sondages réalisés sur tout le site par ENECO, maîtrise d'œuvre de l'EPFGE.

Les travaux de pré-aménagement (sous maîtrise d'ouvrage EPFGE) ont pour objectifs de retirer ou combler les résidus d'éléments de superstructure contenus dans le sol, supprimer les sources de pollution concentrées, et mettre en œuvre les mesures de confinement des terres excavées conformément au plan de gestion.



Carte de synthèse – ENECO - 2016

L'objectif du concept est d'optimiser la gestion des matériaux excavés (sable, laitier, béton, limons) et de favoriser leur réutilisation, afin de limiter l'évacuation hors site de matériaux. Sur la plateforme basse, cette méthodologie a permis de réutiliser sur site environ 90% des déblais d'excavation.

La mise en œuvre de cette méthodologie est rendue possible notamment par l'utilisation d'une aire de tri des matériaux située sur la plateforme haute, en activité jusqu'à fin 2023 environ.



10

Plateforme haute de Micheville – aire de tri (EPFGE / ENECO / Lingenheld) – août 2022

Contexte géologique et pédologique

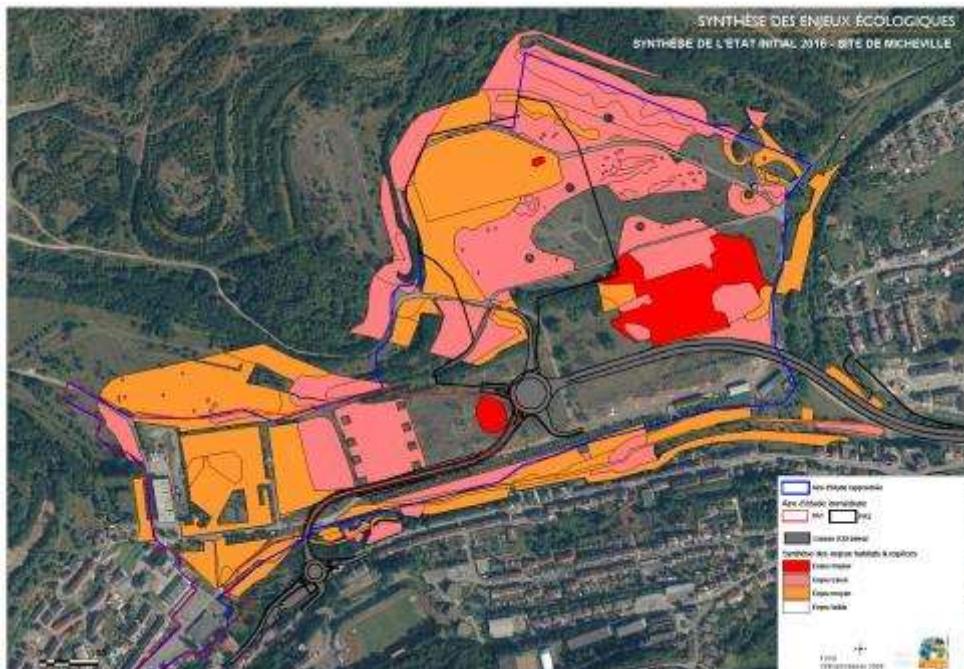
Les plateformes historiquement aménagées pour la mise en place des installations sidérurgiques, ont été mises en oeuvre en remblais, d'épaisseurs très variables (de 1 à 18 m) et sont constituées essentiellement de terrain naturel remanié, de blocs de minerai (stérils d'exploitation), et de blocs de laitier.

Le substrat est affleurant sur la quasi-totalité du site de Micheville. Les sols y sont donc soit absents, soit de faible épaisseur dans ces espaces en phase de recolonisation par la végétation.

Dans le fond des vallées, des sols bruns alluviaux se sont formés, présentant des traces d'hydromorphie plus ou moins marquées. Ils sont sensibles à l'engorgement en eau en raison de leur situation topographique et d'un taux d'argile important.

Enjeux écologiques du site

L'étude d'impact réalisée en 2016 et mise à jour en 2019 (cf Annexe 5) présente une synthèse détaillée de l'état initial de l'environnement.



Synthèse des enjeux écologiques – Etat initial - 2016

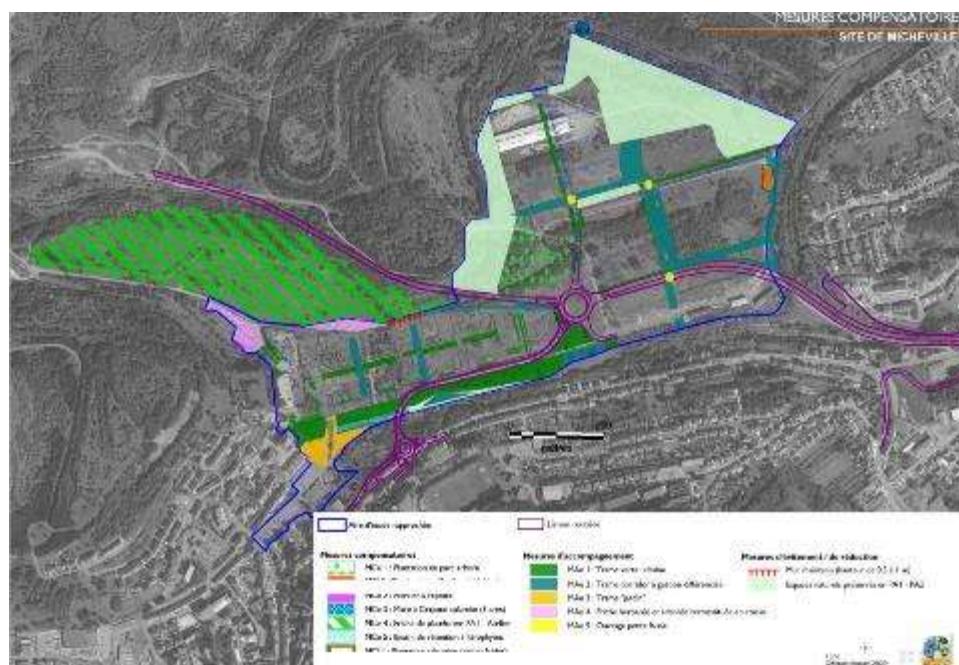
La hiérarchisation des enjeux patrimoniaux, uniquement sur la base des habitats biologiques et de leur état de conservation au sein de l'aire d'étude rapprochée, conduit globalement à des enjeux moyens à élevés. Au droit du secteur du Permis d'aménager n°2, ainsi que sur leurs environs directs, les enjeux réglementaires principaux sont :

- l'habitat et les individus des reptiles, des amphibiens, des oiseaux protégés ;
 - les individus du Hérisson d'Europe.

Les enjeux concernent essentiellement les milieux ouverts (pelouses, fruticée) et les lisières forestières.

11

L'arrêté interpréfectoral n°23 du 12 février 2018 dit "IOTA" contenant une dérogation espèces protégées (cf Annexe 3), demande à l'EPA Alzette-Belval notamment de réaliser des mesures d'évitement/réduction/compensation et le suivi de ces mesures par un écologue.



Mesures compensatoires – 2016

Ces mesures ont été réalisées avant le démarrage des travaux de pré-aménagement et d'aménagement de la plateforme basse. Le suivi écologique (visites de sites mensuelles et expertises spécifiques à certaines espèces 2 à 3 fois par an) est assuré depuis 2018 par la société EVINERUDE (cf Annexe 6).

L'Espace Naturel Sensible

La plateforme haute est bordées sur des franges Est et Nord par l'Espace Naturel Sensible de Micheville, Ancien site minier, l'ENS classé en 2012 et propriété du Conseil départemental de Meurthe-et-Moselle, s'étend sur 463 hectares. Suite à l'arrêt de l'exploitation de la mine de fer à ciel ouvert dans les années 1980, le décor minéral a peu à peu laissé sa place à la nature. Dans ce secteur urbanisé, la friche industrielle de Micheville a ainsi constitué un refuge pour de nombreuses espèces d'oiseaux, d'insectes, ou encore d'amphibiens. Aujourd'hui, c'est un paysage de pelouses, de landes, d'éboulis et de falaises qui s'offrent aux visiteurs.



12

Périmètre de l'Espace Naturel Sensible des anciennes carrières de Micheville

Programmation de la plateforme-haute

A court terme (horizon 2025) la plateforme haute doit permettre l'accueil d'un nouveau SDIS du Département de la Moselle. Puis accueillir environ 600 logements et des surfaces d'activités artisanales (encore à l'étude à ce stade). La présente étude devra tenir compte de ces programmations, des phasages et des calendrier de construction.

1. Objet de l'étude

L'objet du présent marché est d'assurer pour le compte de l'EPA une étude générale visant à la mise en œuvre d'une activation biologique des sols sur la plateforme haute du site de Micheville impactés par l'activité industrielle et sidérurgique.

L'étude doit pleinement s'inscrire dans la stratégie nationale bas carbone et la stratégie nationale pour la biodiversité.

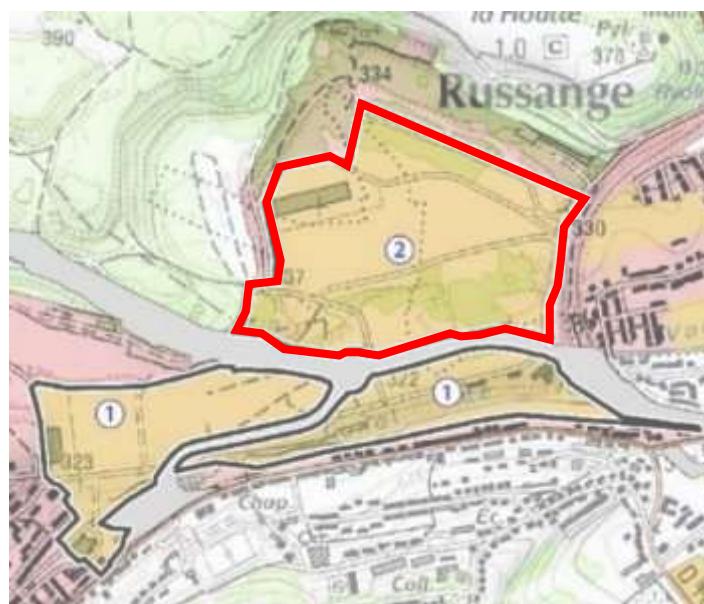
L'objectif de l'étude est multiple :

- Favoriser la (re)constitution de sols vivants, véritables réservoirs naturels de carbone, et permettre les conditions d'un renforcement de la biodiversité.
- Disposer de terre susceptible d'être utilisée comme terre végétale pour l'aménagement du site de Micheville et en particulier les futurs aménagements paysagers de la plateforme haute dans une logique de limitation des mouvements de déblais/remblais sur site et d'apports de matériaux extérieurs.
- Disposer d'espèces végétales susceptibles d'être utilisées dans le cadre des opérations d'aménagement de l'EPA (par le biais, par exemple, d'une pépinière sur site comportant des essences adéquates), afin de limiter le recours à des fournisseurs éloignés.
- Identifier le potentiel de recyclage et/ou de réemploi des matériaux du site.
- S'inscrire dans le développement d'une économie circulaire à l'échelle du territoire de l'OIN en associant les partenaires de l'EPA : CCPHVA, collectivités, entreprises, pôles de compétitivité, dispositifs d'insertion professionnelle, etc.

Le titulaire doit s'assurer que toutes les actions engagées répondent aux enjeux de l'AMI Démonstrateur de la Ville Durable, c'est-à-dire présenter un caractère innovant dans le contexte péri-urbain, transfrontalier et post-industriel de l'OIN Alzette-Belval, et potentiellement reproductible sur d'autres sites à l'échelle du territoire national.

2. Périmètre de l'étude

Le périmètre de l'étude correspond à la zone 2 du PPA de l'OIN :



Périmètre de l'étude

3. Missions de l'étude

1 Etude du contexte écologique et urbain et prise en compte du projet d'aménagement

La mission 1 d'étude du contexte écologique et urbain est une étape essentielle à la réussite globale de l'étude. Il s'agit de prendre pleinement en considération les atouts et contraintes du site afin d'en définir les potentialités pour la définition d'un projet de renaturation.

1.1 Diagnostic écologique et urbain sur la base de la documentation existante

La mission 1 doit permettre de dresser l'état existant des dynamiques écologiques de la plateforme haute sur la base de la documentation existante :

- Etat actuel de la biodiversité ;
- Climat et micro-climat ;
- Etat des sols actuel et historique de leur modification (pollution, artificialisation) ;
- Pédologie et géologie locale ;
- Cycle de l'eau local (hydrogéologie, hydraulique, hydrobiologie).

Par ailleurs le prestataire devra prendre en compte et synthétiser les éléments du projet actuel d'aménagement de la plateforme haute, et notamment :

- Le plan de gestion (SSP),
- Les surfaces à végétaliser souhaitées,
- Les coefficients de biotope projetés,
- Le projet de paysage,
- Le projet de gestion des eaux locales,
- Les caractéristiques, les phasages et les temporalités des aménagements projetés par l'EPA,
- La gestion des espaces public envisagée après travaux (rétrocessions aux collectivités).

14

Le titulaire devra d'abord puiser dans la documentation existante : étude d'impact, DLE, Dérogation Espèces Protégées, etc. Si nécessaire, des compléments seront à demander à l'EPA et l'EPFGE, maîtrise d'ouvrage des pré-aménagement sur tout le site de Micheville et propriétaire des emprises foncières de la plateforme haute, ainsi qu'aux maîtrises d'œuvre et assistances à maîtrise d'ouvrage de l'EPA et de l'EPFGE notamment le groupement D&A/ARTELIA (aménagement) ENECO (pré-aménagement), Evinerude (écologue).

Le rapport de mission 1.1 doit comporter in fine un recensement des besoins de données complémentaires qui pourraient donner lieu à de nouvelles expertises à confier à d'autres prestataires et en chiffrer le coût estimatif. Il pourra s'agir des éléments suivants (liste non exhaustive) :

- Diagnostic agro-pédologique,
- Etude complémentaire faune/flore,
- Etude complémentaire sites et sol pollués,
- Relevés topographiques,
- Etudes hydrauliques/hydrogéologiques,

Livrables attendus

Il est attendu la production d'un rapport de diagnostic comprenant l'état des lieux de l'existant, des préconisations et un chiffrage succinct pour des études complémentaires à mener.

Le titulaire s'engage sur un prix global et forfaitaire qui comprend a minima une journée de visite de site avec l'EPA, la rédaction d'un rapport de diagnostic du contexte écologique et urbain, et la participation aux réunions avec l'EPA et ses partenaires.

Délais

Les délais de réalisation de la mission 1.1 sont portés à l'acte d'engagement.

1.2 Assistance portée à l'EPA pour le lancement et le suivi des études et expertises complémentaires

Sur la base des conclusions de la mission 1.1, en fonction des priorités identifiées par le titulaire et du cadre budgétaire de la convention AMI DVD signée avec la Banque des Territoire, l'EPA retiendra une sélection d'études et d'expertises complémentaires pour lesquelles le titulaire sera tenu de rédiger un ou des projet(s) de cahier des charges. Les pièces administratives du ou des marché(s) seront rédigées par l'EPA en concertation avec le titulaire.

Le titulaire assistera l'EPA dans le choix des candidats et pour le suivi des études.

Livrables attendus

Il est attendu du titulaire :

- La production d'un CCTP à soumettre à l'EPA pour chacune des études complémentaires retenues par l'EPA
- L'assistance apportée à l'EPA dans la sélection des candidats pour chacune des consultations : production d'une analyse des offres selon les critères préalablement établis conjointement avec l'EPA et présence à une réunion en Commission d'Achat Interne (visio).
- L'assistance apportée à l'EPA pour le suivi et le contrôle des études et expertises : présence aux réunions et rédaction d'une note critique sur chacun des livrables remis dans le cadre desdites études complémentaires.

15

Le titulaire s'engage sur un prix global et forfaitaire qui comprend la rédaction des CCTP des différentes études et expertises, une assistance pour la passation des marchés et une assistance pour le suivi et le contrôle desdites études et expertises.

Délais

Les délais de réalisation de la mission 1.2 sont portés à l'acte d'engagement.

1.3 Elaboration du rapport définitif de diagnostic écologique et urbain

A l'issue des études et expertises complémentaire qui seront menées dans le cadre de la mission 1.2, le titulaire mettra à jour le diagnostic écologique et urbain élaboré dans le cadre de la mission 1.1.

Le rapport définitif de mission 1.3 devra comprendre une analyse des enjeux posés par la structure écologique du site :

- A quelles fins, dans quelles conditions (re)activer l'écosystème du site ?
- Quelle faune cible, quelle flore cibles ?
- Quel paysage souhaité à terme pour la plateforme haute ?
- Quel(s) secteur(s) privilégié pour mener un projet de renaturation de site ?

- Quel secteur privilégié pour mener une phase test ?
- Quels impacts prévisionnels sur les zones compensatoires prévues à l'arrêté IOTA ?
- Est-il possible d'adapter le plan de gestion initial sur certains secteurs moins impactés par les pollutions ?

Le rapport doit in fine offrir une synthèse des atouts et des contraintes du site.

Livrables attendus

Il est attendu la production d'un diagnostic écologique et urbain définitif et la participation aux réunions nécessaires avec l'EPA et ses partenaires.

Le titulaire s'engage sur un prix global et forfaitaire qui comprend la rédaction du rapport définitif de diagnostic écologique et urbain prenant en compte les résultats de la mission 1.2 et la présence aux réunions nécessaires à la finalisation dudit rapport.

Délais

Les délais de réalisation de la mission 1.3 sont portés à l'acte d'engagement.

2 Définition du projet de renaturation et élaboration d'une stratégie de mise en œuvre

Sur la base du diagnostic posé en mission 3.1.3, la mission 3.2 vise à définir de manière itérative un projet concret de renaturation sur la plateforme haute en s'orientant prioritairement sur les deux dimensions suivantes :

- une (re)activation par le sol vivant : activation biologique passive (apports de matière organique, relance du cycle du carbone et de l'azote), activation biologique actives (apports de micro-organismes génériques ou locaux amplifiées), mise en adéquation d'un projet d'activation de sol avec un projet de gestion des pollutions et de dépollution.
- une (re)activation par la flore : quelle flore d'activation, valorisation de graines et jeunes plants du site et son voisinage proche, accompagnement des dynamiques naturelles, constitution d'une pépinière de pré-plantation sur site.

Pour ce faire, il convient pour le titulaire de rechercher, évaluer et mobiliser les ressources du site et du territoire dans son ensemble :

- Matériaux de sols, sur site et hors site,
- Matières organiques,
- Graines et jeunes plants des espaces naturels ou en friches,
- Faunes du sol (bactéries, vers de terre, champignons),
- Espace disponible, temps disponible, en concertation étroite avec l'EPA et l'EPFGE (propriétaire majoritaire des terrains),
- Acteurs du territoire mobilisables (CCPHVA, collectivités, entreprises, associations...).

Le titulaire doit rechercher un équilibre entre ressources et besoin :

- Recherche d'un équilibre et optimisation des flux potentiels,
- Recherche de nouvelles ressources,
- Rationaliser les terrassements et mouvements de terre, valoriser les sols sur places et en place dès que possible, se poser la question d'où viennent et où vont les terres.

- Offrir des comparatifs de coûts entre des actions d'aménagement urbain « classiques » et le coût d'un aménagement mettant à profit la renaturation (ratios). Par exemple quel serait l'avantage (ou le désavantage) économique de la mise en œuvre d'une pépinière sur site ? De la production sur site de terre « fertile » ?

Il ne s'agit pas de produire de la recherche fondamentale mais bien, en l'état des connaissances et pratiques en France et en Europe, d'appliquer des méthodes déjà connues et éprouvées sur d'autres sites, moyennant des adaptations au contexte local. Il pourra s'agir par exemple de la mise en œuvre de dispositifs s'inspirant du projet « *terre fertile* » mené sur le site de Lyon Confluence.

L'enjeu ici est de réussir à définir une méthode concrète, phasée dans le temps, à des coûts estimés et maîtrisés, compatible avec les impératifs d'aménagement de l'EPA et surtout prenant en compte le tissu d'acteurs locaux.

Livrables

La mission 2 fait l'objet d'un rapport argumenté définissant le projet de renaturation et détaillant la stratégie de mise en œuvre pour l'EPA associant les acteurs locaux (CCPHVA, collectivités, entreprises...). Il comprend également un phasage et un chiffrage détaillé du coût des différentes actions à mener.

Le prestataire s'engage sur un prix global et forfaitaire qui comprend la rédaction du rapport de mission 2 ainsi que les réunions avec l'EPA, les collectivités, les partenaires et autres prestataires extérieurs.

Délais

Les délais de réalisation de la mission 2 sont portés à l'acte d'engagement.

Tranche optionnelle : Définition et suivi d'une phase de test in-situ

La phase incubation des projets de l'AMI dans lequel s'insère la présente étude prévoit le financement d'une phase de test permettant de vérifier en conditions réelles sur un secteur réduit et une durée limitée la méthodologie définie en mission 2. Il s'agit dès lors d'une action menée par un prestataire extérieur recruté par l'EPA dans le cadre d'un marché public.

La phase de test doit impulser une dynamique et tester en condition réelle les ressources du territoire avant une éventuelle mise en œuvre plus générale dans le cadre de la phase réalisation de l'AMI.

Cette phase de test porte sur les deux dimensions du projet : activation par le sol vivant et activation par la flore. Sur une emprise foncière d'environ 1/2 ha de la plateforme haute, pendant une durée d'environ deux ans, il pourra s'agir pour le(s) prestataire(s) de mettre en œuvre, par un apport de matières organiques issues d'une économie circulaire ultra-locale, une activation biologique passive du sol. Pendant l'expérimentation, des analyses chimiques de la qualité des matériaux ainsi créés seraient effectuées par le prestataire dans l'objectif d'une réutilisation pour l'aménagement des futurs espaces publics de la plateforme haute. De même, il peut s'agir pour le(s) prestataire(s) de récupérer les graines et jeunes plants du site et son voisinage proche pour les semer et de suivre et analyser la croissance de ces plantations.

Le titulaire sera chargé d'assister l'EPA pour le recrutement du ou des prestataires, d'assurer le suivi et le contrôle de la phase test et d'en tirer le bilan, c'est-à-dire analyser le potentiel de reproductibilité.

Le budget estimé par l'EPA pour réaliser cette phase test a été estimé au stade de la convention EPA / Banque des Territoires à 100 000 euros HT.

Livrables

Le titulaire devra :

- Proposer à l'EPA un dossier de Consultation entreprise (CCTP, DQE/BPU) destinés au recrutement d'un ou plusieurs prestataires qui seront désignés par l'EPA pour la réalisation de cette phase test sur une durée estimée à ce stade à 16 mois. Le titulaire assistera l'EPA pour la sélection des offres selon des critères préalablement établis dans le cadre du code des Marchés publics et les procédures internes de l'EPA. Le titulaire sera tenu d'assister à minima à une réunion de Commission d'Achat Interne.
- Assurer le suivi et le contrôle de la phase de test pendant tout sa durée. Cette assistance comprend à minima la participation à une réunion de lancement et une réunion mensuelle sur site pendant toute la durée de la phase de test.
- Livrer un rapport à l'issue de la phase test analysant les forces et faiblesses de la méthodologie de renaturation appliquée, avec si nécessaire proposer des adaptations de protocole. Le rapport s'attachera en particulier à analyser la faisabilité économique du projet et les conditions de mise en œuvre à une plus grande échelle (GO / NO GO).

Le prestataire s'engage sur un prix global et forfaitaire qui comprend l'assistance apportée à l'EPA pour le recrutement d'un ou plusieurs prestataires chargés de mettre en œuvre la phase de test, le suivi et le contrôle de la phase test pendant tout sa durée et la rédaction d'un rapport d'analyse de la phase test, ainsi que toutes les réunions nécessaires à la conduite de la mission.

18

Délais

Les délais de réalisation de la tranche optionnelle sont portés à l'acte d'engagement.

Liste des annexes

- ✓ Annexe 1 – Plan Guide Micheville – D&A - 2019
- ✓ Annexe 2 – Dossier de Permis d'aménager n°2 y compris Etude d'impact 2017 et plan de gestion – 2017-2018
- ✓ Annexe 3 – Dossier d'autorisation unique (IOTA) – 2017-2018
- ✓ Annexe 4 – Avant-Projet (AVP) – Artélia - 2017
- ✓ Annexe 5 - Etude d'impact mise à jour – IRIS Conseil - 2019
- ✓ Annexe 6 – Suivi écologique du site de Micheville – Evinerude - 2018-2022

Les annexes sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://bit.ly/3FhebdU>

ANNEXE B2

Stratégie de dépollution de Bordeaux Euratlantique

Stratégie dépollution OIN

Révision avril 2016

Cette révision du schéma directeur de la politique de gestion des sites pollués et des matériaux de déconstruction de l'EPA Bordeaux Euratlantique fait suite aux deux ateliers de réflexion tenus en juillet et octobre 2015.

1-Rappel des enjeux et principes stratégiques

Deux typologies de pollutions sont mises en évidence sur le périmètre de l'OIN :

- les pollutions génériques, liées à l'aménagement historique sur l'ensemble du territoire (remblais anthropiques),
- les pollutions spécifiques, liées aux différentes activités exercées sur des portions de territoire (fuite sur une cuve enterrée par exemple),

Les principales caractéristiques comparées de ces deux types de pollutions figurent dans le tableau suivant :

Pollutions génériques	Pollutions spécifiques
Nature : <ul style="list-style-type: none">• métaux, dont plomb, cuivre, mercure• HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	Nature : <ul style="list-style-type: none">• hydrocarbures pétroliers,• solvants organiques,• métaux,• autres selon activités
Extension : <ul style="list-style-type: none">• plusieurs centaines d'hectares,• grande continuité spatiale,	Extension : <ul style="list-style-type: none">• quelques m² à quelques milliers de m²,• notion de spots de pollution non contigus

Cette notion de pollution générique / spécifique sert uniquement à qualifier l'origine des pollutions identifiées sur les terrains étudiés dans le périmètre de l'OIN.

Pour qualifier le comportement des pollutions identifiées dans les sols (et in fine les coûts de gestion associés), le caractère inerte ou non d'un matériau, défini dans l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 et ses annexes, est utilisé dans le cas d'un export prévisible de terres excavées hors périmètre OIN.

Si les seuils définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 et ses annexes ne sont pas dépassés, le sol analysé peut être considéré comme inerte, à savoir ne présentant que peu de risques pour les différents milieux environnementaux (notamment l'eau souterraine par transfert). Il est ainsi possible de le déposer dans une installation de stockage de déchets inertes (ISDI, anciennement décharge de classe 3).

Il est important de noter que le caractère inerte d'un sol (vis à vis des milieux environnementaux et en particulier des eaux superficielles et souterraines) est à différencier du risque sanitaire qu'il pourrait représenter par contact direct (ingestion de sol, contact cutané, ...).

Ainsi, un matériau pollué peut être inerte, mais un matériau inerte peut néanmoins représenter un risque sanitaire.

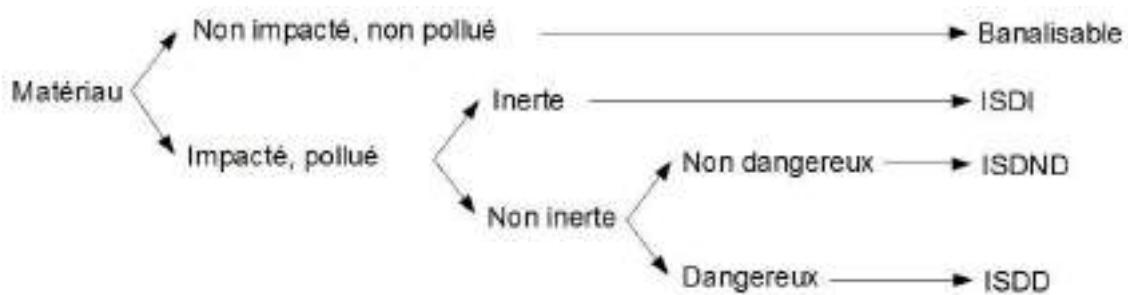
A l'échelle de l'OIN, le retour d'expérience montre :

- pour les pollutions génériques : 70 % inertes – 30 % non inertes (répartition variable localement),
- pour les pollutions spécifiques : 100 % non inertes.

En cas d'évacuation de matériaux en filières hors site (= prennent le statut de déchets), deux classes principales sont à considérer : déchets inertes / déchets non inertes (non dangereux à dangereux).

L'économie de la dépollution à Bordeaux (transport et traitement) peut se résumer ainsi :

- non inertes dangereux (gisement de dizaines à centaines de tonnes) : 150 € à 400€ HT/tonne pour stockage à plus de 400 km , 250 à 400 € HT/tonne pour incinération,
- non inertes non dangereux (gisement de centaines à milliers de tonnes) : 60 à 90 € HT/tonne pour traitement au sein OIN (cas de la mutualisation du traitement des hydrocarbures-HAP) ou en biocentre hors OIN, 80 à 100 € HT/tonne pour stockage hors site,
- inertes (gisement de milliers à dizaines de milliers de tonnes) : 10 à 15 € HT/tonne pour stockage hors site (5 à 8 € HT/tonne sans le transport)
- confinement de sols pollués, in situ ou nécessitant une mise en place spécifique : 10 à 40 € HT/tonne
- banalisable (réservé aux argiles naturelles non polluées) : 5 à 10 € HT/tonne pour valorisation ou stockage hors site sans contrainte environnementale.



Schématisation simplifiée des solutions de gestion en installation de stockage hors site

La notion de « banalisable » est réservée aux argiles naturelles non polluées. Dans la suite du document, les matériaux dits « banalisables » sont considérés comme les matériaux inertes.

Au regard de ces éléments, les orientations stratégiques de base sont :

- limiter les excavations de sol (pas de niveau enterré, rehaussement des espaces publics et des projets),
- limiter les évacuations de matériaux en filières hors site OIN pour chaque projet (rechercher la valorisation sur site d'extraction ou dans le périmètre OIN), en priorisant le réemploi des matériaux non inertes compatibles sanitairement et géotechniquement avec l'usage futur en cas de bilan déblais/remblais excédentaire pour un projet donné.

2-Déclinaison opérationnelle

2.1- Déroulement simplifié des études préalables

La base de la connaissance des sites repose sur l'étude historique et documentaire générale de la zone d'aménagement de l'OIN, qui donne à voir les grandes typologies d'activités anciennement exercées sur les sites, et les risques de pollution associés.

A cela s'ajoute ensuite des études réalisées spécifiquement sur l'emprise des terrains à acquérir, ou des lots à céder, selon le déroulement suivant :



Avant l'acquisition d'un terrain, l'EPA expertise les diagnostics et autres études existantes fournies par le vendeur. Si cela est jugé nécessaire à l'issue de cette première étape, une étude historique et documentaire est réalisée, accompagnée de sondages de confirmation et/ou de circonscription des pollutions présumées réalisés par l'EPA. Les résultats des éventuels sondages effectués par le vendeur sont intégrés à cette étude le cas échéant.

Lors de cession d'un lot à construire, la qualité environnementale des milieux est qualifiée à partir :

- de l'étude historique et documentaire,
- de campagnes d'investigations sur les milieux (sols et eaux) et de sondages de circonscription (cuves enterrées, fosses de vidange, résidus de combustion, créosote,...) réalisées par les vendeurs et/ou l'EPA.

Ces études sont centrées sur le lot à céder, et utilisent l'ensemble des données disponibles à proximité.

Ces connaissances, adaptées au lot à céder, sont rassemblées dans « **l'évaluation de l'état des milieux** » remis au preneur, et à disposition au format « shape », à partir de la base de données géographique de l'EPA. La possibilité reste offerte au preneur de compléter par des investigations complémentaires sur les milieux (sols, gaz du sol et eaux) à ses frais, qui viennent enrichir la base de données EPA.

L'EPA réalise, en complément de l'évaluation de l'état des milieux, une **note d'analyse des risques et de prescriptions générales** confrontant la qualité environnementale des milieux au projet d'usage futur prévu sur le lot. L'objectif est d'avertir explicitement le preneur des risques existants et/ou potentiels, de lui donner une meilleure connaissance des contraintes associées et de l'aider à orienter son plan de gestion, sans pour autant figer le projet.

Lors de la conception, les parties recherchent les moyens de réduire les effets du projet sur les sols pollués (implantation du bâti, profondeur de l'éventuel sous-sol) et, sous réserve de la compatibilité avec l'usage, privilégient le confinement à l'évacuation pour limiter les conséquences financières et environnementales.

La réalisation du plan de gestion est à la charge du preneur, qui définit lui-même les solutions adaptées à la gestion des risques au regard de son projet et de ses propres contraintes. L'EPA ne valide pas les orientations du preneur, mais souhaite en avoir la connaissance au regard de son statut d'aménageur, parfois à l'initiative d'un changement d'usage.

L'objectif de ces études préalables est d'acquérir et de transmettre la bonne information vis-à-vis des risques associés à la pollution des milieux pour une prise de décision éclairée lors de l'acquisition et la vente des terrains.

Nota : dans le cas d'expropriation ou de préemption, la réalisation d'investigations de terrain n'est pas toujours possible. Dans ce cas, les informations sur les risques de pollution potentielle proviennent de l'étude historique et documentaire si réalisée au préalable.

2.2-Espaces publics :

Pour mémoire, les orientations stratégiques de base sont :

- limiter les excavations de sol (pas de niveau enterré, rehaussement des espaces publics et des projets),
- limiter les évacuations de matériaux en filières hors site OIN pour chaque projet (rechercher la valorisation sur site d'extraction ou dans le périmètre OIN), en priorisant le réemploi des matériaux non inertes compatibles sanitairement et géotechniquement avec l'usage futur en cas de bilan déblais/remblais excédentaire pour un projet donné.

La compatibilité des spots de pollution localisés sur les espaces publics est étudiée en phase plan de gestion au regard :

- du projet futur,
- du risque sanitaire,
- du risque environnemental et de l'amélioration de la qualité des milieux,

Les spots de pollution sont ensuite gérés :

- si compatibles : confinés dans les conditions à préciser au cas par cas, dans le cadre des travaux VRD sous la responsabilité du maître d'œuvre urbain,
- si incompatibles : évacués dans le cadre du marché à BC « dépollution » de l'EPA, avant aménagement des espaces publics :
 - soit vers la plateforme de traitement de l'OIN (si disponible),
 - soit en filières hors site OIN.

Pour la gestion des remblais anthropiques (pollution générique), des programmes opérationnels de gestion sont réalisés, et appliqués à une phase d'aménagement localisée, planifiée et définitive, de manière à travailler « à taille réelle » sur l'emprise effective d'un chantier.

Ce document opérationnel développe, à l'échelle d'une affaire ou d'un chantier, les prescriptions générales du plan de gestion existant sur le secteur. Il applique à une échelle réduite les grands principes de gestion développés depuis 2011, afin de les rendre opérationnels en 2016, au démarrage réel des premières opérations.

Les questions centrales auxquelles répond le programme opérationnel de gestion sont :

- quels matériaux va t'on rencontrer lors des travaux ?
- comment est-il possible de gérer ces matériaux ?
- combien cela va t'il coûter et quelles sont les pistes d'optimisation ?

L'objectif de ce document est double :

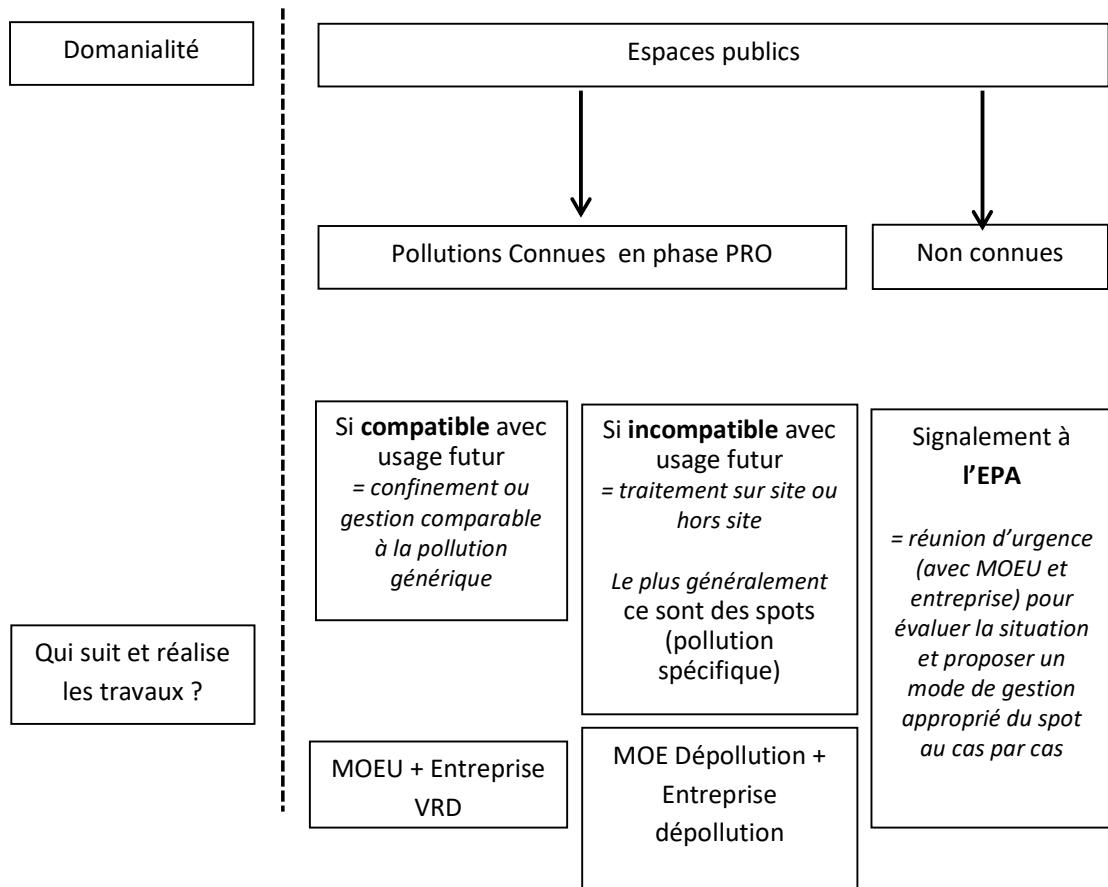
- aider le chargé d'opérations dans sa prise de décision,
- inciter le maître d'œuvre urbain à rechercher les meilleures voies d'optimisation possibles, afin de réduire les coûts au maximum.

Les spots de pollution non inertes qui seraient découverts de façon fortuite lors des chantiers d'aménagements des espaces publics feront l'objet d'un signalement au Moe urbain par les entreprises de terrassements.

Le Moe urbain constate la présence de pollution non prévue au programme, organise la mise en sécurité du site par l'entreprise, et provoque une réunion d'urgence avec l'EPA et son AMO Dépollution ;

- Cas 1 : la décision de l'EPA et les modalités d'évacuation sont immédiates. Les moyens mobilisés pour l'évacuation sont :
 - Soit ceux de l'entreprise présente (petits volumes et pollution courante), sous la conduite du Moe urbain
 - Soit ceux de l'entreprise spécialisée de l'EPA, sous la conduite du Moe « dépollution »

- Cas 2 : la décision n'est pas immédiate car des analyses sont nécessaires. L'arrêt de chantier devient « prolongé » et, si l'entreprise ne peut redéployer ses moyens à d'autres tâches (appréciation par le Moe urbain), il ouvre droit à indemnisation de l'entreprise (clause à prévoir dans les marchés par le Moe urbain). Les moyens mobilisés pour l'évacuation sont :
 - Soit ceux de l'entreprise présente (petits volumes et pollution courante), sous la conduite du Moe urbain ;
 - Soit ceux de l'entreprise spécialisée de l'EPA, sous la conduite du Moe « dépollution ».

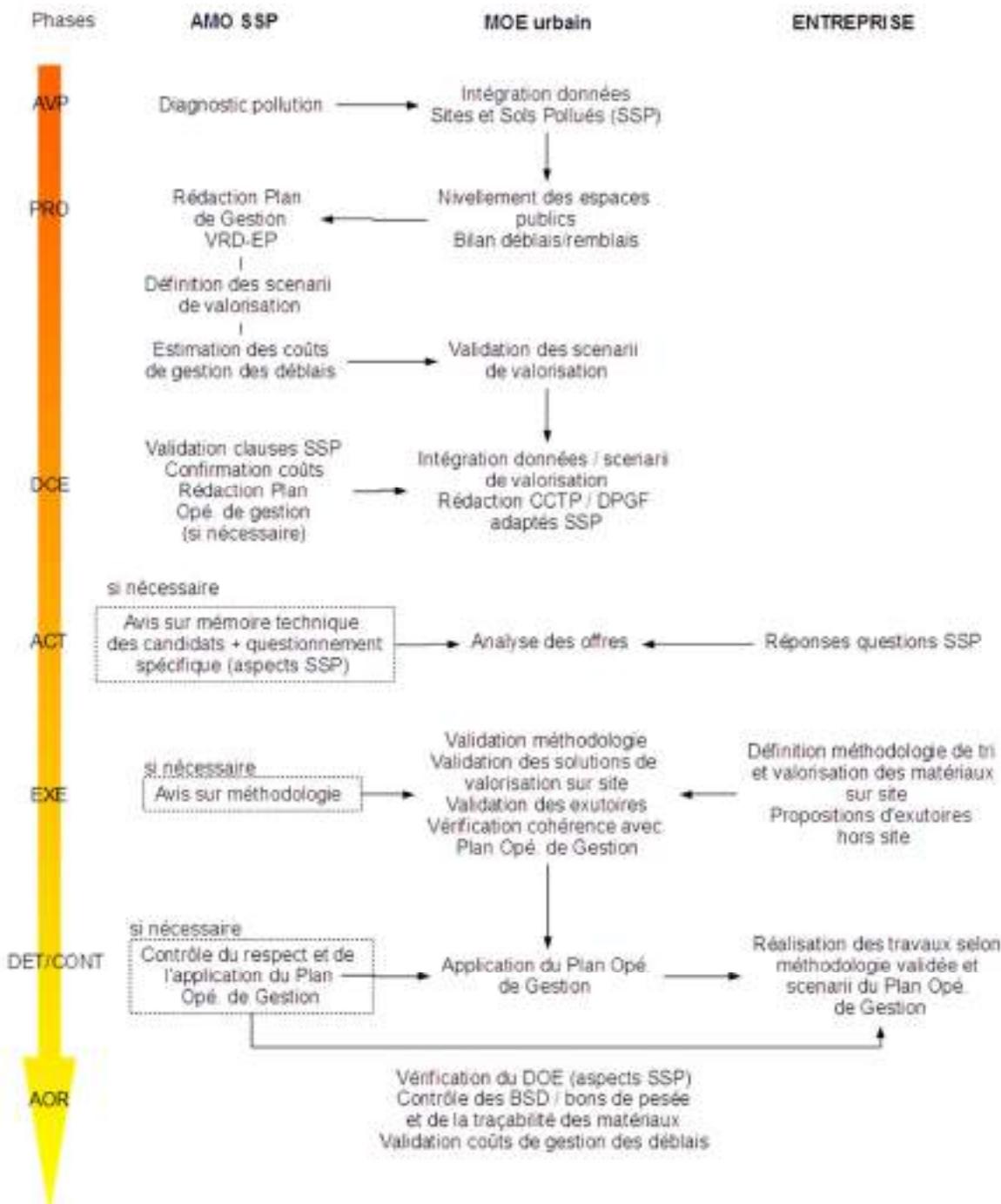


Ces évacuations sont réalisées selon les indications de l'EPA, préférentiellement vers la plateforme de traitement de l'OIN (si les pollutions identifiées sont compatibles avec les techniques de traitement mises en œuvre sur la plateforme), sinon en filières de traitement hors site OIN.

Les dispositions contractuelles ad hoc devront être prévues par le Moe urbain dans tous les DCE comportant des excavations.

Le montant financier de ces prestations d'évacuation liées à des découvertes fortuites de pollution est hors assiette du coût d'objectif des espaces publics.

L'articulation entre les missions de la MOE urbaine et l'AMO Sites et Sols pollués (SSP) est présentée ci-dessous :



ANNEXE B3

Processus de gestion circulaire des terres – Projet Bongraine



Programme

**Mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la
mise en œuvre d'une gestion circulaire des terres
et sols de plantation.**

Ecoquartier de Bongraine, Aytré

MISSION



MISSION

Date établissement document :	Août 2023
Mission :	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la mise en œuvre d'une gestion circulaire des terres et sols de plantations.
Localisation :	Avenue de la Rotonde, ZAC Bongraine à Aytré 17440
Interlocuteur Aquitanis	Direction Aménagement Urbain Chargé d'opérations Nom : Maxime Marie Tel : 05 56 11 17 14 Email : m.marie@aqutianis.fr

— 1

PREAMBULE

Entreprise publique au service des politiques nationales et locales de l'habitat, AQUITANIS, Office Public de l'Habitat de la Métropole de Bordeaux, contribue à fabriquer la ville "bonne et belle à vivre" aujourd'hui et demain.

L'Office, créé en 1920, gère aujourd'hui environ 20 000 logements.

La Direction aménagement a pour mission de concevoir et de développer des quartiers de ville répondant aux défis d'aujourd'hui et de demain : le climat, l'environnement, la mobilité, la cohésion sociale et territoriale.

Aquitanis a été désigné par la Communauté d'Agglomération de la Rochelle pour réaliser le projet urbain de Bongraine. Cette ZAC, en concession d'aménagement d'une durée de 10 ans, verra la réalisation de 800 logements (logements libres, locatif social, accession sociale à la propriété), d'un parc urbain et d'un tiers lieu.

Ce projet d'écoquartier est ambitieux et cherche à proposer un modèle dans lequel l'habitat, placé au cœur du processus de conception et de gestion, devient acteur de la transition écologique dans un projet à haute performance environnementale. Le caractère innovant du projet a été reconnu au travers de l'AMI « Développement de la Ville Durable » conduit par France 2030, dont Bongraine est lauréat.

AQUITANIS en qualité d'aménageur souhaite mettre en place un accord cadre à bon de commande pour une mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la mise en œuvre d'un processus de gestion circulaires de terres et sols de plantations pour les espaces verts et de nature. Le site de projet de Bongraine, ancien site industrielle, a fait l'objet de travaux de dépollution très importants qui ont eu pour conséquence le décapage de la quasi-totalité

des sols. Il s'agit aujourd'hui de reconstituer un sol fertile sur le périmètre de projet de la ZAC en privilégiant le réemploi de terres végétales ou excavées disponibles sur le territoire de l'agglomération rochelaise.

Une première mission de diagnostic a été conduite en 2022 et s'est achevé en 2023 permettant à l'aménageur de préciser un processus de gestion circulaire des terres à mettre en œuvre. Il a permis de réaliser un diagnostic agronomique des sols anthroposés ou non anthroposés sous-jacents, d'analyser le contexte juridique et réglementaire, de définir en lien avec le paysagiste de la ZAC les sols de plantation à mettre en œuvre en fonction des usages et des besoins d'apport de terres. Toute une partie de l'étude a consisté également à identifier de potentiels « sites donneurs » sur un territoire proche, les conditions de transport, de stockage et d'amendement des terres.

Il s'agit aujourd'hui d'accompagner l'aménageur dans la mise en œuvre opérationnelle de ce processus de gestion circulaire des terres.

En complément de cette présente consultation, un prestataire sera désigné pour réaliser les missions suivantes :

- Transport et stockage sur le site de Bongraine.

– 2

CONTENU ET OBJECTIFS DE LA MISSION

La mission sera orientée selon les axes suivants :

- (1) Accompagner l'aménageur dans la mise en œuvre du processus de gestion circulaire des terres en garantissant le respect de la réglementation en vigueur (notamment Article L.541-4-4 & arrêté du 4 juin 2021 du Code de l'environnement) en lien avec les entreprises en charge des analyses agrochimiques et pollution et du transport des terres.
- (2) Réaliser un retour d'expérience et le cas échéant un guide de bonnes pratiques à destination des aménageurs de l'Agglomération de la Rochelle.
- (3) Etablir les recommandations techniques pour la réalisation d'une couverture de sol avec des semis d'herbacés
- (4) Procéder aux semis, en option, en chantier participatif avec des citoyens et des enfants des écoles de la ville d'Aytré ou de la Communauté d'Agglomération de la Rochelle.

Le contrat sera établi dans le cadre du respect de la réglementation relative au Code de la Commande Publique.



(1) Accompagner l'aménageur dans la mise en œuvre du processus de gestion circulaire des terres

La prestation réalisée précédemment a donné lieu à l'écriture d'un rapport détaillé et l'établissement des principales étapes opérationnelles du processus. Elle a permis d'identifier 6 étapes de l'analyse préalable des sols à prélever jusqu'au recollement des terres réemployées. Un recensement des éventuels sites donneurs et des conventions de cession ont été réalisées.

Le prestataire devra accompagner l'aménageur dans la bonne mise en œuvre du processus opérationnel :

- Apporter son expertise dans l'analyse préalable des terres sur les sites donneurs afin de valider / ou invalider leur importation sur le site de Bongraine. Le prestataire devra proposer une méthodologie cohérente en fonction du volume de terre proposé et des délais impartis par le donneur pour procéder à la récupération des terres.
- Apporter son appui technique afin de vérifier que le décappage et le transport de terres sont adaptés à la conservation des qualités agronomiques des sols,
- Vérifier que les conditions de stockage sur site permettent la conservation des qualités agronomiques des sols,
- Interpréter les résultats des analyses qui seront réalisées pour répondre à la norme NF X 31-620-2, à la caractérisation agronomique, à l'analyse pack ISDI et de détection sur 12 métaux
- Garantir la signature des conventions de cession
- Faire un suivi des terres stockées sur site et procéder au recollement
- Reprise des stocks et coordination des travaux jusqu'à la reconstitution du sol fertile pour les futures plantations, en lien avec l'équipe de la MOE des espaces publics. La mise en place d'une couverture de sol complémentaire à cette étape finale pourra être demandée.

(2) Réaliser un retour d'expérience / participer à la documentation de la démarche de gestion circulaire des terres.

Le prestataire devra accompagner son intervention d'un travail de documentation (réécriture d'au moins 1 rapport annuel et un rapport final) afin de rendre compte de l'expérience menée sur Bongraine et d'analyser les bonnes pratiques qui pourraient être appropriées par les acteurs du territoire. Le partenariat avec un laboratoire de recherche, une école d'ingénieurs, une structure d'état, un centre de formation, serait un plus.

(3) Etablir les recommandations techniques pour la réalisation d'une couverture de sol avec des semis d'herbacés

Afin de garantir la conservation et d'améliorer les qualités agrochimiques des terres stockées sur le site de Bongraine, le prestataire accompagnera l'aménageur dans la définition des travaux de plantation de semis herbacés.



(4) Réalisation des travaux de plantation de semis herbacés et/ou supervision des travaux de plantation de semis herbacés.

La ZAC de Bongraine met le citoyen au cœur du processus de conception, de pilotage et de gestion. A ce titre, des chantiers participatifs sont mis en œuvre afin de favoriser l'engagement des habitants dans le projet. Un partenariat a également été mis en place avec les structures éducatives de la ville d'Aytré. A ce titre, il serait particulièrement intéressant de mettre en place un ou plusieurs chantiers de semis végétaux et de suivi des plantations.

– 4

OBLIGATIONS DU PRESTATAIRE

Dans le cadre du marché fondé sur l'accord-cadre, le titulaire est tenu à une obligation de moyens au titre de l'ensemble des prestations prévues et à une obligation de résultats relative aux délais et performances exigés.

– 5

DUREE DU MARCHE ET DELAIS

La durée de l'accord cadre est de 36 mois, reconductible 1 fois, à compter de sa notification, prévue en novembre 2023.

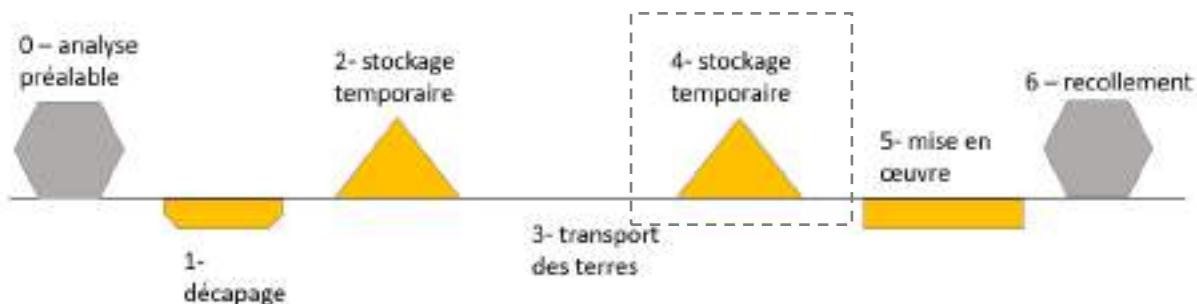
Les délais inhérents au marché (durée, délais d'exécution, délai de remise des documents de l'offre) sont fixés dans la lettre de consultation relative au marché ; les délais des prestations passées par bon de commande sont prescrites sur chaque bon de commande.



Synthèse processus de gestion circulaire des terres

ZAC écoquartier de Bongraine

A. Décomposition du processus dans le cas général envisagé



NB. #4 pourrait ne pas être systématique (mise en place directe sur site)

B. Tableau de synthèse des différentes étapes

Etape	Préalable	Responsable action	Préconisations synthétiques
0°) analyse préalable	1.1 A distinguer : soit terres végétales soit terres excavées. Cette distinction s'opère en 1 ^{er} lieu par la discussion avec le propriétaire des terres et s'accompagne : A minima d'un diagnostic visuel, sur site et si possible d'une analyse au regard des 3 critères : norme X 31-620-2 + caractérisation agronomique + analyse pack ISDI+12 métaux sur brut, en fonction du volume de terres. 1.2 Signature de convention entre le propriétaire des terres et aménageur Dans un 1^{er} temps notre processus ne traitera pas des terres excavées.	Aménageur	
1°) décapage		Propriétaire des terres du site donneur	En période sèche
2°) stockage temporaire		Propriétaire des terres du site donneur	<ul style="list-style-type: none"> - les terres doivent être disposées en andains pour un stockage de 6 à 24 mois ou à section rectangulaire pour un stockage à long terme. - différents horizons pédologiques se présentent,=> différents stockages
3°) transport des terres		Aménageur	Respect d'un rayon de 30km
4°) stockage temporaire	J'indiquerai ici en texte et sous forme graphique en partie A que ce stockage temporaire peut ne pas avoir lieu avec mise en place immédiate des terres à réception sur site	Aménageur	Identification des stocks Réalisation de semis
5°) mise en œuvre		Aménageur	En période sèche
6°) recollement		Aménageur	

C. Eléments de connaissances complémentaires

Définition de la terre végétale :

La terre végétale est la couche supérieure du sol, généralement les 5 à 20 premiers cm, riche en minéraux et en nutriments qui favorisent la croissance des plantes. Elle résulte du décapage d'horizons de surface ou d'horizons peu profonds des sols naturels.

Ces terres ne sont pas considérées comme des déchets. Ceci facilite leur incorporation dans la démarche de remise en état des sols du site. Leur réutilisation devrait suivre les étapes suivantes, pour valider leur innocuité et traçabilité :

- Réaliser une levée de doute, selon la norme NF X 31-620-2, pour assurer la compatibilité environnementale ;
- Effectuer une caractérisation agronomique (Tableau 3) et une analyse pack ISDI + 12 métaux sur brut ;
- Établir, facultativement, une convention de cession de terres végétales entre l'aménageur et le fournisseur des terres ;
- Formaliser un plan de récolelement indiquant la destination finale des terres.

Analyse agronomique pour les terres végétales :

Paramètres	Norme internationale
Granulométrie	NF X 31 - 107
Conductivité	NF ISO 11265
Matière sèche	NF ISO 11465
Capacité de rétention pour l'eau	NF ISO 11274
pH eau	NF ISO 10390
pH KCl	NF ISO 10390
Calcaire total	NF ISO 10693
Carbone organique	NF ISO 14235
Matière organique	-
% en masse des éléments grossiers (> 10 mm)	-

RESSOURCE :

Article L.541-4-4 & arrêté du 4 juin 2021

L'article L.541-4-4 du Code de l'Environnement précise que, dans le cadre d'un chantier de réhabilitation ou de démolition de bâtiment, le tri des matériaux pour le réemploi prévient la prise du statut de déchet.

L'arrêté du 4 juin 2021 fixe les critères de sortie du statut de déchets pour les terres excavées et sédiments. L'arrêté précise que les terres excavées et sédiments qui ont fait l'objet d'une préparation en vue d'une utilisation en génie civil ou en aménagement cessent d'être des déchets, lorsque la personne réalisant la préparation a vérifié que la totalité des critères listés sont respectés. Les lignes directrices et les modalités selon lesquelles les terres excavées peuvent être valorisées, hors site, sont exposées par le guide de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement, produit par le BRGM. Son application permet d'honorer la hiérarchie des modes de gestion des déchets (définie dans l'article L.541-1 du Code de l'Environnement), et fournie des outils aux producteurs et aux utilisateurs des terres excavées pour une prise en conscience de l'importance de l'économie circulaire.

ANNEXE C1

Présentation de l'outil Sésame, Cerema



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



SESAME

PRÉSENTATION LAB'2051

6 décembre 2023

Tarik YAÏCHE

Responsable de secteur Biodiversité

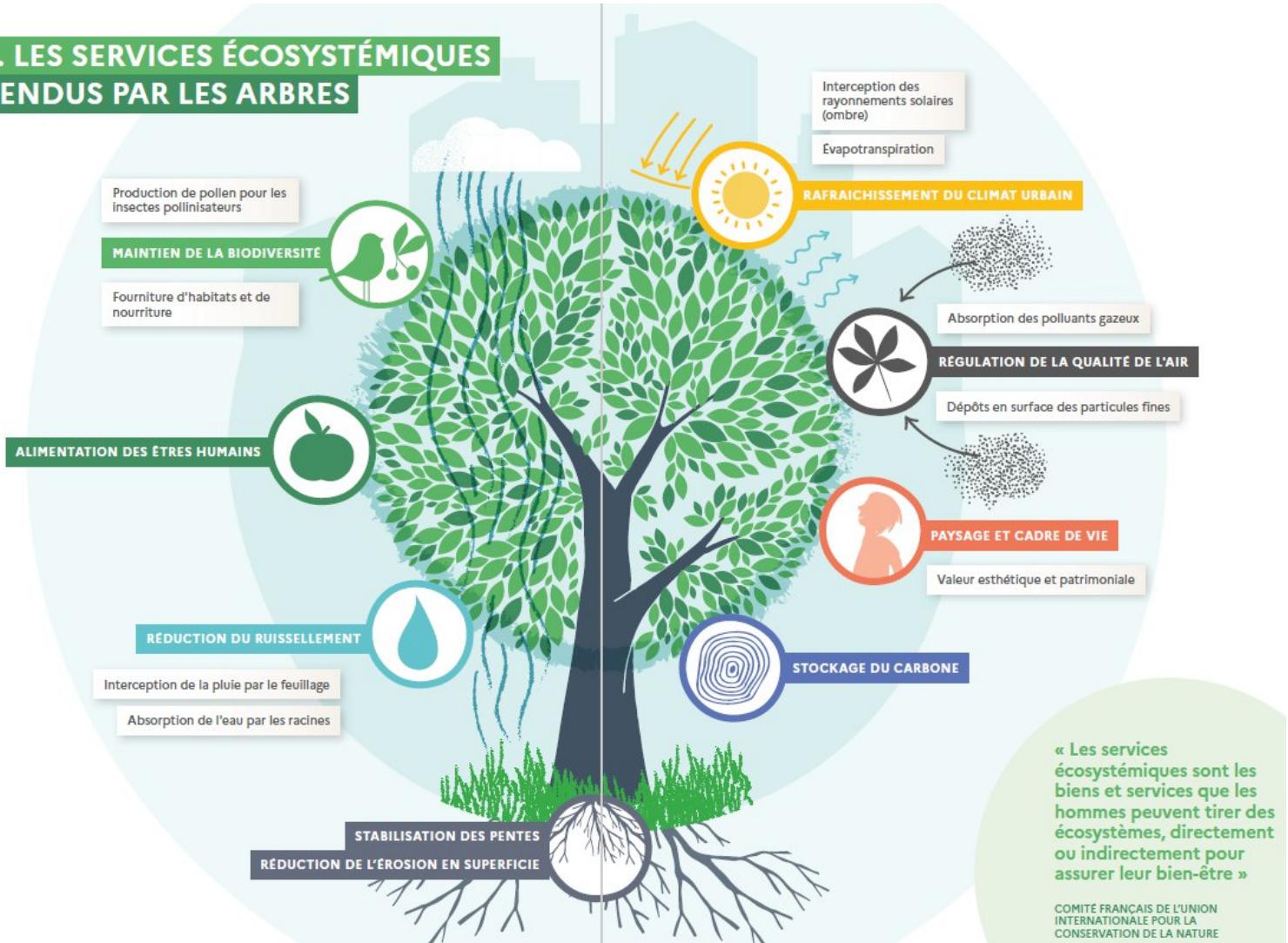


Planter sans se planter



LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ?

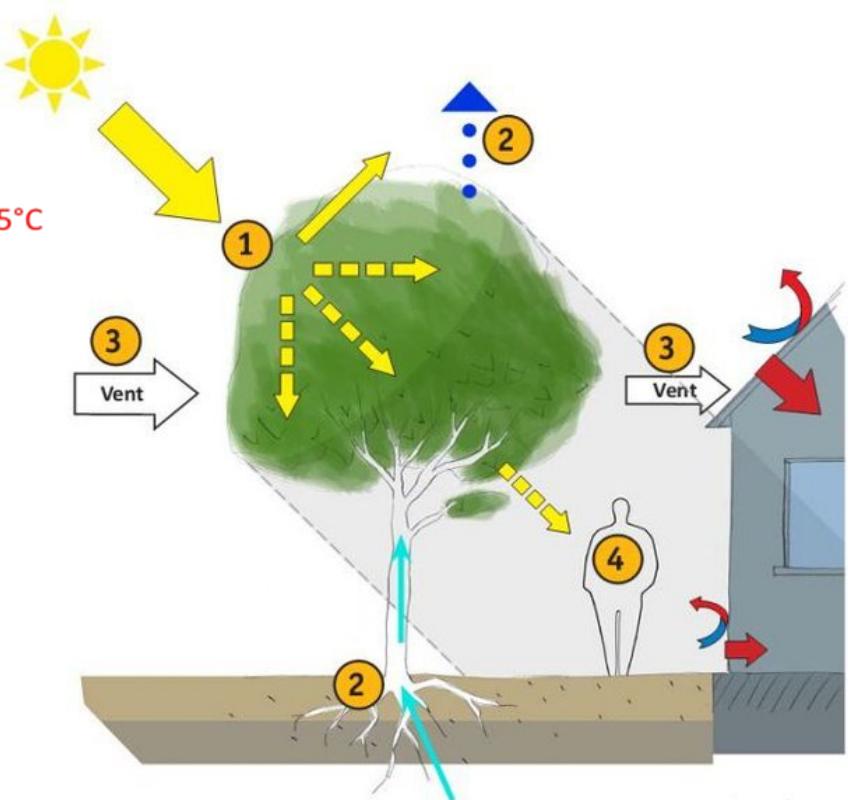
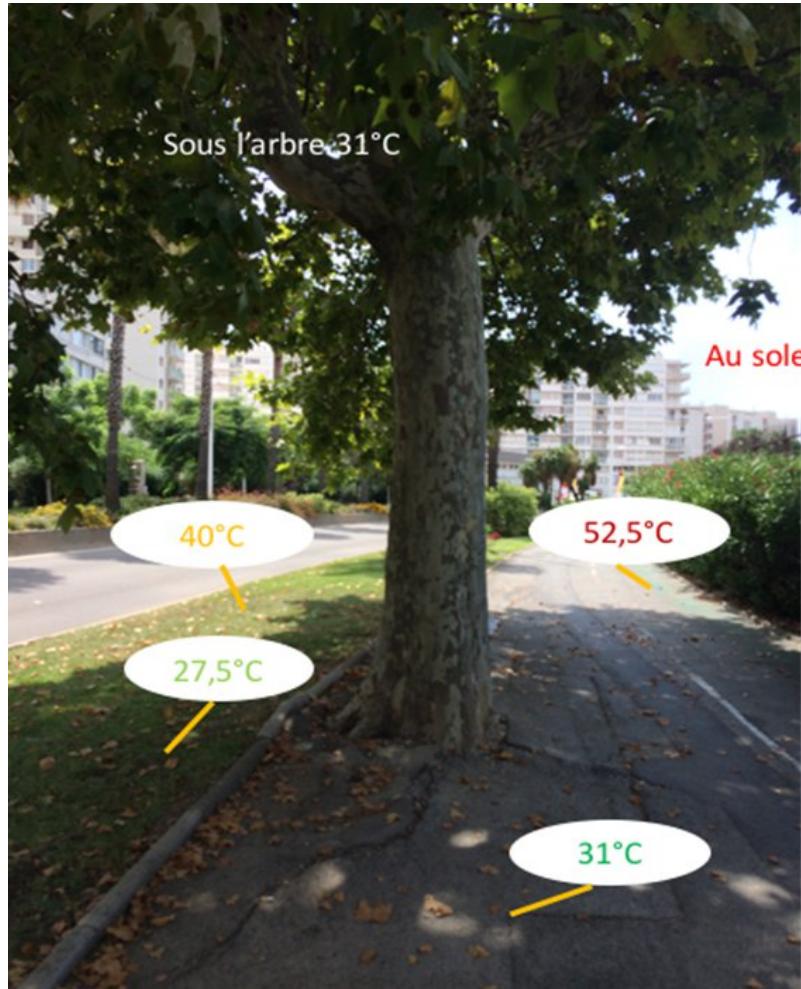
2. LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LES ARBRES



« Les services écosystémiques sont les biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement pour assurer leur bien-être »

COMITÉ FRANÇAIS DE L'UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE

LA SURCHAUFFE URBAINE



LE CHOIX DES ESPÈCES : UNE REFLEXION PLUS LARGE

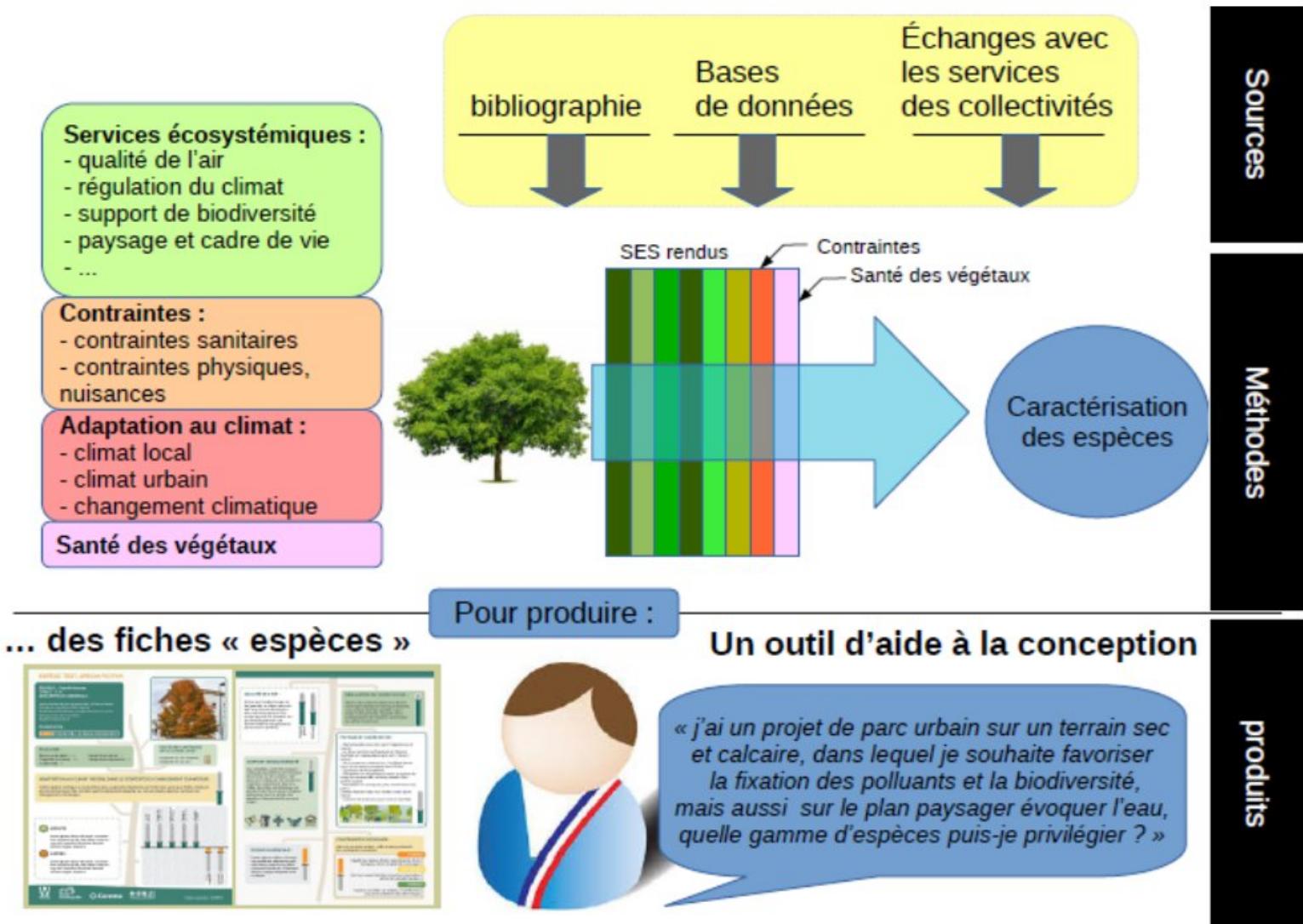
Pas d'espèce parfaite

- Fruits toxiques ;
- Pollène / allergisants ;
- Système racinaire ;
- Sécrétion de miellat ;
- Caractère inflammable ;
- Etc ...

Ces éléments de contraintes comme de qualité sont renseignés pour chaque espèce.



OUTIL ET DEMARCHE SESAME



#1 - LES RENDUS DE L'OUTILS

Type de paysage ⓘ



Grande voie de Circulation X ▼

"Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum."

Type de sol ⓘ

Sol Acidé-Humide

Sol Neutre-Humide

Sol Basique-Humide

Sol Acidé-Frais

Sol Neutre-Frais

Sol Basique-Frais

Sol Acidé-Sec

Sol Neutre-Sec

Sol Basique-Sec

Je ne sais pas



Résilience ⓘ

Tolérer les sols calcaires

Tolérer les sols pauvres

Tolérer les sols salés

Tolérer les fortes chaleurs

Tolérer les sécheresses

Tolérer les courtes inondations

Tolérer les fortes gelées

Tolérer les sols compacts

Tolérer les vents forts

Luminosité ⓘ

Type de lumière: Mi-Ombre



Les services écosystémiques ⓘ

Adaptation au climat urbain



- 1 +

Régulation des polluants particulaires



- 1 +

Régulation des polluants gazeux



- 1 +

Régulation du microclimat



- 1 +

Régulation de l'érosion de surface



- 1 +

Stabilisation des pentes



- 1 +

Participation à la biodiversité



- 1 +

Régulation du ruissellement



- 1 +

Rôle paysager



- 1 +

Approvisionnement pour l'Homme



- 1 +

#2 - LES RENDUS DE L'OUTILS



Services Ecosystémiques
Rendus par les Arbres,
Modulés selon l'Essence
V2 Metz - 17/05/2023



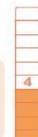
Aesculus hippocastanum, Marronnier d'Inde

DESCRIPTIF DE L'ESPÈCE

Famille : Sapindaceae

Taille : 30.0 m

Description : Grand marronnier au houppier imposant et arrondi. Grands panicules blancs parfumés



Feuillage : Feuilles caduques composées de folioles oblongues

Floraison :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

ECOLOGIE

Caractéristiques du sol

Humide	Frais	Sec
Acide		
Neutre		
Basique		

Résilience

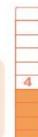
Sol pauvre	
Sol calcaire	✓
Sel	✓
Inondations de courte durée	✓
Fortes gelées	✓
Sol compact	
Vent	✓
Fortes chaleurs	
Fortes sécheresses	✓

SITUATION SANITAIRE

Aesculus hippocastanum possède un risque sanitaire moyen. Les biogresseurs principaux de cette espèce sont assez dispersés dans le Grand-Est et occasionnent des dégâts plutôt importants sur le végétal.

ADAPTATION AU CLIMAT LOCAL ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Un des arbres les plus plantés en ville, il a fait ses preuves de son adaptation au climat urbain. Il supporte bien les sécheresses.



RÉSUMÉ

LIMITES & CONTRAINTES

Contraintes fortes

Racines superficielles ou puissantes susceptibles de causer des dommages, Fructification pouvant entraîner des dommages, Grande hauteur

Contraintes moyennes

Branches cassantes

ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOYSTEMIQUES



Régulation du climat local Protection contre l'érosion Fourniture de nourriture Régulation des polluants gazeux

Support de biodiversité Stabilisation des pentes Régulation eau Régulation particules

+

-



Services Ecosystémiques Rendus par les Arbres,
Modulés selon l'Essence



Aesculus hippocastanum, Marronnier d'Inde

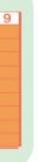
RÉGULATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Très grand arbre au port arrondi, au feuillage dense, et caduc. Feuilles de taille moyennes, palmées et glabres. Très bonne capacité de fixation des polluants gazeux et assez bonne capacité de fixation des particules fines.



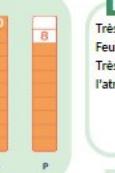
RÉGULATION DU RUISSELLEMENT

La grande taille de l'espèce, sa densité foliaire importante, sa forte transpiration estivale et son système racinaire colonisant plusieurs horizons lui confèrent une très bonne capacité à réguler le ruissellement.



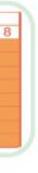
STABILISATION DES PENTES ET PROTECTION CONTRE L'ÉROSION

Le système racinaire de l'espèce, comportant à la fois une racine pivotante, un fort étalement en superficie et une grande densité de racines fines, est très favorable à la fois à la stabilisation des pentes et à la réduction de l'érosion.



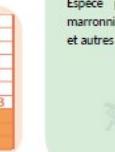
RÉGULATION DU CLIMAT LOCAL

Très grand arbre au port arrondi, au feuillage dense, et caduc. Feuilles de taille moyennes, palmées et glabres. Très bonne capacité d'ombrage et d'échanges avec l'atmosphère environnante.

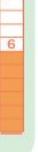


FOURNITURE DE NOURRITURE POUR LES HABITANT.E.S

Période de consommation :
Non consommable



Spécie particulièrement attractive pour les polliniseurs, le marronnier d'Inde est aussi un gîte potentiel important de chiroptères et autres espèces cavicoles.



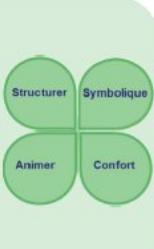
SUPPORT DE BIODIVERSITÉ

Spécie particulièrement attractive pour les polliniseurs, le marronnier d'Inde est aussi un gîte potentiel important de chiroptères et autres espèces cavicoles.

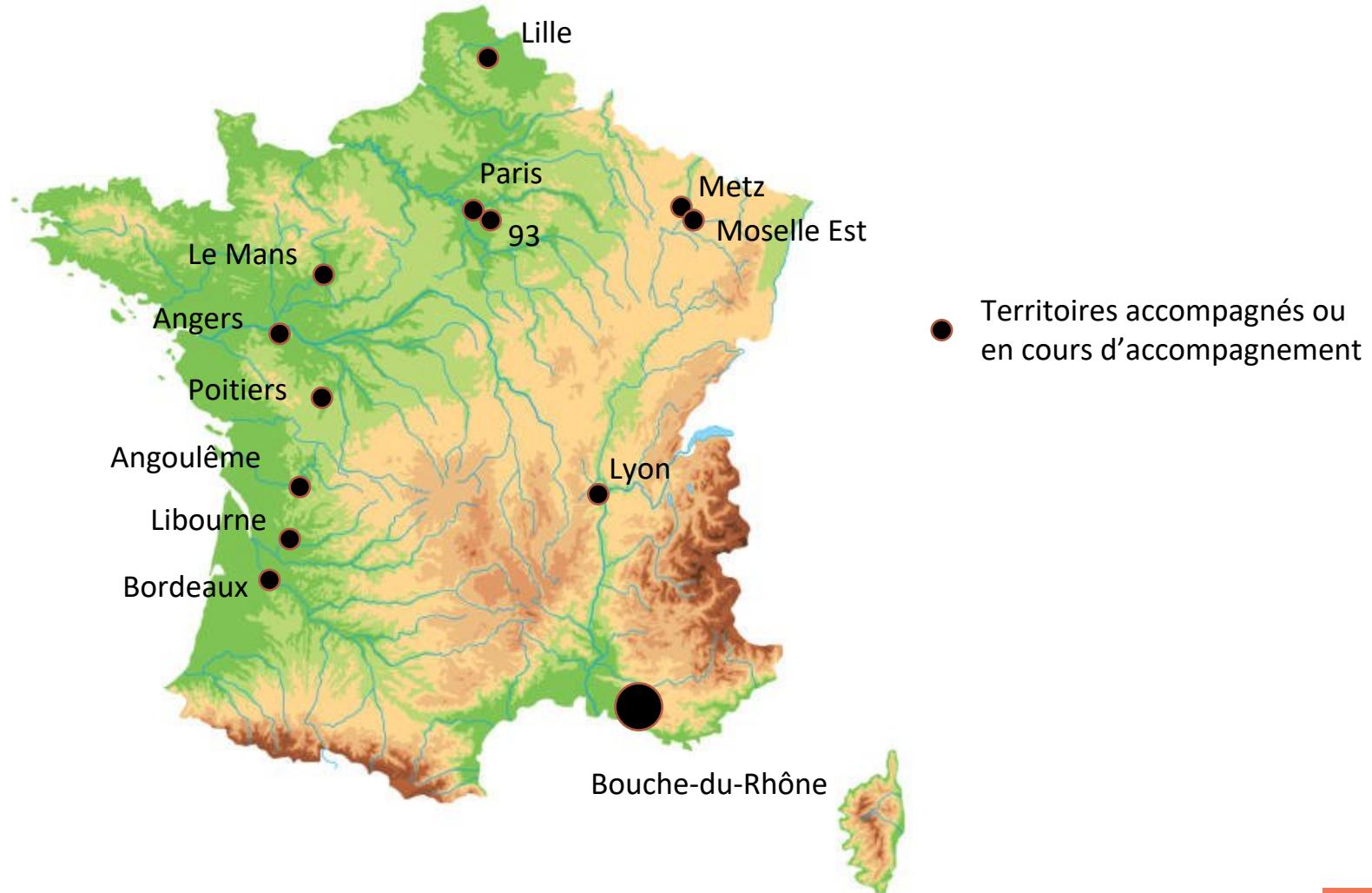


PAYSAGE ET CADRE DE VIE

Arbre majestueux à l'architecture imposante, aux rameaux denses recourbés et important volume foliaire. Qu'il soit planté en alignement en mail ou en isolé dans les parcs ou sur une place de village, le marronnier d'Inde est emblématique des paysages urbains et ruraux de l'est. Sa floraison est abondante et très décorative en panicules blanches au printemps. Le feuillage vire au rouge précoce notamment lors des étés chauds. La production de marrons en septembre est annonciatrice de l'automne. Il offre une ombre dense et généreuse dans les grands espaces et le long des axes de promenade.



DÉPLOIEMENT DES DEMARCHESES SESAME





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

tarik.yaiche@cerema.fr
<https://sesame.cerema.fr/>

ANNEXE C2

**Présentation pédagogique de l'étude
d'adaptation au changement
climatique de palette végétale et des
techniques de plantation,
Communauté d'agglomération du
Sicoval**



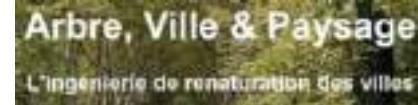
Assistance à maîtrise d'ouvrage

Étude d'adaptation au changement climatique de palette végétale et des techniques de plantation

Projet du parc d'activités du Rivel

Restitution du 27 août 2024

Groupement ONF Végétis / Arbre Ville et Paysage / Sol paysage



Le Parc d'activités du Rivel, un quartier durable à
Energie positive bas Carbone



Enjeux liés à l'insertion paysagère et à la
prise en compte de la biodiversité



Assistance à la maîtrise d'ouvrage

Partie 1 : Rechercher les plantations les plus adaptées au changement climatique en prenant en compte le contexte du projet.

Partie 2 : Réaliser un benchmark de solutions innovantes, applicables au Rivel, de techniques de plantations et d'entretien, ainsi que tout outil d'aides à la décision pour accompagner la collectivité et les porteurs de projet.



Quercus ilex

Cupressus dupreziana

Abelia floribunda

Prunus mahaleb

Celtis australis

Partie 1 : Rechercher les plantations les plus adaptées au changement climatique en prenant en compte le contexte du projet.

La résilience des plantations dans le contexte du changement climatique repose sur deux principes :

- **Diversifier au maximum les plantations** (la diversification porte sur les genres et les espèces plantées, la forme des plantations, mais également sur la diversité génétique des plantes utilisées).
- **Rechercher l'optimum écologique des plantations** (c'est-à-dire choisir les espèces à planter en fonction des caractéristiques pédoclimatiques du site de plantation : nature des sols et du régime hydrique, exposition et caractéristiques microclimatiques locales).

Le travail réalisé lors de cette première partie a consisté à analyser les caractéristiques pédologiques et climatiques actuelles et tendancielles du secteur de la ZAC du RIVEL afin de définir une large palette d'essences d'arbres ayant le plus de potentialité de réussite dans ce contexte.

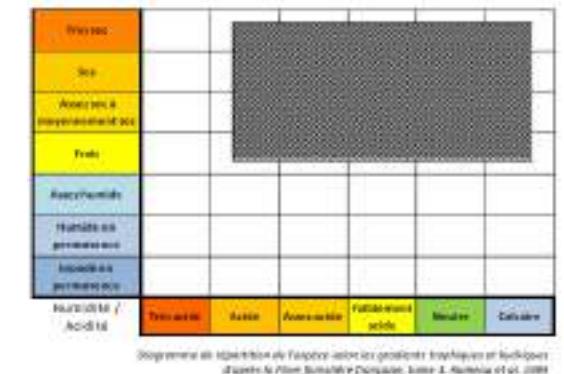
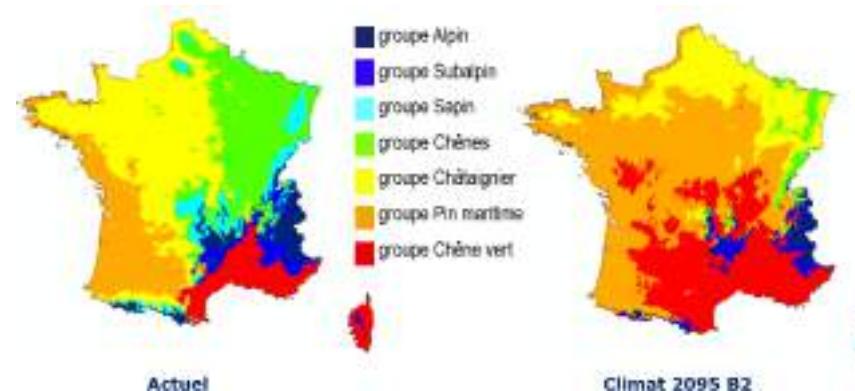
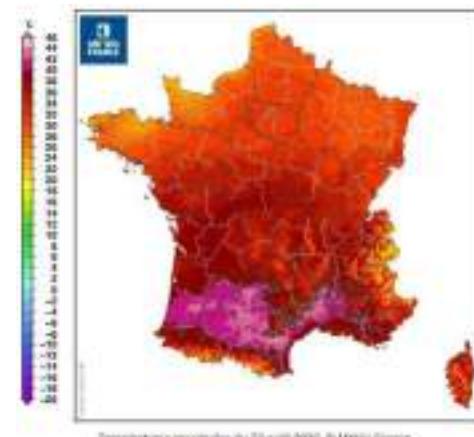


Diagramme de superposition de l'espèce selon les gradients hydrologiques et biotiques
d'après Le Piller, Bouchez & Chauvel, 2008

Pour respecter ces principes il est donc nécessaire de procéder en 4 étapes :

- 1. Connaître les caractéristiques des sols du secteur du Rivel, et plus globalement du territoire du SICOVAL**
- 2. Connaître les caractéristiques climatiques locales actuelles, et analyser les scénarios d'évolution de ces caractéristiques pour les prochaines décennies.**
- 3. Établir une palette végétale diversifiée accompagnée de données autécologiques associées afin de bien connaître les exigences écologiques de chacune de ces espèces, mais également d'un diagnostic de leur potentiel d'adaptation aux impacts du changement climatique.**
- 4. Définir des itinéraires techniques indispensables pour fiabiliser la démarche de plantation**



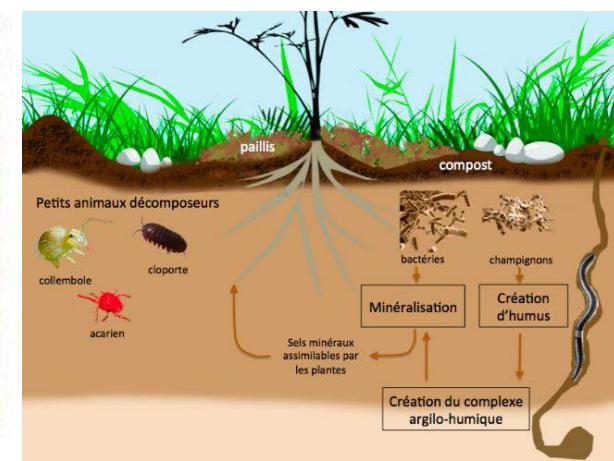
Celtis sinensis



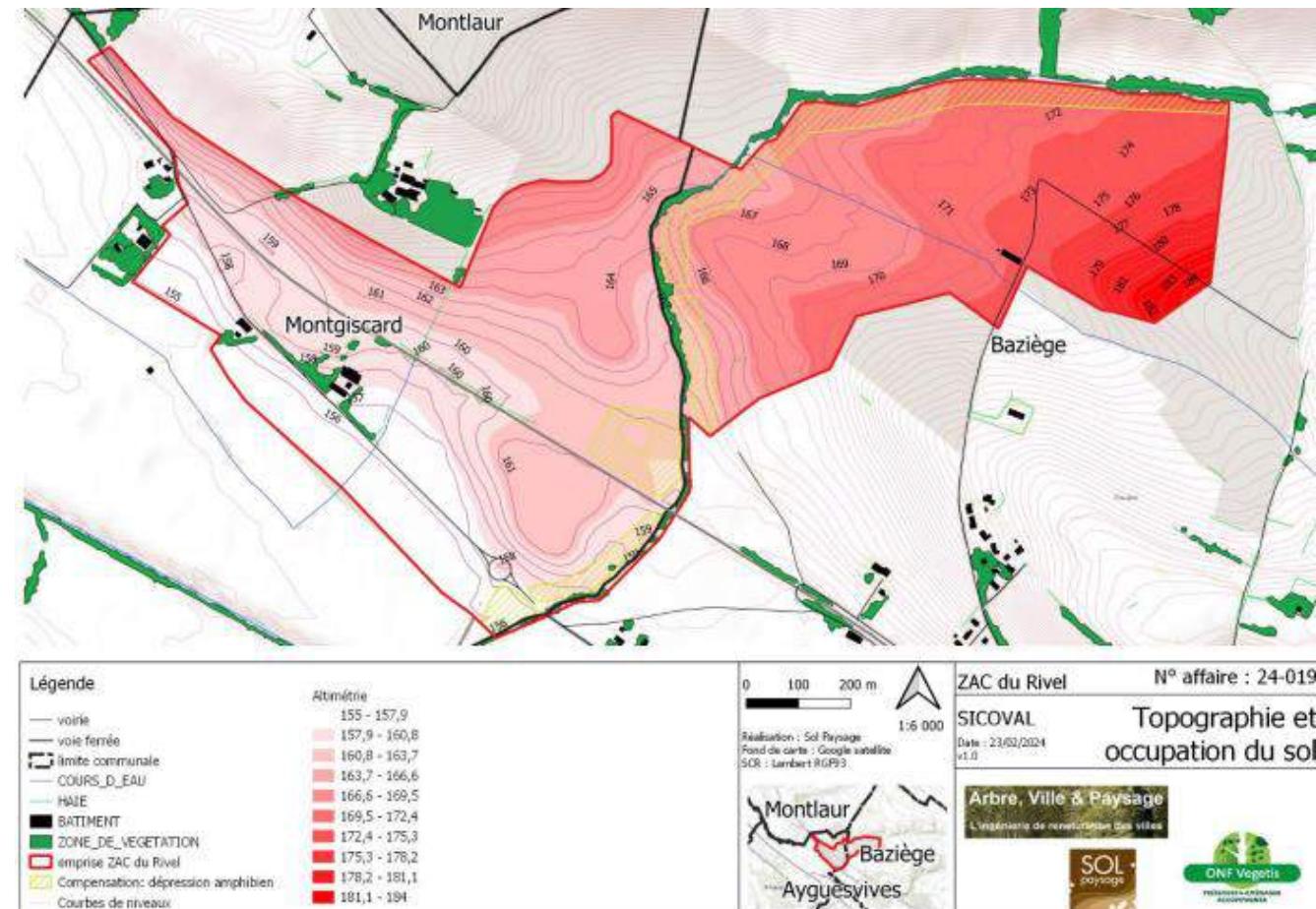
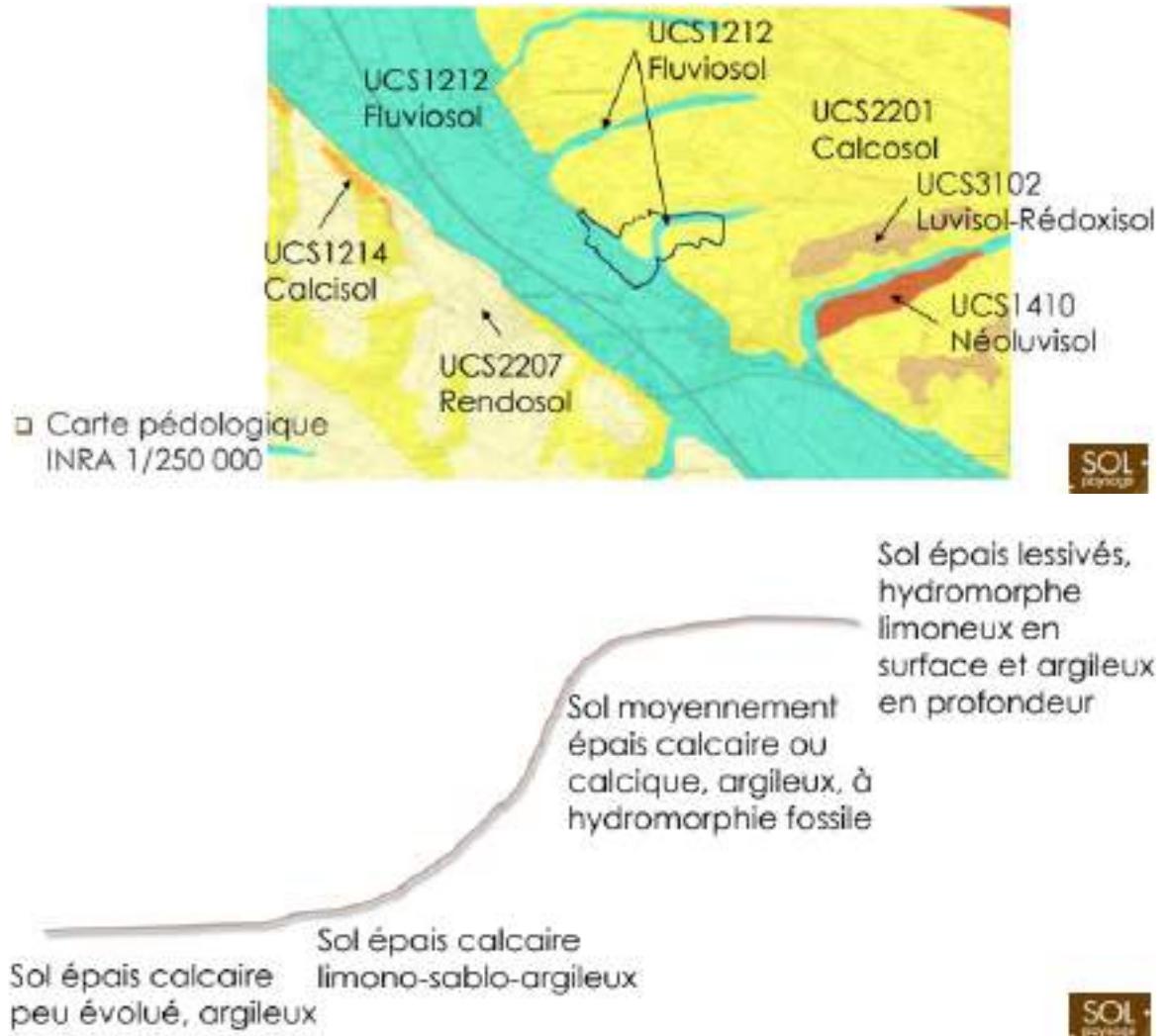
Cupressus dupreziana



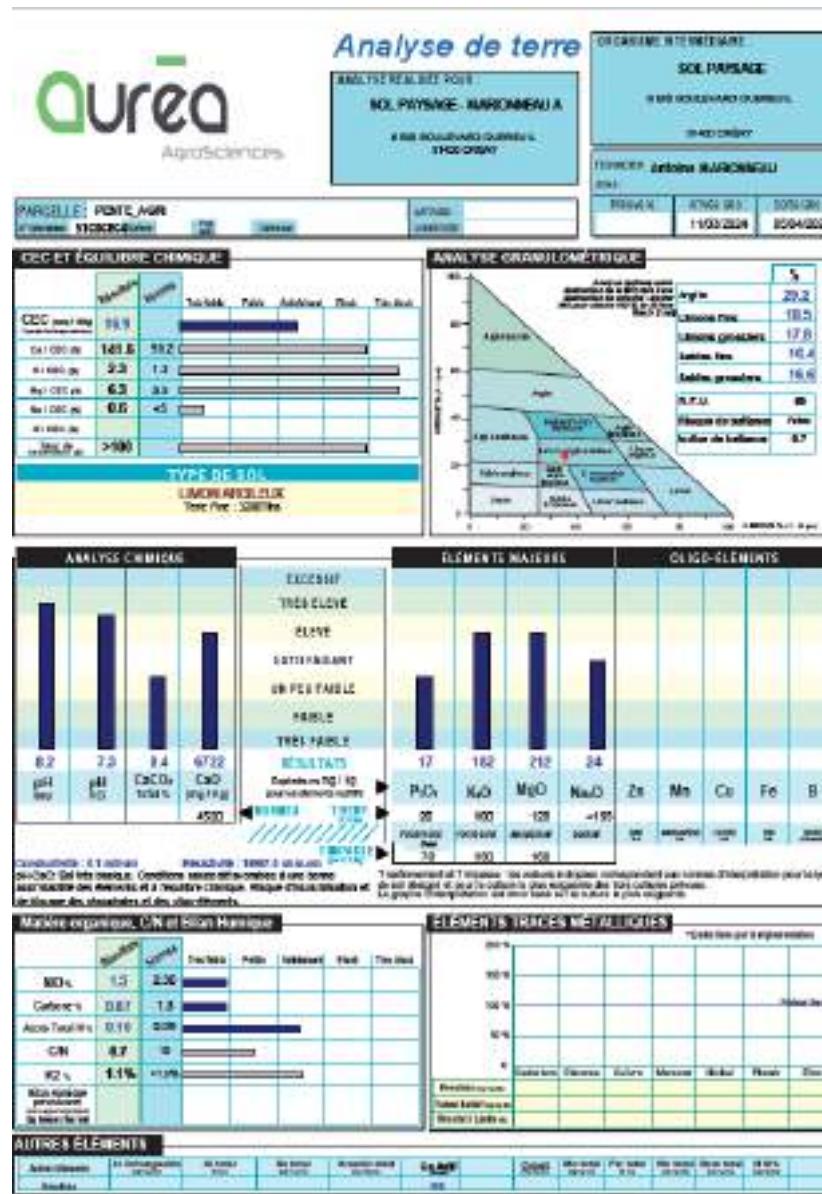
Abelia engleriana



1. Définition des caractéristiques pédologique du site d'aménagement, et plus généralement du territoire du SICOVAL



1. Définition des caractéristiques pédologique du site d'aménagement, et plus généralement du territoire du SICOVAL



Sur l'ensemble de l'espace de projet, et plus largement sur le territoire du SICOVAL les arbres anciennement présents, y compris en bordure de ruisseaux ou de fossés de drainage, présentent une croissance en hauteur limitée : chênes, cèdres, peupliers noirs ou frênes ne dépassent pas 15 à 20m de hauteur, alors qu'ils pourraient dans des conditions favorables atteindre plus de 30m.

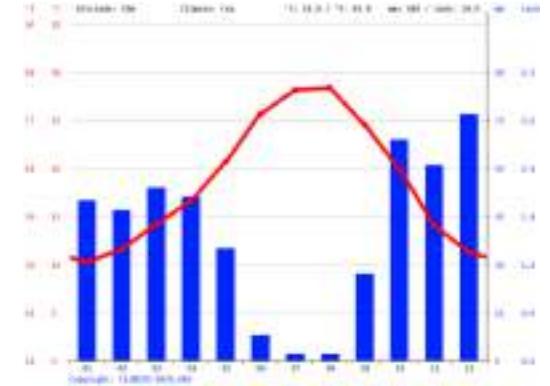
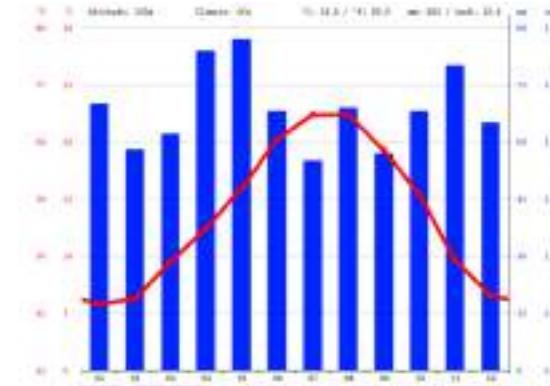
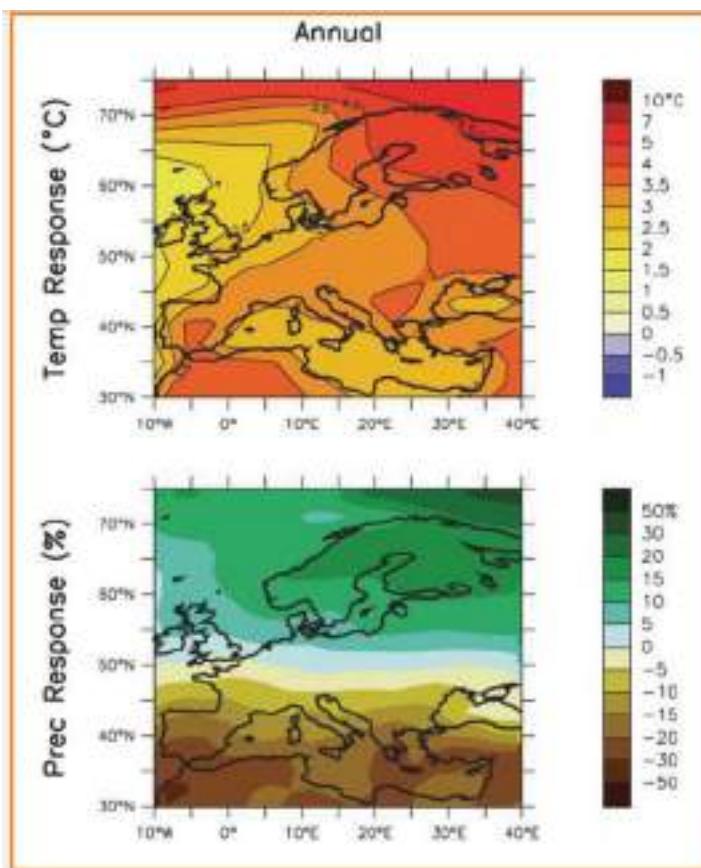
La contrainte hydrique est liée à la faible pluviométrie du secteur, notamment en période estivale. Elle conduit à un assèchement des sols en période de forte demande hydrique des plantes, plus marqué sur les points hauts et les pentes, mais également présent sur les points bas où les ruisseaux sont souvent asséchés en période estivale. Sur les points bas plus argileux, la faible hauteur des arbres peut également être liée à une hydromorphie hivernale des sols qui empêche l'enracinement en profondeur des arbres et les expose donc au problème de sécheresse marqué en été sur les horizons supérieurs du sol

La contrainte éolienne : la plaine du Lauragais est connue pour être un couloir à vents, parfois violents. Les deux vents dominants sont le Cers venant du nord-ouest et l'Autan, plus violent que le premier, venant du sud-est. Ces vents réguliers et parfois forts contribuent également à limiter la croissance des arbres en dégradant les parties les plus fragiles de la plante comme les jeunes feuilles, les bourgeons et les jeunes rameaux. De plus, le vent, notamment en période estivale sèche, contribue à assécher le sol et à augmenter le déficit hydrique des arbres, limitant également leur développement.



1.2 Les scénarios d'évolution climatique sur le secteur du SICOVAL pour les prochaines décennies

Focus année météorologique Occitanie/PACA 2023 :



Les différents scénarios s'accordent à une augmentation des températures qui va au moins se réaliser jusqu'en 2050 : le scénario (RCP8.5) qui prévoit une augmentation moyenne de 4°C à l'horizon 2071-2100

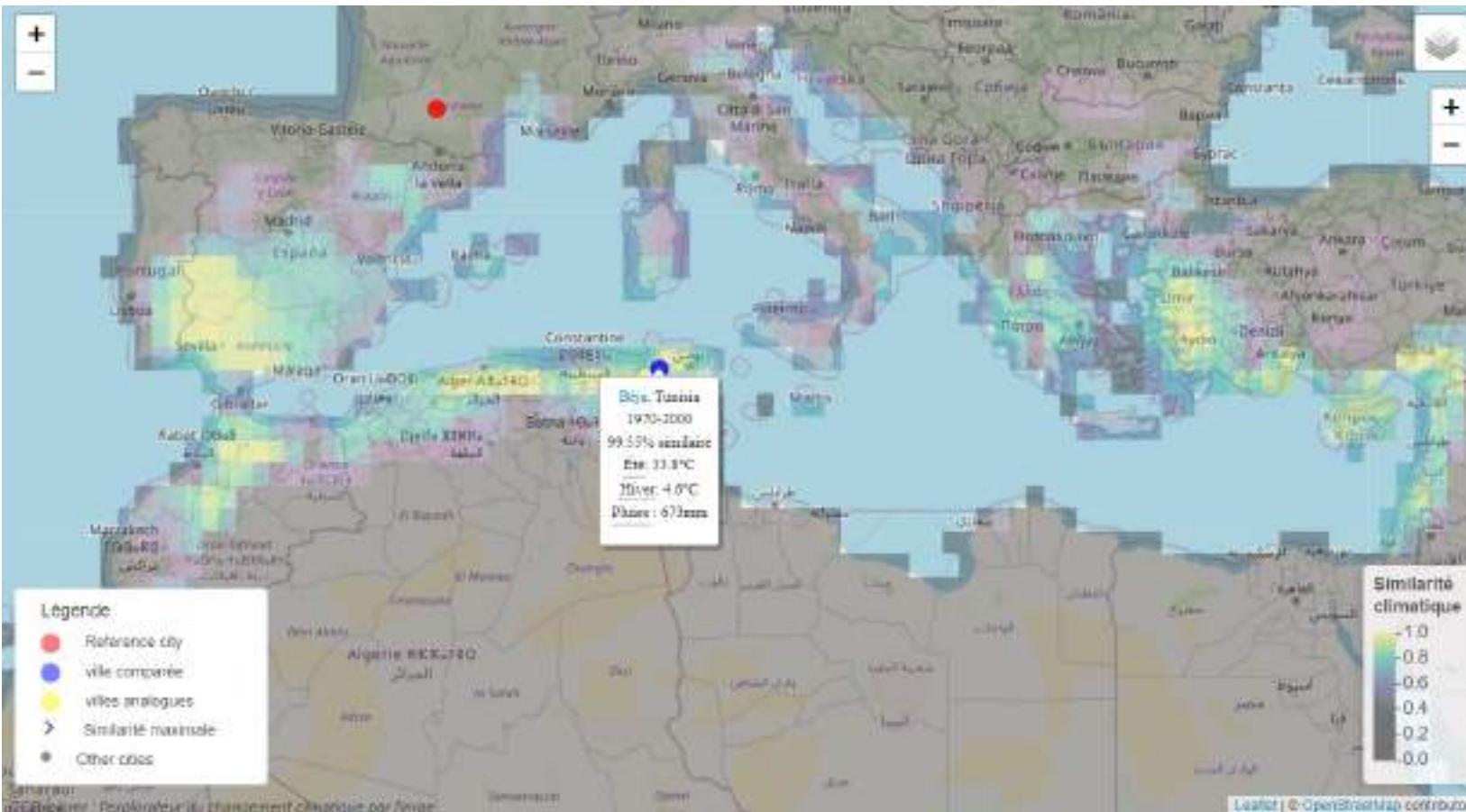
-> correspond au climat méso-méditerranéen observé à Séville.

De ce fait, comme précédemment évoqué, nous avons orienté l'intérêt de cette étude vers des formations forestières semi-arides d'altitude qui se caractérisent par :

- des précipitations faibles (mais qui peuvent intervenir durant la saison de végétation),
- des températures estivales élevées,
- une humidité de l'air faible,
- et des rigueurs thermiques nocturnes et hivernales.

<https://ccexplorer.eu/>

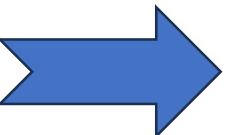
Le site **Climate Change Explorer**, mis au point par l'INRAE à partir de la compilation de données climatiques mondiales, permet de modéliser les similarités climatiques que l'on peut envisager pour les prochaines décennies. Ici une carte pour la période 2060-2080 selon le scénario climatique tendanciel. Sont analysées les températures minimum et maximum ainsi que les précipitations annuelle. On voit que la région toulousaine aura un climat actuellement situé dans le sud méditerranéen (Andalousie, Magreb, Moyen Orient...).



3. Proposition d'une palette végétale adaptée au contexte pédoclimatique actuel et aux impacts du changement climatique.

Classe de potentiel de l'essence	Nom en latin	Nom vernaculaire	Hauteur	Dimension du houppier	Port	Période de floraison	Période de fructification	Intérêt mellifère	Approvisionnement	Potentiel invasif
3	<i>Abies cephalonica</i>	Sapin de Grèce	H>20 m	6 m	Conique	Juin	Automne	Aucun intérêt mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Abies pinsapo</i>	Sapin d'Espagne	H>20 m	6 m	Elancé	Juin	Printemps	Aucun intérêt mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Acer hucligerianum</i>	Erable de Hucliger	8 à 15 m	6 à 9 m	Globuleux	Mai à Juin	Automne	Mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
2	<i>Acer campestre</i>	Erable champêtre	10<H<15 m	5 à 15 m	Ovulaire	Avril à Mai	Août à Septembre	Très mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Acer cappadocicum</i>	Erable de Cappadoce	15<H<20 m	6 à 9 m	Ovulaire	Mai à Juin		Mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Acer monspessulanum</i>	Erable de Montpellier	10<H<15 m	4 à 9 m	Ovulaire	Avril à Mai	Automne	Mellifère	Assez facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Acer opalus</i>	Erable à feuilles d'obier	H<10 m	3 à 10 m	Ovulaire	Avril	/	Mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
1	<i>Acer platanoides</i>	Erable plane	H>20 m	15 à 20 m	Ovulaire	Avril à Mai	Juin	Très mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Acer x zoeschense</i>	Erable hybride campestre X cappadocicum	H<10 m	H<30 m	Globuleux	Mai	Automne	Mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Alnus cordata</i>	Aulne à feuilles en cœur	10<H<20 m	3 à 8 m	Conique	Février	Septembre	/	Facile	Aucun potentiel invasif
1	<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	H>20 m	8 à 12 m	Conique	Mars à Avril	Septembre	Très mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Alnus x spathil</i>	Aulne de Späth	15<H<20 m	7 à 8 m	Conique	Janvier à Février	Septembre		Difficile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Amelanchier ovalis</i>	Amelanchier à feuilles ovales	H<10 m	2 à 4 m	Globuleux	Avril à Mai	Juillet à Août	Très mellifère	Assez facile	Aucun potentiel invasif
4	<i>Arbutus andrachne</i>	Arbousier de Chypre	H<10 m	5 m	Étalé	Janvier à Mars	Automne	Mellifère	Assez facile	Aucun potentiel invasif
4	<i>Arbutus x andrachnoides</i>	Arbousier de Crète	H<10 m	5 m	Globuleux	Janvier à Mars	Automne	Mellifère	Assez facile	Aucun potentiel invasif
1	<i>Betula pendula</i>	Bouleau verruqueux	10<H<15 m	7 à 12 m	Elancé	Avril à Mai	/	Aucun intérêt mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Broussonetia papyrifera</i>	Mûrier à papier	10<H<15 m	6 m	Ovulaire	Mai	Août	Mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
2	<i>Calocedrus decurrens</i>	Calocédre panaché	H>20 m	8 à 10 m	Elancé	Avril	Septembre	Aucun intérêt mellifère	Facile	Aucun potentiel invasif
1	<i>Carpinus betulus</i>	Chêne commun	H>20 m	6 à 8 m	Conique à Ovulaire	Avril à Mai	Septembre	/	Facile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Carpinus orientalis</i>	Chêne d'Orient	H<10 m	H<10 m	Globuleux	Avril	Automne	Aucun intérêt mellifère	Difficile	Aucun potentiel invasif
3	<i>Carya cordiformis</i>	Carya amer	H>20 m	H>20 m	Ovulaire	Mai	Automne	Mellifère	Assez facile	Aucun potentiel invasif

Suite aux résultats de l'analyse agropédologique du site et plus globalement du territoire du SICOVAL, et en tenant compte des éléments de modélisation climatique, nous avons pu proposer une palette végétale comprenant **110 d'espèces d'arbres**.



Réparties selon 4 Classes de potentiel d'adaptation de l'essence aux enjeux de changement climatique

Le tableau est ensuite décliné en fiche technique détaillant les caractéristiques et exigences de chaque espèce

Classe de potentiel : 4

Nom Latin : *Arbutus andrachne*
Nom Français : Arbousier de Chypre
Famille : Ericacees

Hauteur âge adulte : H<10 m
Dimension du houppier : 5 m
Type de port naturel : étalé

Période de floraison : Janvier à Mars
Période de fructification : Automne
Intérêt mellifère : Mellifère

Approvisionnement : Assez facile
Potentiel invasif : Aucun potentiel invasif identifié à ce jour
Gradient pH : Calcaricole
Gradient hydrique : Xérophile
Type de feuille : Simple
Qualité ombrage : Dense
Persistance des feuilles : Persistant
Caractéristiques générantes toxicité : Non comestible

Régulation de la qualité de l'air : NC
Maintien de la biodiversité : NC
Stockage de carbone : NC
Refraîchissement du climat urbain : NC
Réduction du ruissellement : NC
Limiter l'érosion et fixer les sols : NC
Contribuer à la trame verte et bleue : NC
Paysage et cadre de vie : NC
Alimentations des êtres humains : NC







Classe de potentiel : 4

Nom Latin : *Arbutus x andrachnoides*
Nom Français : Arbousier de Crète
Famille : Ericacees

Hauteur âge adulte : H<10 m
Dimension du houppier : 5 m
Type de port naturel : Globuleux

Période de floraison : Janvier à Mars
Période de fructification : Automne
Intérêt mellifère : Mellifère

Approvisionnement : Assez facile
Potentiel invasif : Aucun potentiel invasif identifié à ce jour
Gradient pH : Indifférente
Gradient hydrique : Xérophile
Type de feuille : Simple
Qualité ombrage : Dense
Persistance des feuilles : Persistant
Caractéristiques générantes toxicité : Non comestible

Régulation de la qualité de l'air : NC
Maintien de la biodiversité : NC
Stockage de carbone : NC
Refraîchissement du climat urbain : NC
Réduction du ruissellement : NC
Limiter l'érosion et fixer les sols : NC
Contribuer à la trame verte et bleue : NC
Paysage et cadre de vie : NC
Alimentations des êtres humains : NC





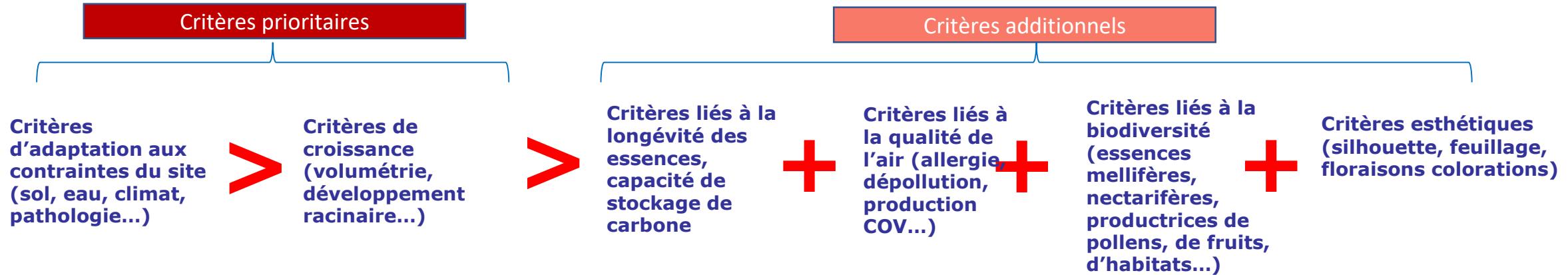


Les 4 classes de « potentiel d'adaptation de l'essence aux enjeux de changement climatique »

- **CLASSE 1 : Les essences inadaptées à court ou moyen terme** : ces essences sont déjà assez affectées actuellement par les conséquences du changement climatique, les modélisations bioclimatiques confirment l'accroissement de leur inadaptation au fil du temps. **Leur utilisation est donc à éviter au maximum.** Ex : bouleau verruqueux ou érable sycomore
- **CLASSE 2 : Les essences faiblement adaptées** : ces essences qui actuellement se comportent plutôt bien, vont être de plus en plus affectées par les conséquences du changement climatique. Les modélisations prévoient une évolution régressive de ces espèces à long terme. Ces essences sont donc à utiliser avec modération en respectant l'ensemble de leurs exigences écologiques. **Sur les sites où ces exigences ne seront pas satisfaites, il vaudra mieux éviter de les planter**
- **CLASSE 3 : Les essences à fort potentiel d'adaptation dont la plantation doit être encouragée** : ces essences d'avenir ont été déjà testées dans de nombreuses plantations urbaines ou périurbaines en France des dernières décennies, elles devraient bien supporter les conséquences du changement climatique.
- **CLASSE 4 : Les essences potentielles à tester** : ces essences ne sont pas aujourd'hui plantées, ou très rarement, et il n'existe donc pas suffisamment de données pour réaliser des modélisations. Néanmoins leurs origines et les observations de développement dans des collections botaniques et des arboretums en France et dans le Monde, laissent penser qu'elles peuvent potentiellement être bien adaptées au climat de demain. Ces essences sont donc à tester davantage dans les programmes de plantations.

Définir et hiérarchiser les critères de choix des essences

« Le bon arbre au bon endroit »

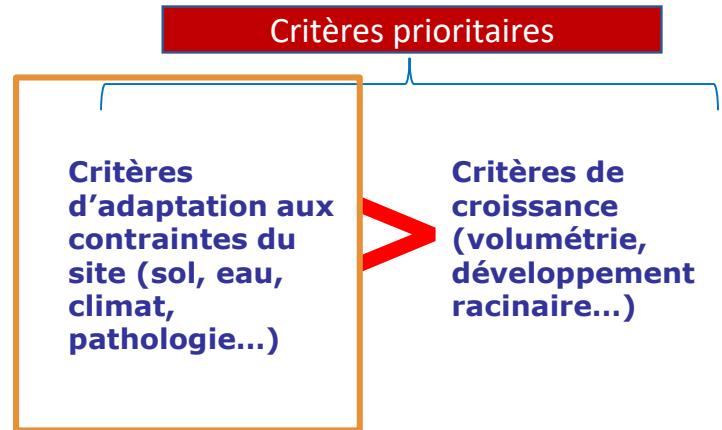


Le choix du bon arbre au bon endroit n'est pas une science exacte et l'on peut poser de nombreuses exigences différentes sur les propriétés de l'essence ou sur les services que l'on attend d'elle. Néanmoins parmi ces différents critères, deux sont jugé prioritaires : tout d'abord le critère d'adaptation de l'essence au caractère du site de plantation, en effet si l'arbre ne pousse pas il ne rendra aucun des autres services attendus. Ensuite le critère de développement, afin d'optimiser le volume de l'arbre par rapport à l'espace disponible.

Une fois que ces exigences prioritaires sont satisfaite, il est possible de finaliser le choix des essences en se basant sur une autre exigence, la longévité de l'espèce, ou sa capacité à stocker du carbone, son potentiel pour la qualité de l'air ou pour la biodiversité, ou encore des critères esthétiques comme la floraison ou les couleurs d'automne.

Définir et hiérarchiser les critères de choix des essences

« Le bon arbre au bon endroit »



Le critère prépondérant est celui de la capacité d'adaptation de l'essence au site de plantation. Pour cela, il faut avoir un diagnostic précis de chaque site de plantation (nature du sol, disponibilité en eau, exposition au vent et au soleil...) et confronter ces caractéristiques aux exigences écologiques de l'essence envisagée pour voir s'il y a une bonne correspondance.

Les critères du site, que l'on appelle souvent les critères stationnels, peuvent être utilisés dans le tableau des essences pour réaliser des tris à partir d'un ou de plusieurs critères.

Les exigences écologiques des essences, que l'on appelle les données autécologiques de l'espèce, sont à rechercher dans les fiches essences. Ces données peuvent être complétées par des recherches sur le site développé par Plante et Cité en libre accès, et qui compile les connaissances actuelles sur les exigences de milliers d'espèces végétales :

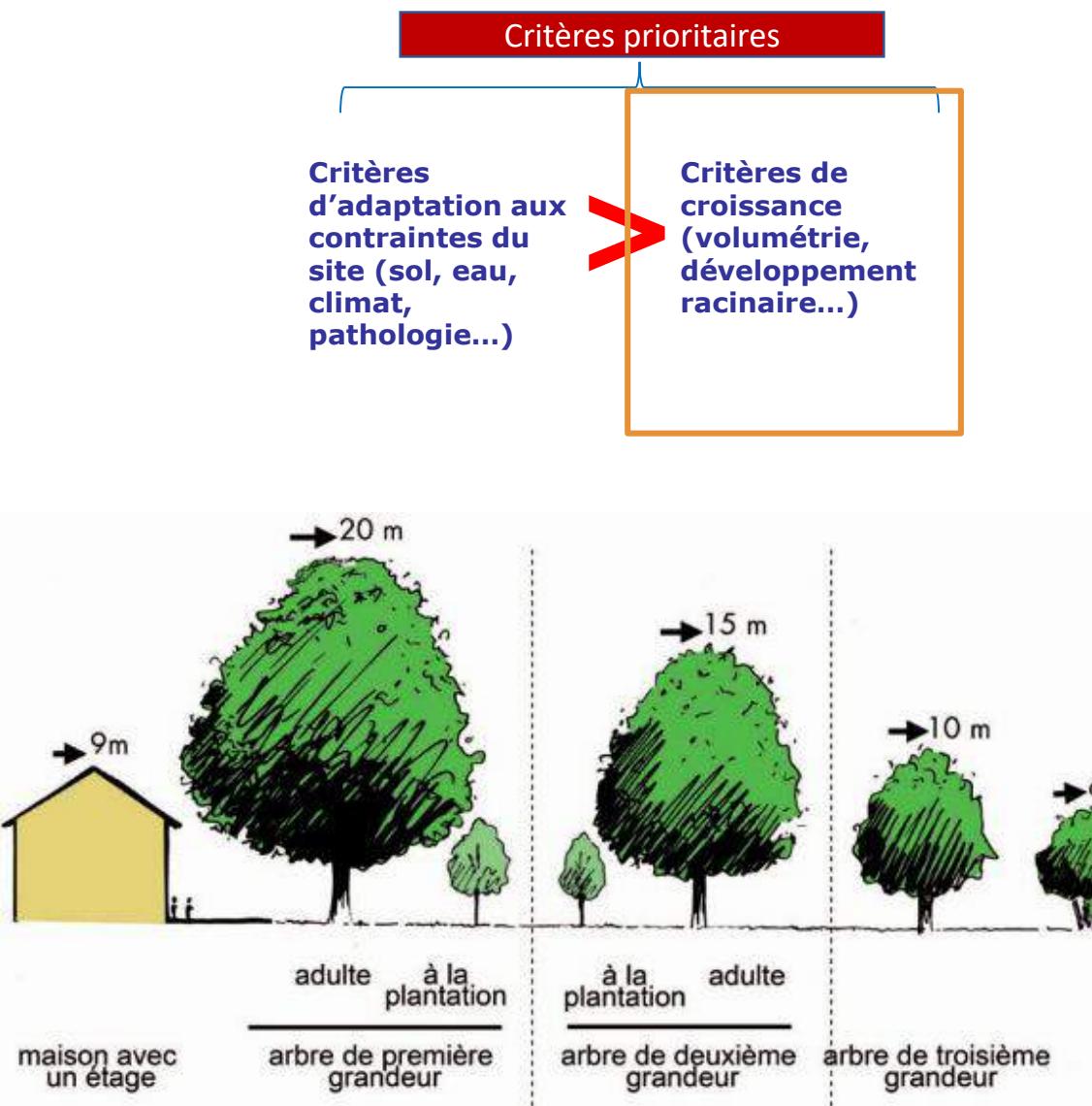


FLORISCOPE

<https://www.floriscope.io/>

Définir et hiérarchiser les critères de choix des essences

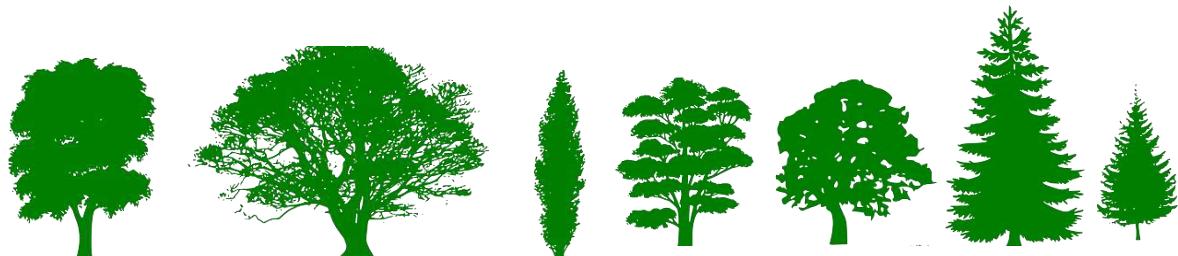
« Le bon arbre au bon endroit »



Le second critère prépondérant est celui de la volumétrie potentielle de l'espèce. Cela concerne à la fois la hauteur de l'arbre, mais aussi la largeur que peut prendre sa couronne. Il existe en effet plusieurs formes d'arbres avec des couronnes très étroites ou au contraires très larges.

La volumétrie de l'essence est importante à considérer, car si elle est trop petite pour l'espace disponible on minimisera les services potentiels rendus par l'arbre, si elle est trop grande on risque de générer des nuisances qui entraîneront des besoins de taille récurrentes, coûteuses et néfastes à la santé de l'arbre. Il faut néanmoins noter que ces tailles adultes sont indicatives, car elles dépendent beaucoup des conditions de fertilité du site de plantation.

La connaissance du potentiel de développement racinaire peut-être à prendre en compte si des infrastructures ou des réseaux sont à proximité.



Questions à se poser pour évaluer les caractéristiques du site de plantation :

- **Le sol :**
 - ✓ A-t-on une bonne connaissance du sol naturel, du sol encaissant et des terres rapportées ?
 - ✓ Quel est le pH du sol (acide, neutre ou basique), y a-t-il présence de calcaire actif ?
 - ✓ La terre est elle favorable à une bonne vie biologique du sol ?
 - ✓ Le volume de sol prospectable par les racines est-il compatible avec l'essence envisagée ?
- **L'eau**
 - ✓ La texture du sol offre elle des bonnes capacité de rétention en eau ? (mesure de la RFU)
 - ✓ Quelles sont les données de pluviométrie annuelle du site de plantation.
 - ✓ Quel volume de pluie va être récupéré par l'arbre (impluvium réduit, impluvium normal, plusieurs fois son impluvium)
 - ✓ Y a-t-il des végétaux concurrents pour l'eau au pied des arbres ?
- **Le climat**
 - ✓ Quels sont les données climatiques actuelles du site de plantation ? (mini, maxi, gelées tardives...)
 - ✓ Quelle est l'évolution envisagée du climat dans la région ?
 - ✓ L'arbre a-t-il une exposition dégagée au sud-ouest ? (risque d'échaudure)

Exigences autécologiques des essences envisagées

Questions à se poser pour évaluer les caractéristiques du site de plantation :

- **Pathologies**
 - ✓ Quelles sont les principales pathologies des arbres présente dans la région ?
 - ✓ Quelles sont les maladies émergentes ?
- **Espace disponible :**
 - ✓ L'espace souterrain est-il contraint, très contraint ou pas contraint (volume de sol, présence de réseaux...)
 - ✓ L'espace aérien disponible est-il :
 - Important (>10m) : possibilité d'arbre de 1^{ère} grandeur à port large
 - Moyen (entre 6 et 10m) : possibilité d'arbres de 1^{ère} grandeur étroits ou d'arbres de 2^{ème} grandeur
 - Limité (entre 4 et 6m) : possibilité d'arbres de 2^{ème} grandeur étroits ou d'arbres de 3^{ème} grandeur
 - Faible (< 4m) : possibilité d'avoir des arbres de 3^{ème} grandeur étroits, ou 4^{ème} grandeur.

Optimisation de l'ombrage produit et de la gestion ultérieure

1.4 Proposition méthodologique pour améliorer les conditions de plantation et optimiser la résilience des végétaux.

Des pistes d'amélioration ont été proposées dans le document de synthèse et porte sur les points suivants :

- 1. *la préparation des sols de plantation,***
- 2. *lien avec la gestion alternative de l'eau pluviale,***
- 3. *tailles optimales des végétaux,***
- 4. *conditions de plantations,***
- 5. *suivi et travaux de finalisation,***
- 6. *orientation de gestion à moyen et long terme dans une optique de rationalisation des dépenses d'entretien.***
- 7. *Stratégie d'approvisionnement en végétaux***

Partie 2 : Réaliser un benchmark de solutions innovantes, applicables au Rivel, de techniques de plantations et d'entretien, ainsi que tout outil d'aides à la décision pour accompagner la collectivité et les porteurs de projet.

1. Analyse bibliographique de synthèse des connaissances théoriques existantes sur les principales contribution du végétal à la production de services écosystémiques
1. Benchmark et recherche de projets inspirants selon trois entrées thématiques majeures :
 - *L'entrée sol* : comment la connaissance des sols, leur gestion pendant le projet et leur amélioration peut optimiser les services écosystémiques
 - *L'entrée eau* : comment la gestion de l'eau comme ressource peut générer des plus-values en termes de services écosystémiques.
 - *La stratégie végétale* : que le choix des dynamiques végétales, des associations de palettes végétales peut optimiser la performance de ces services rendus.

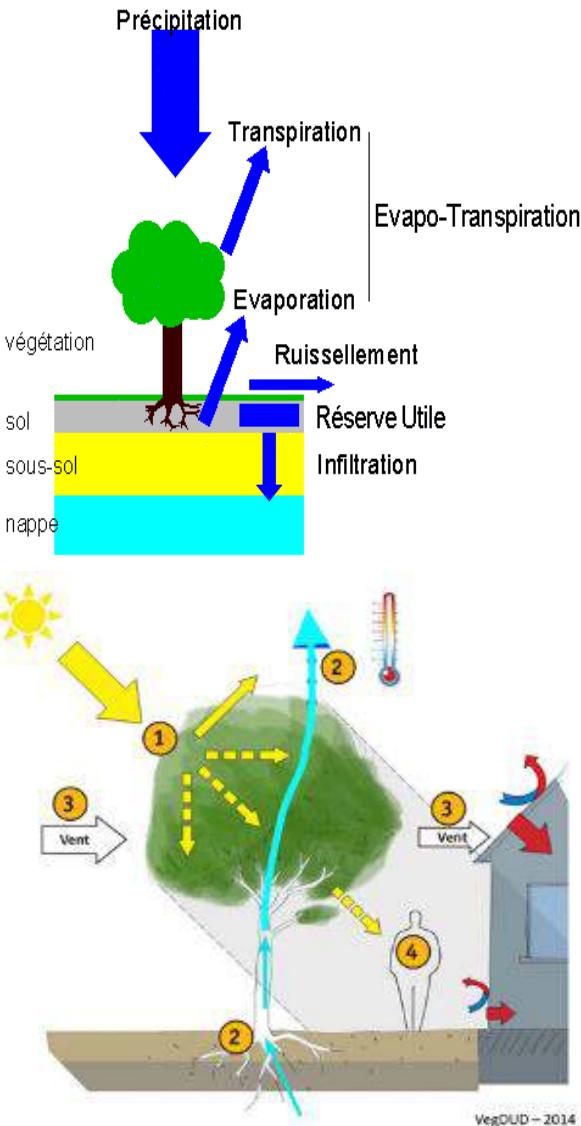
Analyse bibliographique de synthèse des connaissances théoriques existantes sur les principales contribution du végétal à la production de services écosystémiques

Le projet de paysage de la ZAC du Rivel cherche à maximiser un certain nombre de services écosystémiques rendus par les sols et la végétation de l'opération

- La filtration de l'air et de l'eau,
- La réduction d'apports en eau,
- La fertilisation des sols,
- Le rafraîchissement du climat urbain,
- La réduction du ruissellement,
- La limitation de l'érosion et la fixation des sols,
- Le stockage de carbone

L'analyse réalisée vise donc à présenter des éléments de compréhension des différentes Solutions Fondées sur la Nature envisageables permettant de produire ces différents services. Il s'agit donc :

- De présenter les principales caractéristiques de ces services
- D'analyser la pertinence de la recherche de ces objectifs pour le secteur du Rivel
- De définir les modalités d'actions à intégrer au projet



Service : La filtration de l'air et de l'eau

Principales caractéristiques de ces services : les plantes et les arbres en particulier assurent des fonctions dépolluantes qui concernent autant l'air, l'eau que le sol. En ce qui concerne l'air, à côté des services positifs de dépollution (absorption et métabolisation de polluants gazeux, fixation de particules fines...) les plantes produisent aussi des disservices négatifs (production de pollen parfois allergisant, production de COV...). Le bilan sur la qualité de l'air est néanmoins globalement positif. En ce qui concerne l'eau; les plantes peuvent grâce à leurs capacité de phytoépuration améliorer la qualité de l'eau notamment en dégradant les matières organiques. La phytoremédiation porte sur la capacité des végétaux d'agir sur la pollution du sol. Cela concerne toute une série d'actions (stabilisation, dégradation, extraction...) qui portent sur de nombreux polluants (hydrocarbures, métaux lourds...). Néanmoins ces services se peuvent s'envisager que sur le temps long.

La pertinence pour le secteur du Rivel : le site ne présente pas une exposition marquée aux polluants, que ce soit au niveau de l'air, de l'eau ou des sols. La trame paysagère du projet contribuera néanmoins positivement sur l'ensemble de ces questions : filtration des particules fines produite par la circulation automobile, amélioration de la qualité de l'eau pluviale de la ZAC.

Les modalités d'action à intégrer au projet : éviter les essences fortement allergènes et diversifié au maximum la palette végétale, chercher la capacité de dépollution de l'eau par la végétation pour la gestion des eaux des voiries et espaces artificialisés.

Sources de polluants

Anthropiques :

Circulation des véhicules

Chauffage

Industrie

Agriculture (engrais, pesticides)

Naturelles :

Erosion des sols

Volcanisme

Principaux polluants

Ozone O3

Particules en suspensions

(PM2,5, PM10)

Oxyde d'azote (Nox)

Poussières désertiques

Dioxyde de Souffre (SO2)



L'European Environment Agency produit également un suivi en temps réel les données des stations de contrôle de la qualité de l'air.

<https://airindex.eea.europa.eu/AQI/index.html>

SICOVAL (FR12041)

Air Quality Index	Moderate (due to O3)
Date	2024-07-23 15:00 UTC+2
Country	France
Location	MONTGiscard
Classification	Background
Area	Suburban

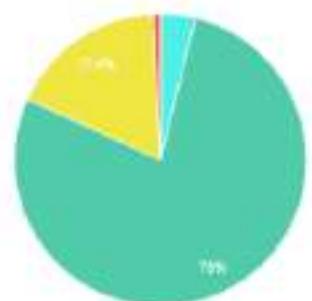
General population

Enjoy your usual outdoor activities.

Sensitive population

Consider reducing intense outdoor activities, if you experience symptoms.

Accumulated past 365 days



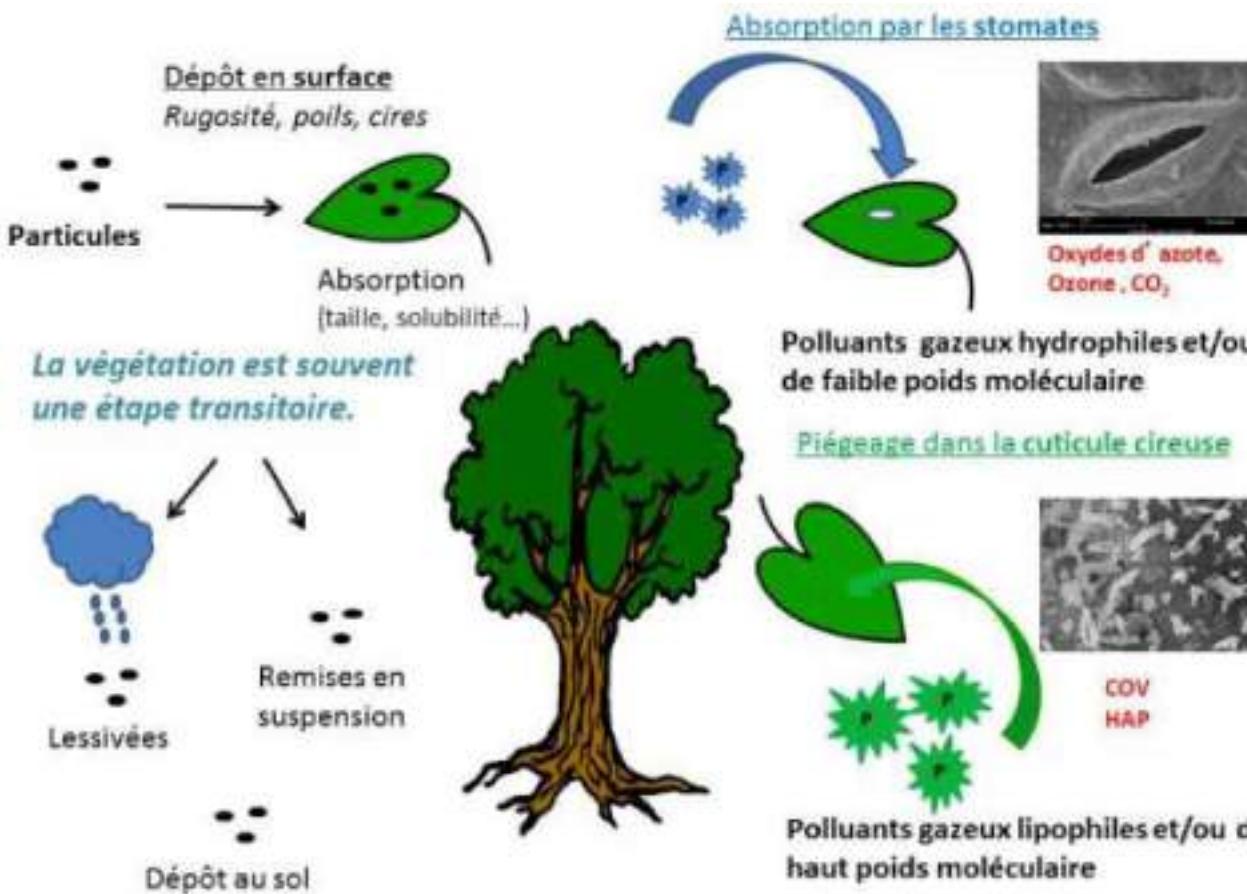
Global

O3

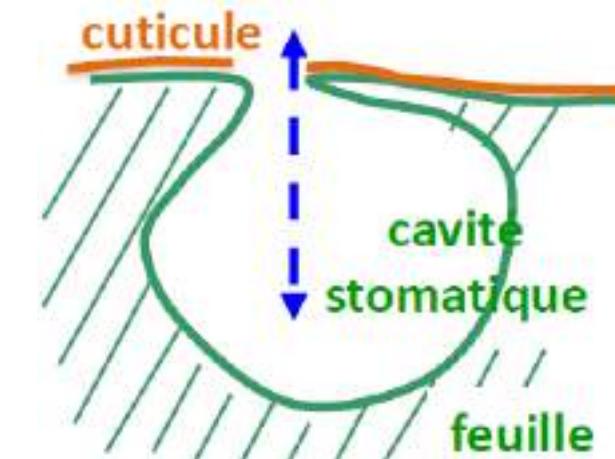


Good Fair Moderate Poor Very poor Extremely poor

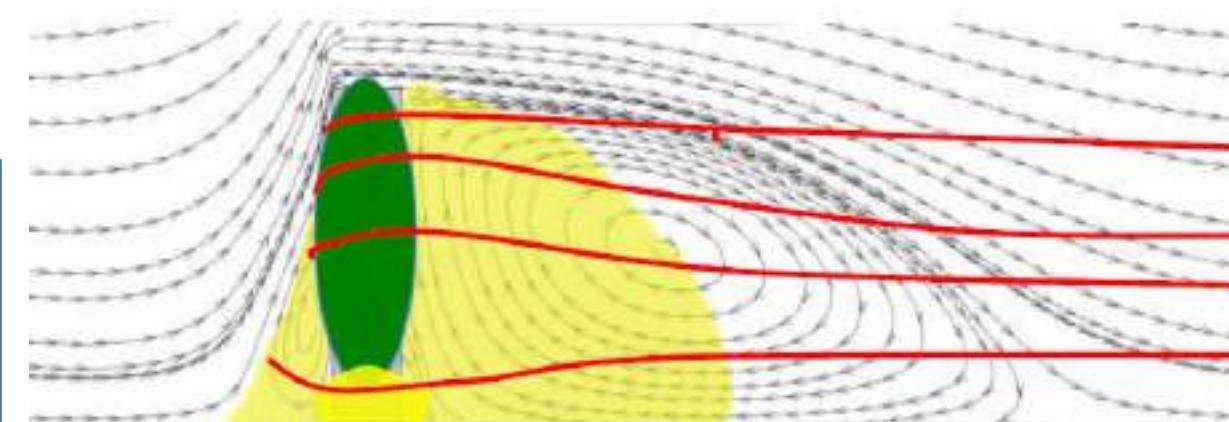
Différentes capacités de dépollution de l'air par les arbres.



Zoom sur un stomate foliaire lieu d'absorption et de métabolisation de polluants gazeux, et sur la cuticule cireuse située sur les faces des feuilles et capable de piéger certains polluants (COV, HAP).



Rôle de filtre à particule de la canopée



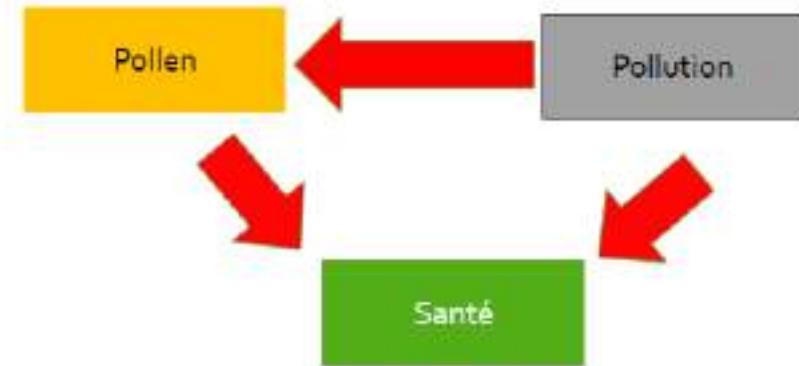
Etude Nowak et al. (2006) portant sur les fonctions de dépollution de l'air par les arbres urbains dans 55 villes américaines. On mesure des réductions de pollution :

- Localement jusqu'à 16% pour O₃ et SO₂, 9% pour le NO₂
- En général (valeurs horaires) de l'ordre de 1 à 4% des polluants.

Les disservices des plantes : production de pollens

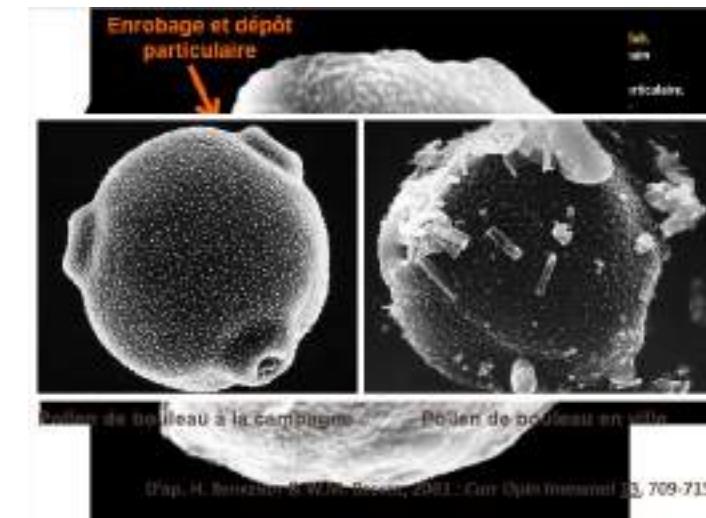
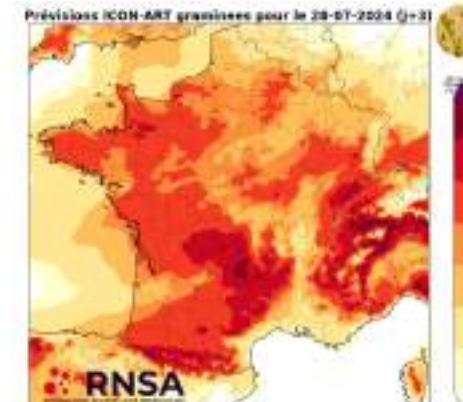
ARBRES	Potentiel	ARBRES	Potentiel
Cypres	5	Olivier	3
Bouleau	5	Tilleul	3
Aulne	4	Peuplier	2
Frêne	4	Mûrier	2
Chêne	4	Hêtre	2
Noisetier	3	Châtaignier	2
Saule	3	Orme	1
Charme	3	Pin	0
Platane	3		
RA _{1h}	0	1	2
	Nul	Très faible	Faible
			Moyen
			Elevé
			Très élevé

Herbacées	Potentiel
Graminées	5
Ambroisie	5
Pariétaire	4
Armoise	4
Plantain	3
Chénopode	3
Oseille	2
Ortie	1



Les polluants (NO₂, O₃, PM10 et PM2.5) agissent:

- En fragilisant l'appareil respiratoire
- Sur les aéroallergènes contenus dans les grains de pollen
- Sur la structure des grains de pollen
- Sur l'allergénicité des grains de pollen



<https://pollens.fr/>



Le RNSA assure en France un suivi des pollens dans l'air sur une trentaine d'essences et produit des alertes, des cartes de situation et des prévisions.

La réduction d'apports en eau

Le Réservoir en Eau Utilisable d'un sol (RU), souvent appelé « **Réserve Utile** », représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et restituer aux racines pour la vie végétale. La valeur du RU dépend de plusieurs caractéristiques du sol : - la **texture de la terre fine** : le RU d'un horizon de sol argileux est de l'ordre de 1,7 mm/cm de sol, celui d'un horizon de sol argilo-limoneux de l'ordre de 2 mm/cm de sol et celui d'un sol sableux de l'ordre de 0,7 mm/cm de sol ; - la **teneur en éléments grossiers** : le RU dépend à la fois de la quantité et de la nature des éléments grossiers, par exemple, des silex retiennent de l'ordre de 2% d'eau, tandis que des calcaires peuvent en retenir plus de 30 ; - la **profondeur du sol** : le RU est une grandeur intégrée sur l'épaisseur de sol, qui diffère grandement selon ce paramètre.

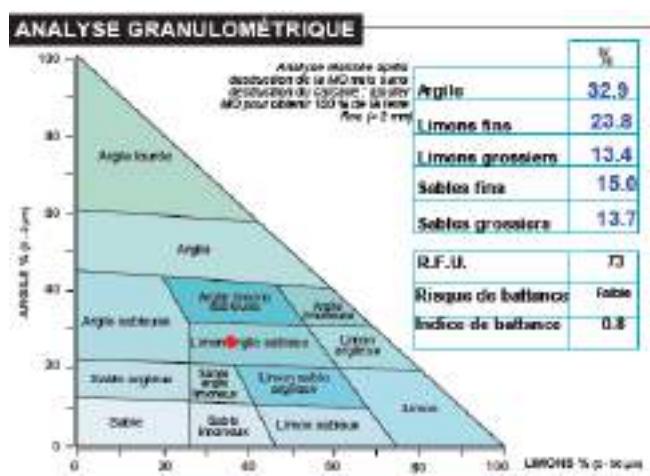
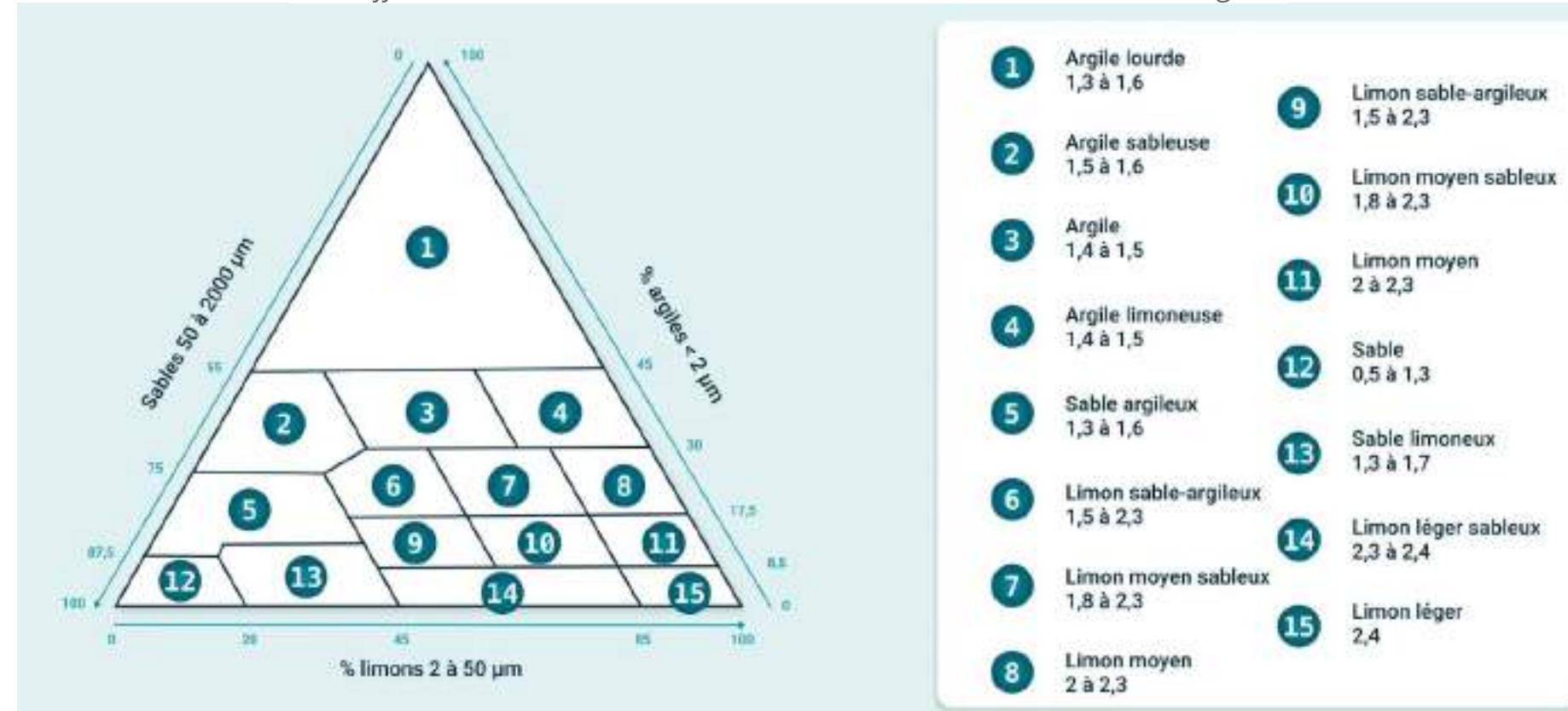


Schéma : Estimation de la réserve utile d'un sol en fonction de sa texture.
Ce triangle indique les valeurs de RU en mm/cm d'épaisseur pour différentes classes de texture.
Les chiffres sont issus de travaux de l'INRAE et d'ARVALIS – Institut du Végétal.



L'étude des sols réalisée sur le secteur de la ZAC du RIVEL caractérise des sols à dominante limoneuse (limon-argilo-sableux) et assez profonds (>1m d'épaisseur de sol). Ces deux caractéristiques sont très favorable à la rétention en eau. Néanmoins, ces sols longtemps utilisé par l'agriculture en sont relativement marqué aujourd'hui : très faible taux de matière organique, très faible vie biologique, sol tassé, notamment à la hauteur de la "semelle de labour". Un travail autour de ces axes d'amélioration peut permettre d'optimiser les qualité intrinsèques des matériaux pour la rétention en eau.

Favoriser la vie biologique du sol : un sol vivant pour des plantes résilientes

Les organismes vivant dans le sol contribuent à sa structuration. Cela contribue à augmenter la porosité du sol et donc sa capacité d'infiltration mais également de rétention d'eau.

De plus les végétaux vivent en symbiose avec des champignons microscopiques formant des mycorhize. Cette symbiose permet à la plante de profiter du réseau de filaments du champignon pour démultiplier son alimentation en eau.

Entretenir et favoriser la vie biologique des sols permet donc d'améliorer le lien entre les plantes et l'eau. L'apport de matière organique (composr



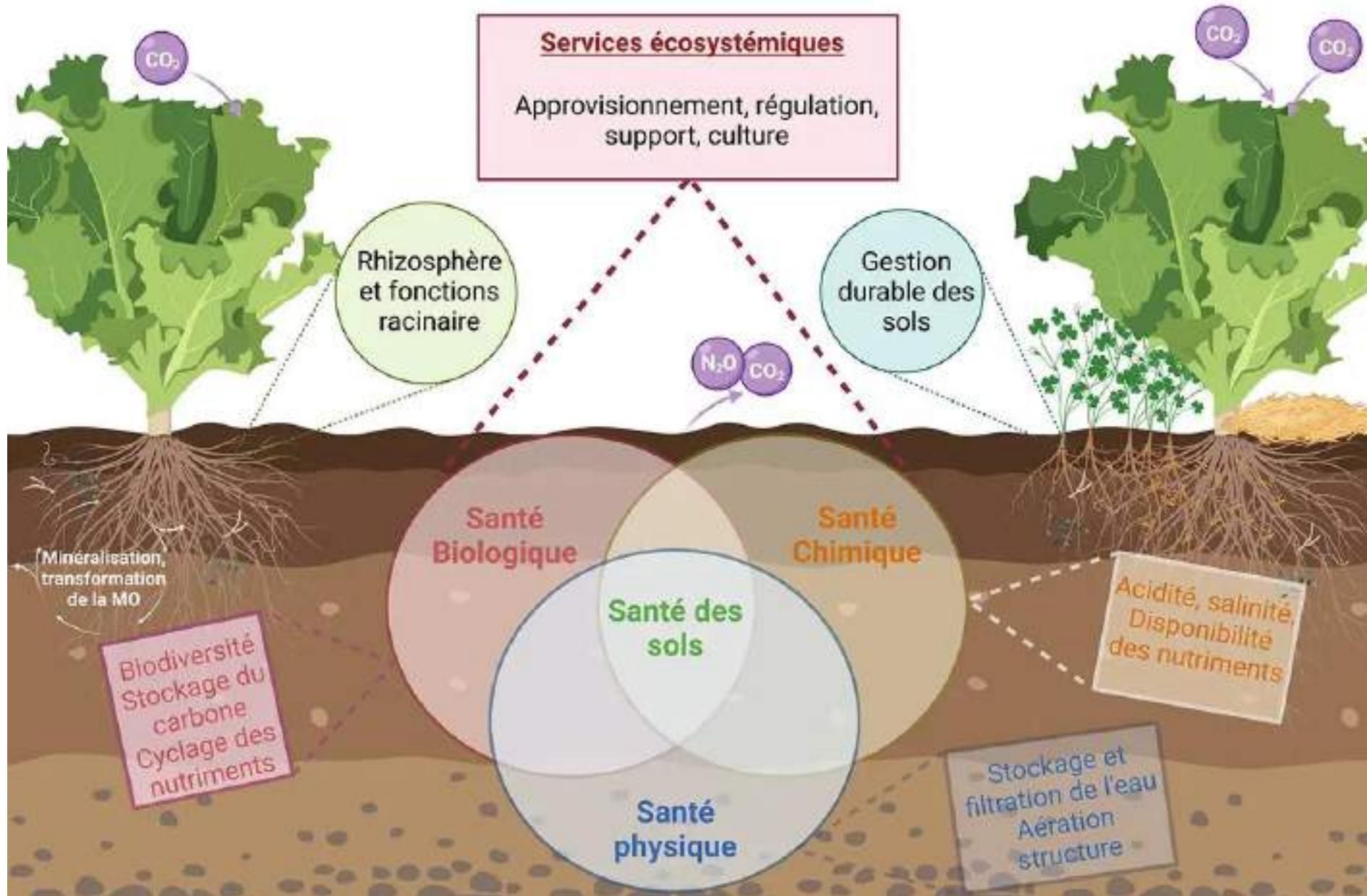
La fertilisation des sols

Le développement racinaire, la litière végétale et l'activité biologique associée au végétal contribuent à la formation et à la préservation d'un sol fertile, riche en matière organique et en éléments nutritifs.

L'application de compost, de paillages ou d'engrais verts permet d'entretenir la fertilité des sols urbains et de favoriser la croissance saine des plantations.

Une bonne fertilité des sols se traduit par une meilleure vigueur, une productivité accrue et une meilleure résistance aux stress des végétaux urbains.

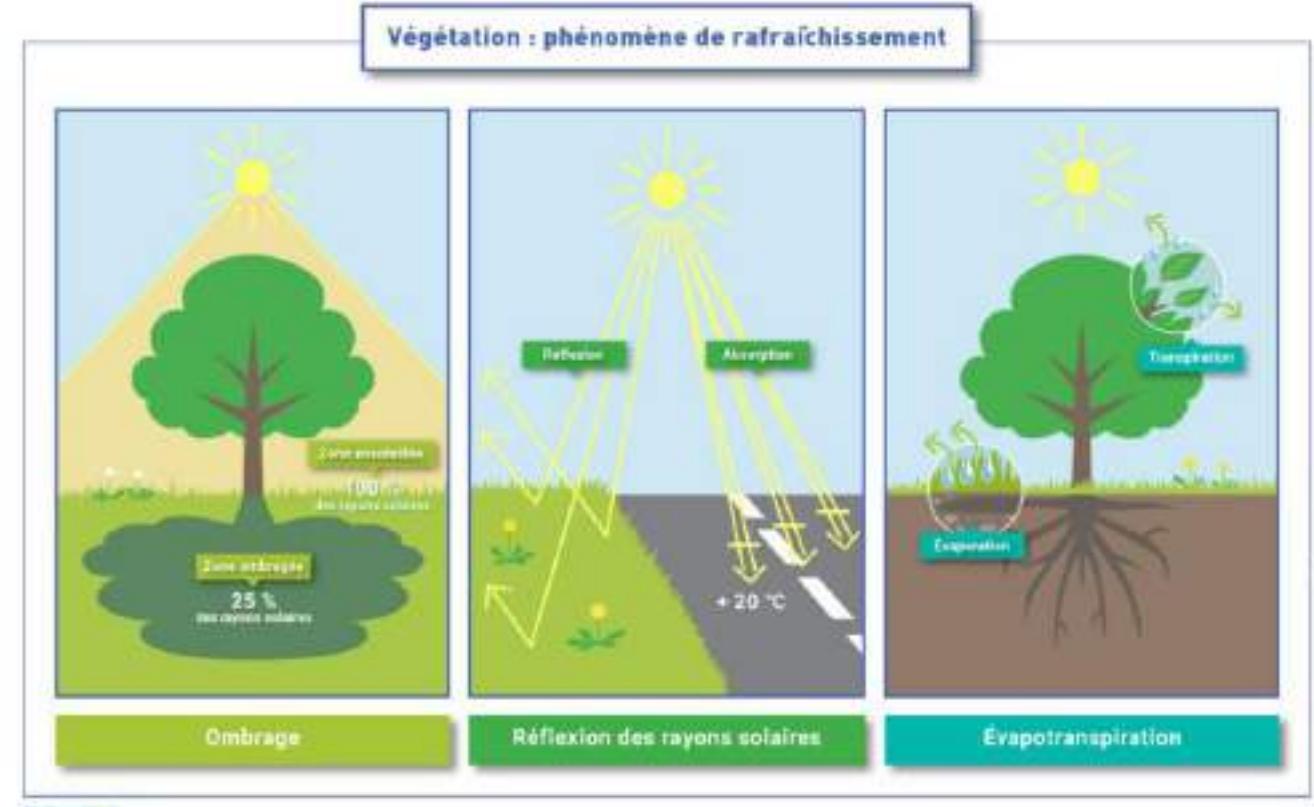
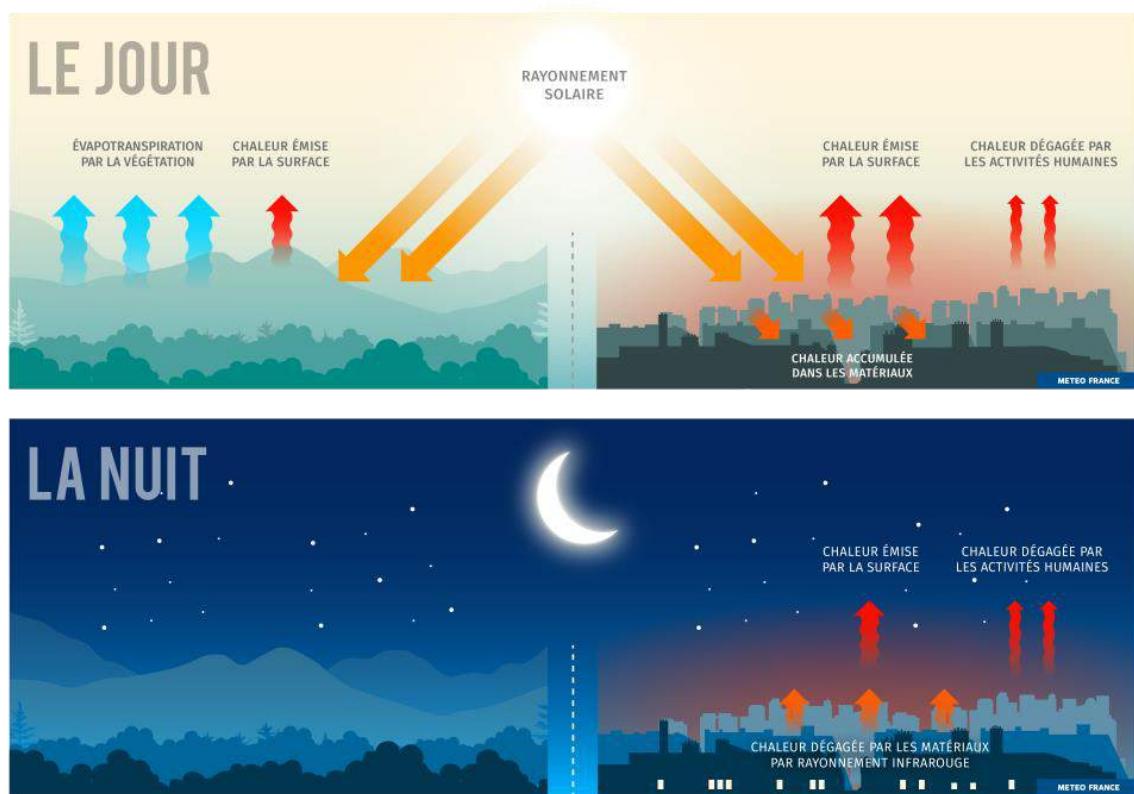
La préservation de la fertilité des sols contribue également à la séquestration du carbone, à la régulation des cycles de l'eau et à la biodiversité des écosystèmes urbains.



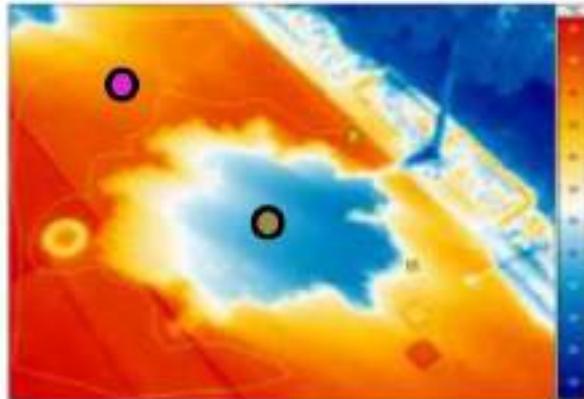
Le rafraîchissement du climat urbain

La végétation et en particulier les arbres agissent de différentes façons sur le microclimat. Tout d'abord par **l'effet d'ombrage** : l'interception du rayonnement solaire par les feuilles du houppier améliore le confort thermique de jour (jusqu'à 9 à 10° de différence de température ressentie à l'ombre d'un arbre). L'effet d'ombrage limite également l'accumulation de chaleurs sur les surfaces minérales situées sous l'arbre et qui sont ainsi protégées de l'ensoleillement. Enfin, le feuillage rafraîchi par **transpiration** : plus de 90% de l'eau pompée dans le sol par un arbre est ainsi vaporisée, créant un abaissement de température et permettant également de recharger les nuages en humidité.

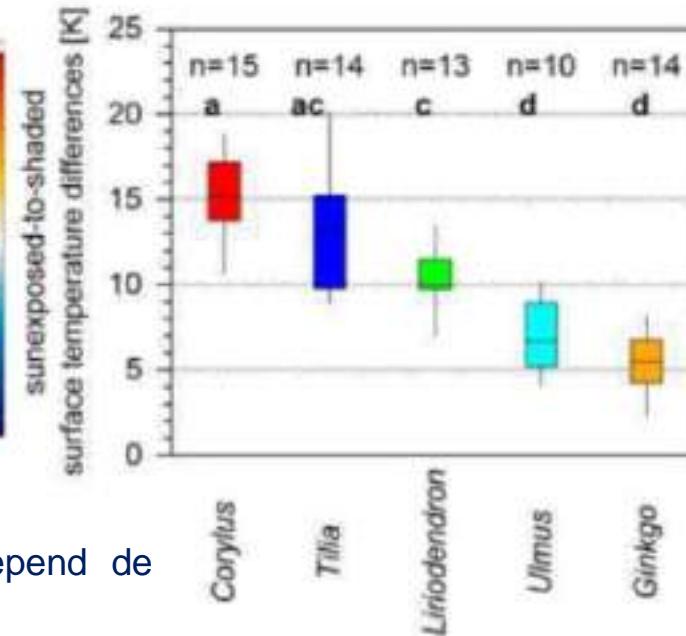
On parle souvent à tort de l'effet d'îlot de chaleur, qui est un phénomène spécifique aux zones urbaines où les surfaces minérales, sombres et imperméables accumulent la chaleur le jour et la restitue la nuit, empêchant ainsi un rafraîchissement de l'air ambiant. Ce phénomène existe à l'échelle de l'ensemble d'un territoire urbain, et c'est à cette échelle globale qu'il se combat par la désimperméabilisation et la végétalisation. Sur la ZAC du Rivel, c'est plutôt l'amélioration du confort thermique de jour qui doit être recherché. Cette amélioration se joue au contraire de manière locale par l'effet d'ombrage. Aussi faut-il définir les zones à rafraîchir et réaliser les plantations d'arbres qui vont permettre de les ombrager.



Le rafraîchissement du climat urbain,



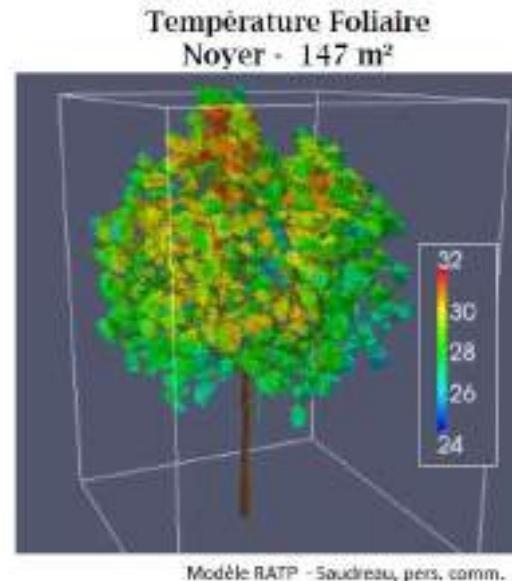
Gillnet et al., 2015



Le potentiel d'ombrage d'un arbre dépend de plusieurs paramètres :

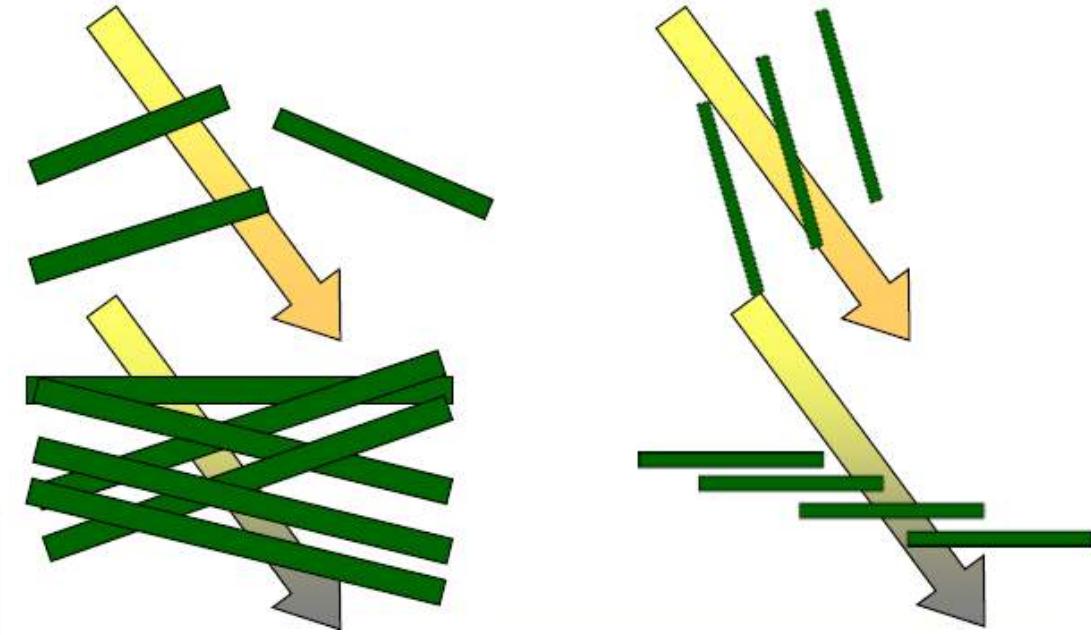
- La structure du houppier (ramification des branches, densité des branches, forme du houppier...)
- La forme et la taille des feuilles (petites, grandes, composées...), la densité du feuillage, l'inclinaison des feuilles (qui laisse plus ou moins passer le soleil).

On utilise comme mesure l'indice foliaire (LAI) qui varie de 2 (essences à ombre très légère comme le pin à 10 (essences à ombre dense comme le hêtre ou le marronnier). Cet indice dépend bien sûr de l'état de santé et de la vitalité de l'arbre.



Ombrage : Propriété structural des houppiers
Agencement spatial des feuilles

Densité foliaire et angles inclinaisons



L'indice foliaire, ou indice de surface foliaire (LAI, en anglais *Leaf Area Index*) : surface total de feuille/ surface de sol ombragé. Varie de 2 à 10 selon les espèces

Partie 2 : Réaliser un benchmark de solutions innovantes, applicables au Rivel, de techniques de plantations et d'entretien, ainsi que tout outil d'aides à la décision pour accompagner la collectivité et les porteurs de projet.

Les différents services écosystémiques étudiés précédemment convergent vers trois principales entrées thématiques sur lesquelles a porté le travail de Benchmark. Cette recherche permet de proposer des préconisations méthodologiques et techniques qui peuvent être inspirantes et répliables sur le projet du Rivel et plus généralement sur le territoire du SICOVAL :

- 1. L'entrée sol** : comment la connaissance des sols, leur gestion pendant le projet et leur amélioration peut optimiser les services écosystémiques
- 1. L'entrée eau** : comment la gestion de l'eau comme ressource peut générer des plus-values en termes de services écosystémiques.
- 1. La stratégie végétale** : que le choix des dynamiques végétales, des associations de palettes végétales peut optimiser la performance de ces services rendus.



L'entrée sol : comment la connaissance des sols, leur gestion pendant le projet et leur amélioration peut optimiser les services écosystémiques

Les apports méthodologiques pour le projet du Rivel en ce qui concerne les sols vont porter sur les questions suivantes :

- *Comment organiser la connaissance des sols pour optimiser le projet de paysage ?*
- *Comment optimiser le décapage, le stockage et le réemploi des matériaux terreux pour reconstituer des sols fertiles de plantation pour le projet ?*
- *Comment valoriser hors chantier les excédents terreux ?*
- *Comment entretenir la vie biologique des sols après l'aménagement ?*
- *Comment créer des sols portants sous les espaces de circulations (trottoirs, pistes cyclables, stationnement...)*

• Comment organiser la connaissance des sols pour optimiser le projet de paysage ?

La caractérisation agropédologique des sols de l'emprise d'aménagement nécessite un travail de terrain, complémentaire aux études géotechniques et/ou aux études de pollution :

- Implantation des observations : plan des sondages à la tarière ou des fosses pédologiques

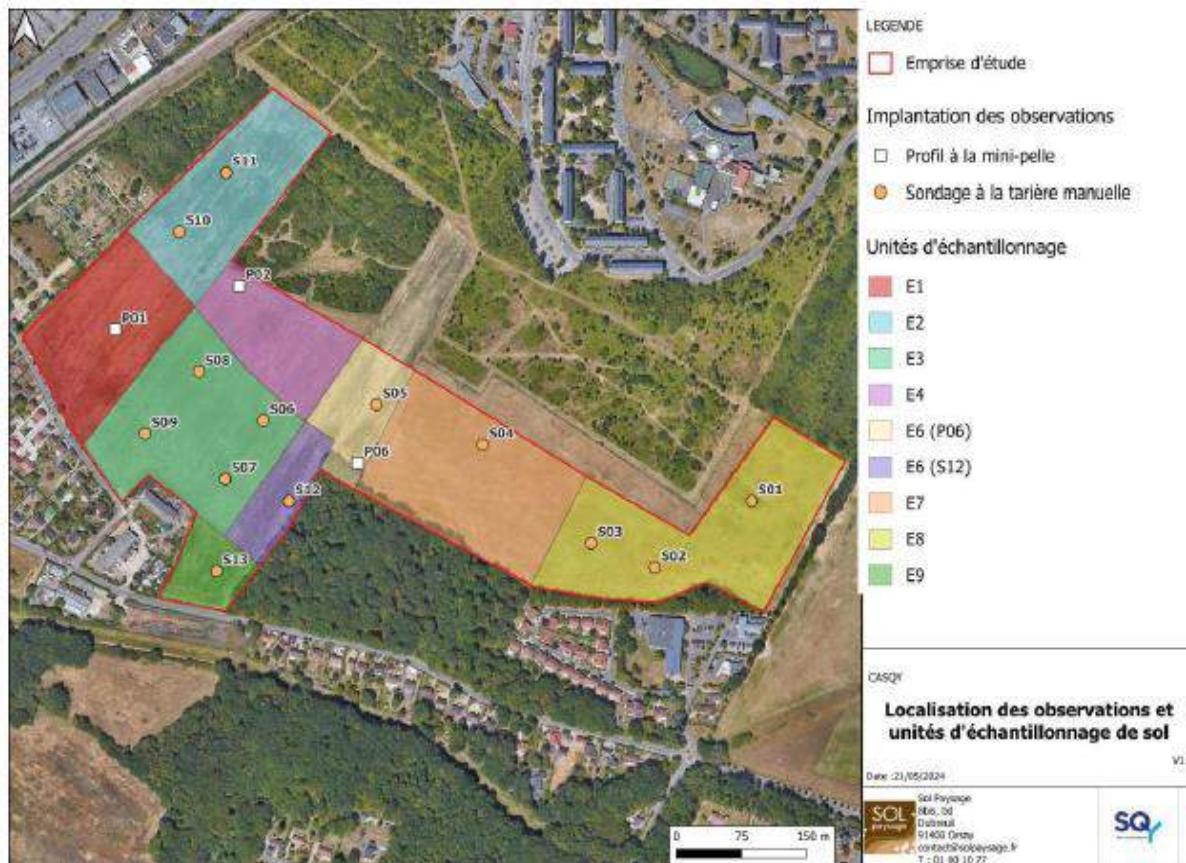


Figure 3: Carte de localisation des observations et des unités d'échantillonnage



Figure 4: carte des profils

• Comment organiser la connaissance des sols pour optimiser le projet de paysage ?

La caractérisation agropédologique des sols de l'emprise d'aménagement nécessite :

- Observations de terrain : texture, couleur, compacité, humidité, matière organique...



P02 : Localisation



P02 : Détail du profil



P02 : Horizon H1



P02 : Horizon H2



P02 : Horizon H3



P02 : Détail des matériaux couvrant les frontons

LOCALISATION ET DESCRIPTION GLOBALE	
Coordonnées GPS	
Latitude Nord : 48.45013	Longitude Est : 1.56127
Système de coordonnées : WGS84 (degré minutes)	
Pente	0%
Zone	0
Couvert végétal	friche herbacée
Aspect de surface	Couvert végétal

Description générale	Brunisol rédoxyque sur argile à meulière
----------------------	--

Description par horizon										
NOM HORIZON	PRÉC. CM	TEXURE	HUMIDITÉ	COULOUR	(H2O) MOBILITE	TEST HCL	STRUCTURE	POROSITÉ	COMP.	COMMENTAIRE
H1 0	0-10	Ls	très humide	brun clair	g : rares tache(s) d'oxydation; finas; peu contrastées ; aucune tache(s) de reduction ; quelques radule(s); moyenne; contrastée	+	GRU M	3 - EO	PC	15-30-3% : présence de galeries ; plusieurs racines (< 1mm) ; aucun EG naturel ; aucun EG anthropique
H2 0	30-50	La	très humide	brun jaunâtre	g : plusieurs tache(s) d'oxydation, moyennes, contrastées ; aucune tache(s) de reduction ; aucun radule(s)	+	POLY	2 - STR	AC	15-30-3% : présence de galeries ; quelques racines (< 1mm) ; aucun EG naturel ; aucun EG anthropique
H3 0	50-80	A	humide	brun gris acier	g : très nombreuses tache(s) d'oxydation, très grosses, contrastées ; aucune tache(s) de reduction ; aucun radule(s)	+	POLY	1 - STR	AC	MO > 1% ; absence de galeries ; aucune racines ; quelques EG naturels ; aucun EG anthropiques
H4 0	80-120	A	humide	brun gris acier	g : très nombreuses tache(s) d'oxydation, grosses, très contrastées ; aucune tache(s) de reduction ; aucun radule(s)	+	PRIS M	1 - STR	C	MO = 0% ; absence de galeries ; aucune racines ; aucun EG naturel ; aucun EG anthropiques

• Comment organiser la connaissance des sols pour optimiser le projet de paysage ?

La caractérisation agropédologique des sols de l'emprise d'aménagement nécessite :

- analyses d'échantillons de terre et interprétation agronomique

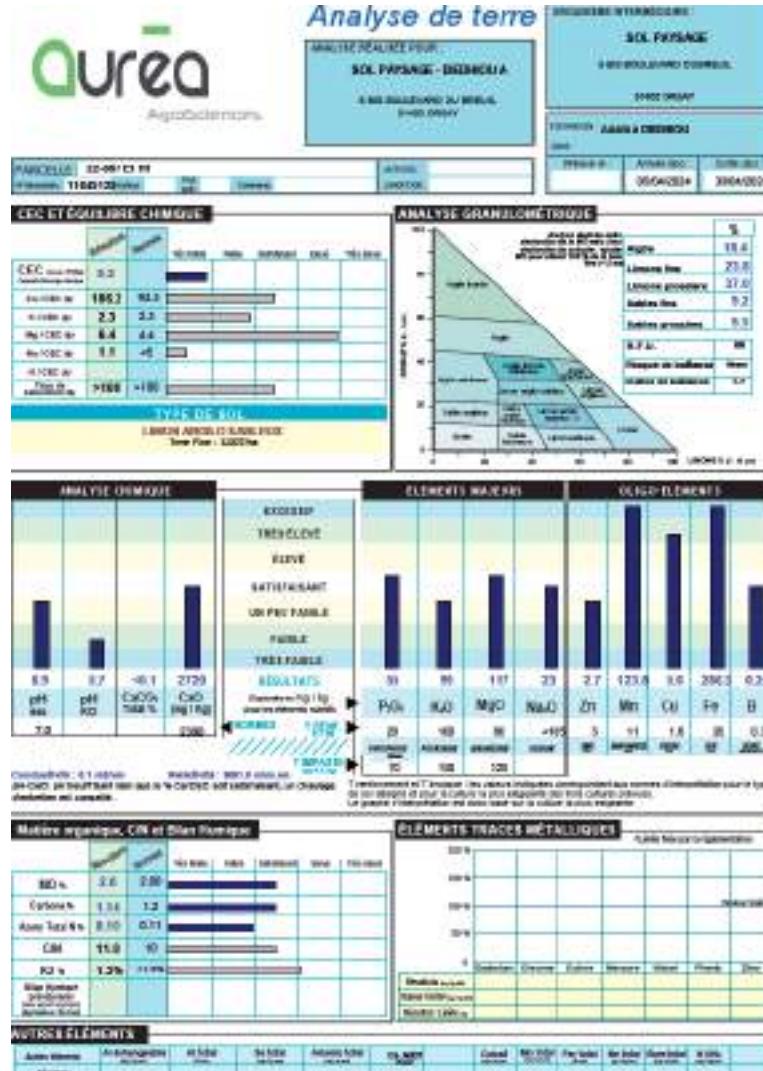


Tableau 4. Granulométrie et indice de battance des horizons de sous-face

Horizon	Perfrofle	Altitude	Références échantillons	Code montrant observé	Texture selon le triangle Bégonne texture	Sables grossiers (%)	Sables fins (%)	Argiles grossières (%)	Argiles fines (%)	Anglais (%)	Indice de sulfureux
Sur-érosion	AL11	22-007 E1-H2	Se-LAS	Limon argilo-sableux	10	9	28	22	39	1.2	
	AG96	22-007 E2-H2	Se-LA	Limon argileux	0	6	38	23	39	1.6	
	AL12	22-007 E3-H2	Se-LAS	Limon argilo-sableux	13	9	23	27	39	1.1	
	AE9	22-007 E4-H2	Se-LAS	Limon argilo-sableux	8	7	28	24	33	1.2	
	AH8	22-007 E5-H2	Se-LAS	Limon argilo-sableux	7	7	34	26	37	1.6	
	AH11	22-007 E7-H2	HP-LA	Argile limon-sableuse	10	9	26	16	36	0.0	
	Moyenne				9	8	28	21	39	1.2	
Écart-type moyenne					±3	±1	±4	±2	±3	±0.5	

Tableau 11. Biomasse microbienne des horizons de surface

Horizon	Parcelle	Horizon	Références échantillons	Code matériau observé	Texture selon le triangle Gessa des textures	Matière organique (%)	Biomasse microbienne (%)	Biomasse microbienne (mg/kg)
Surface	AL11	Surface	22-087 E1 H1	S-Lsa	Limon sablo-argileux	2,0	0,80	98,00
	AL12	Surface	22-087 E3 H1	S-LsaO	Limon sablo-argileux	3,7	2,00	303,00
	AE3	Surface	22-087 E4 H1	S-Lsa	Limon sablo-argileux	1,7	1,00	107,00
	AE99	Surface	22-087 E6 H1 (P6)	S-Lsa	Limon sablo-argileux	2,1	1,50	191,00
	AH11	Surface	22-087 E7 H1	S-Lsa	Limon sablo-argileux	2,3	1,10	172,00
		Moyenne				3	1	97
		Écart-type moyenne				±0,6	±1	±87

• Comment organiser la connaissance des sols pour optimiser le projet de paysage ?

Le diagnostic agropédologique permet d'orienter les choix de végétaux du paysagiste concepteur du projet selon leur adaptation au sol :

- Sols profonds / superficiel
- Sol acide / légèrement acide / carbonaté
- Sol compact / sain filtrant / très poreux
- Sol sec ou frais
- Sols hydromorphes

5.3.1 Palette 1 , listes espèces d'arbres pour les sols fertiles de plantation

Nom scientifique	Genre	Nom commun	Strate	Type	Compacité		pH	Hydromorphie	Alimentation en eau	Profondeur	Zone Climat	NoteSoli	NoteClimat	NoteGlobale
					Sain filtrant	Carbonaté		Non Hydromorphe	Sec	Profond				
<i>Acer campestre</i>	<i>Acer</i>	Erable champêtre	Arbre	Feuillu	2	2		2	1	2	2	5	2	5,2
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Aesculus</i>	Marronnier d'Inde	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Betula verrucosa</i>	<i>Betula</i>	Bouleau vernigre	Arbre	Feuillu	2	1		2	2	2	2	5	2	5,2
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Carpinus</i>	Chêne comm.	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Cedrela sinensis</i>	<i>Cedrela</i>	Acajou de Chine	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Chamaecyparis Noth.</i>	<i>Chamaecyparis</i>	Cypres de Nootka	Arbre	Conifère	2	2		2	2	2	2	6	2	6,2
<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Cryptomeria</i>	Cypomère du Japon	Arbre	Conifère	2	1		2	2	2	2	5	2	5,2
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	<i>Cupressocyparis</i>	Cyprés de Leyland	Arbre	Conifère	2	1		2	2	2	2	5	2	5,2
<i>Melia azedarach</i>	<i>Melia</i>	Lilas de Perse	Arbre	Feuillu	2	2		2	2	2	2	6	2	6,2
<i>Pinus nigra laricio calab.</i>	<i>Pinus</i>	Pin noir laricio calab.	Arbre	Conifère	2	1		2	2	2	2	5	2	5,2
<i>Populus alba</i>	<i>Populus</i>	Peuplier blanc	Arbre	Feuillu	2	2		2	1	2	2	5	2	5,2
<i>Prunus avium</i>	<i>Prunus</i>	Mésangeier	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Prunus pessardii</i>	<i>Prunus</i>	Prunier de Pissard	Arbre	Feuillu	2	2		2	1	2	2	5	2	5,2
<i>Quercus cerris</i>	<i>Quercus</i>	Chêne chevelu	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Quercus sessiliflora</i>	<i>Quercus</i>	Chêne sessile	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Sorbus aria</i>	<i>Sorbus</i>	Alisier blanc = A	Arbre	Feuillu	2	2		2	2	2	2	6	2	6,2
<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Sorbus</i>	Sorbière des oiseaux	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Sorbus domestica</i>	<i>Sorbus</i>	Commeier	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Sorbus intermedia</i>	<i>Sorbus</i>	Alisier de Suède	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2
<i>Sorbus terminalis</i>	<i>Sorbus</i>	Alisier terminal	Arbre	Feuillu	2	2		2	1	2	2	5	2	5,2
<i>Taxus baccata</i>	<i>Taxus</i>	If	Arbre	Conifère	2	2		2	1	2	2	5	2	5,2
<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Tilia</i>	Tilleul argenté	Arbre	Feuillu	2	1		2	1	2	2	4	2	4,2

L'entrée eau : comment la gestion de l'eau comme ressource peut générer des plus-values en termes de services écosystémiques.

Les apports méthodologiques pour le projet du Rivel en ce qui concerne l'entrée eau vont porter sur les questions suivantes :

- *Quelles données hydrologiques et hydrographiques sont à rassembler en amont du projet ?*
- *Comment optimiser la récupération de l'eau au plus près de son point de chute ?*
- *Comment diviser le site de projet en une succession de mini-bassins versants emboités ?*

L'entrée eau : comment la gestion de l'eau comme ressource peut générer des plus-values en termes de services écosystémiques.

- *Comment diviser le site de projet en une succession de mini-bassins versants emboités ?*

Les connaissances acquises sur la topographie et l'hydrologie du site à aménager permettent de le découper en une série de bassins versants contigus ou successifs. Ces données sont alors à analyser finement pour chaque bassin et à retraduire dans le projet par un découpage plus fin encore de l'espace en une série de sous-bassins et de mini bassins qui permettront de répartir de manière équilibrée l'eau de pluie en la captant au plus près de son point de chute. C'est donc un travail conjoint et en dialogue entre le positionnement des bâtiments et des infrastructures (voies, parkings...), le positionnement des surfaces minérales perméables et des espaces végétalisés exutoires de l'eau pluviale (donc situées en point bas) et le nivellation. Une logique de zoom progressif est donc à imaginer pour relier la stratégie globale de gestion de l'eau aux micro-choix d'aménagement.

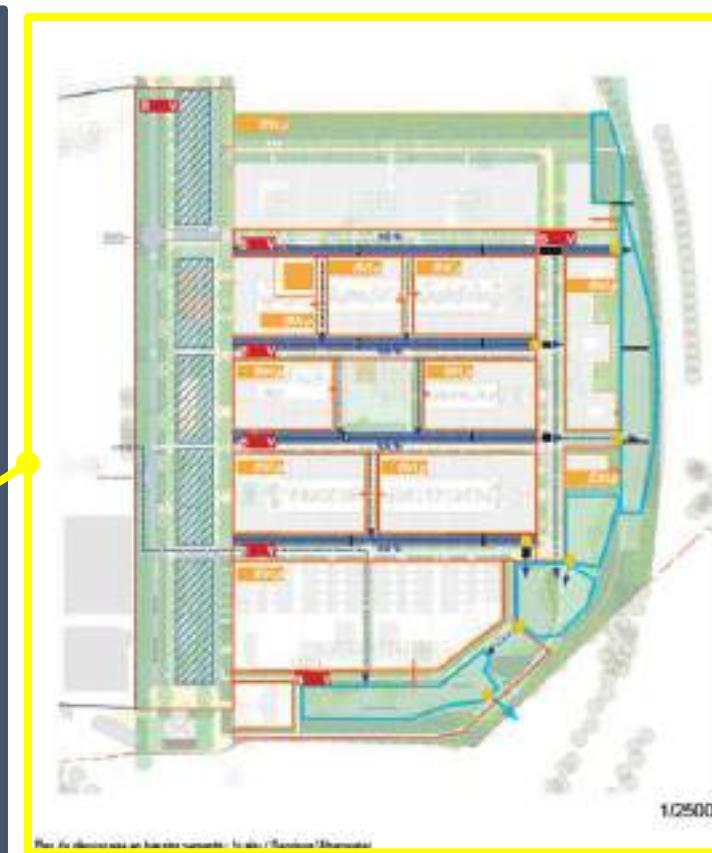
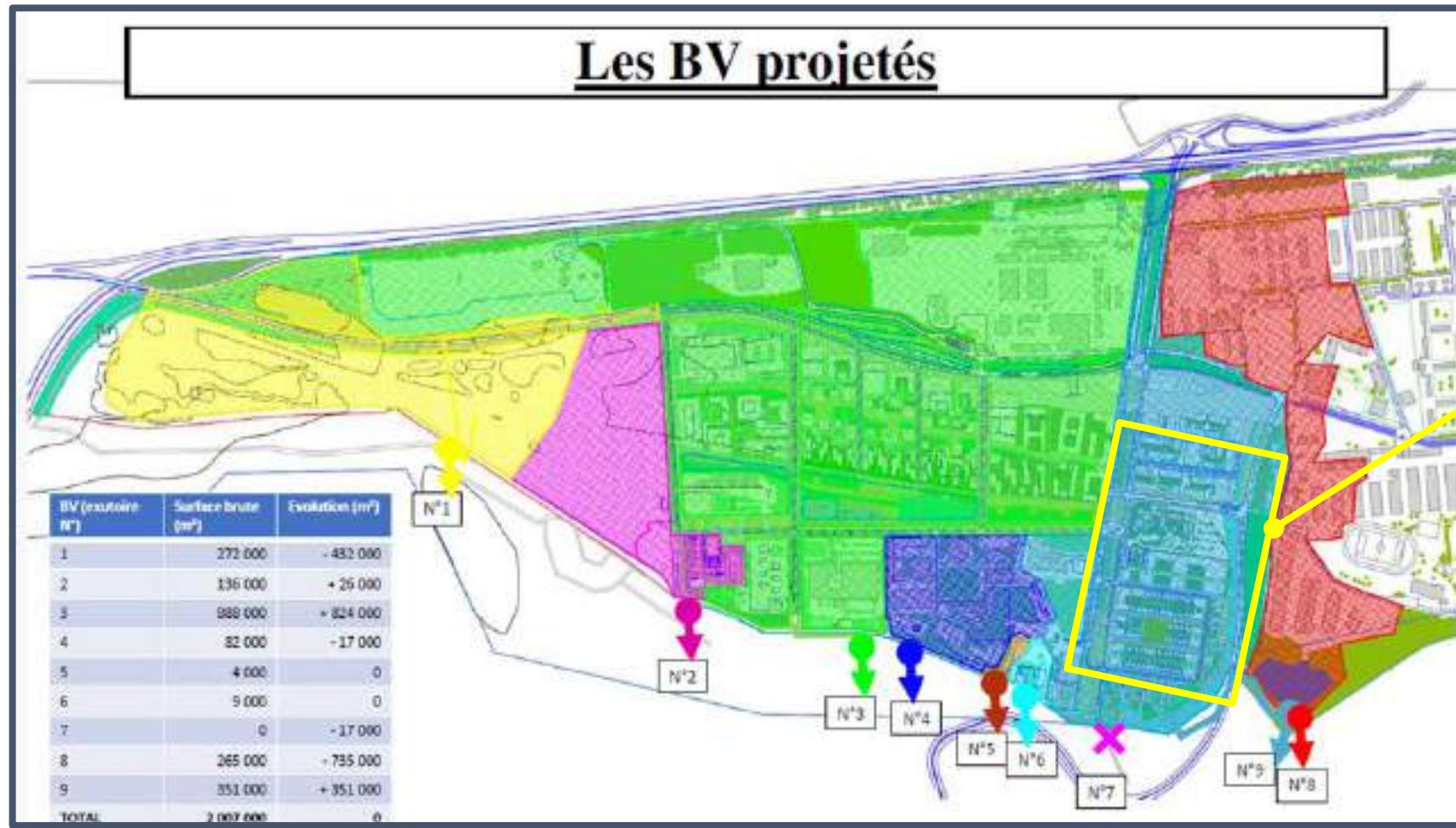
Lien entre la gestion de l'eau, le nivellation et la conceptions des espaces plantés – Aménagement de la Rue de la République, Vaulx en Velin (69), 2022



Comment diviser le site de projet en une succession de mini-bassins versants emboités ?

Projet ZAC Satory à Versailles (en cours d'études)

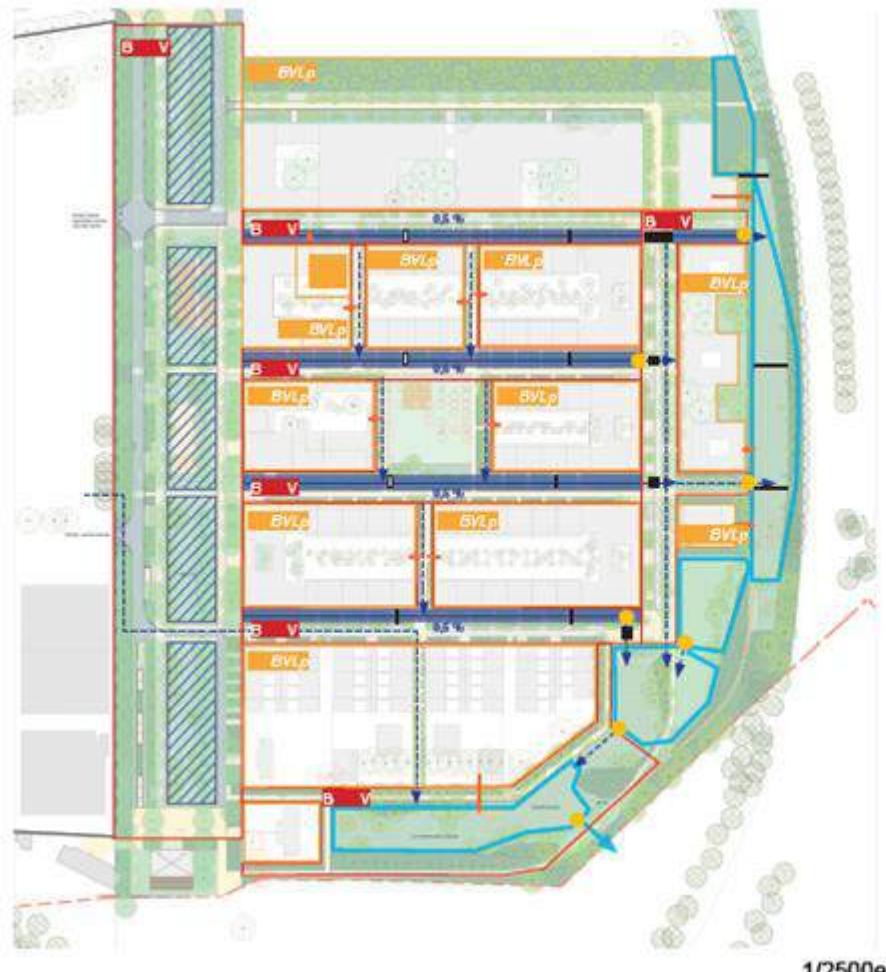
Les études topographique permettent de diviser l'ensemble de la ZAC en 9 principaux bassins versants. A l'intérieur de chacun, le projet redécoupe progressivement l'espace en plusieurs niveaux de sous-bassins qui permettent de gérer l'eau au plus près de son point de chute. Les surfaces végétalisés sont positionnées et dimensionnées pour recevoir cet écoulement gravitaire.



Mini-bassins versants à l'échelle du quartier Lisière, et les chemins de l'eau envisagés.

Projet ZAC Satory à Versailles (en cours d'études)

Les mini-bassins versants permettent de gérer directement les pluies petites et moyennes. Pour les pluies exceptionnelles, il est important de mettre en réseaux ces différents bassins vers des espaces végétalisés complémentaires conçus en creux qui pourront servir de bassin de rétention temporaire. Le chemin de l'eau est donc à étudier à l'échelle du projet dans son ensemble.



Plan du découpage en bassins versants - In situ / Reprises Urbanwater

*Mini-bassins versants à l'échelle du quartier
Lisière, et les chemins de l'eau envisagés.*



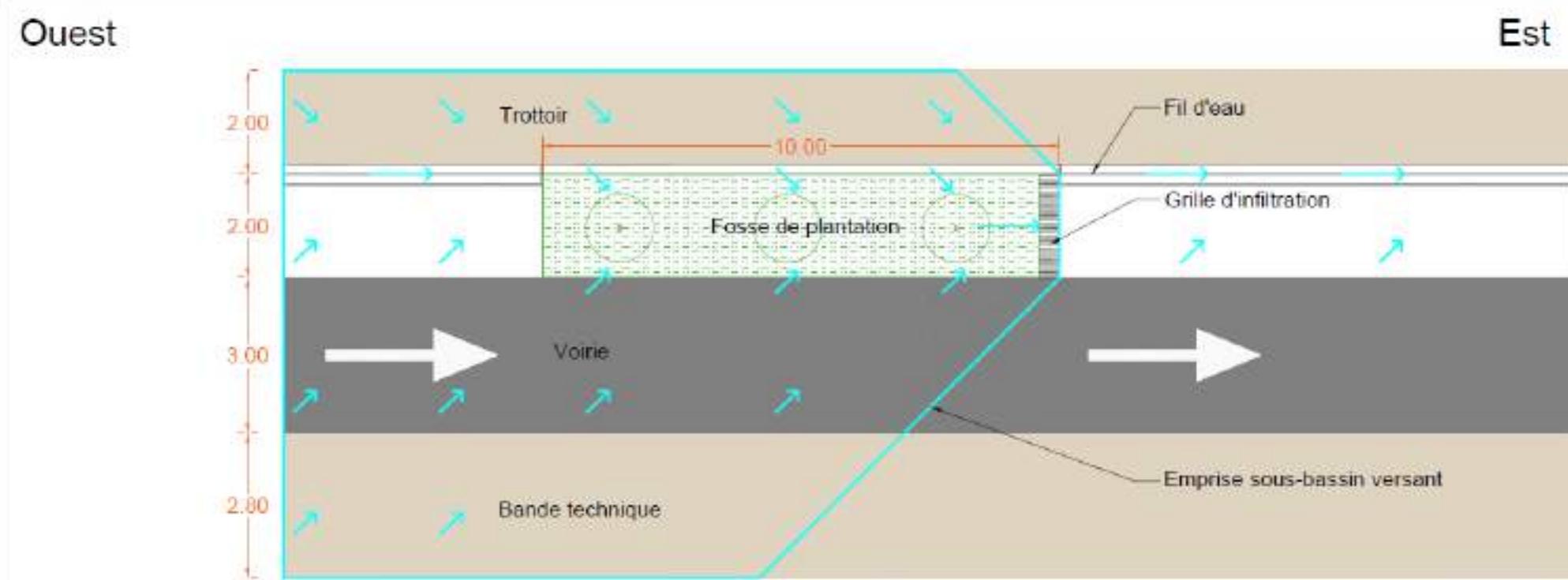
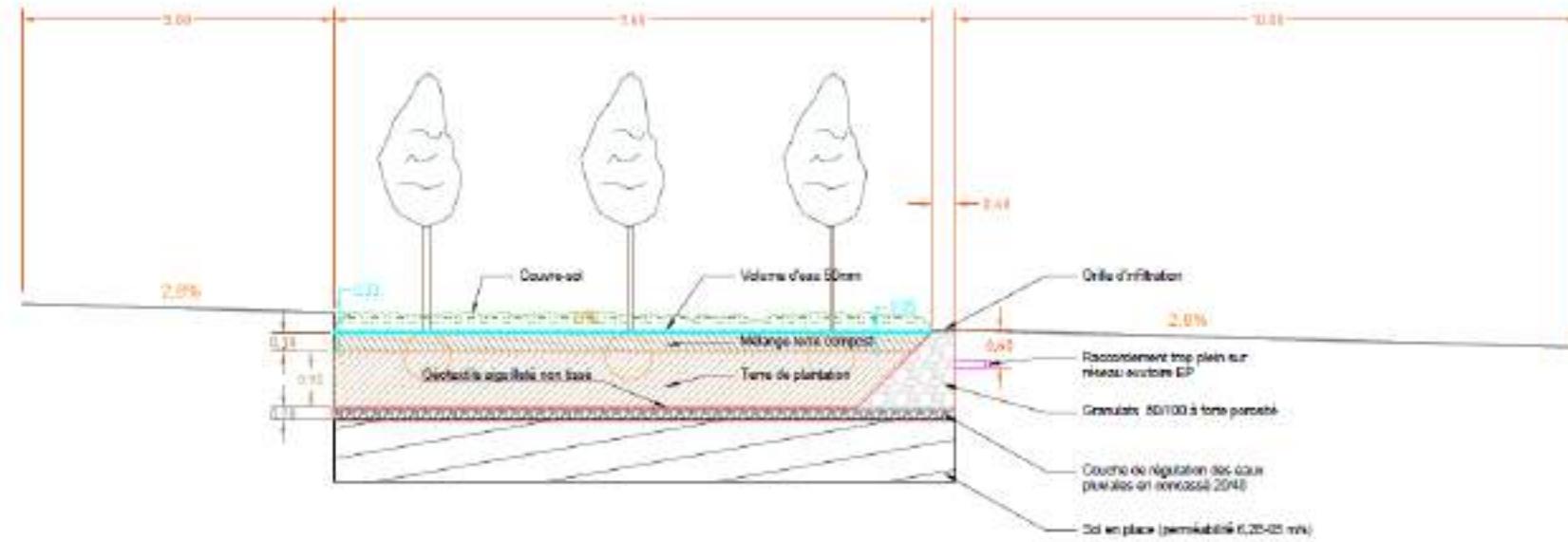
Plan de nivellement pour l'écoulement des eaux pluviales - In situ / Reprises Urbanwater

Zoccola - AVP- Coupe longitudinale de principe - Sol Paysage - le 10/08/2022

Si on étudie la traduction détaillée de la conception, on voit comment un espace d'infiltration (ici une fosse continue de plantations) est reliée à un mini-bassin versant (emprise du sous-bassin versant sur le schéma en bleu).

Ce type de conception nécessite donc un travail combiné des différents acteurs du projet, afin que le paysage soit le lien qui unifie les différentes fonctionnalités de l'aménagement.

Sol Paysage - Projet de réaménagement du quartier Zoccola-Les Crottes pour EPA Euroméditerranée, à Marseille (13) -2018



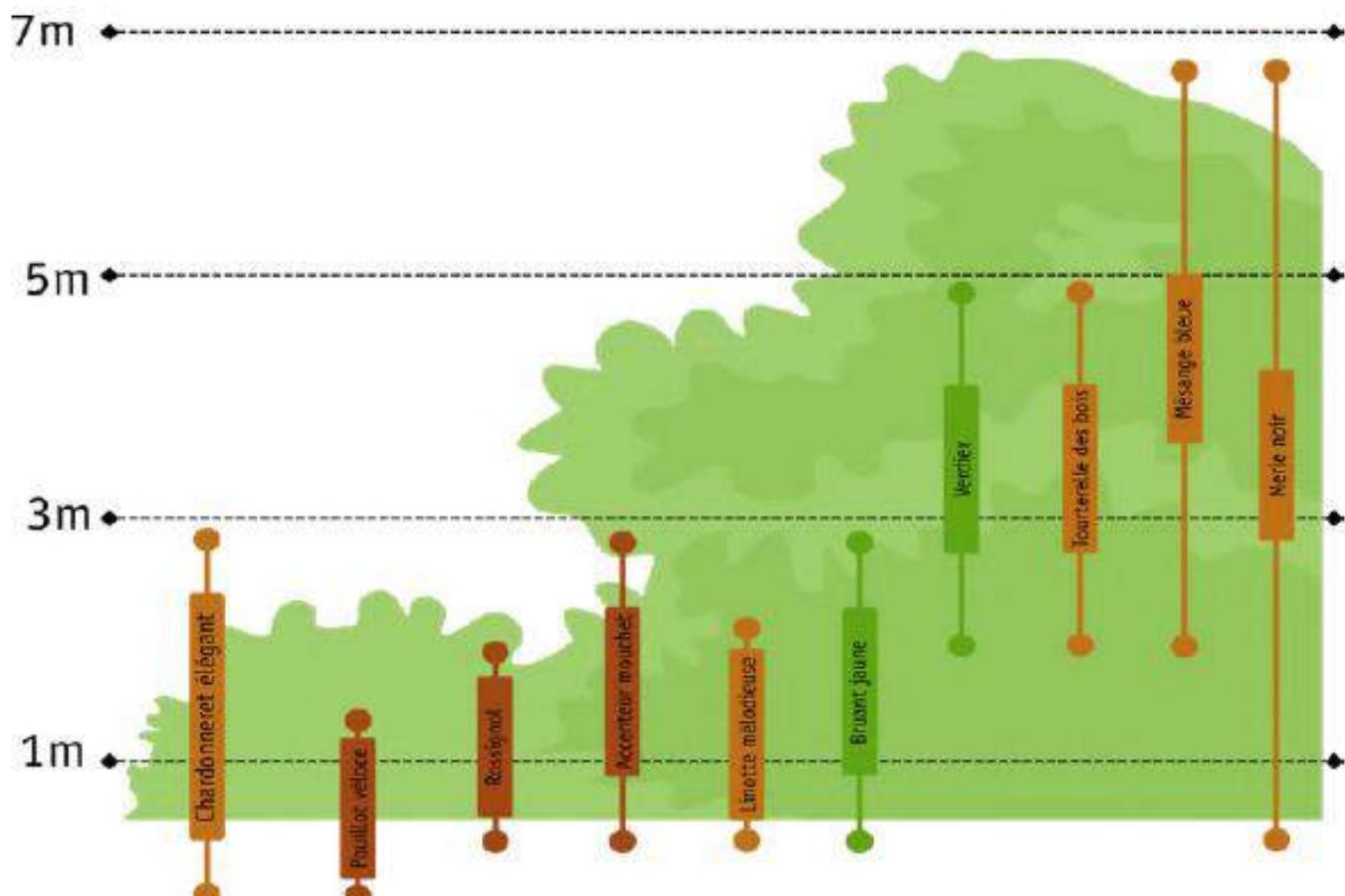
La stratégie végétale : que le choix des dynamiques végétales, des associations de palettes végétales peut optimiser la performance de ces services rendus.

Les apports méthodologiques pour le projet du Rivel, en ce qui concerne la stratégie végétale, vont porter sur les questions suivantes :

- *Pourquoi et comment diversifier la palette végétale ?*
- *Comment adapter finement le choix des espèces aux caractéristiques de chaque espace de plantation ?*
- *Comment associer les strates végétales pour favoriser la biodiversité ?*
- *Comment mixer les forces des végétaux pour améliorer le rendu paysager à court et long terme ?*
- *Comment minimiser les charges de gestion grâce aux choix de plantation ?*

- **Comment associer les strates végétales pour favoriser la biodiversité ?**

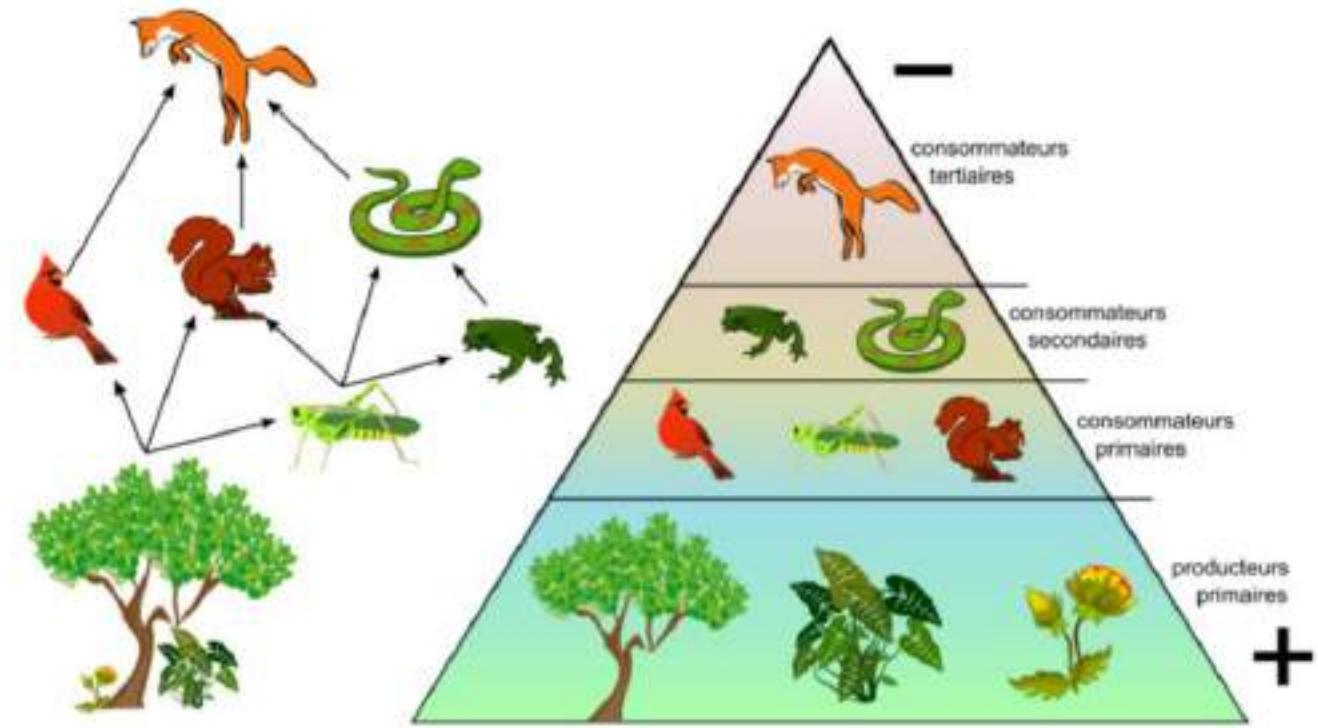
Pour favoriser la biodiversité, il faut agir à la fois sur l'offre de nourriture et sur l'offre d'habitat. L'offre de nourriture doit permettre, grâce à une palette végétale diversifiée et adaptée d'apporter tout au long de l'années les principales sources de nourriture des animaux (feuilles, nectar, pollen, fruits, matière ligneuse...). Pour diversifier les habitats potentiels, il faut créer des paysages multistrates (c'est à dire composés de plusieurs strates végétales depuis la mousse au sol jusqu'à l'arbre), ainsi que des hétérogénéité du couvert végétal. Plus un paysage sera diversifié en forme, comme en espèces végétales, plus il aura un fort potentiel d'accueil pour les animaux.



Zone de nidification de plusieurs espèces d'oiseaux selon la hauteur et le positionnement dans une haie multistrates (adapté de Alsace Nature 2023 "Herbes folles et petites bêtes").

- **Comment associer les strates végétales pour favoriser la biodiversité ?**

La composition végétale doit permettre de recréer les conditions de fonctionnement naturel d'un écosystème. Ces conditions sont basé sur une bonne adéquation entre la palette végétale et son biotope, c'est à dire à l'ensemble des conditions physico-chimiques de ce site (nature du sol, pH, températures, disponibilité en eau...). Une palette végétale bien installée et différenciée va naturellement attiré un cortège d'animaux en permettant la recréation de chaînes alimentaires. Cela démarre par le bon fonctionnement du sol favorisée par une forte vie biologique. Cela se poursuit par un développement des végétaux qui offre des sources de nourritures pour les insectes (feuilles, nectar, pollen...). Ces derniers attirent alors des oiseaux qui enrichiront enfin le paysage par des apports de graines.



Réseau trophique d'un aménagement paysager. La "pyramide trophique montre la quantité de biomasse à chaque étage de ce réseau.

- **Comment associer les strates végétales pour favoriser la biodiversité ?**

Exemple de projet : Parc Technologique de la Porte des Alpes (1995/2005)

Le Parc Technologique de la Porte des Alpes à St Priest, près de Lyon, est un projet assez similaire à celui de la ZAC du Rivel. Ce parc d'activité économique développé sur 140 Ha d'anciens terrains agricoles à du, pour permettre son acceptation beaucoup investir dans la qualité de son insertion paysagère. Cette exigence s'est porté à la fois sur la proportion des espaces végétalisés, mais également sur un partage équilibré entre l'effort sur le domaine public et sur les espaces privés. Sur plus du tiers de sa superficie il comprends donc des espaces paysagers et naturels recréés, formant des habitats très diversifiées (lac, zones humides, forêt, prairies...) et des ambiances variées supports d'usages récréatifs et sportifs variés, notamment des personnes travaillant sur le site. Un suivi écologique sur plus de 20 ans à permis de suivre la reconquête progressive de la biodiversité animale dans les espaces de nature créés suite à l'aménagement. Ainsi 42 espèces de papillons, 32 espèces d'oiseaux et plus de 320 espèces végétales ont ainsi été répertoriées sur le site. Sa gestion écologique lui a permis d'être labellisé Ecojardin.



- **Comment associer les strates végétales pour favoriser la biodiversité ?**



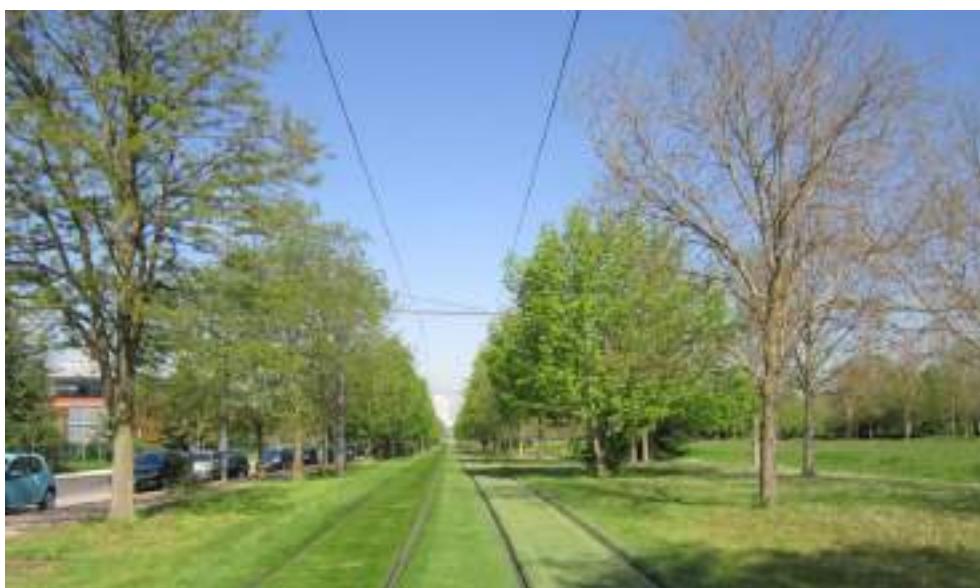
Zone humide recréée en bordure de la forêt de Feuilly plantée suite à l'aménagement de la zone d'activité

Insertion paysagère des bâtiments d'activités : création d'une bande plantée continue sur 15m de largeur (public-privé). La bande est plantées d'arbres, d'arbustes et de tapissantes et recueille les eaux de pluie de la chaussée.

Parc Technologique de la Porte des Alpes



Un des 3 lacs servant à la gestion des eaux de pluie et valorisant le paysage. Siège d'une grande augmentation de la biodiversité depuis la création



Boisements linéaires encadrant une vaste prairie fauchée.

ANNEXE C3

Méthode de conception d'une palette végétale, Territoire de l'Ouest

METHODE DE CONCEPTION D'UNE PALETTE VEGETALE



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Préalables

1 - Appréhender les **conditions pédoclimatiques** du terrain à aménager : types de sol et aléas climatiques qui vont impacter les espaces végétalisés.

2 - Intégrer le processus de **changement climatique** actuel avec l'intensification des phénomènes cycloniques et les périodes de sécheresse plus longues et plus fréquentes.



© Vincent BOULLET

Savane du Système fluviatile actif sec de la Rivière des Galets (BOULLET 2022)

Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

3 - Appréhender la **végétation**, la **flore** et les **habitats** existants à l'intérieur du périmètre opérationnel de la ZAC Ecocité Phaonce.

- Extraction BD Mascarine
- Etude d'impact sur l'environnement (2021)
- Etude de la végétation des savanes (BOULLET 2022)
- Typologie descriptive des habitats de La Réunion (LACOSTE & FERARD 2021)

Système savanaire adlittoral semi-aride des alluvions ensablées de la Plaine Chabrier



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

4 - Analyser et intégrer d'**autres palettes végétales réalisées dans le même secteur** bioclimatique

- Espèces plantées existantes sur la ZAC Ecocité Phaonce (Etude d'impact environnemental 2021)
- Palette végétale du prolongement de l'Axe Mixte traversant la ZAC (Région, TCO, Département, St-Paul)
- Notice paysagère Pôle Vélo et Glisse Urbaine réalisée par Laurence BREGENT Zone-Up Paysage (sept. 2023)
- Plantations de l'Ecoquartier Cœur de Ville, La Possession
- Autres palettes végétales existantes

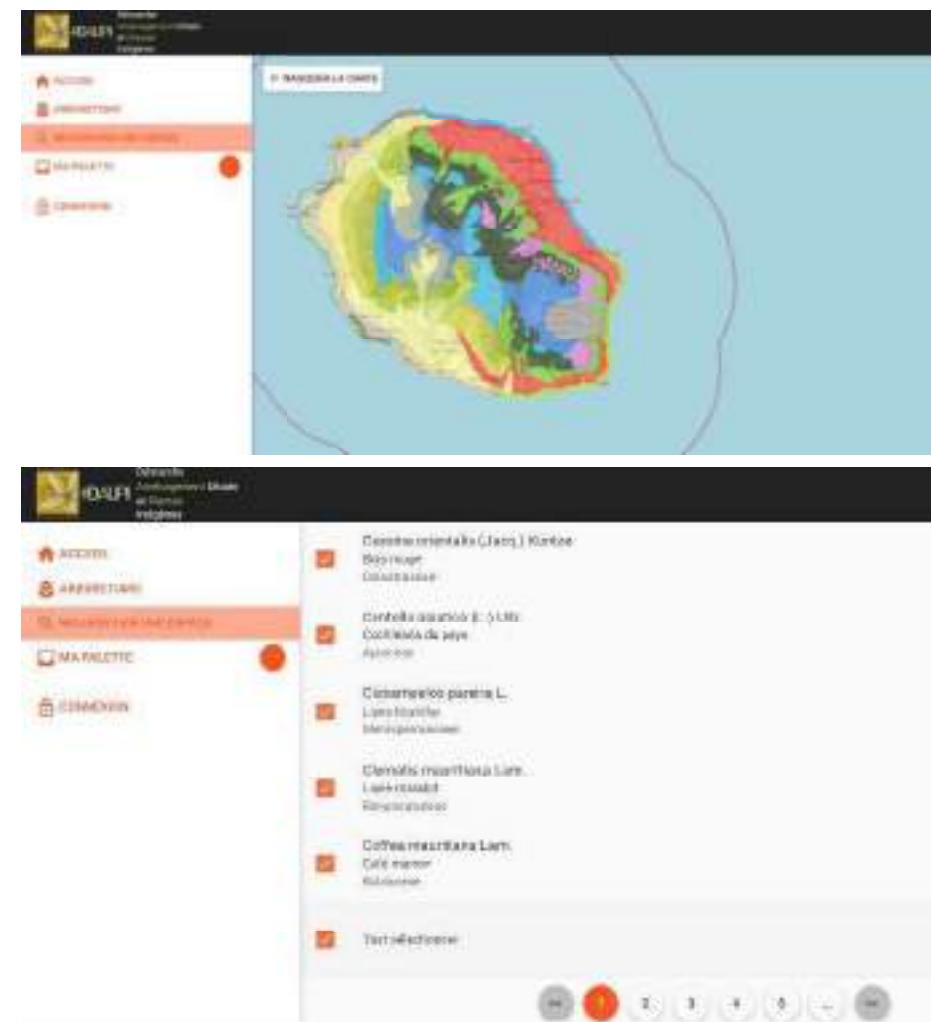


Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 1 : créer une **palette végétale d'espèces indigènes DAUPI** grâce à l'outil en ligne « Ma Palette » <https://daupi.cbnm.org/palette/>

Palette initiale enrichie avec d'autres espèces végétales indigènes et exotiques adaptées au contexte et aux usages de la ZAC Ecocité Phaonce



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 2 : privilégier des **espèces indigènes** et des espèces **exotiques non envahissantes adaptées**

Choisir ou **filtrer** (éliminer) les espèces **selon des caractéristiques biologiques, écologiques et statutaires** :

1. **Types biologiques** : arbres, arbustes, (sous-) arbrisseaux, herbacées (dont fougères), plantes succulentes, lianes, palmiers, bambous (proportion à définir)

Bois de sinte



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 2

2. **Port** fonction de la croissance/ramifications
3. **Hauteur** maximum
4. **Feuillage** persistant vs caduque
5. **Système racinaire**
6. **Statut d'indigénat**
7. **Statut de menace (UICN)**
8. **Statut de protection**
9. **Invasibilité**

Liane blanche



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 2

10. Exigences et tolérances écologiques :

- Exigences : lumière (pleine lumière/ demi-ombre/ombre), sol pauvre versus riches
- Résistances : sécheresse, vents cycloniques, passage du feu, pollution, maladies
- Tolérances : embruns marins, élagages

Bois rouge



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 3 : privilégier des **espèces facilement mobilisables**. Stratégie végétale de production de et plantation ; multiplication de quantités suffisantes et maîtrise culturelle

Choisir ou **filtrer** (éliminer) les espèces **selon plusieurs critères** :

1. **Croissance** relative
2. **Capacité de production**
3. **Délais de production**
4. **Domestication** : espèce domestiquée versus sauvage non encore domestiquée
Ex. Cascavelle, Jolivave, Ti l'affouche...
5. **Maîtrise culturelle** (ITP)



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 3

- **Connaitre et intégrer la disponibilité en pépinière.** Espèce non disponible : production soutenue par une collectivité territoriale
- **S'assurer de la diversité génétique** des palettes végétales



Bois puant

Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 4 : privilégier des **espèces** selon leurs **rôles dans l'aménagement** (ombrage, alignement ...), leurs **fonctions** (structuration, écologique, ...) et leurs **usages**.

Choisir ou filtrer les espèces selon plusieurs critères :

1. Aménagements et fonctions

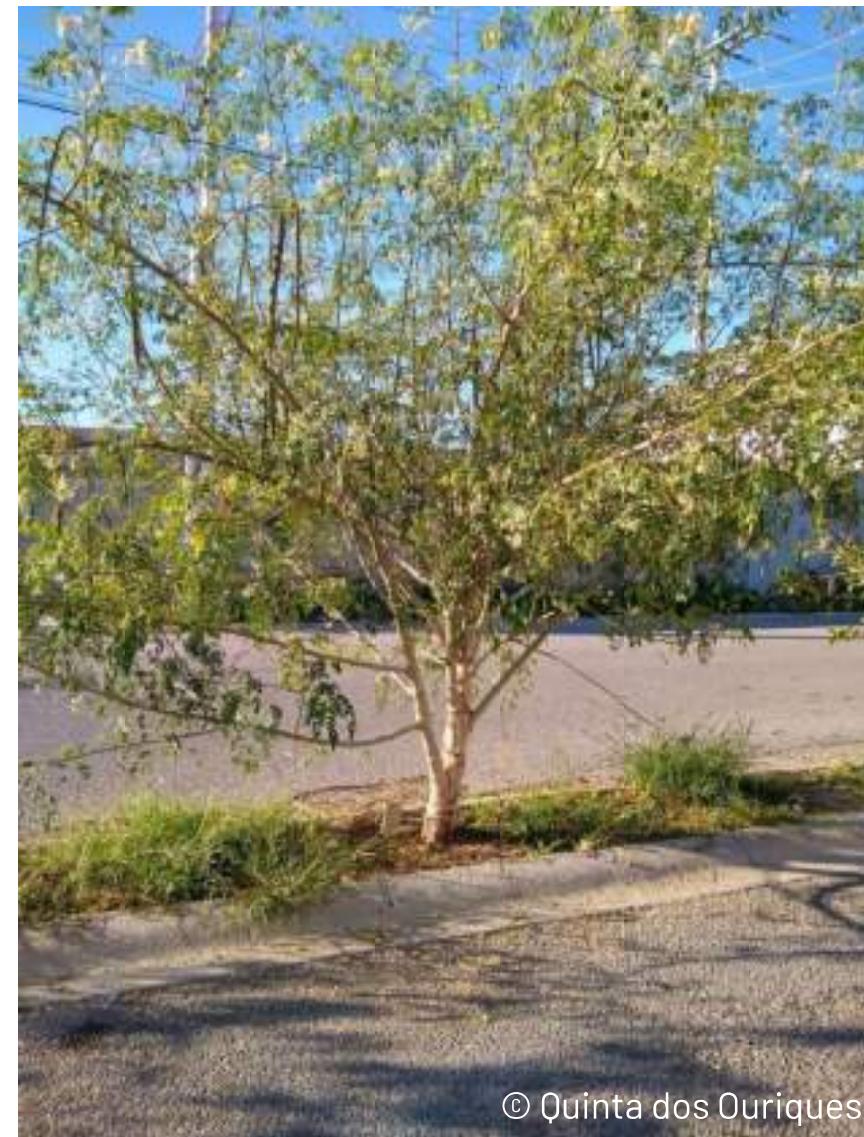
Structuration des espaces : arbre isolé, alignement, haie, écran, barrière défensive, bosquet, couvre-sol, ...

Aménagements paysagers : espace paysagé, parc de loisir

Confort thermique : ombrage, îlots anti-chaleur

Fonctions (agro-)écologiques : brise-vent, anti-érosion, corridor écologique, pollinisation, noue végétalisée (biorigole), conservation ex situ, ...

Mouroungue



Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 4

2. **Gestion différenciée** des espaces, respectueuse de l'environnement, adaptée à leur situation et à leur vocation

3. **Plantes apiphiles**, dites « mellifères », produisant du pollen et du nectar, attractives pour les abeilles et autres insectes polliniseurs

Veloutier bord de mer



© C. FONTAINE

Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 4

4. Intérêts et usages :

- Plantes ornementales
- Plantes aromatiques & médicinales (PAPAM)
- Plantes alimentaires : fruitiers, légumes, brèdes
- Plantes fourragères, de pâturage et agroforestières
- Plantes utiles : matériaux (bambous, bois, textile, papier), combustible, teinture, biocarburant, ...
- Plantes traditionnelles (artisanat), culturelles & cultuelles
- Plantes multiservices



© 2020 Jean Pawek

Brède kaoki - Goji

Méthode de conception d'une palette végétale

Principales étapes

Etape 5 : échanger avec des professionnels et des experts pour recueillir leurs avis, et **éliminer / repêcher** éventuellement certaines espèces non recommandées après le retour d'expérience de leur utilisation en aménagement.

- Ateliers de travail du 14 février et du 25 mars 2024
 - ✓ Botanistes(CBNM)
 - ✓ Paysagistes(Objectif Paysage)
 - ✓ Bureaux d'études, MOE, MOA

Méthode de conception d'une palette végétale

Liste d'espèces extraite de MASCARINE / DAUPI / palettes existantes

Filtres

- ✓ Retrait des EEE (invasibilité 5, 4, 3, 3+, 2, 2P, 1P)
- ✓ Retrait des espèces menacées Liste Rouge UICN (CR, EN, VU, DD) et protégées (AM 2017), **sauf si maîtrise culturelle, largement domestiquées et traçabilité assurée**
- ✓ Retrait des espèces difficiles à différencier ou à identifier
- ✓ Retrait des espèces non adaptées (hygrophiles, sensibles au vent...)

Palette d'espèces retenues

Palette végétale proposée

Matrice de données (tableur Excel) + Note explicative accompagnant la palette

1. **Identité taxonomique et nom** : nom vernaculaire, nom scientifique, famille botanique ;
2. **Liste Optimisée de VEgétaux pour les professionnels des aménagements paysagers - LOVe** : Code LOVe et notoriété (%)
3. **Sélection des espèces et commentaires des experts**
4. **Caractéristiques et statuts** : type biologique, port, hauteur max., feuillage, système racinaire, statut d'indigénat, catégorie de menace UICN, statut de protection, invasibilité ;
5. **Ecologie** : exigences / lumière, sol, résistance à la sécheresse, aux vents cycloniques, aux incendies, tolérance aux embruns, à l'élagage ;
6. **Multiplication** : croissance, capacité et délais de production, domestication, maîtrise culturelle ;
7. **Usages** : aménagements/fonctions, gestion différenciée, plante apiphile, intérêts ;
8. **Remarques LOVe** : libellé, remarques, strate ;
9. **Sources d'informations**

ANNEXE D1

Caractérisation d'une méthode de projet "à la Bongraine" et formalisation d'un bilan critique

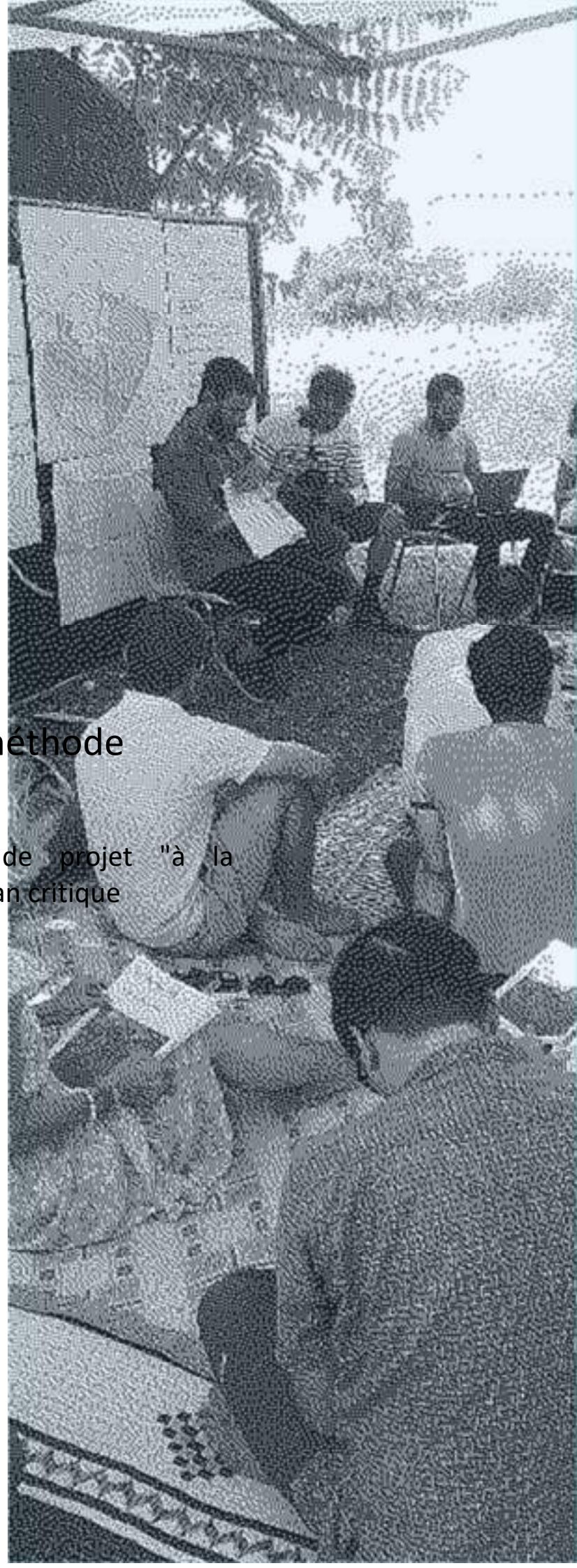
a
u
v

Un bilan possible de la « méthode Bongraine »

Caractérisation d'une méthode de projet "à la Bongraine" et formalisation d'un bilan critique

Octobre 2024

une
autre
ville



« Faire naître à Bongraine un quartier sobre et vivant, permettant aux habitants de s'impliquer dans une écologie joyeuse et volontaire »

Intention du projet, 2024

Sommaire

1.	Qu'est-ce-que la « méthode » Bongraine ?	5
1.1	A l'origine de la « méthode Bongraine », l'imbrication des ambitions écologiques et participatives	6
A.	Extrait du cahier des charges d'Aquitannis, « Ecologie et communautés d'engagement » (2020)	6
B.	Extraits de l'offre du groupement de maîtrise d'œuvre urbaine (2020)	6
1.2	Une démarche d'accompagnement des changements plutôt qu'un travail de composition urbaine	7
1.3	Qu'appelle-t-on « Méthode Bongraine »	8
2.	Les implications concrètes de la « méthode Bongraine »	11
2.1	Les implications concrètes de la « méthode Bongraine »	12
A.	La conscience de notre impact sur le sol, sur le vivant et sur la vie de 800 familles et bien plus	12
B.	L'envie, la créativité	12
C.	La transversalité des savoirs et des savoir-faires	13
D.	La sincérité et la confiance dans nos compétences et celles des autres	13
E.	Le soin apporté aux liens entre nous	13
F.	La conviction que le temps doit continuer à bonifier le projet	14
2.2	Ce qui a été fait pour préparer les communautés habitantes à gagner en autonomie et à s'impliquer dans une écologie joyeuse et volontaire	15
A.	La permanence	15
B.	Des premiers ateliers citoyens dès 2021	15
C.	L'habitat participatif comme condition pour construire à Bongraine	16
D.	L'association des communs de Bongraine	16
E.	Les modalités de prises de décisions	16
F.	Les communs de Bongraine (à compléter avec LSDLV)	17
2.3	Ce qui change aujourd'hui	18
3.	Bilan critique	19
3.1	Les conditions de la bifurcation écologique sont-elles réunies ?	20
A.	Fluidité des canaux de communication (intensité + facilité)	20
B.	Capacité de la « méthode Bongraine » à permettre la diffusion de l'intention du projet auprès des nouvelles parties prenantes	22
C.	Considération de la parole des différentes parties prenantes	23
D.	Niveau d'envie et de confiance des parties prenantes du projet	24

E.	Amélioration continue de l'impact environnemental du projet	25
F.	Capacité à entraîner la bifurcation du territoire élargi	26
G.	Capacité à intégrer les propositions ou renoncements issus de l'intelligence collective / accords obtenus sur des sujets non balisés	27
H.	Montée en compétence collective	28
I.	Capacité du projet à faire de la place pour la créativité de tou.te.s	29
3.2	Les contions de l'implication citoyenne sont-elles réunies ? (à compléter avec M&E)	30
3.3	Les conditions de faisabilité du projet sont-elles réunies ? (à compléter avec Aquitanis)	31
A.	Capacité à mettre l'argent du projet là où il sert le plus l'intention	31
B.	Capacité à tenir un calendrier de projet raisonnable	32
4.	Comment caractériser un projet « à la Bongraine » pour passer le relais à l'AMU et aux habitants ?	33
4.1	Les fondements	34
4.2	Les changements à accompagner	34
4.3	Les critères de réussite	34
4.4	Eloge des petites victoires (en faire une annexe ?)	34

1.

Qu'est-ce-que la
« méthode » Bongraine ?

Ce qui fonde la recherche et la mise en place d'une méthode alternative de projet, c'est d'abord l'ambition environnementale, posée dès le départ par la CDA, puis l'enjeu participatif, défendu par Aquitanis comme condition sine qua non d'une écologie sincère. La « méthode Bongraine » cherche à déjouer la règle qui veut que l'ambition environnementale d'un projet se dégrade à mesure qu'il avance dans l'opérationnalité et dans la mise en usage.

La méthode Bongraine, initiée par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine en réponse à cette demande, part de l'idée que pour opérer le renversement, on ne peut plus se contenter de propositions d'ajustements techniques mais qu'il faut pouvoir embarquer l'humain pour encourager des changements plus profonds des modes de faire. Cela passe par :

- L'implication des professionnels comme membres d'une communauté d'engagement initiale modélisante et vouée à disparaître
- Le déjargonnage de la fabrique du projet urbain pour donner du pouvoir d'agir aux premiers concernés : les futurs habitants du quartier.

1.1 A l'origine de la « méthode Bongraine », l'imbrication des ambitions écologiques et participatives

A. EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES D'AQUITANIS, « ECOLOGIE ET COMMUNAUTES D'ENGAGEMENT » (2020)

« Un projet écologique ne peut se penser comme un projet d'experts techniques qui produit habitats et espaces publics vertueux, auxquels les habitants de demain devront s'adapter, grâce à une pédagogie prescriptive d'un mode de vie considéré « en chambre » comme « éco-responsable ». Aujourd'hui, les producteurs d'une ville durable pensent connaître les attendus des citoyens et pouvoir agir grâce à des solutions ; et on trouve une standardisation des solutions : conciergerie, jardins partagés.

Mais sait-on vraiment comment les citoyens souhaitent et peuvent intégrer l'impératif écologique ? Quelles sont les réalités de leur vie quotidienne ? et en quoi les services proposés répondent concrètement d'abord à leurs besoins ? »

B. EXTRAITS DE L'OFFRE DU GROUPEMENT DE MAÎTRISE D'ŒUVRE URBAINE (2020)

« La participation citoyenne doit être outillée puis elle doit enrichir le projet, au risque de l'infléchir. Cela suppose une double logique de diffusion des connaissances sur l'écologie urbaine, à travers une démarche d'éducation populaire, et d'infusion/appropriation des enjeux par les habitants et l'ensemble des parties prenantes, dans une logique d'accompagnement des changements et non pas de pédagogie des usages vertueux, pour que le projet soit incarné et pris en main après notre départ ».

« Notre intervention dans la vie du territoire sera circonscrite dans le temps. Nous comprenons qu'il ne s'agit pas de livrer le produit le plus performant possible à l'issue de cette période mais de

contribuer à une montée en compétence progressive et collective pour créer les conditions d'une amélioration continue du projet dès le démarrage et bien après notre départ. »

« Quelques principes clés :

- Faire sortir l'expertise environnementale du champ purement technique
- Ne pas figer le projet dans un dessin
- Être partie prenante ... pour impliquer les parties prenantes
- Décloisonner les étapes du projet urbain
- Donner du crédit à l'expression citoyenne dès le départ »

En 2023, arrivée d'une équipe AMU alignée sur cette vision



« L'ambition de Bongraine est salutaire et nécessaire. Elle l'est bien évidemment par sa conception, ses objectifs et son attention au monde qui vient, aux enjeux climatiques, énergétiques, de boucle courte alimentaire, de mobilités douces et de bâtiments frugaux. En observateur et acteur du monde qui vient, on sait bien que celui-ci va mal s'accorder des demi-mesures et que préparer les communautés à gagner en autonomie dans un environnement adapté n'est pas vraiment une option. »

Extrait de l'offre de l'AMU, 2023

1.2 Une démarche d'accompagnement des changements plutôt qu'un travail de composition urbaine

En plaçant l'écologie urbaine comme mandataire du groupement de maîtrise d'œuvre, puis en choisissant Une autre ville, Aquitanis a fait le choix de favoriser la logique d'accompagnement sur celle du dessin.

Le projet Bongraine assume que pour encourager une dynamique profonde de conversion écologique, les expertises (technique, environnementale, opérationnelle...) ne sont pas suffisantes, et qu'il importe d'explorer des alternatives dans la manière d'impliquer et de soutenir l'ensemble des acteurs du projet., en intégrant les principes de l'accompagnement des changements au cœur de la gestion de projet.

En pleine crise covid, dans un terreau humain sincèrement concerné par les enjeux écologiques et dans une volonté collective non dissimulée de renverser les modes de faire habituels, la proposition de concevoir un projet urbain dans une logique d'accompagnement des changements a suscité l'enthousiasme. C'était expérimental (jamais fait dans un projet urbain), donc vraiment risqué et incertain mais rendu possible par une volonté commune de l'équipe projet de départ.

Une quinzaine d'acteurs clés du projet Bongraine ont été formés à l'accompagnement des changements entre 2020 puis en 2023. Si ces personnes, dont une partie a quitté le projet depuis, ne sont pas du tout représentatives des parties prenantes d'aujourd'hui ni, encore moins, de demain, elles ont été les instigatrices d'un certain état d'esprit dont on peut

énoncer quelques principes simples qui innervent aujourd'hui encore la « méthode Bongraine » :

- La création d'un cadre de confiance réciproque pour oser modifier ses habitudes dans un cadre sécurisé
- L'acceptation que les changements profonds ne se décrètent pas, qu'ils rencontrent des résistances légitimes et qu'ils prennent du temps
- La transversalité des échanges pour renforcer la capacité d'action collective et la robustesse des propositions
- L'écoute totale pour comprendre et activer les moteurs propres à chacun.e pour passer à l'action
- La reconnaissance du libre arbitre comme condition d'implication dans la mise en œuvre effective et durable des mesures écologiques souhaitables
- Le dépassement des positions de principe et des rapports de force habituels en faveur d'une montée en capacité d'action.

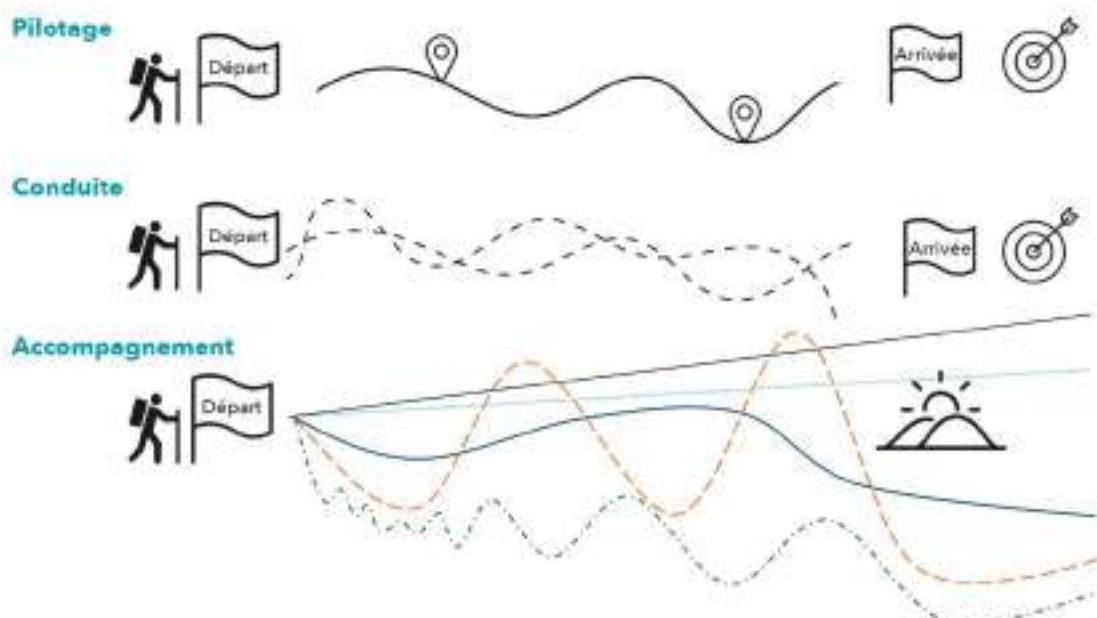
Progressivement, cette démarche a fait émerger une première communauté de projet regroupant différentes compétences – avec la volonté de l'élargir, dans une logique de « passage de relais » aux autres parties prenantes : opérateurs immobiliers et leurs maîtrises d'œuvre, entreprises de construction, riverains, futurs habitants ou usagers du site...

1.3 Qu'appelle-t-on « Méthode Bongraine »



Differentes manières de qualifier la méthode Bongraine selon les personnes à qui on s'adresse (source : une quinzaine d'entretiens menés en 2023 auprès de professionnels et d'habitants impliqués sur le projet)

Force est de constater que la « méthode Bongraine » recouvre des significations bien différentes selon les gens, ce qui rend complexe son analyse critique. Ce qui est certain, c'est qu'on l'appelle improprement « méthode » puisqu'elle n'est ni une démarche rationnelle de l'esprit pour découvrir ou démontrer une vérité, ni un ensemble de processus ordonnés pour parvenir à un résultat.



Schématisation du principe de l'accompagnement des changements

Elle est plutôt un processus vivant fondé sur des engagements partagés par une première communauté de professionnels et qu'il convient de remettre à plat aujourd'hui parce que **ce texte n'engage que ceux qui l'ont rédigé.**

LA MÉTHODE BONGRAINE...

... C'est prendre le risque de faire mieux que ce qu'on sait déjà faire, en s'appuyant sur :

- la conscience de notre impact sur le sol, sur le vivant et sur la vie de 800 familles et même bien plus
 - le réflexe écologique et participatif dépasse les injonctions et les référentiels. Lorsque des choix sont à faire, c'est cette intention qui les guide.
- l'envie, la créativité
 - le plaisir d'expérimenter est une affaire sérieuse, il a sa place dans notre travail.
- l'écoute, la transversalité des savoir (-faire)
 - Chacun compte, au-delà des postes, des rôles, des amies d'exp.
- la confiance
 - Nous avons la responsabilité de nourrir quotidiennement nos forces et nos capacités d'action.
- le soin apporté aux liens entre nous
 - Nos réunions, notre manière de travailler incarnent l'esprit du projet Bongraine.
- la conviction que le temps doit continuer à bonifier le projet
 - Le projet n'est pas figé, il encourage les changements profonds et durables qui nous dépassent. Ces changements ont besoin de temps. Ils doivent infuser et concerner tous les acteurs actuels et futurs. Aucun(e) de nous ne les porte seul(e) sur ses épaules mais nous en sommes tous et toutes responsables.

2.

Les implications concrètes
de la « méthode
Bongraine »

Avant d'entamer le bilan critique, il est utile de recenser ce qui a été mis en place à Bongraine en accord avec l'esprit du projet et avec les engagements compilés dans le texte de la méthode.

L'un des objectifs assumés est de rendre hommage à l'investissement des ouvriers de cette étape du projet, qui ont accepté de mettre leur énergie et leur créativité au service de l'intention du projet en sortant de leur zone de confort et sans garantie de résultat. Il aurait probablement été possible de faire mieux mais cette base, constituée dans l'enthousiasme, peut aussi être considérée comme un déjà-là précieux (un trésor) pour le projet.

L'autre objectif, lié au premier mais plus opérationnel, est de permettre aux habitants et aux nouveaux acteurs du projet, de savoir sur quelles bases ils peuvent s'appuyer pour la suite. Le passage à l'opérationnel rend le travail plus complexe et les échanges plus âpres mais ils n'arrivent pas sur un terrain hostile à défendre. Au contraire, ils ont dans l'équipe projet des alliés qui ont eu à cœur de leur faciliter la tâche, et même de la rendre joyeuse.

2.1 Les implications concrètes de la « méthode Bongraine »

A. LA CONSCIENCE DE NOTRE IMPACT SUR LE SOL, SUR LE VIVANT ET SUR LA VIE DE 800 FAMILLES ET BIEN PLUS

Le réflexe écologique et participatif dépasse les injonctions et les référentiels. Lorsque des choix sont à faire, c'est cette intention qui les guide. C'est ce qui a conduit à mettre en place les actions détaillées dans la partie suivantes, mais cet engagement a aussi eu pour conséquence :

- La mise en place de réunions en extérieur sur la fiche, de visites de site et, plus globalement, l'imprégnation de l'espace du projet et de ses transformations, quelles soient liées aux travaux préparatoires, au cycle des saisons ou aux aléas climatiques
- L'identification anticipée de ressources locales en amont de la conception des bâtiments (filières de matériaux biosourcés, de réemploi...)
- Un travail prioritairement tourné vers les espaces publics, la préfiguration, le jardin du projet, en lien avec des associations locales et avec les techniciens des espaces verts
- La désignation d'une écologue pour le suivi écologique des projets (de nombreux entretiens soulignent la nouveauté et la richesse de leurs interactions avec la LPO)
- La sélection d'un opérateur énergétique pour le RCU sur des critères de performance environnementale et de soutenabilité économique plutôt que sur le choix seul d'une solution d'approvisionnement.

B. L'ENVIE, LA CREATIVITE

Le plaisir d'expérimenter est une affaire sérieuse, il a sa place dans notre travail et il est au service du projet, ce qui a eu pour conséquences :

- L'organisation de temps festifs et d'ateliers créatifs, notamment avec les enfants de l'école de la Courbe et en s'appuyant sur l'Association des Communs de Bongraine
- Une semaine annuelle de rassemblement sur le site : les Bonne(s) Semaine(s), pour et par toute la communauté de projet.
- Des Conversations Bongraine, rendez-vous décalés et apprenants, au cours desquels un expert de la fabrique urbaine intervient et dialogue avec une comédienne traductrice de jargon.
- Plus largement, l'intervention de cette artiste de rue pour décaler le regard dans différentes instances de travail (réunions techniques, visites, ateliers, inaugurations ...)
- Un projet de halle en matériaux de réemploi pour le jardin du projet conçu par tous les architectes des lots de la phase 1 ensemble et réalisé par toutes les bonnes volontés.

C. LA TRANSVERSALITE DES SAVOIRS ET DES SAVOIR-FAIRES

Chacun compte, au-delà des postes, des rôles, des genres et des années d'expérience, ce qui a eu pour conséquences :

- Un renversement des rôles de la maîtrise d'œuvre urbaine avec l'écologie urbaine comme compétence mandataire.
- La désignation d'opérateurs immobiliers dès la phase de programmation, sans attribution de lot (la répartition s'est faite ultérieurement entre eux) pour consolider des ambitions communes. La co-construction des ambitions environnementales a abouti à la rédaction des clauses de promesses de ventes.
- Des ateliers (très) collectifs animés de telle sorte que tout le monde ait la parole et que la feuille de route du projet soit co-construite.
- Des groupes de travail thématiques mixtes (aménageur, collectivité, MOE, BET, habitants...) sur des sujets comme la mobilité, l'éducation populaire, les éco-matériaux... La plupart ont périclité faute de moyens mais le groupe de travail sur les éco-matériaux est devenu un lieu central pour l'avancée du projet
- Des ateliers inter-lots pour que les MOE puissent mettre en commun leurs idées et en dialogue leurs projets
- Des revues de projets immobiliers conçues en lien avec les accompagnateurs BDNA et les services instructeurs de la CDA.

D. LA SINCERITE ET LA CONFIANCE DANS NOS COMPETENCES ET CELLES DES AUTRES

Le savoir-être est une compétence clé. Nous avons la responsabilité de nourrir mutuellement nos forces et nos capacités d'action, ce qui a eu pour conséquences :

- Le principe de la co-maîtrise d'ouvrage pour les lots immobiliers.
- Des échanges transparents et collectifs sur les bilans financiers afin d'identifier les freins réels et de travailler ensemble sur les leviers d'un meilleur impact environnemental
- La mise en place d'un cadre de confiance et de sécurité au début des échanges qui permet de parler des sujets bloquants dans un groupe disponible pour l'écoute.
- La formation des commercialisateurs des logements aux enjeux environnementaux du projet.

E. LE SOIN APPORTE AUX LIENS ENTRE NOUS

Nos réunions, notre manière de travailler incarnent l'esprit du projet Bongraine, ce qui a pour conséquences principales des modalités d'échanges renouvelées :

- Cadre de confiance,
- Soin du lieu et du temps,
- Transversalité,
- Expression et écoute des besoins de tous et toutes,
- Présence totale et invitation à la déconnexion numérique,
- Construction de consensus pour des sujets clés comme l'énergie, le stationnement, l'autoconsommation collective...

« A Bongraine, on expérimente une méthodologie d'animation de réunions apportée par Une autre ville (en cercle, non cachés derrière nos ordinateurs...) qui permet de travailler sur des sujets difficiles, parfois longtemps, sans monopolisation de la parole et sans sortir la tête farcie. Le fait de travailler dehors, dans des configurations variées nous montre que ce n'est pas parce qu'on n'est pas autour d'une table qu'on n'est pas en train de travailler. Au contraire, ça libère la créativité et ça participe de la qualité du projet », Aurélie, aménageur, octobre 2024

Au-delà de ces éléments, le soin apporté aux liens entre nous a également supposé une grande disponibilité les uns pour les autres en dehors des temps de réunion, débordant largement le temps alloué à un projet plus classique.

F. LA CONVICTION QUE LE TEMPS DOIT CONTINUER A BONIFIER LE PROJET

Le projet n'est pas figé, il encourage les changements profonds et durables. Ces changements ont besoin de temps, ils doivent infuser et concerner tous les futurs acteurs, en tenant compte de leurs besoins. Aucun d'entre nous ne les porte seul sur ses épaules mais nous en sommes tous et toutes responsables, ce qui a pour conséquences :

- Un plan guide évolutif assorti d'un planning partagé « agile » pour intégrer une part d'incertitude
- Un bilan carbone itératif
- Des livrables peu nombreux et courts (parmi eux : les prescriptions pour les lots immobiliers, dans lesquelles les gardes-fous participatifs et écologiques sont soumis à pénalités financières).
- L'acceptation d'un certain inconfort lié aux pistes d'améliorations laissées ouvertes.
- La préfiguration spatiale à travers le jardin du projet et organisationnelle à travers la création de l'association des communs de Bongraine
- Mais aussi un sentiment de lenteur et d'indécision, particulièrement ressenti par les acteurs entrés plus tôt que de coutume dans un projet comme celui-ci

2.2 Ce qui a été fait pour préparer les communautés habitantes à gagner en autonomie et à s'impliquer dans une écologie joyeuse et volontaire

Avant l'arrivée d'Aquitanis, la concertation autour du projet de Bongraine avait déjà été très soignée par la CDA, dès 2012 (réunions publiques, balades, fêtes, enquête...). Là où beaucoup de projets d'aménagement consultent la population trop tardivement, la question est presque inversée ici, avec une volonté réelle d'impliquer les gens mais un sujet déjà ancien autour de l'essoufflement de la mobilisation. La relance du projet en 2020 a été l'occasion de mettre en place de nouvelles actions de participation dans l'idée d'éviter la conception d'un projet d'écologie technique désincarné et, si possible, de susciter un désir d'écologie qui serait une matière pour le projet. Ces actions sont le terreau de la mission d'AMU aujourd'hui.

A. LA PERMANENCE

Quelques éléments de calendrier

- Concession d'aménagement : mars 2020
- Ouverture de la permanence : juillet 2021
- Premiers ateliers citoyens : 3eme trimestre 2021
- Sélection des opérateurs immobiliers : juin 2021
- Webinaire de pré-commercialisation : avril 2022
- Arrivée d'Hicéo comme MOA : mai 2022
- Sélection des premiers MOE des lots : juin 2022
- Première Bonne Semaine et création de l'association des communs : juin 2022

La première action de l'équipe projet a été de rechercher, d'aménager et d'ouvrir la permanence de Bongraine, dès l'été 2021. Il aurait été possible de concevoir et de construire la « petite maison de Bongraine » mais ça aurait pris beaucoup plus de temps. L'idée était vraiment de se mettre dès le départ dans une posture d'écoute et d'ouverture. Ouvrir ce lieu dans un rez-de-chaussée existant avait aussi beaucoup de sens pour créer du lien avec le quartier, pour animer un espace public existant et pour modéliser ce que peut être un aménagement frugal.

Grâce à une présence à temps plein pendant plusieurs mois de la MOEU, elle a permis de tisser des liens de confiance et de vraies relations de proximité avec les riverains, avec les associations locales et avec les potentiels

futurs habitants.

La présence hebdomadaire de l'aménageur a ensuite été salutaire pour entretenir et approfondir ces liens.

L'existence de cet espace a aussi permis de faciliter les échanges autour du projet, avec ou sans la présence de l'équipe.

B. DES PREMIERS ATELIERS CITOYENS DES 2021

Après la réunion publique de septembre 2021, qui a relancé officiellement la concertation à Bongraine, trois ateliers citoyens ont eu lieu dès le 3eme trimestre 2021 sur l'habitat participatif, les espaces publics et l'architecture.

Sans dresser le compte-rendu exhaustif de ces 3 rencontres, on peut mettre en évidence plusieurs conséquences très directes de la prise en compte de la parole habitante dans la conception du projet :

- La dangerosité de la sortie dans le virage au nord-est du site : le plan de circulation a été revu, le virage a disparu et la rue de la Noue, désormais à sens unique, ne sera pas une alternative à l’avenue Salengro
- Le souhait de créer des jardins partagés pas uniquement sur le chemin du rail et de créer un espace extérieur de rencontre type place publique : le jardin du projet, qui devait être construit dans le plan guide initial, a été libéré du bâtiment prévu initialement et est devenu ce lieu de rencontre, cultivé et investi par les habitants
- La présence d’Hicéo dans le tour de table a créé les conditions favorables à son arrivée dans le projet, comme maître d’ouvrage, ce qui est une réelle richesse pour le projet. Pionnière dans l’écoquartier, la coopérative Hicéo incarne parfaitement l’idée que « l’habitant est maître de ses ressources ». Ce groupe d’habitants aide à porter les ambitions du projet en influençant les dynamiques opérationnelles et structurelles du quartier notamment lors des ateliers de travail multi-acteurs.

Ces ateliers se sont poursuivis en autonomie, soutenus par Aquitanis et parfois en présence de la MOEU.

C. L'HABITAT PARTICIPATIF COMME CONDITION POUR CONSTRUIRE A BONGRAINE

En parallèle de l'accueil d'Hicéo dans le projet, les autres opérateurs immobiliers ont également l'injonction de donner la parole aux futurs habitants et d'en tenir compte dans la conception de leur projet, dans des degrés variés permettant à chacun.e de trouver sa place : logement libre ou social, lot à bâtir, autopromotion, co-création.

Cette exigence a fait l'objet d'une clause de promesse de vente :

Règle 6 : Donner la capacité et la possibilité aux habitants de co-produire des logements adaptés à leurs besoins et à leurs modes de vie en faisant notamment appel à une AMU (assistance à maîtrise d'usage).

Les 17 lots à bâtir de la phase 1 sont un cas particulier dans la mesure où chaque acquéreur est maître d'ouvrage de sa maison. Le choix de procéder à un tirage au sort parmi les candidats et la règle de co-construction de l'îlot H relèvent de la même volonté de contribuer à un projet commun et juste où la parole habitante a du poids.

D. L'ASSOCIATION DES COMMUNS DE BONGRAINE

La création de l'Association des Communs de Bongraine en 2022 sous l'impulsion d'Aquitanis, puis sa montée en autonomie en 2023 a est une étape fondamentale du projet. Elle a pour vocation d'être une force vive quant à l'autogestion du quartier. Son organisation et sa montée en puissance actuelle permettent aux citoyens de se munir de moyens de gouvernance et de gestion de ressources essentielles au quartier, telles que l'énergie, l'alimentation, l'eau, les mobilités ou encore la convivialité. Cette association préfigure une éventuelle SCIC en cours de réflexion pour gérer tous les équipements communs du quartier.

E. LES MODALITES DE PRISES DE DECISIONS



C'est sûrement sur ce volet que la méthode Bongraine a le plus manqué de clarté jusqu'à présent et pourrait s'améliorer fortement. La désinstitutionnalisation du projet a rendu l'exercice du traditionnel comité de pilotage impropre à prendre les décisions. Ces instances sont rares et fonctionnent davantage comme des lieux d'information des décisions prises en amont soit par des négociations politiques qui dépassent l'équipe projet (participation aux équipements publics, école, passerelle...) soit par des discussions en atelier, soit, pour de sujets particulièrement complexes (stationnement, énergie), par

consentement des personnes présentes parmi lesquelles ne figurent pas les habitants.

« Personnellement, cela m'est arrivé d'être un peu libéré de la prise de décision via le collectif, avec un avis de consentement, sans prendre position directement, et ça m'a permis de concentrer mon énergie sur des points qui me paraissaient essentiels ». Adrien, aménageur, juillet 2023

L'essentiel des décisions sont prises lors de discussions techniques pendant les réunions, ateliers et groupes de travail thématiques. La dimension très ouverte et collégiale de ces instances a pu créer l'illusion que la parole de tout le monde était considérée et prise en compte mais de récents entretiens menés auprès des habitants montrent que leur impression est tout autre. Par exemple, l'ASL, élément fondamental de la gouvernance de la ZAC, n'est toujours pas comprise par les habitants alors que les statuts sont prêts. Autre exemple, la halle du jardin a suscité l'enthousiasme de l'équipe projet et aux architectes qui ont su travailler ensemble mais son idée et sa conception ont échappé à l'association des communs de Bongraine.

D'une manière générale, l'absence de traçabilité des décisions prises a eu des conséquences délétères sur :

- Le désir d'engagement des habitants
- Le respect des décisions prises

Ce point est à améliorer fortement dans la méthode Bongraine nouvelle génération.

F. LES COMMUNS DE BONGRAINE (A COMPLETER AVEC LSDLV)

« Le travail réalisé autour des communs de Bongraine est influencé par le contact avec les habitants. Le tempo de ces réflexions et de ces futures mises en œuvre est influencé en fonction des retours habitants, plus ou moins réceptifs selon l'avancée du projet », Vincent, MOEU, juillet 2023

- La Maison de Bongraine et ses satellites
- Les espaces publics et la mise en place de programmes de montée en compétences ou connaissances voire de sciences participatives : l'observation et les comptages du retour de la biodiversité sur la friche ; l'entretien différencié des espaces verts, etc

- Les outils de production énergétique. La convention avec Les Lucioles / Enercoop Nouvelle-Aquitaine, respectivement coopérative énergétique citoyenne locale et producteur/fournisseur d'électricité renouvelable, qui entérine la mise en œuvre d'une opération d'autoconsommation collective d'électricité photovoltaïque.
- ...

2.3 Ce qui change aujourd'hui

- Le rythme du projet est l'objet de frustrations sur Bongraine. Le ralentissement inhérent à une réelle co-construction et les temps dédiés à la construction des consensus grippent les rythmes opérationnels classiques des acteurs quels que soient leur positionnement (architectes, promoteurs, habitants, etc.). Cela génère de l'incompréhension, de l'impatience et un grand besoin de clarification pour certain.s, et un déséquilibre économique pour tous.
- Le contournement ou le dénouement des blocages accaparent l'essentiel de l'énergie et du temps de l'équipe garante du processus, sans que ce temps soit valorisable.
- Le rapprochement des échéances opérationnelles a tendance à replacer les acteurs dans leur posture de confort qui met à mal l'intelligence collective. Par exemple, la pré-commercialisation des lots de la phase 1 a été vécue comme trop précoce pour les promoteurs et trop tardive par les habitants. Une innovation souhaitable et positive impulsée par l'aménageur est donc enrayée par des attentes et des habitudes à décenter.
- L'assèchement des budgets d'ingénierie ne permet plus de maintenir le même niveau de transversalité et provoque mécaniquement un éloignement progressif des personnes pionnières et impliquées dans le processus d'accompagnement des changements.

La « méthode Bongraine » était fondée sur le principe d'une diffusion spontanée, par capillarité, des principes de travail et de collaboration. Cependant, dans le contexte actuel, les acteurs du projet sont désormais trop divers, trop nombreux et trop éloignés de cet enthousiasme originel pour que l'essaimage spontané suffise.

Au moment où de nouvelles personnes clés arrivent sur le projet (professionnel.le.s mais surtout futur.e.s habitant.e.s), où les travaux d'espaces publics démarrent et où les premiers permis de construire sont déposés, il est fondamental de faire évoluer cette démarche pour donner corps à de nouvelles communautés d'engagement à Bongraine, en travaillant dans la même direction avec l'AMU, a qui revient cette mission délicate.

« La méthode ne suffit pas en elle-même, mais seulement dans la mesure où on est capable de la tenir en situation réelle (de crise, de difficultés...), d'où l'intérêt de la réactiver aujourd'hui, et d'embarquer la collectivité et les citoyens », Aurélie, aménageur, octobre 2024

3.

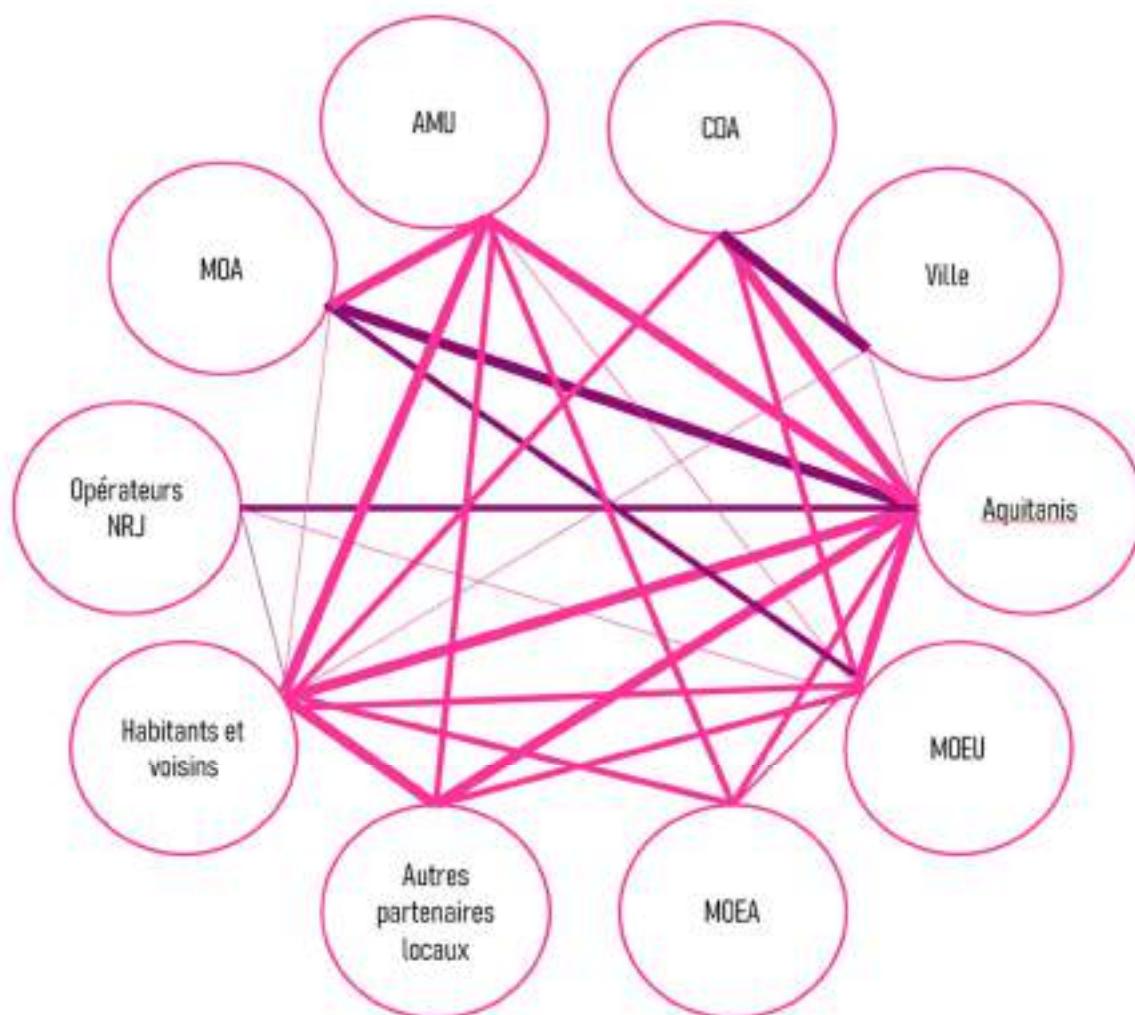
Bilan critique

Il ne s'agit pas ici d'évaluer le projet de Bongraine, qui l'est au travers des démarches QDNA et écoquartier, mais d'analyser la méthode mise en place, pour voir si les conditions de réussite du projet sont réunies : conditions de bifurcation écologique et conditions d'implication citoyenne. Les conditions de faisabilité technico-économiques n'ont pas été traitées dans le cadre de ce document.

3.1 Les conditions de la bifurcation écologique sont-elles réunies ?

Avertissement : les conditions de la bifurcation écologique d'un projet urbain n'ont jamais vraiment été objectivées. Celles qui sont listées ci-dessous sont l'écho des convictions partagées par l'équipe projet pionnière. Tous les critères sont subjectifs, donc discutables. Ils tentent de faire un état de la situation à date (octobre 2024) et ils ont vocation à être discutés et mis à jour à la fois dans leur intitulé et dans leur traitement. Leur principal intérêt est de nous forcer à porter notre attention sur des éléments non quantifiables mais essentiels pour faire naître un quartier sobre et vivant permettant l'implication des habitants dans une écologie joyeuse et volontaire.

A. FLUIDITE DES CANAUX DE COMMUNICATION (INTENSITE + FACILITE)



La transversalité des métiers et la réunion fréquente de tous les acteurs du projet a produit une proximité effective, des échanges directs entre la CDA et les paysagistes, entre les architectes des lots et l'écologue coordinatrice, entre environnementalistes et promoteurs, entre habitants et experts, etc. Relations qui habituellement sont scindées d'intermédiaires ou de préjugés de légitimité. Ces échanges ont fait de l'écologie ; l'affaire de tous, de la participation : l'affaire de tous ; et même des enjeux financiers ou liés à la propriété : l'affaire de tous. Chacun, quel que soit son parcours, fait l'effort et se sent autorisé/encouragé à se confronter aux objets ou thématiques qui lui semblent lointaines ou complexes.

« A Bongraine, la notion d'équipe projet déborde les binômes classiques : aménageur/collectivité, aménageur/concepteurs/aménageurs MOA », Aurélie, aménageur, octobre 2024

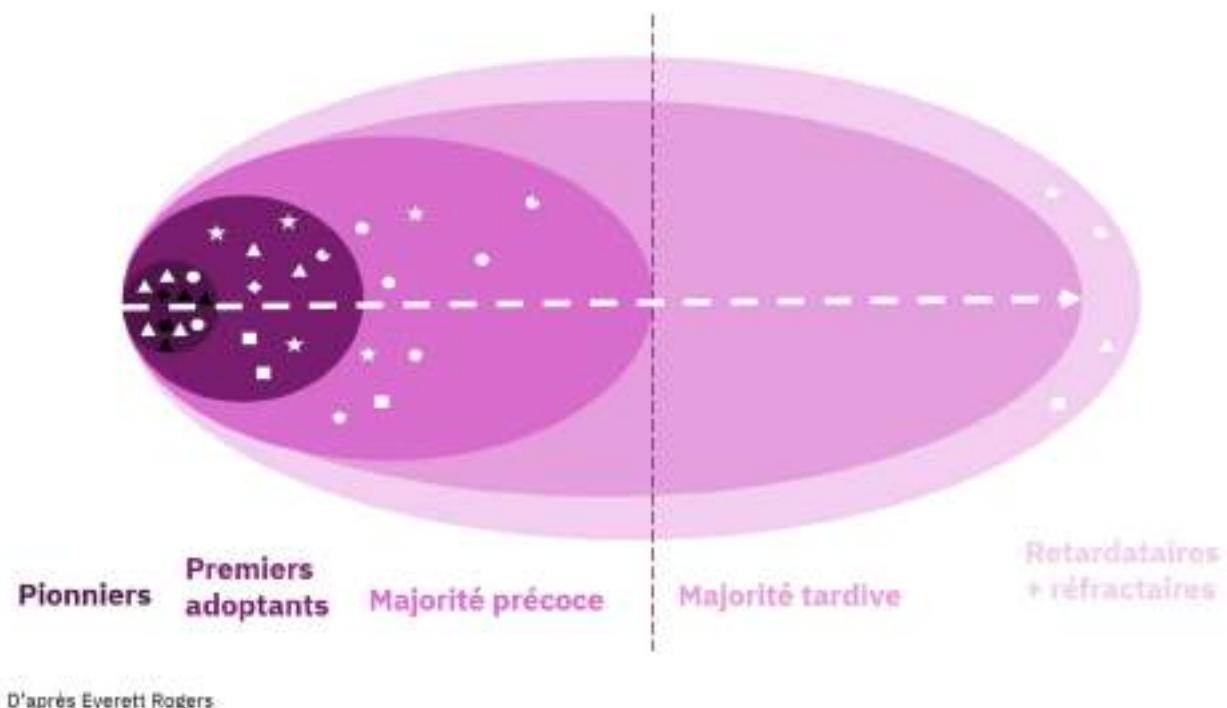
« Le contact direct avec une personne de la CDA permet de se sentir soutenu sur le projet d'autopromotion. L'agglomération a vraiment envie que ce projet se fasse. La nature collective de la démarche facilite et rend plus fluides les échanges, surtout quand il s'agit de résoudre d'éventuels blocages », Xavier, futur habitant, juillet 2023

« Il y a une bonne homogénéité entre les différents blocs de compétences et de connaissances. Les échanges entre professionnels et habitants sont enrichissants. La synergie des différents domaines de compétence est favorable pour le projet. Ce mode de fonctionnement devrait être logique pour l'ensemble des projets d'aménagement », Ludovic, écologue, juillet 2023

« D'habitude, on est toujours accompagné d'architectes dès le début. Or ici, il s'est déjà passé pas mal de choses avant leurs nominations, comme apprendre à se connaître et à développer de réelles ambitions communes. Traditionnellement, nous les MOA, on échange avec les aménageurs et éventuellement avec certaines commissions d'urbanisme mais là il y a des échanges communs avec toutes les parties. Le travail sur plusieurs îlots en même temps permet de créer une réelle communauté », Sylvain, promoteur, juillet 2023

« Dans ce projet, le choix des opéretuers a été fait de manière collective entre l'aménageur et la CDA. C'est singulier. Le travail avec les opéretuers s'effectue également dans une logique participative. Il y a un réel dialogue fluide avec l'ensemble des parties prenantes, au sens large », Damien, CDA, juillet 2023

B. CAPACITE DE LA « METHODE BONGRAINE » A PERMETTRE LA DIFFUSION DE L'INTENTION DU PROJET AUPRES DES NOUVELLES PARTIES PRENANTES

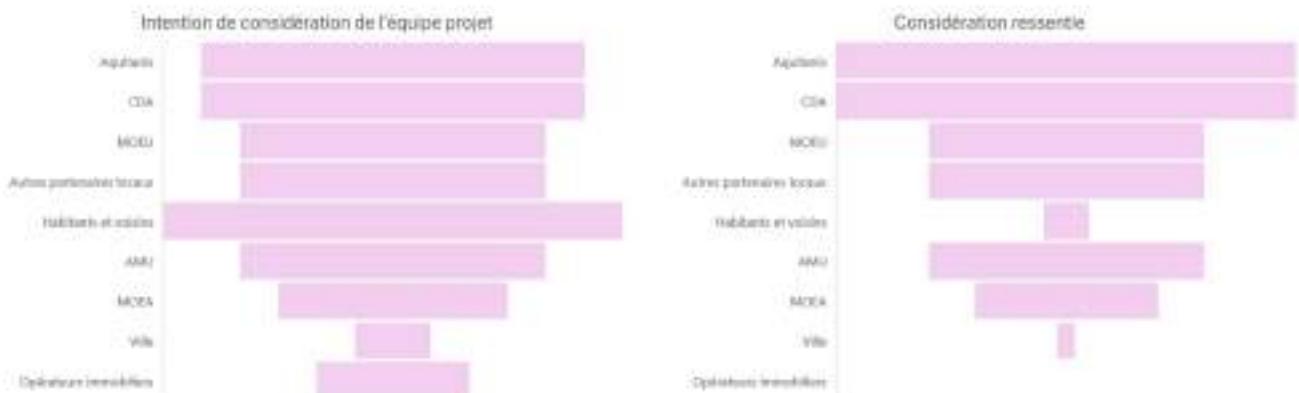


D'après Everett Rogers

La communauté de Bongraine grossit effectivement (autour des acteurs professionnels et d'Hicéo, se groupent progressivement les futurs habitants du lot E et les premiers acquéreurs des lots à bâtir). Elle se soude de jour en jour autour de deux lieux : le jardin du projet et la permanence. Et plus tard, on le souhaite, autour de la Maison Bongraine. La plupart des relations interpersonnelles sont de plus en plus confortables. Néanmoins, le nombre de personnes conscientes et actrices de l'intention du projet est encore faible et la diffusion spontanée est aujourd'hui bloquée. Il y a un enjeu très fort, avec l'arrivée de l'AMU, d'atteindre le seuil de la majorité précoce, quitte à altérer l'intention de départ.

« Ce que le projet a de singulier, c'est qu'on est dans un contexte très favorable. Alignement de planètes qu'il n'y a pas ailleurs. Ce n'est pas par hasard. Par incrémentation, les bonnes personnes se sont associées au projet et portent une énergie singulière. On n'est pas que dans l'exercice un peu plat d'une fonction. Ça se sent qu'on porte en nous une envie forte et ça embarque (effet boule de neige) », Aurélie, aménageur, octobre 2024

C. CONSIDERATION DE LA PAROLE DES DIFFERENTES PARTIES PRENANTES



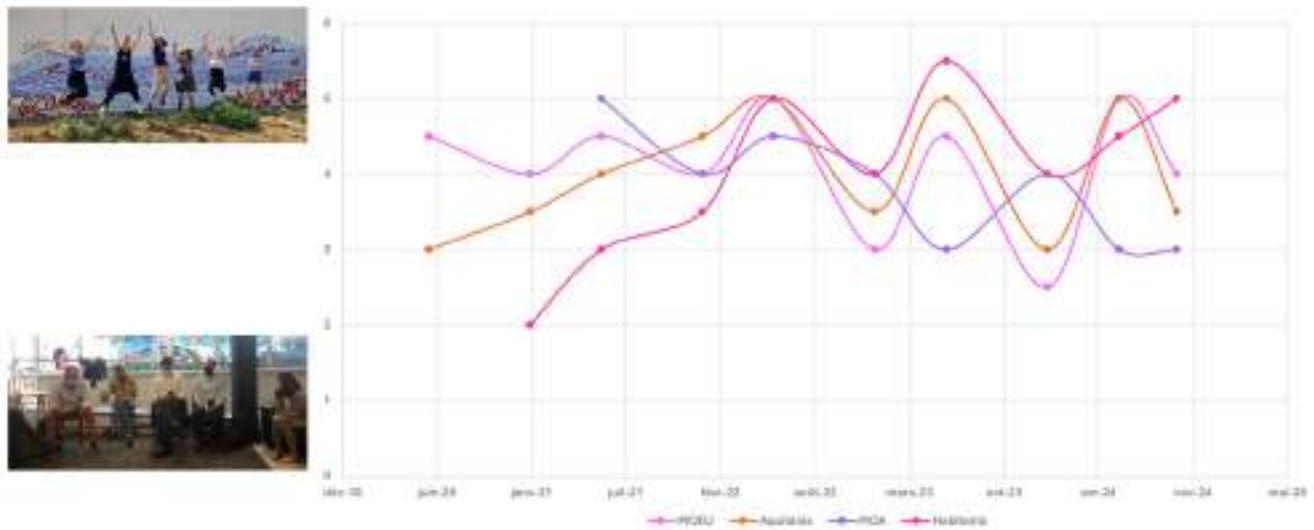
La volonté de l'équipe projet était de donner de la valeur à toutes les voix quitte à renverser les rapports de forces habituels. En dépit d'une volonté sincère, le manque de clarté sur les modalités de prises de décisions et sur leur traçabilité semble découler sur une impression de ne pas être entendus de la part de certaines catégories d'acteurs.

« L'idée est d'embarquer les partenaires et de fixer des choses qui sont crantées pour ne pas saper la confiance des partenaires les plus extérieurs à ce jour, c'est-à-dire les opérateurs immobiliers », Vincent, MOEU, juillet 2023

« La parole des habitants est de plus en plus prise en compte. Cependant, des décisions économiques sont prises et ne correspondent pas toujours aux besoins des habitants », Patricia, future habitante, juillet 2023

« L'écoute et la réactivité de l'aménageur sont très appréciées. Chaque habitant ou riverain qui souhaite s'investir se sent soutenu », François, futur habitant, juillet 2023

D. NIVEAU D'ENVIE ET DE CONFIANCE DES PARTIES PRENANTES DU PROJET

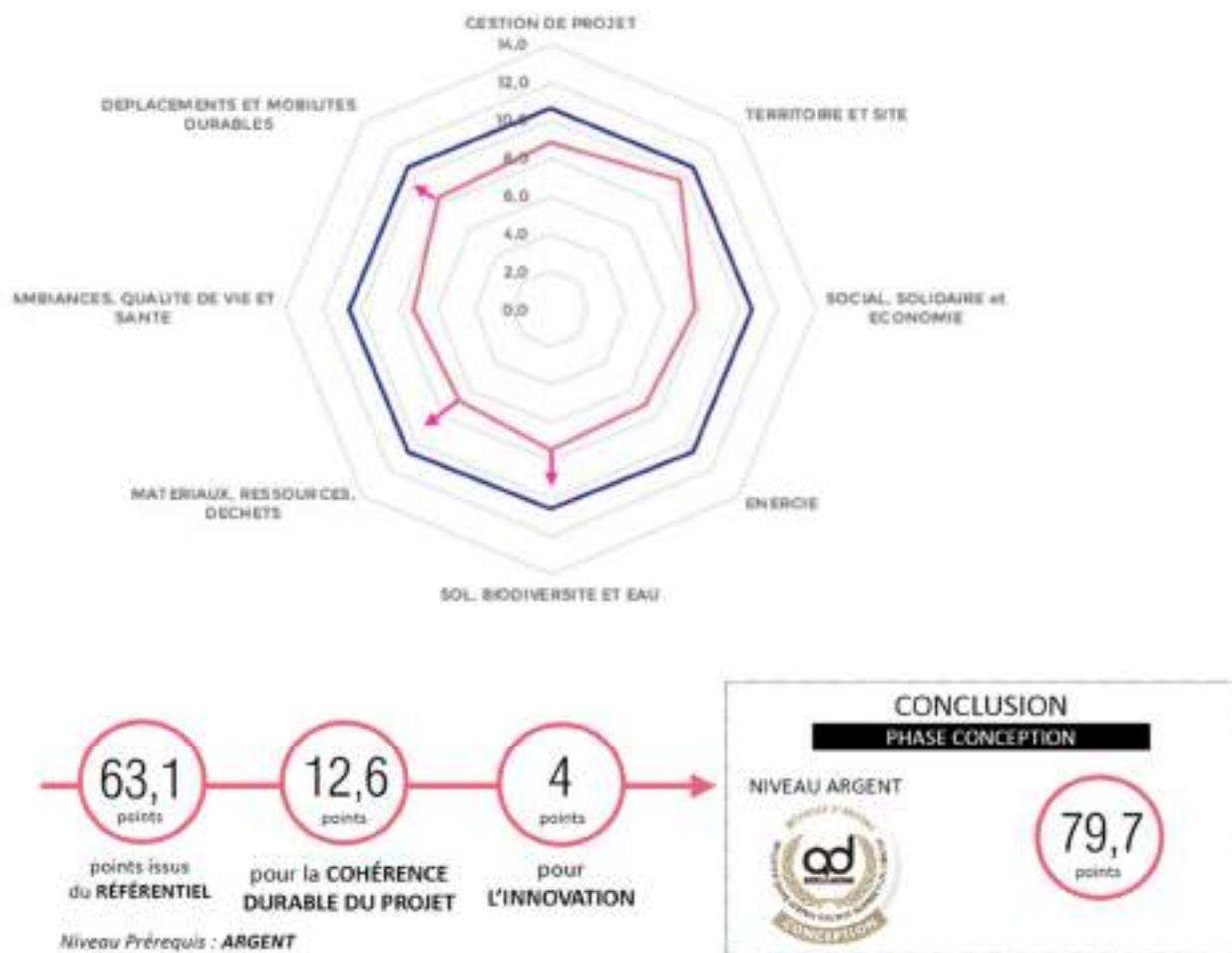


Derrière le caractère très contestable de ce graphique se manifeste une impression générale que le niveau de confiance et d'envie (qui auraient d'ailleurs pu être distinguées) suit une pulsation saisonnière calée sur les « petites victoires » et les Bonnes Semaines pour les habitants, l'aménageur et la MOEU, qui permettent au niveau moyen de se maintenir. Tous les types d'acteurs ne sont pas représentés mais il semble que l'enthousiasme des opérateurs immobiliers suive un tout autre rythme, plutôt calé sur leurs problématiques spécifiques (prix des matériaux, crise de la commercialisation...) et sur leurs petites victoires à eux (commissions BDNA, dépôt de PC...)

« Ce qui aide à patienter, c'est de pouvoir réaliser des choses concrètes comme le jardin, la Bonne Semaine, le Bon Samedi », Patricia, future habitante, juillet 2023

« On prend des risques quand on essaie de faire différemment. C'est possible parce qu'on a un filet de sécurité, c'est-à-dire qu'on est suffisamment en confiance », Aurélie, aménageur, octobre 2024

E. AMELIORATION CONTINUE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

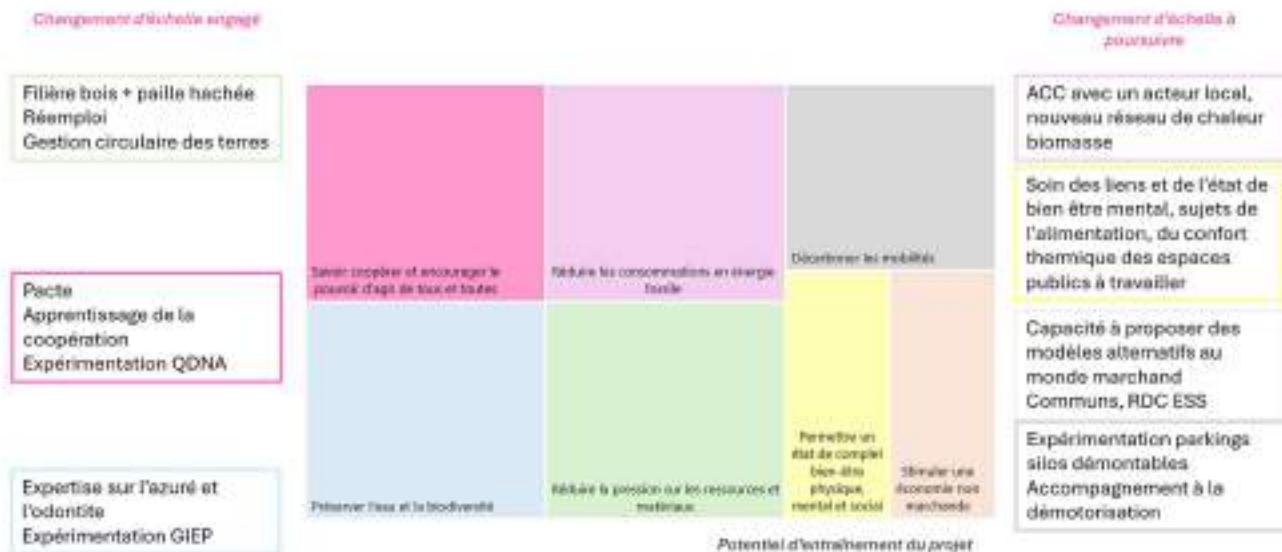


Plus que la qualité environnementale du projet en elle-même, qui est évaluée via la démarche QDNA, ce critère tente d'évaluer la capacité du projet à poursuivre ses améliorations sur des volets clés. Aujourd'hui, des marges de progression et des moyens sont identifiés pour améliorer le volet « déplacements et mobilités durables » (accompagnement des changements de pratique des mobilités via la Maison Bongraine), « matériaux, ressources, déchets » (mise en place d'une mission réemploi pour augmenter le recours à des matériaux de seconde main de façon plus massive dans le projet) et « sol, biodiversité et eau » (mise en place d'un groupe de travail spécifique avec les entreprises de travaux publics et les habitants pour augmenter la résilience des milieux au changement climatique).

« *Le projet Bongraine prend réellement en compte la dimension d'écologie, en partie grâce à la présence et au suivi de la LPO. Ça m'a réconcilié avec la notion d'écoquartier* », Ludovic, écologue, juillet 2023

« *L'aménageur est très moteur dans les ambitions du projet en poussant les curseurs systématiquement. Cela crée une sensation d'effervescence générale* », Florie, architecte, juillet 2023

F. CAPACITE A ENTRAINER LA BIFURCATION DU TERRITOIRE ELARGI



L'enjeu du projet dépasse largement les limites de la ZAC. La CDA le rappelle souvent, Bongraine est l'occasion de pousser les curseurs aussi loin que possible et d'inspirer les autres projets du territoire. En guise d'exemple, le chantier préparatoire du sol montre par les faits que l'équipe est parvenue à associer dépollution et projet paysager dans une logique de gestion locale donc bas-carbone des mouvements de terre. Il prouve également que l'Odontite et l'Azuré trouveront effectivement leur place à Bongraine même si les sanctuaires de ces deux espèces protégées devront bien sûr être maintenus à l'usage.

Le changement d'échelle de certains sujets reste encore à effectuer, notamment pour déployer plus largement d'autoconsommation collective ou pour réduire plus largement le nombre de places dédiées au stationnement. Sur ces sujets plus à risque, Bongraine peut faire l'effet d'un crash-test et n'a pas le droit à l'erreur, pour ses habitants d'abord et pour l'inspiration du territoire élargi d'autre part.

En dehors de l'agglomération, Bongraine reste un projet peu connu mais parmi ceux qui en ont entendu parler, son image extérieure est associée à un questionnement complet des mécanismes d'aménagement conventionnel et à un déplacement sincère de focal vers l'écologie et la participation. C'est un signe et un encouragement.

« *Au travers de l'approche Bongraine, l'objectif est de démontrer à d'autres aménageurs qu'il est possible de travailler de manière différente, de partager des informations, des retours d'expérience, d'accroître les compétences globales sur le territoire* », Damien, CDA, juillet 2023

« *On essaie d'amener les autres aménageurs vers cette co-construction qui est souvent souhaitée mais rarement tenue* », Pierre, promoteur, juillet 2023

G. CAPACITE A INTEGRER LES PROPOSITIONS OU RENONCEMENTS ISSUS DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE / ACCORDS OBTENUS SUR DES SUJETS NON BALISES

	Débloqué	En cours de débloquage	A débloquer	Abandonné	
Organiser une bonne semaine annuelle	X				
Recourir au bois/paille pour tous les bâtiments	X				
Modifier le schéma de circulation	X				
Réduire le nombre de places de stationnement		X			
Remplacer le parking silo par des silos démontables	X				
Faire participer les promoteurs à un ouvrage qui bascule dans le bien commun (parking)		X			
Intégrer un projet en autopromotion dans une ZAC	X				
S'accorder sur les modes d'approvisionnement énergétiques		X			
Concevoir les espaces partagés des lots immobiliers en réseau			X		
Recruter un jardinier facilitateur				X	
Éviter la démolition des 2 pavillons			X		
Concevoir et mettre en œuvre des espaces publics de manière participative		X			
Chantier ouvert		X			
Intégrer un projet de sédentarisation des gens du voyage dans une ZAC			X		

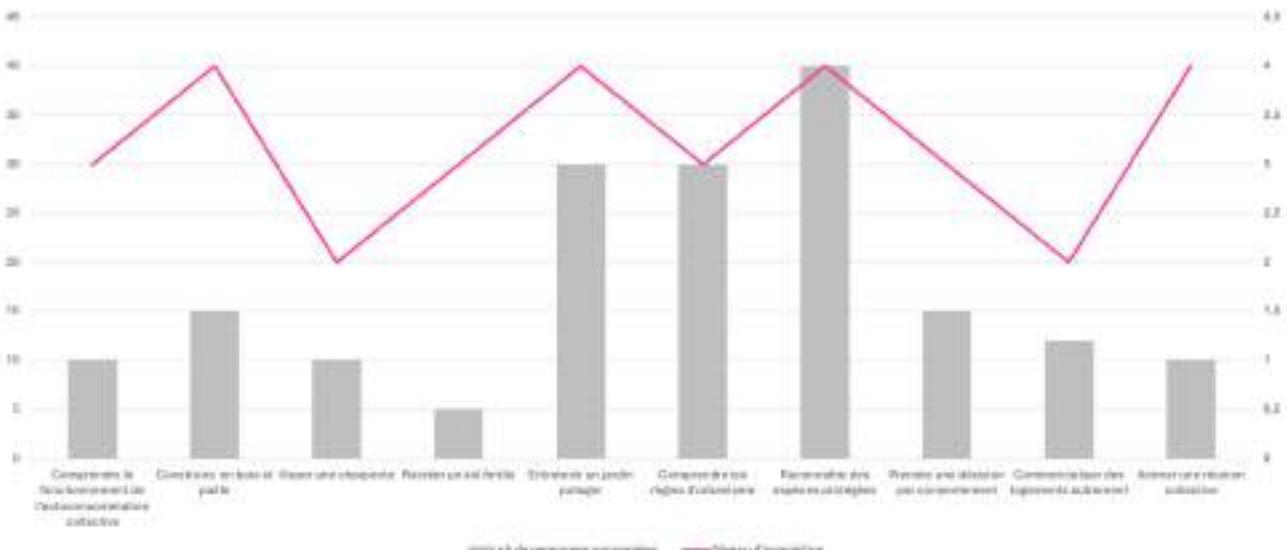
En dépit du manque de clarté du schéma de prise de décision, le projet de Bongraine a su intégrer, à la suite de temps d'intelligence collective, des éléments qui se retrouvent très peu dans d'autres projets urbains ou qui ne tiennent pas l'épreuve du temps. A titre d'exemples :

- Le questionnement autour de l'approvisionnement en chaleur des logements du quartier a été discuté en atelier avec opérateurs immobiliers le 8 décembre 2021 et a abouti à la décision de consulter directement des opérateurs énergétiques sur des critères de soutenabilité écologique et économique davantage sans présager de la source énergétique ni du dimensionnement du réseau (échelle îlot, groupement d'îlots, quartier, quartier élargi)
- La problématique de la voirie double sens soulevée à la fois par les habitants et par la MOEU (container dangereux vis-à-vis des pistes cyclables, sortie à l'est accidentogène...) a été résolue via une alternative transformant le projet de fond (choix d'une voirie à sens unique rebouclant sur la ruer de Bongraine) au lieu de simples retouches urbaines. En général, l'avancement d'un projet peut bloquer des possibilités de changements aussi drastiques.

« *La capacité à obtenir des arbitrages sur des enjeux de circulation alors qu'on est si avancé, en phase PRO, ne serait sûrement pas obtenue dans un cadre différent, avec, e plus, une acceptabilité politique notable. Finalement, cette méthode alimente une capacité à lever des freins de projet et à accompagner les changements sans un rapport de position pour/contre* ». Adrien, aménageur, juillet 2023

« *Cette méthode permet de ne pas se limiter à une seule option. Cela fait qu'il n'y a quasiment rien d'irréversible. C'est à la fois intéressant et inconfortable parce qu'il n'y a pas forcément de cadre. Néanmoins, l'avantage de la méthode Bongraine, c'est qu'on communique les blocages* », Gauthier, architecte, juillet 2023

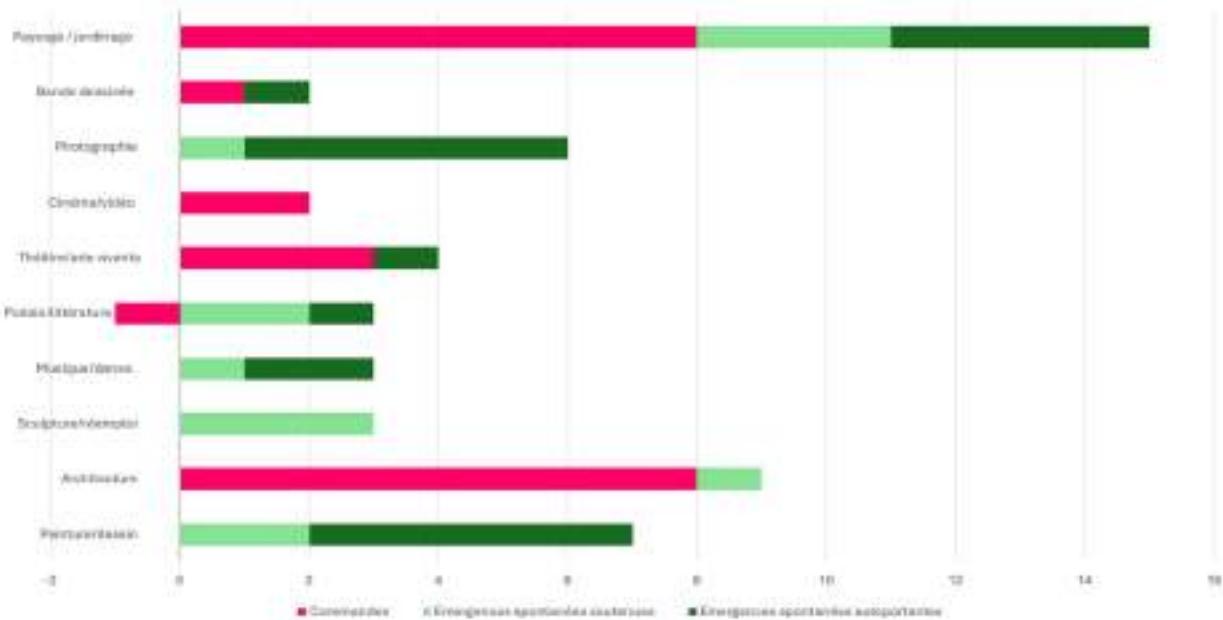
H. MONTEE EN COMPETENCE COLLECTIVE



Le projet de Bongraine avait, parmi ses ambitions, la volonté d'être un lieu d'apprentissages croisés entre tous les acteurs du projet, le but ultime étant de rendre joyeuse et accessible la fabrique du projet urbain. Aujourd'hui, selon les personnes à qui on s'adresse, la réussite de cette ambition n'est pas du tout évaluée de la même manière. Les apprentissages qui ont permis d'expérimenter ou de faire ensemble sont globalement plus fertiles à ce jour que ceux qui sont fondés sur la compréhension d'un système technique (exemple : l'autoconsommation collective ou le montage d'une l'ASL d'échelle quartier).

« Aujourd'hui, grâce aux conversations et aux temps d'échanges liés à la transmission de connaissances, je me sens capable d'expliquer comment fonctionne la biodiversité à d'autres personnes. Les démarches scientifiques participatives sont efficaces et permettent une réelle montée en compétence », Patricia, future habitante, juillet 2023

I. CAPACITE DU PROJET A FAIRE DE LA PLACE POUR LA CREATIVITE DE TOU.TE.S



Le projet de Bongraine a fait une grande place à l'expression de la créativité, qui ne se réduit d'ailleurs pas, loin de là, aux arts majeurs figurants sur ce schéma. Aquitanis, par ses commandes mais aussi en soutenant des initiatives spontanées, a sur donner du crédit aux expressions artistiques de toutes les parties prenantes.



La liberté et la créativité sont un marqueur fort du projet. Au-delà de la production artistique, le sujet n'est pas tant de en valeur les talents que d'accepter l'inconfort, le déséquilibre, pour accepter d'aller vers de nouvelles idées et ne pas se contenter de reproduire ce qui existe déjà, que ce soit dans la conception du projet ou dans les montages opérationnels ou dans la façon de mobiliser les habitants.

« L'intérêt de l'art, c'est de déjargonner. Le public doit être en capacité de tout comprendre. Avoir un ambassadeur, qui lève son bâton quand on perd les gens, ça permet de ne pas avoir la tête dans le guidon. Les gens adorent apprendre, surtout en souriant. L'ironie, les jeux de mots ou la poésie d'un champ lexical parlent d'eux-mêmes. Je crois beaucoup à la puissance du récit. Lire l'avenir c'est lire le déjà-là, et donc travailler ensemble », Emilie, comédienne, juillet 2023

« Dans ce contexte, tout le monde est paumé sur ce qu'il faut faire. Il y a des gens qui le masquent plus ou moins bien. Personnellement, j'ai beaucoup gagné en confiance, je me sens plus légitime à poser des questions et à proposer des idées », Aurélie, aménageur, octobre 2024

Ajouter un extrait du texte de Julie !

3.2 Les contions de l'implication citoyenne sont-elles réunies ? (à compléter avec M&E)

Deux questions se posent principalement aujourd'hui :

- Celle du sens de l'engagement pour les personnes déjà autour de la table depuis un moment
- Celle de la légitimité à prendre des décisions alors que la grande majorité des futur.e.s habitant.e.s sont encore absents du tour de table et que rien ne permet de présager de leur engagement écologique

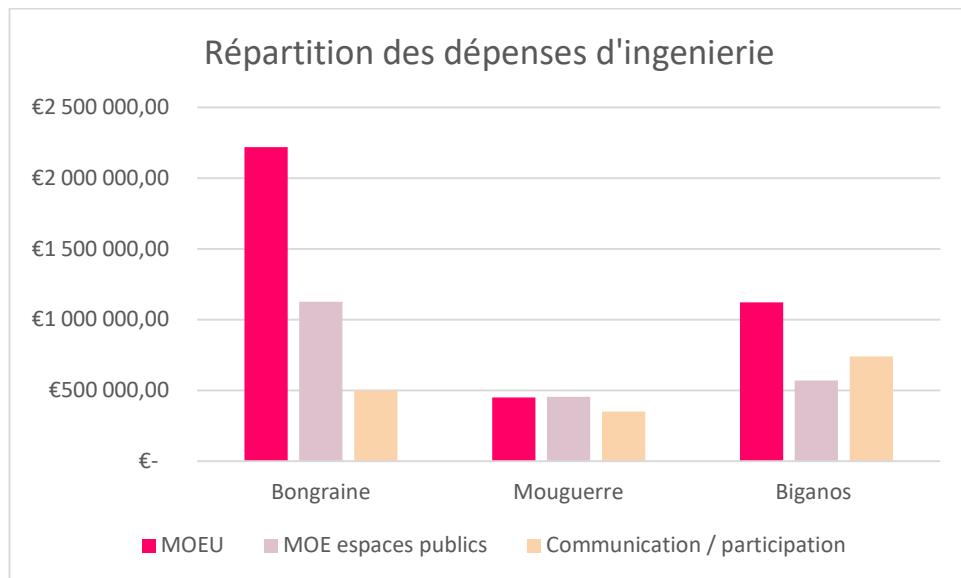
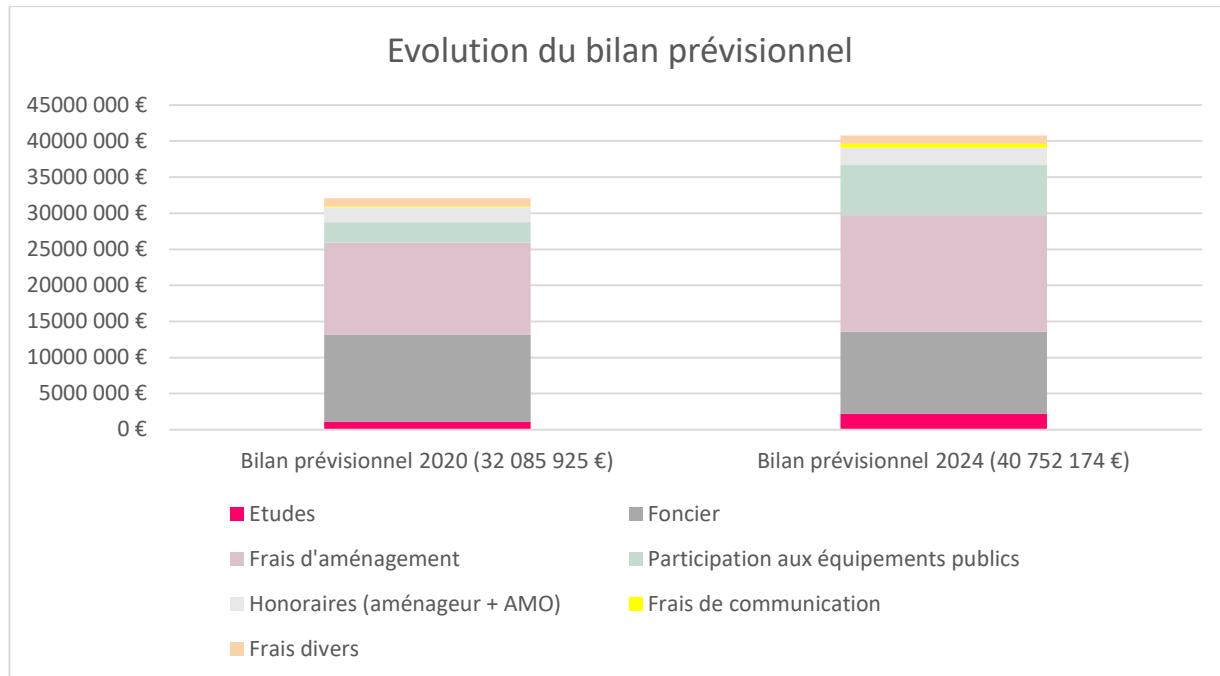
Bongraine a fait beaucoup de promesses et a éveillé un désir d'utopie chez les futurs habitants mais il y a aujourd'hui un double enjeu important à lutter contre la désillusion et à ne pas exclure de fait les personnes moins engagées qui arriveront sur le projet.

Le sujet n'est pas de trouver des modalités pour que tout le monde participe à toutes les prises de décisions, mais les conditions pour faire évoluer la méthode Bongraine dans le sens d'une participation plus saine peuvent être résumées ainsi :

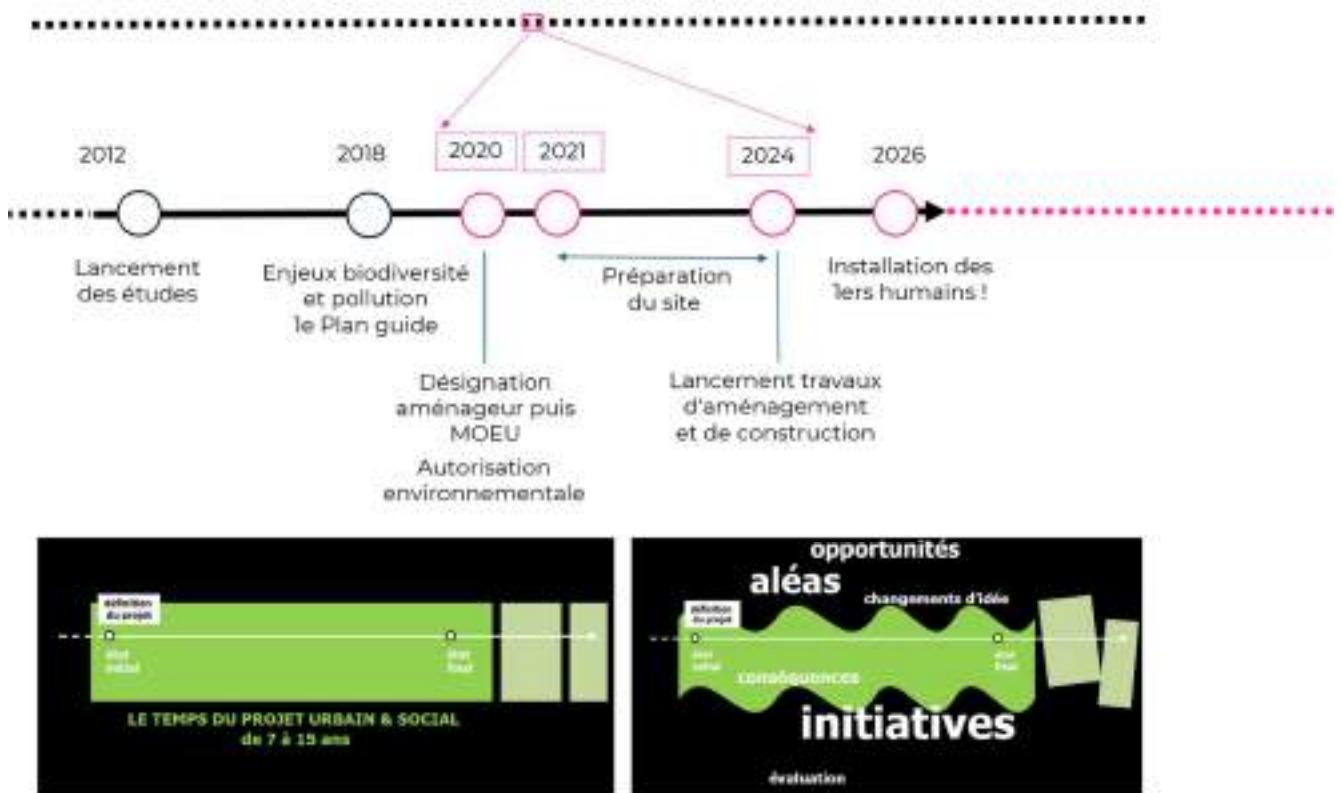
- Rendre visible les effets produits par l'engagement des personnes impliquées
- Identifier les endroits où la parole habitante peut être entendue et prise en compte et dédensifier les sujets (c'est la question du choix)
- Doser et soigner les questions posées : ni trop définies pour laisser une marge de manœuvre, ni trop indéfinies au risque d'être mal comprises et de créer du flou autour de la direction à prendre (c'est la question du mandat)
- Justifier les décisions prises, en particulier lorsqu'elles sont de manière descendante (c'est la question de la rédition des comptes)
- Choisir celui qui pourra rechoisir demain, c'est-à-dire donner du pouvoir de décision aux personnes qui seront en mesure de les défendre et de les pousser le plus loin.

3.3 Les conditions de faisabilité du projet sont-elles réunies ? (à compléter avec Aquitanis)

A. CAPACITE A METTRE L'ARGENT DU PROJET LA OU IL SERT LE PLUS L'INTENTION



B. CAPACITE A TENIR UN CALENDRIER DE PROJET RAISONNABLE



Objectiver la critique sur la perte de temps

«Il faut savoir tirer les conclusions de cette période assez lasse où sont nées des frustrations, des crispations, voire des souffrances pour certains acteurs du projet. LA lenteur a télescopé le fait d'avancer de manière enthousiaste. Le dernier atelier très collectif a permis de se lancer dans une phase plus opérationnelle. C'est positif! », Gauthier, architecte, juillet 2023

4.

Comment caractériser un projet « à la Bongraine » pour passer le relais à l'AMU et aux habitants ?

A rédiger après la réunion du 5 novembre

4.1 Les fondements



- ↳ Intention à partager, faire évoluer,
- ↳ Qualité des liens,
- ↳ Cadre de confiance,
- ↳ Qualité d'écoute et de présence
- ↳ Place de la liberté et de l'envie
- ↳ Clarté et traçabilité des prises de décision
- ↳ ...

4.2 Les changements à accompagner

4.3 Les critères de réussite

4.4 Eloge des petites victoires (en faire une annexe ?)

ANNEXE D2

Renaturation, plantation de micro-forêts, gestion intégrée des eaux pluviales et participation : Natur'Ô Lycées Centre-Val de Loire



Renaturation, plantation de micro-forêts, gestion intégrée des eaux pluviales et participation : Natur'O Lycées Centre-Val de Loire

Natur'O Lycées Centre-Val de Loire résulte d'une ambition politique d'atténuation, d'adaptation et de résilience face au changement climatique. Sur la base d'un nouveau récit collectif, la Région coconstruit avec les lycées publics de l'Académie d'Orléans-Tours, des espaces extérieurs réinventés. En se fondant sur l'agentivité, la capacité des utilisateurs et des usagers des lycées, le dispositif vise à adapter ces espaces pour développer la qualité de vie au travail et le bien-être en toutes saisons. La maîtrise d'ouvrage conduit ce dispositif de renaturation en mode participatif de la conception à l'accompagnement des usages : diagnostic fonctionnel des usages cartographiés, analyse critique argumentée du schéma directeur paysager, projet paysager raisonné collectivement en fonction des moyens, coplantations, vie en oeuvre (étiquetage botanique, classe dehors, détente, rencontres, sciences participatives, projets pédagogiques...). Après plusieurs diagnostics fonctionnels et techniques, la maîtrise d'ouvrage désimperméabilise les sols, gère les eaux pluviales à la parcelle, créé des îlots de fraicheur, organise les coplantations de micro-forêts, contribue au développement de la biodiversité, s'inscrit aussi dans une logique de réemploi et de valorisation des déchets, le bitume devient des pas japonais, des bancs...

Expérimenté en 2023 auprès de huit lycées dans les six départements de la Région Centre-Val de Loire, Natur'O Lycées se déploie avec un objectif de renaturation de 50% des lycées dans le cadre de la mandature. En 2025, plus de 25% des lycées ont été renaturés, avec la coplantation de 33 500 m² de surfaces de micro-forêts d'essences de la marque végétal local ou équivalent et des aménagements extérieurs en adéquation aux besoins. En deux ans, il y a eu plus de plantations dans les lycées que de lycéens sur le territoire. C'est ainsi que les lycées disposent de nouveaux espaces extérieurs dépassant une vision anthropique autocentré en bénéficiant des solutions d'adaptations fondées sur la nature mais aussi en offrant le gîte et le couvert à la biodiversité. Il en va de même pour les deux nouveaux lycées où le végétal et la biodiversité ont été intégrés dès la phase programmatique.

La Région se donne les moyens en pilotant cette démarche d'intelligence collective, coopérative et ouverte, avec un budget de 250 000 euros par lycée renaturé. Autrement dit, 6,5 millions d'euros ont d'ores-et-déjà été consacrés à ce dispositif. Il est à noter que les projets sont cofinancés notamment par les agences de l'eau au titre de la gestion intégrée des eaux pluviales : récupération des eaux de pluies à la parcelle, déconnexion des réseaux d'eaux pluviales, création de noues, de mares, de jardins de pluies...

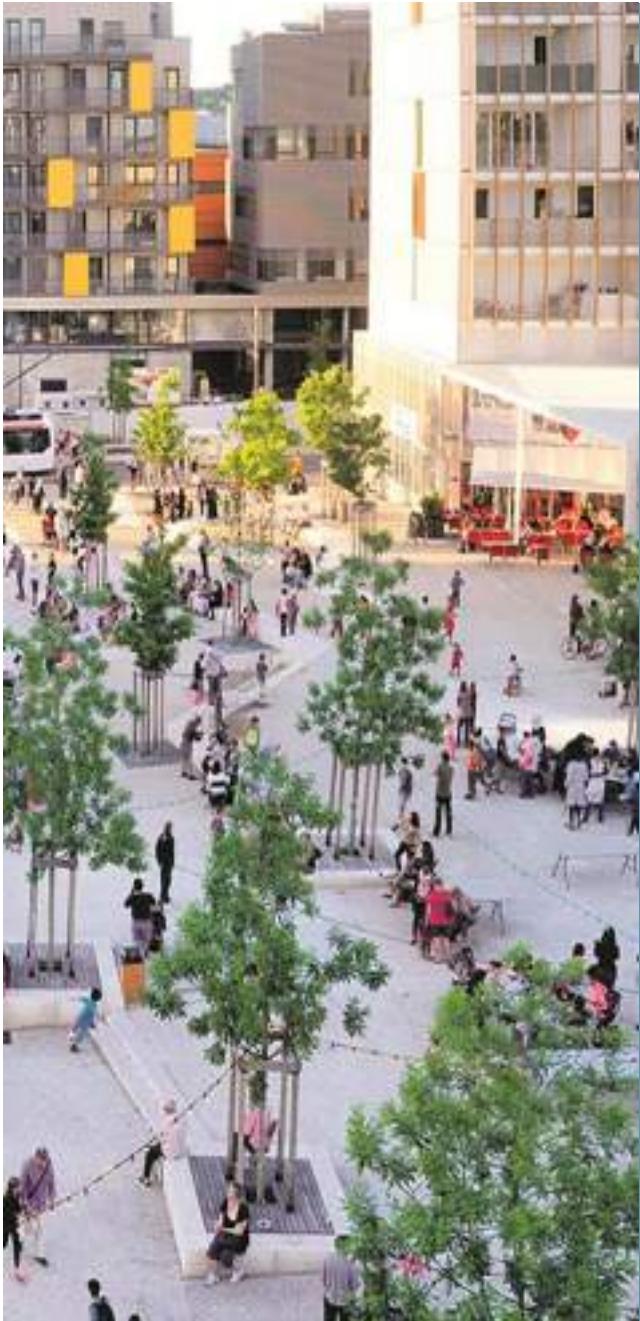
Moins d'un an est nécessaire entre le programme et l'usage de ces nouveaux espaces. Pour autant, l'enjeu reste d'assurer le renouvellement des pratiques d'entretien avec les agents de maintenance des espaces verts. Ils sont associés dès la phase de réflexion, mais la conduite du changement nécessite du temps. Pour ce faire, un travail d'accompagnement de proximité d'une durée de trois ans engage les professionnels du paysage dans chacun de ces projets. De nouvelles réflexions sont aussi engagées : d'une part avec le dispositif ITEEnéraire de la Région Centre-Val, de l'ADEME et du CNFPT ; et d'autre part, avec la coconstruction d'une charte d'usage.

Natur'O Lycées est un projet éducatif qui permet de faire prendre conscience aux lycéens des enjeux environnementaux mais surtout qui leur confère un pouvoir d'agir au niveau de leur établissement. La construction d'un avenir désirable passe par ce pouvoir d'agir.



ANNEXE E1

Application web pour le calcul du CBSH (GT n°7 du cycle d'ateliers Lab2051)



Présentation des travaux « Biodiversité et Nature en ville »

Lab2051

Atelier méthodes et outils d'aide à la décision et
d'évaluation des bénéfices de la renaturation

6 décembre 2023

1. Présentation du CSTB

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

MISSION : rassembler, développer et partager avec les acteurs de la construction, les connaissances scientifiques et techniques déterminantes pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments et de leur environnement.

RÔLE : accompagner les professionnels par des activités organisées pour être accessibles à l'ensemble des acteurs et partenaires du monde de la construction.



Le futur en construction

1. Présentation du CSTB

Les activités du CSTB :

Le CSTB organise ses activités pour répondre aux enjeux de la **transition énergétique et écologique**, ainsi qu'aux **besoins des acteurs**, quelle que soit la maturité de leur projet

La Recherche & Expertise

pour penser le bâtiment et la ville de demain

L'Évaluation

pour vérifier l'intégrabilité des solutions innovantes

La Certification

pour valoriser la qualité sur le marché

Les Essais

pour caractériser les performances

La Diffusion des connaissances

pour soutenir les compétences des acteurs

1. Présentation du CSTB

L'activité « Recherche & Expertise » :

L'activité « Recherche » s'organise autour de 4 Directions d'Actions Stratégiques (DAS)

Bâtiment et quartiers pour bien vivre ensemble

Bâtiment et villes face au changement climatique

Economie circulaire et ressources pour le bâtiment

Innovation, Fiabilisation et acte de construite

6 thématiques



ÉNERGIE
ENVIRONNEMENT



SANTÉ
CONFORT



NUMÉRIQUE



AMÉNAGEMENT
URBAIN



GRANDS
OUVRAGES



TRANSPORTS

Vers l'action et le marché

Transfert de technologies
(concession de licences, cession de brevets),
logiciels et formations sur-mesure

Au service de la progression
des connaissances

Montage de projets de recherche
collaboratifs ou de chaires industrielles de
recherche

**Atouts
du CSTB**

**Approche systémique
et pluridisciplinaire**

**Approche intégrée à 3 échelles
(matériau / bâtiment / quartier)**

2. DAS Bâtiments, quartiers & bien vivre

Approches urbaines intégrées (AUI)



Daniela Belziti



- > Développer des **méthodes et outils pour objectiver**
- > Diagnostic, aide à la programmation, comparaison analyse de scénarii, solutions
- > Reporting, monitoring urbain
- > Performances et qualité des projets, priorisation investissements, évaluation des innovations
- > Quels critères? Quels indicateurs? Quelles interprétations? Quelle contextualisation ?
- > Focus sur les **stratégies d'aménagement et les projets urbains**



- > Principale cible : **Aménageurs, Collectivités**
- > Mais aussi Bureaux d'études et Fournisseurs/ Concepteurs de solutions urbaines



- > Vision intégrée, systémique
- > Croisement des disciplines, multi-échelles, multicritères
- > Des **outils simplifiés et opérationnels**, en support au **développement activité R&E sur l'urbain**



- > Opportunités du numérique comme levier d'innovation et facilitant l'analyse et l'évaluation
- > Approche data, utilisation du jumeau numérique

2. DAS Bâtiments, quartiers & bien vivre

Approches urbaines intégrées (AUI)



3 actifs

27 actions dont 2 thèses

Solutions fondées sur la nature

Justice spatiale & équipements urbains



- > Observation, analyse, représentation, qualification des ambiances, méthode diagnostic transdisciplinaires SHS + φ
- > Analyse stratégies innovantes adaptation CC
- > Impact ICU sur santé
- > Mesures écoulement vent
- > Modélisation dispersions polluants
- > Calcul exposition ondes EM
- > Simulation sonore phase amont, interactivité calcul T réel et visualisation

Emeline Bailly



Qualification ambiances urbaines

Biodiversité et nature en ville

Nicoleta Schiopu



Approche urbaine intégrée et jumeau numérique urbain

Daniela Belziti

- > Appréciation pertinence **solutions fondés nature** (BDD, moteur calcul, indicateurs service écosystémiques)
- > **ACB environnementaux/ économiques/ bien être**
- > **Impact toitures et façades végétalisées sur particules fines**
- > **Indicateurs rafraîchissement urbain lié à la végétalisation**
- > **Valeur économique nature en ville**
- > **Calcul CBS harmonisé** (Plan Bâtiment Durable, Label RE2020)
- > **Données BIM/CIM biodiversité**
- > **Référentiels techniques sols drainants**

- > **BDD urbaine contextualisée :** indicateurs, solutions, valeurs référence, rapports
- > **Services et outils évaluation :** génération grilles d'analyse, tableaux de bord...
- > Méthodologie évaluation basée sur le CIM et prototype service d'évaluation
- > Numérisation des critères d'accessibilité
- > Diagnostic présence et distribution équipements publics

3. Biodiversité et Nature en ville

2006 technique

1^{er} ATEC d'un système de végétalisation de toiture

Le végétal au service de la ville

Eau, ICU, Biodiversité

Qualité urbaine

2013

Approche hybride
Biodiversité

2020

Méthode HIBOU



2022

Actif BIODI

2023

Approche intégrée

Nature en ville dont enjeu Biodiversité

Nature en ville et Biodiversité

VegDUD

Le végétal au service de la ville

Le CSTB a développé VegDUD, un logiciel de reconnaissance de végétation.

Le logiciel VegDUD permet de reconnaître les espèces végétales dans les images prises avec un smartphone ou une tablette.

Le logiciel VegDUD est accessible via le site www.cstb.fr/vegdud.

thinknature

thinknature est un projet financé par la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020.

PARTNERS

thinknature a pour objectif d'évaluer l'impact des interventions sur la biodiversité et les systèmes urbains : vers une synergie entre planification, design et évaluation.

HIBOU



3. Biodiversité et Nature en ville

Les impacts de la **Nature en ville / des SFN** (positifs et négatifs) ont lieu sur **le site du projet (in situ)** **ET hors site (ex situ)**

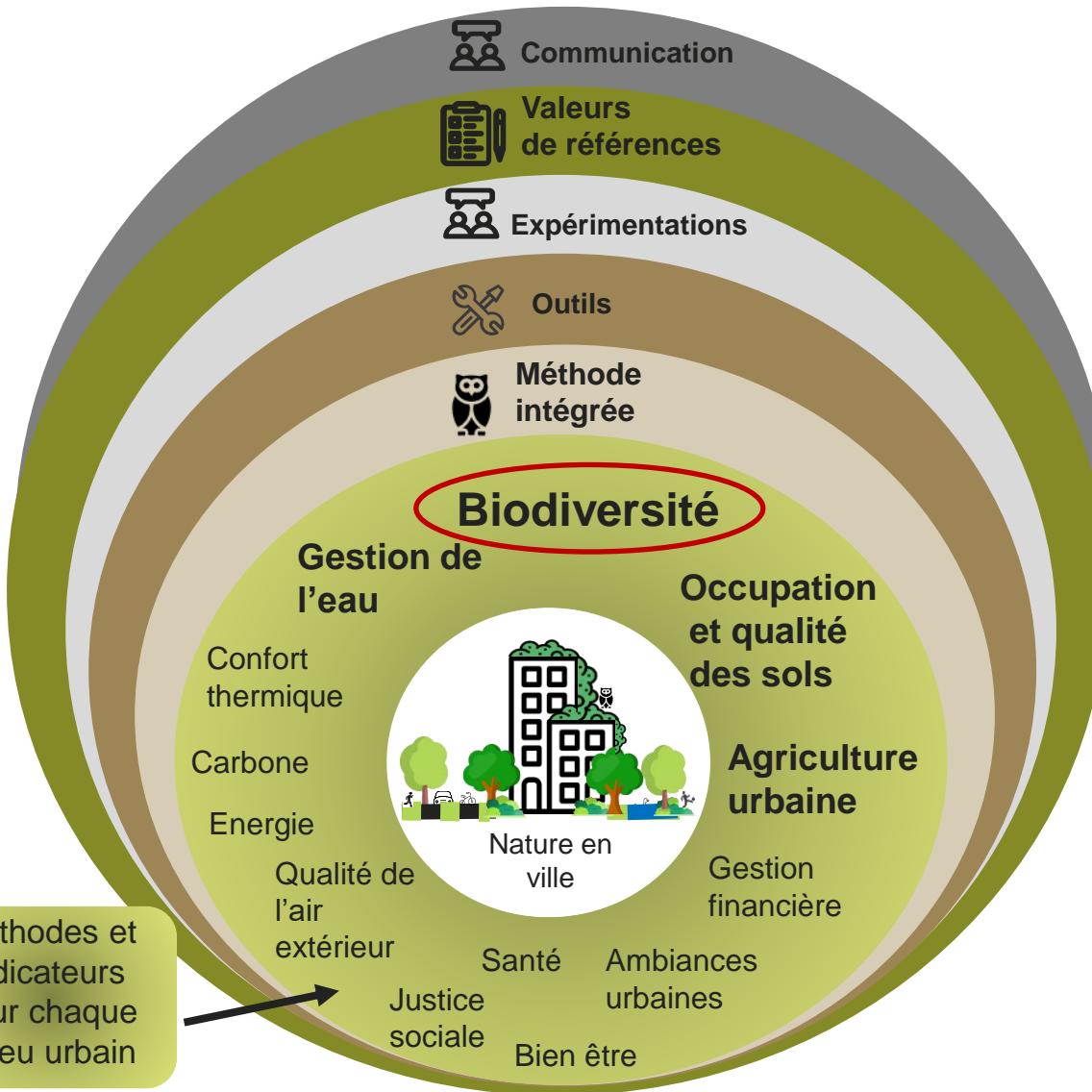


Méthode intégrée **HIBOU 2030**

Méthode d'évaluation **Hybride** des **Interactions** **nature en ville**, **BiOdiversité**, et système **Urbain**
à partir de la méthodologie **HIBOU 2020**

Méthodologie d'évaluation **Hybride** des **Interactions** **BiOdiversité** / système **Urbain**

3. Biodiversité et Nature en ville



Objectif = contribuer à l'intégration robuste de la biodiversité et la nature en ville dans les méthodes d'évaluation du cadre bâti aux échelles bâtiment et quartier

- Identifier et valoriser les solutions fondées sur la nature les plus adaptées à un contexte donné
- Evaluer leurs impacts positifs et négatifs

Chaque acteur connaît :

- l'impact sur la biodiversité de son activité
- le potentiel d'amélioration de ses activités
- la plus-value de ses actions en faveur de la biodiversité

**COLLECTIF
DES
DEMARCHES
QUARTIERS
BATIMENTS
DURABLES****effinergie**
Efficacité énergétique
et confort dans les bâtiments**CSTB**
le futur en construction**Objectifs de CAP 2030 :**

Inciter les acteurs volontaires à aller au-delà de la Réglementation Environnementale des bâtiments neufs (RE2020) et proposer une voie de progrès pour les bâtiments de demain et d'après-demain

Accompagner la réglementation environnementale construction et préparer son évolution au-delà de l'énergie et du carbone

Du local à l'international

S'appuyer sur les dynamiques territoriales et faire reconnaître le cadre commun de référence au niveau international

Une méthode afin de mobiliser largement

Co-construction et concertation afin d'impliquer tous les acteurs

Disposer d'un dispositif lisible, accessible, utilisable librement par tous et transparent

S'appuyer sur les expertises et savoir-faire existants et mettre les associations au cœur du dispositif

Embarquer et accompagner la filière



Durée du projet : 2 ans (pour un déploiement sur les 10 prochaines années)



Livrables : un cadre commun de référence et des outils pour accompagner le déploiement (expérimentation, observatoire, outils pédagogiques)



Organisation :

- un portage du projet par le Groupement d'Intérêt Ecologique, avec l'appui scientifique et technique du CSTB, l'accompagnement du Plan Bâtiment Durable et le soutien de la DGALN et de l'ADEME
- une co-construction à travers de 9 GTs techniques ouverte à l'ensemble des acteurs volontaires et des phases régulières de concertation



Objectifs du GT 7 Biodiversité :

- ✓ Harmoniser les pratiques pour prendre en compte la biodiversité dans les projets urbains
- ✓ Créer des indicateurs orientés vers l'évaluation de la biodiversité et des services écosystémiques
- ✓ Trouver un juste équilibre entre l'opérationnalité des méthodes et la robustesse des résultats

Démarche générale :

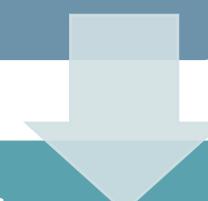
1

Indicateur qualitatif d'engagement de moyens pour considérer les enjeux biodiversité du site initial



2

Indicateur quantitatif d'évaluation du potentiel biodiversité d'un site : CBS harmonisé



3

Indicateur bonus pour valoriser les bonnes pratiques

Contributeurs (jusqu'en juillet 2023) :

Coordination du GT 7 :



1

Indicateur qualitatif d'engagement de moyens pour considérer les enjeux biodiversité du site initial

2

Indicateur quantitatif d'évaluation du potentiel biodiversité d'un site : CBS harmonisé

3

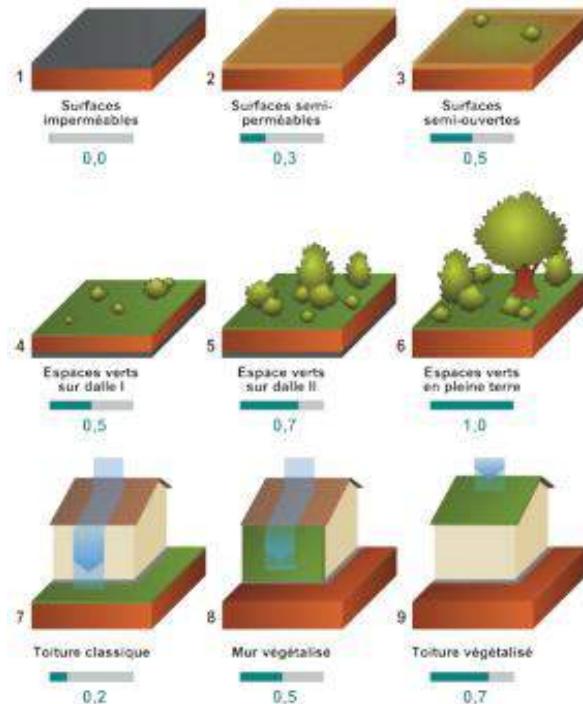
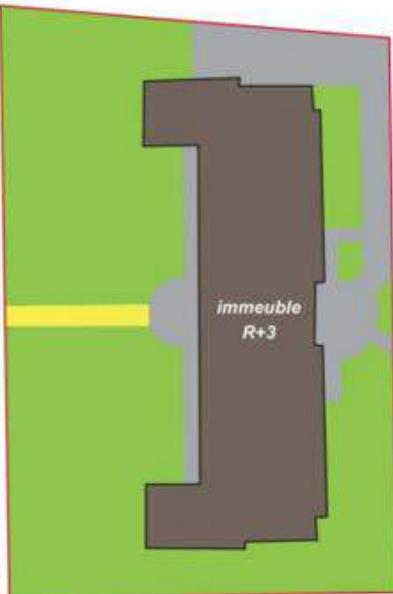
Indicateur bonus pour valoriser les bonnes pratiques

À ce stade, l'indicateur quantitatif d'évaluation du potentiel biodiversité d'un site, le CBS harmonisé, est l'indicateur le plus abouti.

Il est présenté en détail dans la suite de cette présentation.

Qu'est-ce que le Coefficient Biotope Surfacique ?

Le plus connu est le [CBS de Berlin](#), repris par l'ADEME



$$CBSh = \frac{\sum \text{Superficies écoaménageables de type } i * \text{facteur de pondération } i}{\text{Superficie totale}}$$

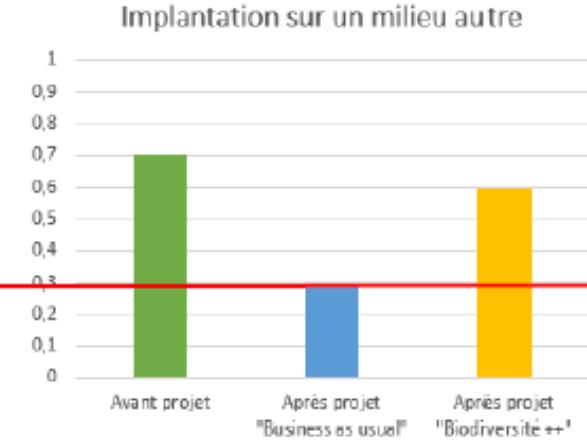
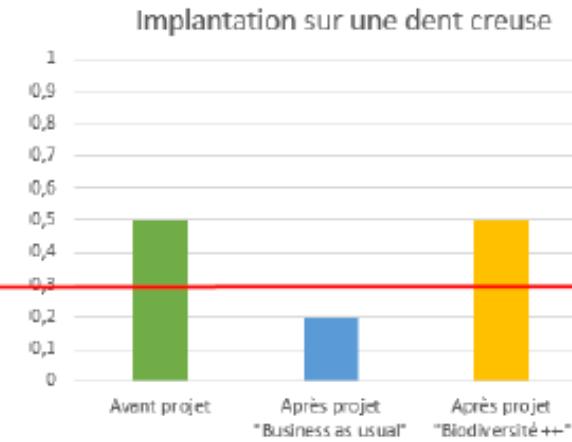
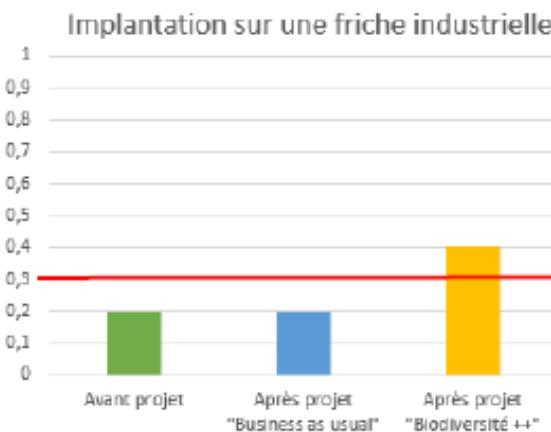


Résultats compris entre 0 (milieu totalement imperméabilisé) et 1 (milieu naturel)

→ Méthode de caractérisation de l'occupation des sols pour estimer un potentiel d'éco-aménageabilité via un système de pondération

Pourquoi le CBS ?

- ✓ Indicateur quantitatif qui permet un 1er pas dans la considération de la biodiversité
- ✓ Simple et facile à prendre en main par un non-expert
- ✓ Connu par les acteurs de l'aménagement (PLU, PLUi, etc.) et connectable au ZAN
- ✓ Fait appel à la notion de surface « écoaménageable », consacrée en droit français depuis la loi ALUR du 24 mars 2014 (article L151-22 du Code de l'Urbanisme)
- ✓ Indicateur de performance : comparaison avant/après projet et/ou atteinte d'un objectif par la fixation d'un seuil → permet de valoriser les améliorations d'un projet par rapport à sa situation initiale



Seuil

Problématique liée à l'indicateur CBS

Outil pris en main par les aménageurs et souvent décliné pour répondre à un objectif en particulier :
gestion des eaux, biodiversité, microclimat, bien-être en ville, etc.



Grande variété de nomenclatures et de coefficients associés



Difficulté de comparer les projets d'un territoire à l'autre



Besoin d'harmoniser les pratiques au niveau national

Enjeux : développer un indicateur national qui peut s'adapter aux spécificités locales des territoires

4. GT 7 Biodiversité – CAP 2030

Présentation du CBSH dans sa version d'octobre 2023

Batiments		Coefficient / Potentiel biodiversité	Descriptions / Conditions
Toitures classiques (minérales)		0	
	Extensif - (- de 8 cm de substrat)	1 unique strate végétale : sédums	0,1
	Extensif + (de 9 à 12 cm de substrat)	1 unique strate végétale : herbacées Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes	0,2 0,3
	Semi-intensif (de 13 à 30 cm de substrat)	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes	0,3 0,4
Toitures végétalisées	Intensif - (de 31 à 60 cm de substrat)	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes ou herbacées + arbres ou arbustes + arbres Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,4 0,5 0,6
	Intensif + (+ de 60 cm de substrat)	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes ou herbacées + arbres ou arbustes + arbres Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,5 0,6 0,7

Les épaisseurs proposées correspondent aux épaisseurs de substrat seule, hors couche drainante.

Pour que la strate "herbacée" soit effective, elle doit couvrir au minimum 50 %* de la toiture

Pour que la strate "arbustive" soit effective, elle doit couvrir au minimum 20 %* de la toiture

Pour que la strate "arborée" soit effective, elle doit couvrir au minimum 20 %* de la toiture

*pourcentage de couverture retenue dans le référentiel GreenRoofScore de l'ADIVET

4. GT 7 Biodiversité – CAP 2030

Présentation du CBSH dans sa version d'octobre 2023

Voiries	Coefficient / Potentiel biodiversité	Descriptions / Conditions
Surfaces minérales imperméables	0	Surfaces complètement scellées avec des revêtements imperméables à l'air et/ou à l'eau, ne permettant pas le développement de la végétation : béton, asphalte, terrazzo, céramique, dalles/pavage (avec sous-structure ou jointolement), revêtements plastiques étanches, bitume, dallage avec couche de mortier... Les friches imperméables sont à classer dans cette catégorie.
Surfaces minérales semi-perméables et perméables	0,1	Matériaux partiellement ou totalement perméables à l'air et à l'eau ne permettant pas le développement de la végétation : grands et petits pavés en pierre, clinker, dallage en bois, pierres et dalles composites en béton, plafonds hydrodiluables, sol compacté ouvert, surfaces synthétiques perméables, pierres en treillis avec jointure, pavés de suintement, pierres de drainage, pavés à très haute performance de suintement, zones sablonneuses, graviers, parking en terre battue ou tout venant ou caillou... Les friches semi-perméables et perméables sont à classer dans cette catégorie.
Surfaces mixtes	0,2	Matériaux perméables à l'air et à l'eau permettant le développement de la végétation : pavés à gazon, gravier à gazon, pavage en bois à forte proportion de joints, pavage à joints de gazon, grilles à gazon, pavés à gazon
Surfaces minérales imperméables avec arbres	0,1	Se référer aux descriptions précédentes
Surfaces minérales semi-perméables et perméables avec arbres	0,2	Pour que ces typologies d'occupation des sols soient validées, la densité d'arbres doit être supérieure à 2 individus/100m ² . Si cette condition n'est pas respectée, le milieu est considéré "sans arbre".
Surfaces mixtes avec arbres	0,3	

Présentation du CBSH dans sa version d'octobre 2023

	Espaces verts au sol sur dalle	Coefficient / Potentiel biodiversité	Descriptions / Conditions
Espaces verts au sol sur dalle	Moins de 30 cm de substrat	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes	0,3
		Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes	0,4
	Entre 31 et 80 cm de substrat	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres	0,4
		Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbuste ou arbustes + arbres ou herbacées + arbres	0,5
		Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,7
		1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres	0,5
		Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbuste ou arbustes + arbres ou herbacées + arbres	0,6
	Plus de 81 cm de substrat	Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,8

Pour que la strate "herbacée" soit effective, elle doit couvrir au minimum 50 %* de la toiture

Pour que la strate "arbustive" soit effective, elle doit couvrir au minimum 20 %* de la toiture

Pour que la strate "arborée" soit effective, elle doit couvrir au minimum 20 %* de la toiture

*même pourcentage que pour les toitures végétalisées

Présentation du CBSH dans sa version d'octobre 2023

	Espaces verts en pleine terre	Coefficient / Potentiel biodiversité	Descriptions / Conditions
Espaces verts en pleine terre	1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres	0,7	Zone de végétation au sol en connexion directe avec la roche mère permettant la libre infiltration des eaux pluviales jusqu'à la nappe phréatique. Il peut être traversé par des réseaux souterrains (câbles, tuyaux d'assainissement...).
	Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes ou herbacées + arbres ou arbustes + arbres	0,8	Pour les espaces verts en pleine terre composés d'une seule strate arborescente (avec un sol couvert de graviers par exemple), se référer aux surfaces minérales ou mixtes avec arbres
	Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,9	Pour que la strate arborée soit effective, la densité d'arbres doit être supérieure à 1 individu/50m ² . Si cette condition n'est pas respectée, le milieu est considéré "sans arbre" Exemples : surface boisée, friche naturelle, parcs urbains, dent creuse...
Espaces agricoles	Grande culture	0,6	Champ monospécifique (blés, maïs, etc.) pouvant correspondre aux systèmes agricoles intensifs
	Pré et pature	0,7	Champ dans lequel paturent les bêtes
	Prairie temporaire	0,8	Champ polyspécifique (plantes fourragères de type graminées et légumineuses) pouvant correspondre aux systèmes agricoles extensifs
	Friche agricole < 5 ans	0,7	Résultat de la déprise agricole de moins de 5 ans : milieu composé d'herbacées et d'arbustes (ronces)
	Friche agricole > 5 ans	0,8	Résultat de la déprise agricole de plus de 5 ans : milieu composé en majorité de ligneux
Prairie permanente		0,9	Champ herbeux peu ou pas travaillé
Espaces naturels		1	Espace naturel dont l'action humaine est minimale : forêts, prairies, dunes, zones humides, ENAF, boisements préservés...

4. GT 7 Biodiversité – CAP 2030

Présentation du CBSH dans sa version d'octobre 2023

Masse d'eau	Coefficient / Potentiel biodiversité	Descriptions / Conditions
Bassins et réservoirs d'eau	0,2	Surface en eau très artificialisée : fontaine, miroir d'eau, bassin incendie...
Milieux humides étanches	0,7	Surface en eau naturelle ou semi-naturelle, avec ou sans végétation, permanente ou non, caractérisée par un revêtement de fond ne permettant pas l'infiltration des eaux dans le sol (bâches, béton...) : mares, noues, canaux, fossés, bassin de rétention, jardins de pluie...
Milieux humides non étanches	1	Surface en eau naturelle ou semi-naturelle, avec ou sans végétation, permanente ou non, permettant l'infiltration des eaux dans le sol : mares, noues de stockage, , bassin de rétention, jardins de pluie...
Noues d'infiltration	0,7	Canaux souvent positionnés le long des voiries pour en collecter les eaux de ruissellement, souvent à sec
Fossés	0,8	Canaux souvent positionnés le long des voiries pour en collecter les eaux de ruissellement, souvent chargé en eau

Merci pour votre attention



Contacts :

- aline.brachet@cstb.fr - GT 7 biodiversité - CAP 2030
- nicoleta.schiopu@cstb.fr - Actif de recherche « Biodiversité et Nature en ville »

ANNEXE E2

**Présentation lors du Lab2051 de
l'outil Mimosa, Nobatek INEF4 (GT
n°7 du cycle d'ateliers Lab2051)**

PRÉSENTATION DE L'OUTIL « MIMOSA » ATELIER LAB2051

MESURER LES IMPACTS DE LA MISE EN ŒUVRE DE SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE DANS LES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT

06 DÉCEMBRE 2023



CONTEXTE ET ENJEUX DE L'OUTIL



CONTEXTE



Défis urbains

Impacts
environnementaux

Besoins d'indicateurs
environnementaux simples

« Services
écosystémiques »

Ecosystèmes /
Nature en ville

Aménageurs
publics

Mise en place de SFN
dans leur territoire



COMMENT CE DÉVELOPPEMENT EST-IL NÉ ?

- NOBATEK/INEF4 a engagé fin 2022 la production d'un outil simplifié d'évaluation de SFN
- Développements réalisés dans le cadre d'une convention de recherche QANOPEA 2022-2024 avec un aménageur bordelais, La Fabrique de Bordeaux Métropole
- Initiative récente pour adapter l'outil au contexte des Pyrénées-Atlantiques avec la CAPB (Communauté d'Agglomération Pays Basque)





OÙ EN EST-ON AUJOURD'HUI ? QUE VA-T-ON FAIRE DEMAIN ?

Développements réalisés (2023) :

- Cahier des charges en concertation avec l'aménageur
- Développement de la méthodologie générale du calcul de l'indicateur
- Développements informatiques (frontend et backend) de l'outil MIMOSA sur Excel - Version bêta



A venir (2024) :

- Travail collaboratif sur la partie « configuration » des SFN avec deux partenaires opérationnels (NEPSEN et ÎLÔ Paysages) – intégration des bénéfices écosystémiques spécifiques à chaque espèce arboricole
- Test et déploiement de l'outil





MÉTHODE DE CALCUL



Mesurer les Impacts de la Mise en Œuvre de solutions fondées sur la nature dans les Scénarios d'Aménagement



DÉVELOPPEMENT DE LA MÉTHODE DE CALCUL

1. Réalisation d'une bibliographie et d'une analyse de plusieurs projets européens H2020 (dont le projet Nature4Cities) qui ont quantifié/décris les « liens » entre des SFN et les défis urbains.

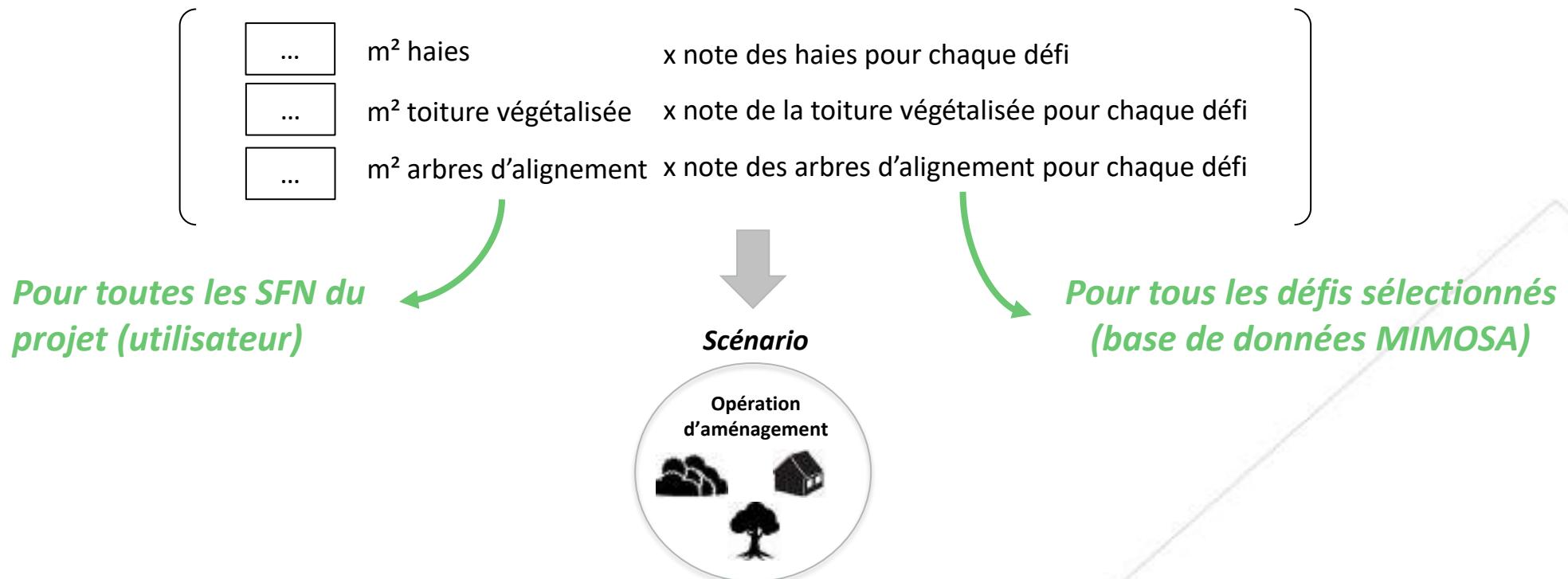


2. Ces « liens », aussi bien qualitatifs que quantitatifs, ont été répertoriés, puis quantifiés quand nécessaire, ramenés à une échelle commune, et moyennés pour obtenir une note décimale comprise entre 0 et 2 permettant d'établir un lien NE (non évalué), inexistant (0), moyen (1) ou fort (2) entre une SFN et un défi urbain donné.



PRINCIPE DU CALCUL DE L'INDICATEUR

- Les surfaces de SFN d'un projet sont ensuite multipliées par ces notes, décrivant ainsi la capacité des SFN du projet à répondre à tel ou tel défi urbain.





FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL MIMOSA



Mesurer les Impacts de la Mise en Œuvre de solutions fondées sur la nature dans les Scénarios d'Aménagement



ETAPES DE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

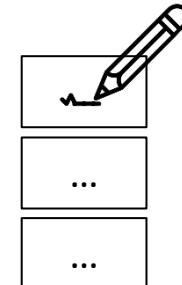
Création de scénarios
à différentes échelles



Saisie des données

Projet

à saisir pour toutes les SFN du projet



m² haies

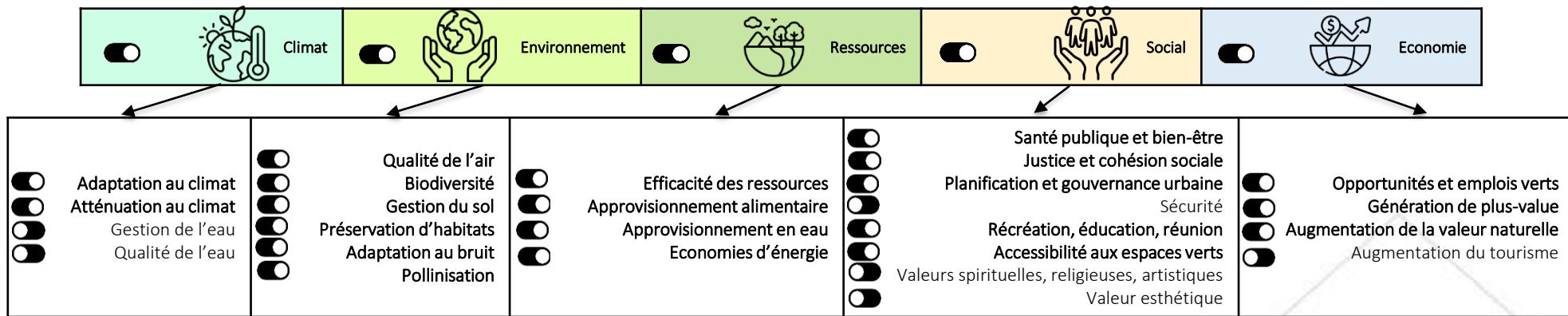
m² toiture végétalisée

m² arbres d'alignement



ETAPES DE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

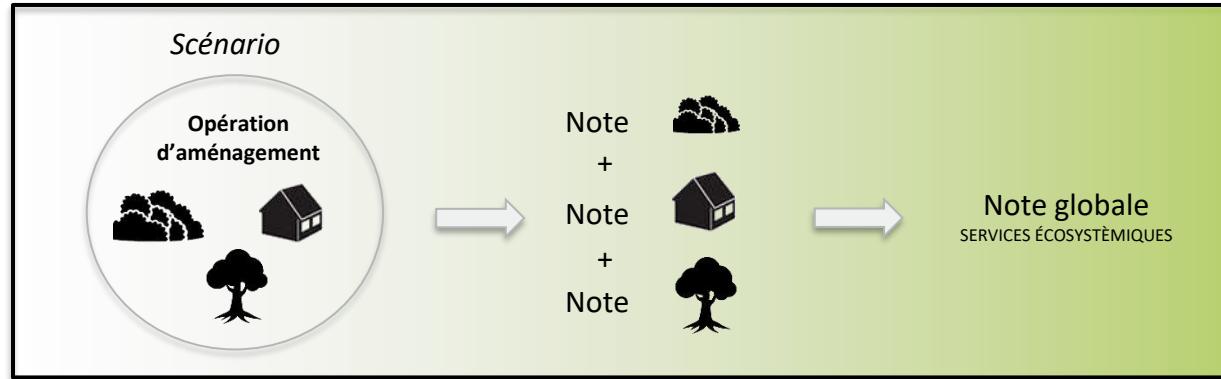
Sélection
des défis



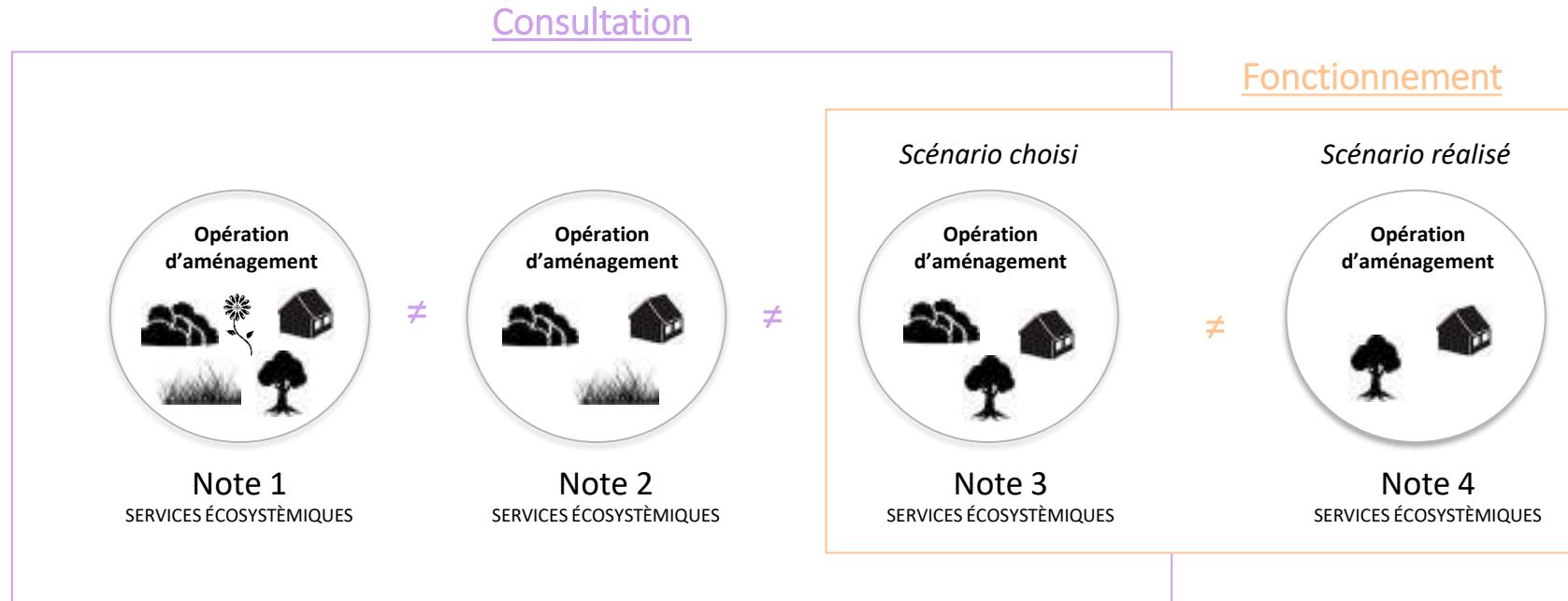


ETAPES DE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

Evaluation
d'un scénario



Comparaison
de scénarios





RÉSULTATS - EVALUATION

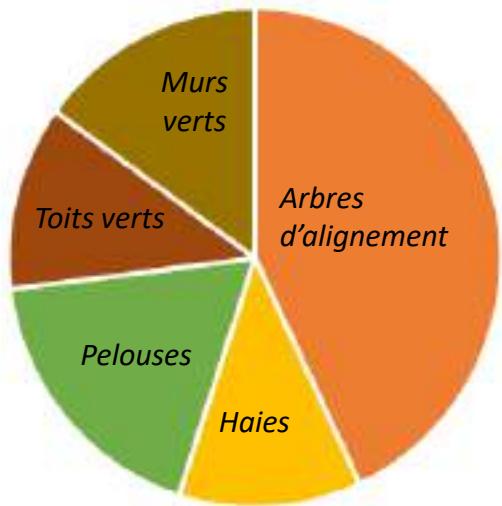


2

Contribution de la SFN i au défi j



Quelles SFN (parmi toutes les SFN) contribuent le plus à un défi urbain donné ?



Exemple :
Défi = Atténuation du changement climatique

Scénario choisi



1

Note globale
SERVICES ÉCOYSTÈMIQUES



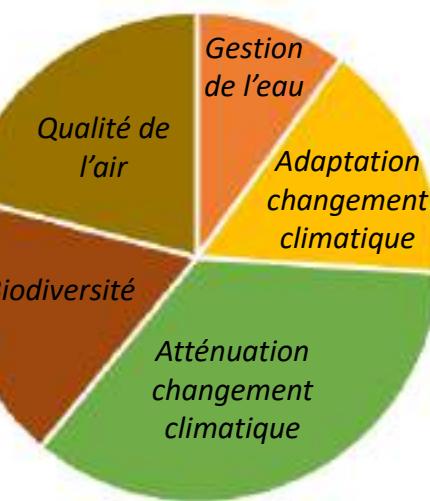
Note comprise entre 0 et 2

3

Contribution du défi j pour la SFN i



A quels défis urbains (parmi tous les défis urbains) une SFN donnée contribue-t-elle le plus ?



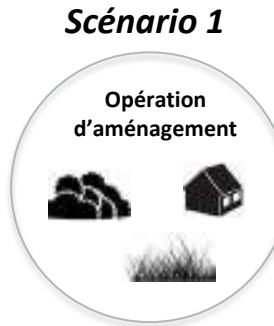
Exemple :
SFN = Arbres d'alignement



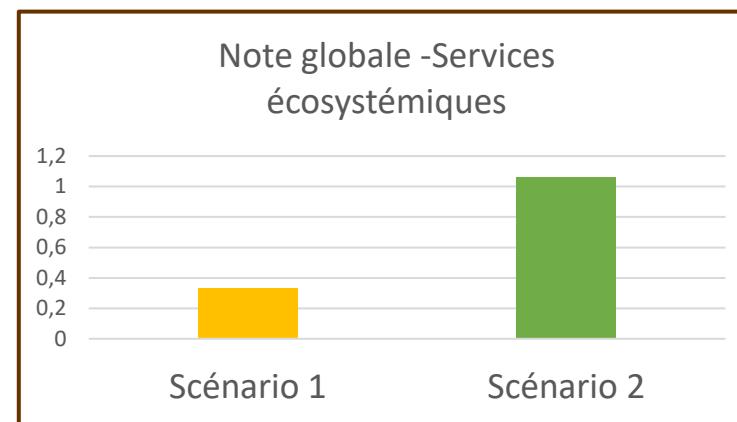
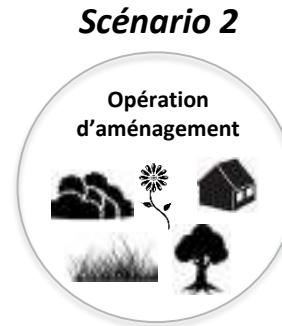
RÉSULTATS - COMPARAISON

4

Comparaison de scénarios



≠





CONCLUSION ET PERSPECTIVES



LIMITES / PERSPECTIVES

Limites scientifiques :

- Indicateur simplifié (note comprise entre 0 et 2) vs. indicateurs plus poussés pour chaque service écosystémique

Perspectives :

- Récupération automatique des données d'entrée (m^2 de SFN) ?
- Intégration de solutions grises dans la comparaison de scénarios ?
- Rajouter les « ecosystem disservices » ? (ex. potentiel allergène)



TAKE-HOME MESSAGE

- L'outil MIMOSA vise à objectiver la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature à une échelle allant de l'îlot jusqu'à l'opération d'aménagement
- Il permettra d'accompagner des aménageurs (au sens large) dans la (re)naturuation de leurs opérations d'aménagement
- Il est toujours en développement (objectif de livraison de la v1 : fin 2024)
- Il sera possible de l'adapter à d'autres territoires / pratiques d'aménageurs

*Coming
Soon!*



MERCI

www.nobatek.inef4.com



SIÈGE SOCIAL - 67 RUE DE MIRAMBEAU - 64600 ANGLET
TEL: +33 (0)5 59 03 61 29

BUREAUX :
TOULOUSE – PARIS – LYON – RENNES

SITE DE BORDEAUX - 9 RUE JEAN-PAUL ALAUX - 33100 BORDEAUX
TEL: +33 (0)5 64 31 23 00

ANNEXE E3

**Présentation lors du Lab2051 de
l'outil Mésange, Suez Consulting (GT
n°7 du cycle d'ateliers Lab2051)**



MESANGE

L'outil d'analyse des services écosystémiques

georgina.andre@suez.com



LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

LES SERVICES RENDUS PAR LES ÉCOSYSTÈMES

Près de la moitié de la population humaine dépend directement des ressources naturelles pour assurer sa survie.





MESANGE®

L'OUTIL D'ANALYSE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Les écosystèmes apportent, de par leur fonctionnement, de nombreux bénéfices qui contribuent au bien-être de la société et à l'ensemble de ses activités économiques, ce sont les **services écosystémiques**.

Un **outil** développé dans le cadre d'un projet et **en refonte** aujourd'hui dans le cadre de travaux d'une doctorante en **Cifre** pour être proposé parmi les différents outils SUEZ.

A QUOI SERT L'OUTIL ?

- **Une première évaluation** rapide des projets :
- **Check-list** optimisation du projet (interne)
- **Aide à la décision** permettant de **comparer qualitativement plusieurs scénarios** (client)
- Concilier les services fournis par ces espaces et les besoins des habitants
- Adopter une logique de **co-bénéfices**

Dans la gestion de votre projet, MESANGE :

- Apporte les clés de compréhension des usages actuels et potentiels du quartier
- Communique sur la place des espaces verts dans le projet
- Anticipe les effets non-souhaités



IDENTIFICATION

- études pré-opérationnelles
- études de programmation



CONCEPTION

- plans guides
- schémas directeurs



RÉALISATION

- cahier des prescriptions urbaines, architecturales, paysagères, environnementales



TRAVAUX

MESANGE®



Outil d'aide à la décision
biodiversité et services écosystémiques



Notice

→ Faites votre calcul !

Dans la gestion de votre projet,
MESANGE apporte :

- Une check-list des optimisations du projet
- Une aide à la décision permettant de comparer quantitativement plusieurs scénarios
- La conciliation des services fournis par ces espaces et les besoins des habitants



PLANIFICATION :

- Schémas directeurs
- Plans guidés
- Cahier des prescriptions urbaines, architecturales, paysagères, environnementales



CONCEPTION :

- Études pré-opérationnelles
- Études de programmation
- Études réglementaires



REALISATION :

- Projet
- Travaux

Les écosystèmes apportent, de par leur fonctionnement, de nombreux bénéfices qui contribuent au bien-être de la société et à l'ensemble de ses activités économiques, ce sont les **services écosystémiques**. Ils se répartissent en 4 catégories.

SERVICES DE REGULATION Le projet s'appuie-t-il sur des solutions fondées sur la nature ?	Autoépuration et maintien de la qualité de l'eau
	Régulation de l'érosion et des risques naturels
	Régulation (biologique ou par prédatation) des espèces indésirables et des maladies
	Contribution à la pollinisation
	Purification et maintien de la qualité de l'air
	Séquestration de carbone, régulation du climat global, régulation du climat local
	Décomposition ou traitement des déchets et dépollution
SERVICES SUPPORT DES FONCTIONS ECOLOGIQUES Le projet améliore-t-il les fonctions écologiques ?	Formation et stabilisation des sols
	Offre d'habitats et de biodiversité
	Cycle de l'eau
	Photosynthèse, production de biomasse, cycle des éléments nutritifs
	Support de cultures
SERVICES SOCIO-CULTURELS Le projet permet-il de connecter nature et sociétés ?	Tourisme, loisirs de nature, thérapeutiques
	Valeurs esthétiques, artistiques, culturelles, patrimoniales, spirituelles, historiques
	Valeurs éducatives et scientifiques
	Ressources alimentaires
SERVICES D'APPROVISIONNEMENT Le projet apporte-t-il des ressources pour tous les êtres vivants ?	Ressources génétiques, ornementales, pharmaceutiques ou médicinales
	Energie, bois
	Fibres matériaux non ligneux

1

Dans le Calculateur, évaluez la place du service écosystémique dans le projet et le levier d'action qu'il constitue

Score Possibilité de mettre en place les différents services au sein du projet

0 Service non concerné ou à faible plus-value

4 Service co-bénéfique

8 Service co-bénéfique à fort impact potentiel

10 Service clé au centre du projet

2

Dans le Calculateur, évaluez l'état du service écosystémique, pour l'état actuel, le scénario 1, le scénario 2 ou 3

Score Qualité et durabilité du service par rapport à son potentiel maximal sur le lieu du projet à un instant donné

10 Pléniomont satisfaisant

2 à 9 Échelle d'amélioration

1 Dégradé

3

Dans la Restitution, Score du service =  exprimé en %



EVALUER L'ETAT DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Numéro d'affaire	CRA2566	Type de mission	AMO	Métier	Hydraulique urbaine
Titre du projet		Titre de la mission			
	Intérêt projet	Etat initial	<input checked="" type="checkbox"/> Scénario 1	<input type="checkbox"/> Scénario 2	<input type="checkbox"/> Scénario 3
Cliquer pour enregistrer les commentaires 					
REGULATION Le projet s'appuie-t-il sur des solutions fondées sur la nature?					
Autoépuration et maintien de la qualité de l'eau	<input type="button" value="8"/>	<input type="button" value="3"/>	<input type="button" value="6"/>	il est souhaité que l'autoépuration soit maximisée	
Régulation de l'érosion et des risques naturels	<input type="button" value="8"/>	<input type="button" value="3"/>	<input type="button" value="7"/>	il serait bénéfique de capitaliser sur les services écosystémiques de régulation de l'érosion	
Régulation (biologique ou par prédation) des espèces indésirables et des maladies	<input type="button" value="4"/>	<input type="button" value="3"/>	<input type="button" value="4"/>	le projet pourrait davantage bénéficier de la régulation des espèces	
Contribution à la pollinisation	<input type="button" value="0"/>	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>	Commentaires	
Purification et maintien de la qualité de l'air	<input type="button" value="4"/>	<input type="button" value="2"/>	<input type="button" value="3"/>	il faudrait bénéficier de la purification de l'air	
Séquestration de carbone, régulation du climat global, régulation du climat local	<input type="button" value="4"/>	<input type="button" value="8"/>	<input type="button" value="9"/>	le projet ne prend pas suffisamment en compte le potentiel de séquestration de carbone des végétaux environnants	
Maintien de la qualité des sols, décomposition ou traitement des déchets et dépollution	<input type="button" value="4"/>	<input type="button" value="1"/>	<input type="button" value="2"/>	le projet pourrait davantage s'appuyer sur la régulation du climat local fournie par les services écosystémiques	



COMPARAISON DE L'ÉTAT INITIAL AUX SCENARIIS DE PROJET

UNE ÉVALUATION RAPIDE DE LA TENDANCE DU PROJET AU REGARD D'UN ÉTAT INITIAL SUR L'ENSEMBLE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES





ANNEXE E4

**Présentation lors du Lab2051 de
l'outil Biodi(V)strict, Urbalia et
AgroParisTech (GT n°7 du cycle
d'ateliers Lab2051)**



Présentation Biodi(V)strict

Lab 2051 – Nature en ville

01

urbalía
biodiversité urbaine

urbalía

Notre approche

Conseil en biodiversité urbaine

La biodiversité nous apporte des **solutions innovantes** pour concevoir **une ville durable, adaptable et attrayante**. Nous aidons à **repenser la conception et la construction** de la ville de demain **avec la biodiversité** au cœur de nos actions.



Nous accompagnons les aménageurs et les acteurs de l'aménagement urbain à **intégrer les enjeux biodiversité dans leurs projets / patrimoine**.



PATRIMOINE VERT : Valorisation écologique du patrimoine existant

Diagnostic écologique du patrimoine existant et **préconisations « biodiversité »**



Accompagnement sur un niveau d'ambition et un plan de **végétalisation du bâti**



Elaboration d'un plan de **gestion différenciée** et d'amélioration des **espaces végétalisés**



Accompagnement technique d'un projet sur les enjeux biodiversité



Diagnostic écologique de site et préconisations « biodiversité »



Assesseurs des labels Biodiversité
BiodiverCity Construction / Effinature



Conseils techniques sur les aménagements paysagers – sols et bâti



Pilotage technique des travaux paysagers
Suivi et mesures



02



urbalía

Outil d'évaluation prédictive du potentiel écologique des projets d'aménagements urbains

- ❖ Développé dans le cadre d'un partenariat scientifique



Mesurer la valeur « biodiversité » d'un projet autour de 5 indicateurs



Proportion
d'espaces
verts



Perméabilité
des sols



Diversité des
habitats



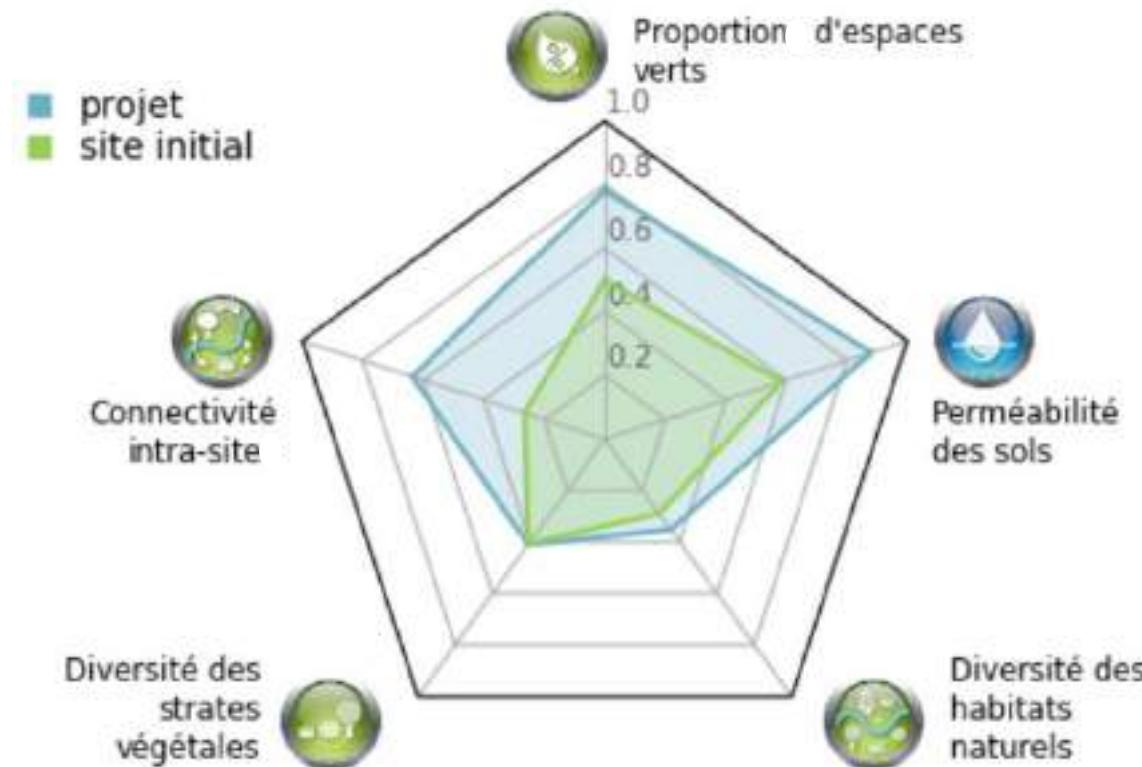
Diversité des
strates



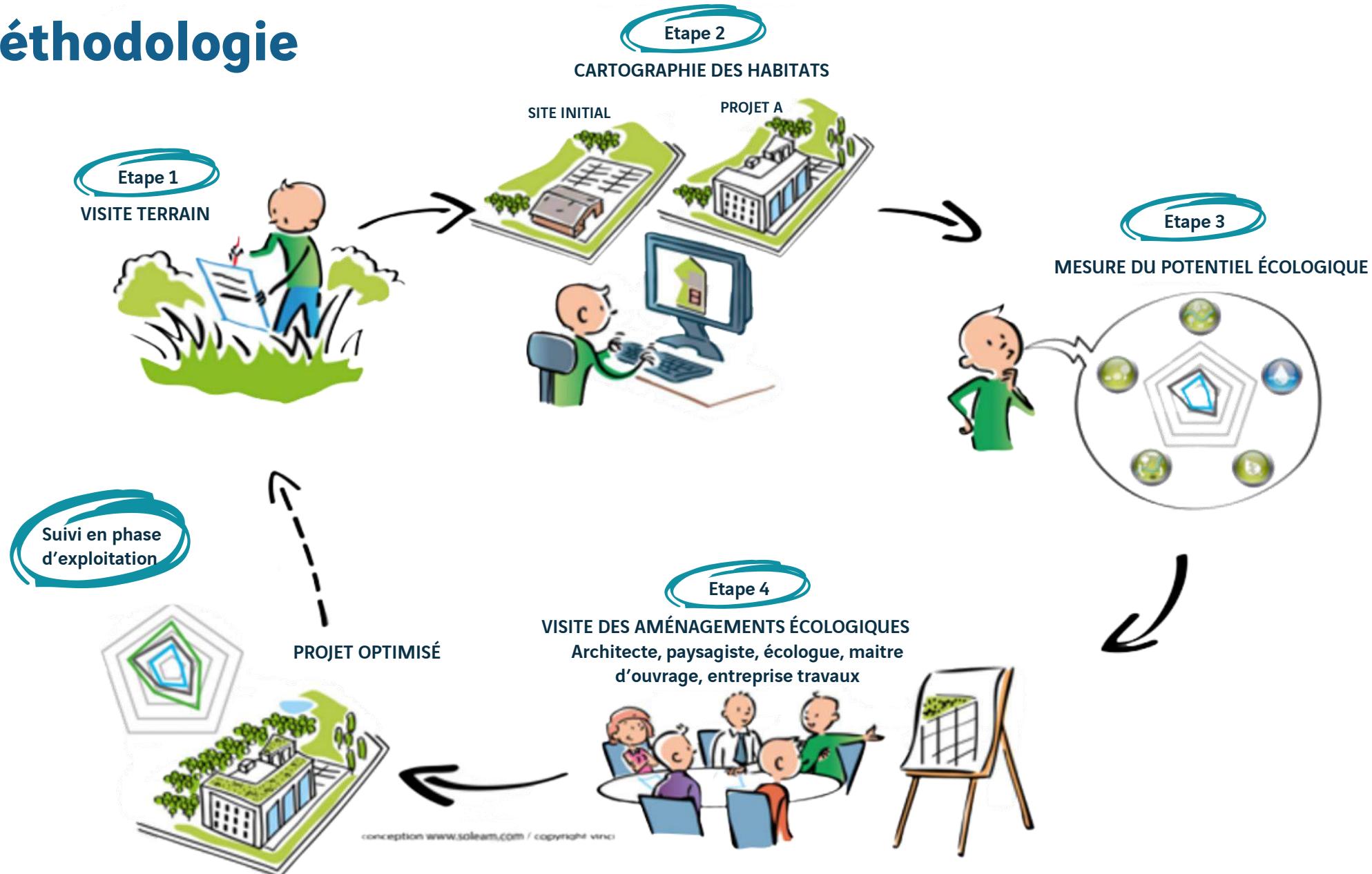
Connectivité
intra-site

Biodi(V)strict : outil d'ingénierie au service de la qualité écologique d'un projet

- ✓ Comparaison d'une « conception projet » avec le site initial
- ✓ Comparaison de différentes itérations du projet

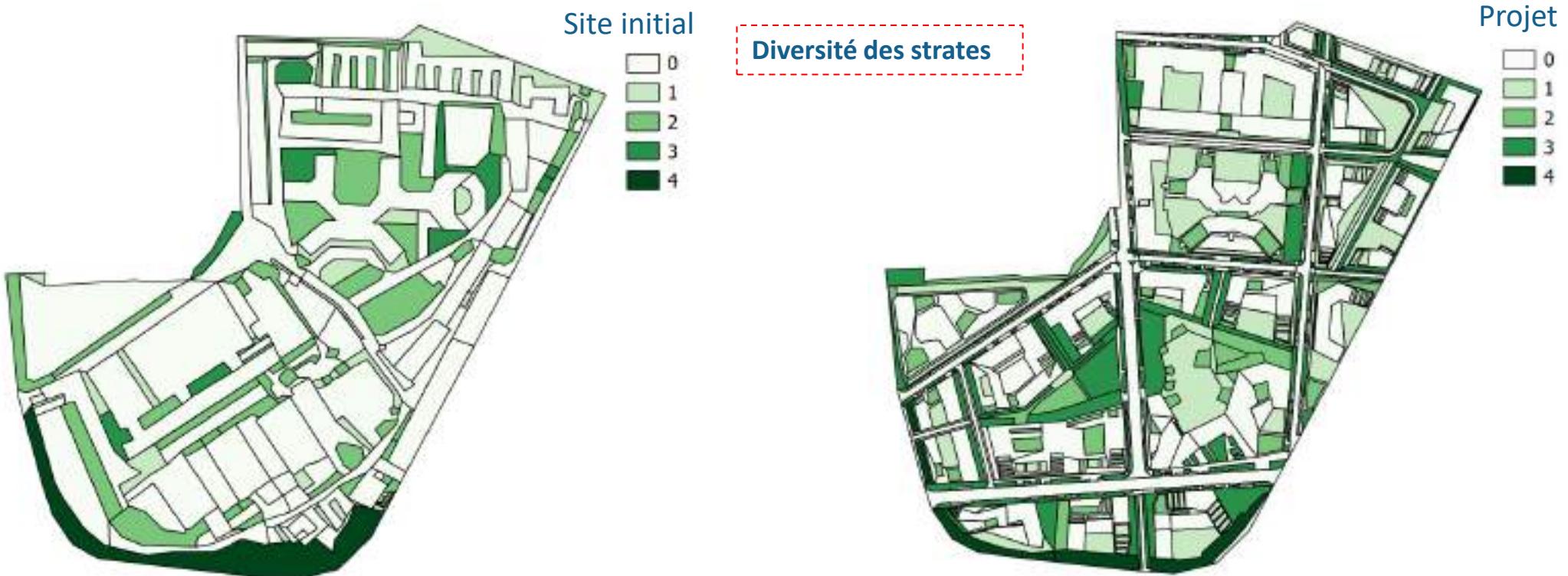


Méthodologie



Des résultats quantifiés et spatialisés

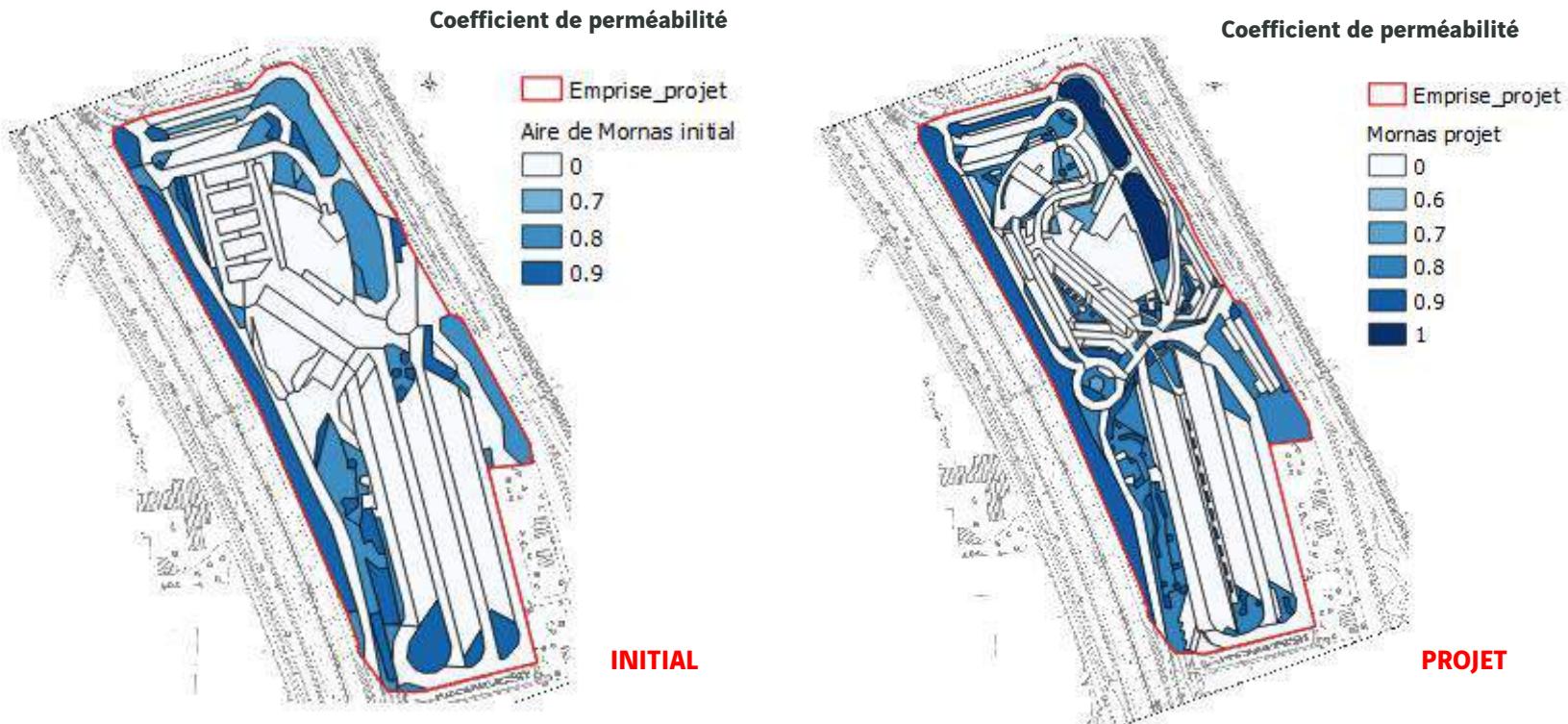
- ✓ Comparaison visuelle et spatialisée de la diversité de strates



Représentations cartographiques de la diversité des strates pour le site initial et le projet à l'étude.

Des résultats quantifiés et spatialisés

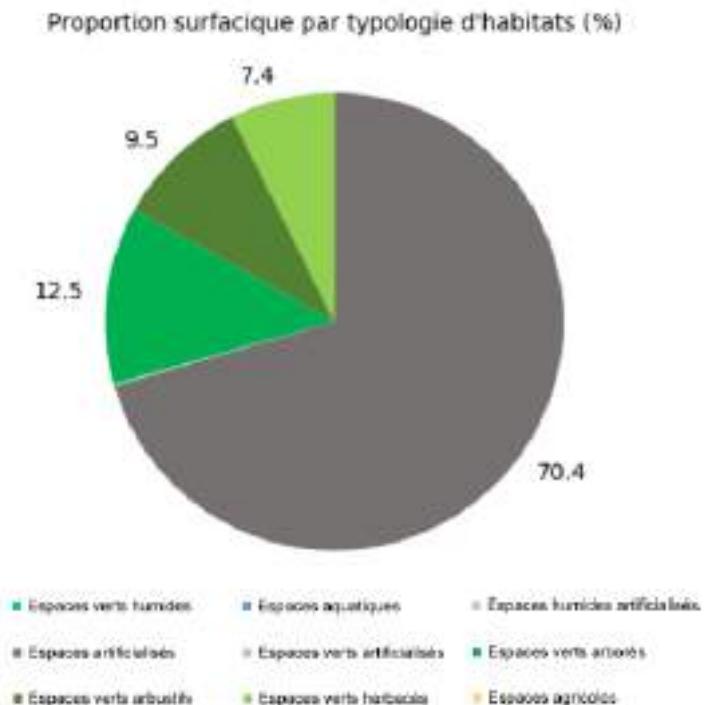
- ✓ Comparaison visuelle et spatialisée de la perméabilité des sols



Des données sur les proportions surfaciques des habitats

- ✓ Comparaison des données surfaciques (par typologies d'habitats et par habitats) entre les différentes itérations de projets

Surface de l'emprise projet : 157 250 m²
 Surface totale des habitats : 157 188 m²
 Taux d'écart surfacique : 0 %
 Nombre total d'habitats renseignés : 24



Typologie	Habitats	Proportion
	Bâtiment	31.36 %
	Parking imperméable	17.25 %
	Route ou chemin imperméable	15.17 %
	Surface minérale imperméable	6.45 %
	Parc boisé sur herbacées hautes	5.06 %
	Massif arbustif planté	5.07 %
	Pelouse	4.94 %
	Parc arbustif sur gazon	2.66 %
	Alignement d'arbres sur gazon	2.57 %
	Friche urbaine herbacée	2.43 %
	Alignement d'arbres sur herbacées hautes	1.97 %
	Arbre isolé sur gazon	1.11 %
	Haie basse libre	0.64 %
	Parc boisé sur gazon	0.45 %
	Arbuste isolé sur gazon	0.43 %
	Friche urbaine arbustive	0.39 %
	Haie basse taillée	0.30 %
	Construction ponctuelle	0.22 %
	Alignement d'arbres sur sol artificialisé	0.21 %
	Arbre isolé sur sol artificialisé	0.21 %
	Toiture végétalisée muscinale	0.16 %
	Arbre isolé sur herbacées hautes	0.15 %

Des utilisations diverses

- Utilisation dans le cadre de projets accompagnés par Urbalia pour **quantifier et appuyer nos préconisations**
- Utilisation avec VINCI Autoroutes dans le cadre de projets d'aménagements d'aires de services afin d'**atteindre un « niveau d'exigence biodiversité »**
- Utilisation dans le cadre du **label Biodivercity Ready** – Mesure de l'axe 3 avec Bodi(V)strict sur la fonctionnalité écologique d'un quartier



Des partenariats et reconnaissances extérieures

- **Nouveau partenariat avec AgroParisTech** sur notre collaboration autour du développement scientifique et technique de l'outil
- **Partenariat avec le CIBI** pour l'utilisation de Biodi(V)strict dans le label Biodiversity Ready
- Biodi(V)strict **lauréat d'un appel à solutions AdaptaVille**, piloté par l'Agence Parisienne du Climat