

ACCORD-CADRE – ASSISTANCE TECHNIQUE POUR LA COMPÉTENCE GEMAPI

LOT 4 – MISSIONS D'ÉTUDES EN LIEN AVEC LA DÉSIMPERMÉABILISATION
ET LA RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ

Étude de faisabilité pour une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre du projet de renaturation du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence

Phase 2 : Scénario d'aménagement

Dossier 25006a
Version 1
03 novembre 2025

Affaire

Alexandre Santini (SEPIA)
Juliette Nervet (SEPIA)
Bénédicte Baudin (Architecte-Paysagiste)

suivie

par :
Conseils)
Conseils)

Sommaire

Sommaire	2
1. Préambule	4
1.1. Contexte et enjeux	4
1.2. Rappel du diagnostic	5
2. Scénarios d'aménagement : invariants et méthodologie	9
2.1. Les invariants	9
2.2. Variables, circulation et place des véhicules dans le site	13
2.3. Méthodologie du bilan hydraulique	14
2.4. Calcul des subventions de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (AERMC)	18
3. Scénario n°1 : Axe traversant et vignettes	19
3.1. Décomposition du plan guide	19
3.2. Zoom par sous-bassin-versant : l'axe central	21
22	
3.3. Zoom par sous-bassin-versant : sports et loisirs	23
3.4. Zoom par sous-bassin-versant : secteur industriel	24
3.5. Zoom par sous-bassin-versant : les cours carrées	26
27	
3.6. Bilan hydraulique	28
3.7. Synthèse et estimatifs*	30
4. Scénario n°2 : Cœur de campus	32
4.1. Décomposition du plan guide	32
4.2. Zoom par sous-bassin-versant : l'axe central	34
4.3. Zoom par sous-bassin-versant : sports et loisirs	36
37	
4.4. Zoom par sous-bassin-versant : secteur industriel	38
4.5. Zoom par sous-bassin-versant : les cours carrées	39
4.6. Bilan hydraulique	41
4.7. Synthèse et estimatifs*	43
5. Conclusion	45
5.1. Conclusion des propositions de scénarios	45
5.2. Conclusion de l'étude	46
6. Annexe	47

Hypothèse maximale de stationnement	47
---	----

1. Préambule

1.1. Contexte et enjeux

L'ENSAM (École Nationale Supérieure des Arts et Métiers) d'Aix-en-Provence a sollicité le service GEMAPI de la Métropole Aix-Marseille-Provence afin d'apporter un accompagnement préalable à une mission de maîtrise d'œuvre pour des travaux de renaturation et de désimperméabilisation de son campus, dont l'emprise est d'environ 35 000 m².

Les objectifs de ces futurs travaux sont les suivants :

- La lutte contre les îlots de chaleur ;
- Une meilleure gestion des eaux pluviales du site ;
- L'amélioration du cadre de vie des usagers.

À ce stade, le projet n'est pas encore défini au sein de l'équipe de l'ENSAM. L'objectif de la présente étude est de réaliser une étude de faisabilité pour une gestion intégrée des eaux pluviales via des mesures de désimperméabilisation et de déconnexion des eaux pluviales dans le cadre du réaménagement de campus de l'ENSAM. SEPIA Conseils et Bénédicte Baudin Architecte-Paysagiste accompagnent le service GEMAPI de la Métropole Aix-Marseille-Provence pour cette mission.

Cette mission a été décomposée en deux phases :

- La première phase a consisté à réaliser un état des lieux et un diagnostic détaillé du campus, permettant de conclure sur les possibilités de gestion à la source des eaux pluviales.
- La seconde phase, s'appuyant sur les résultats de la première, a permis d'élaborer deux scénarios d'aménagement correspondant à deux niveaux de service différents.

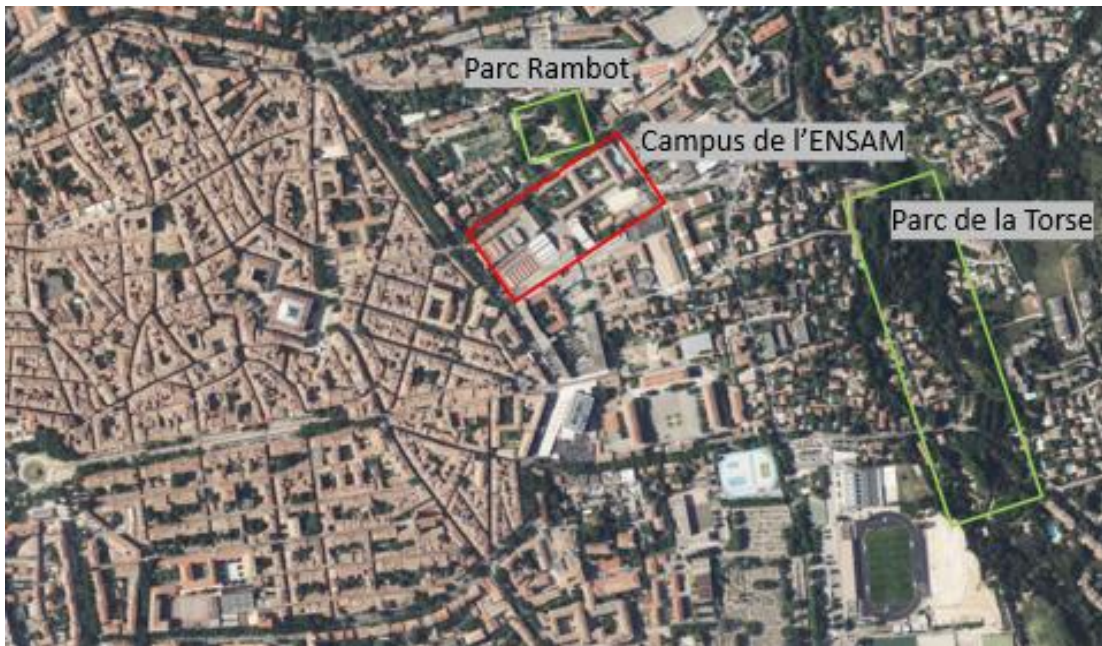


Figure 1 : Localisation du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence

1.2. Rappel du diagnostic

Le travail sur les scénarios nécessite un rappel de certains éléments essentiels du diagnostic :

1.2.1. Types de sols et revêtements

Le site présente une grande diversité de sols, étroitement liée aux différentes phases de construction des bâtiments. Dans le secteur le plus ancien, les cours cloîtres offrent un traitement soigné et varié : le centre des cours est en stabilisé, encadré par une bande végétalisée, tandis que les pieds de bâtiments sont revêtus de pavés. Ces aménagements présentent une certaine qualité paysagère, bien qu'ils puissent encore être valorisés.

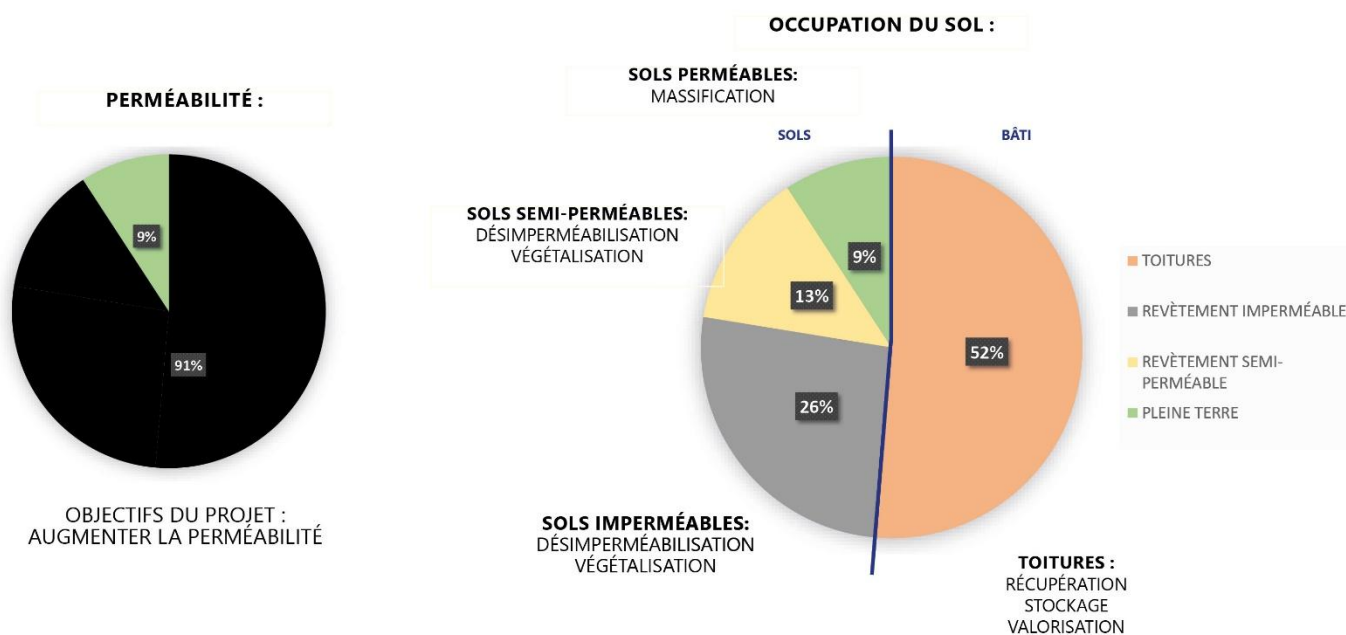
À l'ouest, dans la partie à vocation plus industrielle, les sols sont exclusivement dédiés aux circulations et au stationnement. Ils sont entièrement revêtus d'enrobé, dont certaines portions ont été récemment renouvelées. À l'arrière de la parcelle, en direction de la résidence étudiante, les espaces deviennent plus végétalisés, à l'exception notable du futur parking et du terrain de tennis.

Au-delà du choix des matériaux, il convient de souligner que la majorité des sols du site est aujourd'hui occupée par des voiries et des stationnements. Dans la partie basse, on recense environ 70 places de stationnement.



1.2.2. Au-delà de la désimperméabilisation, quels potentiels de gestion des eaux sur le site ?

La gestion douce des eaux pluviales constitue un enjeu majeur sur le site de l'ENSAM, dont 91 % de la surface est aujourd'hui imperméabilisée. L'objectif prioritaire est d'augmenter la perméabilité des sols pour limiter le ruissellement, favoriser l'infiltration naturelle et soulager les réseaux. Cependant, la nature même de l'occupation du site impose une stratégie différenciée : les surfaces bâties, qui représentent 52 % du site, ne peuvent être désimperméabilisées, mais offrent un potentiel de gestion en toiture par rétention, stockage ou dispositifs de tamponnage. À l'inverse, les sols déjà végétalisés (9 %) doivent être enrichis pour renforcer leur capacité d'infiltration et leur rôle écologique. Les 13 % de surfaces semi-perméables (stabilisées, compactées) offrent une réelle opportunité de reconquête : décompactées et végétalisées, elles peuvent devenir des supports actifs de gestion de l'eau. Enfin, les 26 % de sols strictement imperméables, concentrés sur les voiries et stationnements, constituent un levier d'action directe pour une désimperméabilisation ciblée et la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature.



1.2.3. Rappel du fonctionnement hydraulique

Le diagnostic hydraulique réalisé dans la première partie de l'étude a mis en évidence un fonctionnement historique du site assez classique. En effet, les spécificités suivantes se retrouvent dans beaucoup de sites historiques en milieu urbain :

- la surface imperméabilisée est importante, le site peu favorable à l'infiltration des eaux pluviales ;
- le réseau pluvial existant se rejette dans le domaine public en plusieurs endroits (5 exutoires) sans dispositif de compensation à la parcelle ;
- le fonctionnement du système pluvial repose principalement sur le ruissellement des eaux de pluie, leur captation par les grilles d'évacuation, puis leur acheminement au moyen d'un réseau pluvial jusqu'aux exutoires.

De plus, quelques désordres ont été détectés, qui ont été pris en compte lors de l'élaboration du projet de végétalisation du campus :

- potentiel mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales en un point du campus ;

- défaut d'entretien et de connaissance d'une partie du réseau et des ouvrages d'avalement ;
- potentielle pollution des eaux pluviales par métaux lourds ;
- quelques zones de stagnation lors des pluies courantes, sans noter d'aggravation lors de pluies fortes à exceptionnelles.

Différents enjeux et contraintes à la désimperméabilisation ont été identifiés dans le diagnostic hydraulique, sur la base des observations de terrain et des retours d'expérience des usagers.

Les enjeux identifiés sont les suivants :

- le réseau est séparatif, potentiel mélange unitaire à côté du bâtiment M ;
- présence de désordres hydrauliques à l'aval ;
- sensibilité du milieu récepteur, le bassin versant de l'Arc, cours d'eau concerné par une mesure en lien avec la gestion des eaux pluviales dans le programme de mesures du SDAGE Rhône Méditerranée ;
- îlot de chaleur urbain fort, qui rejoint la volonté des usagers de construire un espace de qualité, en partie végétalisé, au cœur d'un espace urbanisé dense et minéral.

Les contraintes identifiées sont les suivantes :

- sols à priori moyennement perméables, géologie constituée de calcaires et marnes ;
- retrait-gonflement des argiles ;
- potentielle pollution des sols, soupçonnée en raison d'une ancienne fonderie de fer polluée située à proximité ;
- des sous-sols potentiellement présents sous les espaces extérieurs, indiqués lors de la réunion de concertation.

1.2.4. Conclusion du diagnostic

DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

Le campus de l'ENSAM présente des enjeux forts à la désimperméabilisation et la déconnexion du site, tout en présentant des contraintes fortes également. Une intervention en faveur de la désimperméabilisation est donc justifiée, mais il sera important de réaliser des investigations complémentaires (mesure de la vitesse d'infiltration des sols, diagnostic, pollution, investigation des sous-sols sous les espaces extérieurs) de manière à préciser les aménagements possibles sur le site du campus.

Si ces investigations complémentaires n'apportent pas d'éléments qui limiteraient la désimperméabilisation, alors une grande majorité du campus présente un fort potentiel de désimperméabilisation : le parking en partie haute, les cours administrative et carrée, l'allée centrale vers l'amphithéâtre ... La désimperméabilisation au niveau de la partie industrielle sera plus limitée en raison des faibles surfaces extérieures disponibles pouvant être propices à l'infiltration, et de la proximité de nombreux bâtiments.

En termes de surfaces, un projet ambitieux pourrait rechercher à déconnecter / désimperméabiliser jusqu'à 20 000 m² du campus.

DIAGNOSTIC PAYSAGER

Le diagnostic mené sur le campus de l'ENSAM révèle un site riche d'un patrimoine arboré et architectural fort, mais dont les espaces extérieurs peinent à répondre aux attentes contemporaines des usagers. En croisant les constats de terrain, les enjeux écologiques et les aspirations exprimées lors de la concertation, quatre axes structurants se dégagent pour guider le futur projet :

- Anticiper la transition post-platane
- Travailler sur toutes les strates végétales
- Articuler le projet avec le Parc Naturel Urbain aixois

LES ATTENTES ET LES BESOINS DES USAGERS

- Déplacer les stationnements sur la plateforme haute pour apaiser le cœur de campus
- Préserver une flexibilité d'usage (galas)
- Équiper le campus avec du mobilier de convivialité : bancs, assises, tables de pique-nique
- Proposer des projets productibles/constructibles par les étudiants
- Multiplier les micro-interventions pour faire émerger des lieux de vie
- Créer des lieux d'intimité et à l'inverse d'autres lieux de rencontres propices à la mixité

2. Scénarios d'aménagement : invariants et méthodologie

2.1. Les invariants

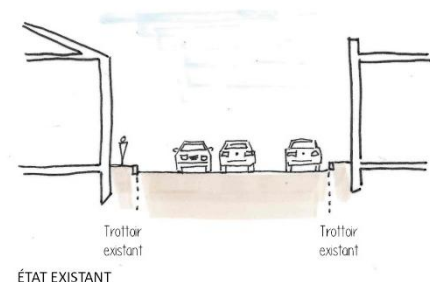
2.1.1. Principaux dimensionnements

À l'état actuel, le site est presque entièrement imperméabilisé, depuis le pied des façades jusqu'aux espaces de stationnements. La configuration est assez urbaine et classique, avec des trottoirs en bordure des bâtiments, complétés par des voiries de circulation et des zones de stationnement

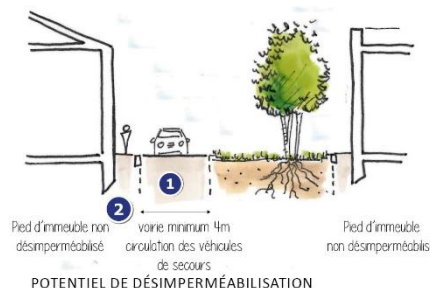
❶ Le principal «gisement» de désimperméabilisation concerne l'organisation des circulations et du stationnement des véhicules légers. C'est sur cet aspect que portera l'effort prioritaire : la réduction maximale des surfaces circulées. Les voiries seront ramenées à une largeur de 4,00 m, soit le gabarit minimum permettant le passage des véhicules de secours (à titre de comparaison, une voie de circulation courante mesure environ 2,50 m par file).

❷ La question de la désimperméabilisation au pied des bâtiments reste délicate. Plusieurs points de vue s'opposent quant au risque d'apporter de l'eau à proximité immédiate des fondations. Dans le cadre de ce projet, les trottoirs en pied d'immeuble seront donc systématiquement maintenus ; ils continueront à assurer à la fois la protection des façades et le rôle de cheminement PMR.

❸ Enfin, une ambition supplémentaire pourrait consister à optimiser encore davantage l'emprise de la voirie, par exemple en supprimant une bande centrale et en ne conservant que de fines bandes roulantes dédiées aux véhicules.



ÉTAT EXISTANT



POTENTIEL DE DÉSIMPERMÉABILISATION



OPTION AMBITION MAXIMALE

2.1.2. Typologies des espaces désimperméabilisés, une réponse adaptée à chaque usage

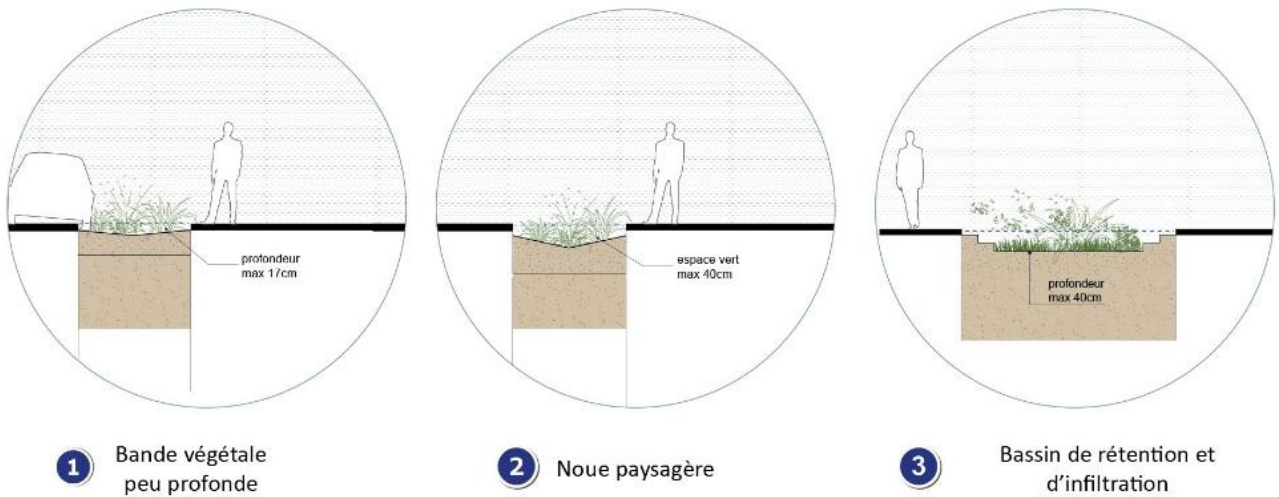
Les deux scénarios de projet s'appuient sur les mêmes typologies d'espaces désimperméabilisés, réparties en deux grandes catégories :

- Les espaces en creux : ils permettent de stocker temporairement l'eau en surface avant son infiltration progressive dans le sol. Deux profondeurs sont distinguées :
 - des creux peu profonds (environ 17 cm, soit une hauteur de trottoir), intégrés aux zones de circulation et pouvant être franchis par les véhicules
 - des creux plus profonds (environ 40 cm), isolés des circulations, permettant de créer un dénivelé dans l'espace public sans nécessiter d'éléments de protection type chasse-route.

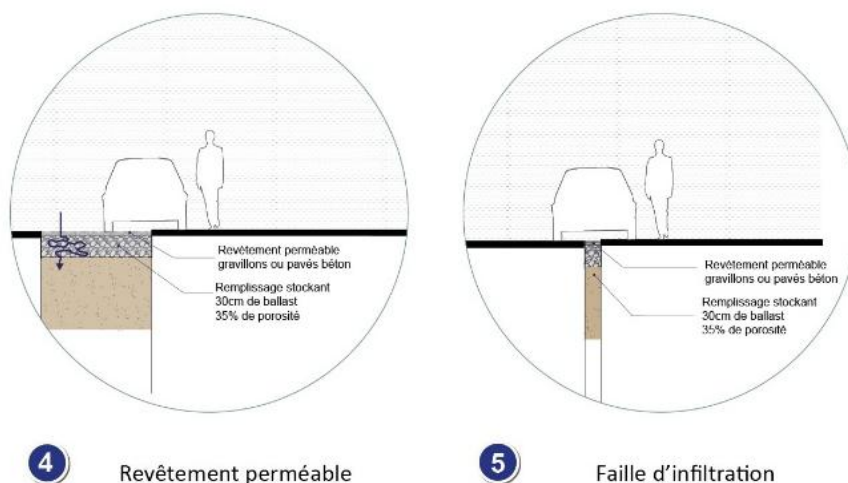
- Les espaces comblés : l'eau s'infiltre d'abord à travers la surface, puis est stockée dans les espaces vides d'une couche de matériaux drainants (ballast) située en sous-sol. Pour simplifier le calcul à ce stade de l'étude de faisabilité nous utiliserons un indice de vide de 30% pour déterminer les volumes

À ce stade, le choix du revêtement de surface reste secondaire : enrobé perméable, gravillons, surfaces végétalisées, terre-pierre... les options sont nombreuses. Elles dépendront principalement de l'ambiance recherchée et du budget alloué à la réalisation du projet.

ESPACE EN CREUX STOCKAGE, PUIS INFILTRATION



**ESPACE COMBLÉ
INFILTRATION PUIS STOCKAGE
EN SOUS SOL**



2.1.3. Palette végétale : les grands principes de la stratégie végétale

1 LA BONNE ESSENCE AU BON ENDROIT

Avant même de retenir une essence pour ses qualités esthétiques ou écologiques, le premier critère doit être l'adéquation entre l'arbre et l'espace disponible. Choisir dès l'amont une espèce adaptée aux volumes aériens et souterrains garantit la santé et la longévité du végétal. Que ce soit en fosse, en pleine terre, en recul de façade ou en alignement, il s'agit de prévoir le développement futur du houppier. Cette anticipation permet de respecter la morphologie naturelle de l'arbre, de limiter les coûts d'entretien et d'éviter les tailles répétées, souvent sources de fragilités et de maladies.

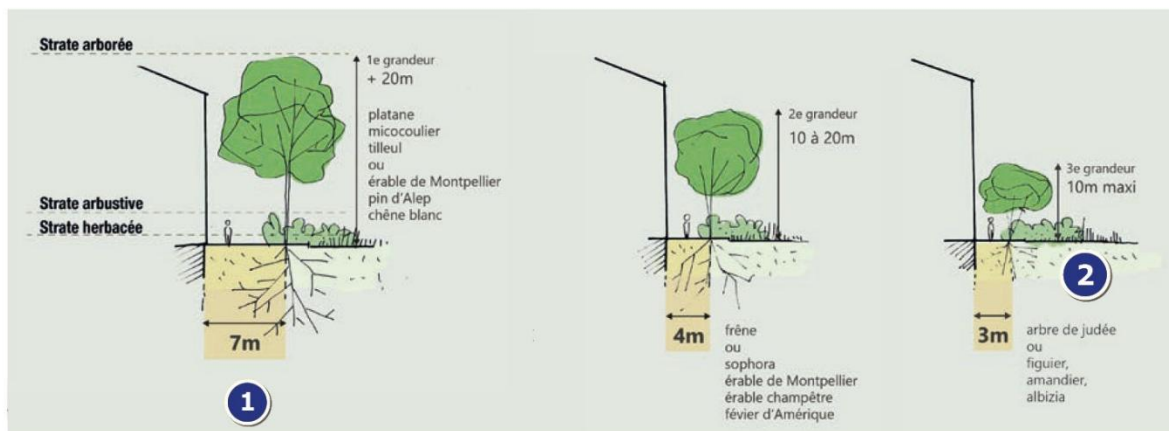
2 VARIER LES STRATES VÉGÉTALES

En ville, la végétation se réduit trop souvent aux seuls arbres. Or, dans la nature, chaque espèce s'accompagne d'un cortège végétal qui compose un écosystème en strates : arborée, arbustive et herbacée. Ces associations fonctionnent en réseau, se régulent, s'enrichissent et se révèlent plus résistantes qu'un arbre isolé. Recomposer des espaces intégrant l'ensemble de ces strates favorise la diversité floristique et faunistique et renforce la résilience écologique des aménagements.

3 MIXER LES ESSENCES

Contrairement à une idée reçue, le climat méditerranéen n'est pas synonyme de peu de diversité, mais offre au contraire un réservoir exceptionnel de biodiversité. Le bassin méditerranéen est reconnu comme un « hotspot » mondial : il abrite 10 % de la flore planétaire, et en France, plus de 60 % des espèces

végétales sont concentrées dans cette zone. Ces essences, parfaitement adaptées à la sécheresse et aux variations climatiques, constituent des alliées précieuses pour relever les défis environnementaux des décennies à venir.



Extrait: AGAM, CARNET DES FORMES URBAINES



PALETTE VÉGÉTALE PÉPINIÈRE FILIPPI



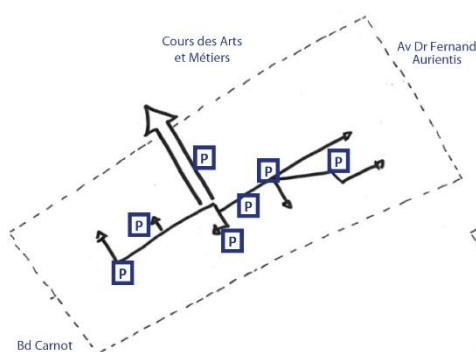
2.2. Variables, circulation et place des véhicules dans le site

La principale différence entre les deux scénarios réside dans l'organisation des circulations automobiles sur le campus. Aujourd'hui, l'ensemble du site est accessible aux véhicules pour la circulation comme pour le stationnement, depuis une unique entrée/sortie située cours des Arts et Métiers.

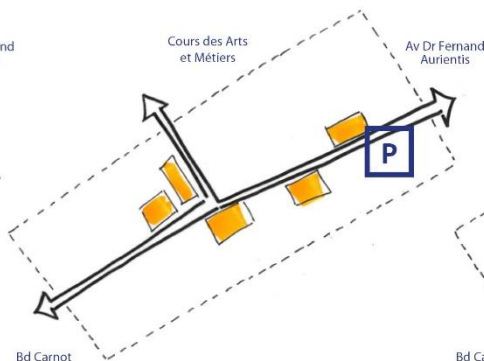
Scénario 1: Un axe principal est créé pour traverser le site. Les flux automobiles sont répartis et diffusés en mobilisant également les deux autres accès existants (boulevard Carnot et avenue Dr Fernand Aurientis). Autour de cet axe, les espaces libres accueillent une série de petites interventions ponctuelles destinées à accompagner la transformation.

Scénario 2 : Le campus est recentré autour d'un cœur entièrement piéton, tandis que les circulations automobiles sont contenues en périphérie, au niveau des trois accès existants. La traversée du cœur n'est autorisée que pour les véhicules de secours ou les besoins exceptionnels.

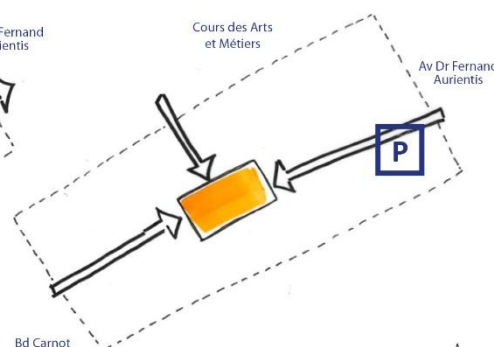
ÉTAT EXISTANT
une seule entrée/sortie,
puis diffusion des circulations dans tout le site



SCÉNARIO N°1
AXE TRAVERSANT ET VIGNETTES
Réouverture des entrées secondaires
Disperser les flux de circulation
multiplier les petits espaces



SCÉNARIO N°2
CŒUR DE CAMPUS
Organisation en trois boucles
Cœur de site préservé des circulations véhicules
(hors secours)



2.3. Méthodologie du bilan hydraulique

Les aménagements prévus pour la mise en œuvre d'une gestion intégrée des eaux pluviales présenteront les caractéristiques standards (décrites précédemment). Ces aménagements sont des dispositifs d'infiltration qui permettent la désimperméabilisation d'un sol.

La désimperméabilisation vise tout d'abord à gérer à la source les pluies fréquentes et peu intenses, correspondant à des périodes de retour d'un à deux ans ; une pluie annuelle étant statistiquement une pluie qui se produit chaque année (un gros orage par exemple). Mais l'efficacité hydraulique des dispositifs d'infiltration peut aller au-delà :

- Pluies pouvant être gérées (niveau de service) plus importantes ;
- Prise en charge des pluies ruisselant depuis les surfaces perméables environnantes.

Lorsque la désimperméabilisation permet de gérer, par infiltration, des écoulements qui étaient initialement gérés par l'intermédiaire d'un réseau pluvial, on parle de déconnexion des eaux pluviales. Les surfaces déconnectées englobent alors les surfaces désimperméabilisées et leur impluvium (ou surfaces d'apport), dont l'infiltration est possible pour une pluie annuelle ou supérieure.

Dans le cadre des scénarios élaborés pour la présente étude, la déconnexion permet d'atteindre localement des niveaux de service plus élevés qu'une pluie annuelle, avec la gestion de pluies fortes et rares. La gestion des pluies de périodes de retour décennales (1 chance sur 10 de se produire chaque année), cinquantennales, voire au-delà, permet de maîtriser le ruissellement et les inondations à l'aide de dispositifs d'infiltration et de stockage. Ainsi, plus le dispositif d'infiltration « gère » une période de retour élevée, plus il sera résilient face aux épisodes pluvieux intenses, aux effets du changement climatique...

Ainsi, afin de démontrer l'efficacité hydraulique des dispositifs d'infiltration proposés, il faut savoir quelle est l'importance de la pluie qui peut être gérée par ces ouvrages (niveau de service) en considérant l'impluvium.

2.3.1. Identification des surfaces d'apport

La première étape consiste à évaluer la surface d'apport de chaque dispositif (son sous bassin versant propre). Autrement dit, la surface qui pourra ruisseler gravitairement vers le dispositif d'infiltration (surface ainsi déconnectée). Afin de déterminer ces « sous bassins versants », différents éléments ont été pris en compte :

- la topographie actuelle, qui détermine le sens des écoulements ;
- la possibilité de modifier localement cette topographie existante, de sorte à favoriser l'écoulement des eaux vers les espaces disponibles à l'infiltration ;
- le positionnement des grilles et avaloirs de collecte, susceptibles d'intercepter les ruissellements avant qu'ils ne rejoignent les dispositifs d'infiltration ;
- la présence de descentes de gouttières déconnectées ou qui peuvent être déconnectées du réseau (voir la figure ci-dessous) ;

- la présence d'espaces verts, qui ne sont pas pris en compte dans les surfaces d'apport, on considère qu'ils infiltrent les précipitations qui tombent sur la surface qu'ils occupent.

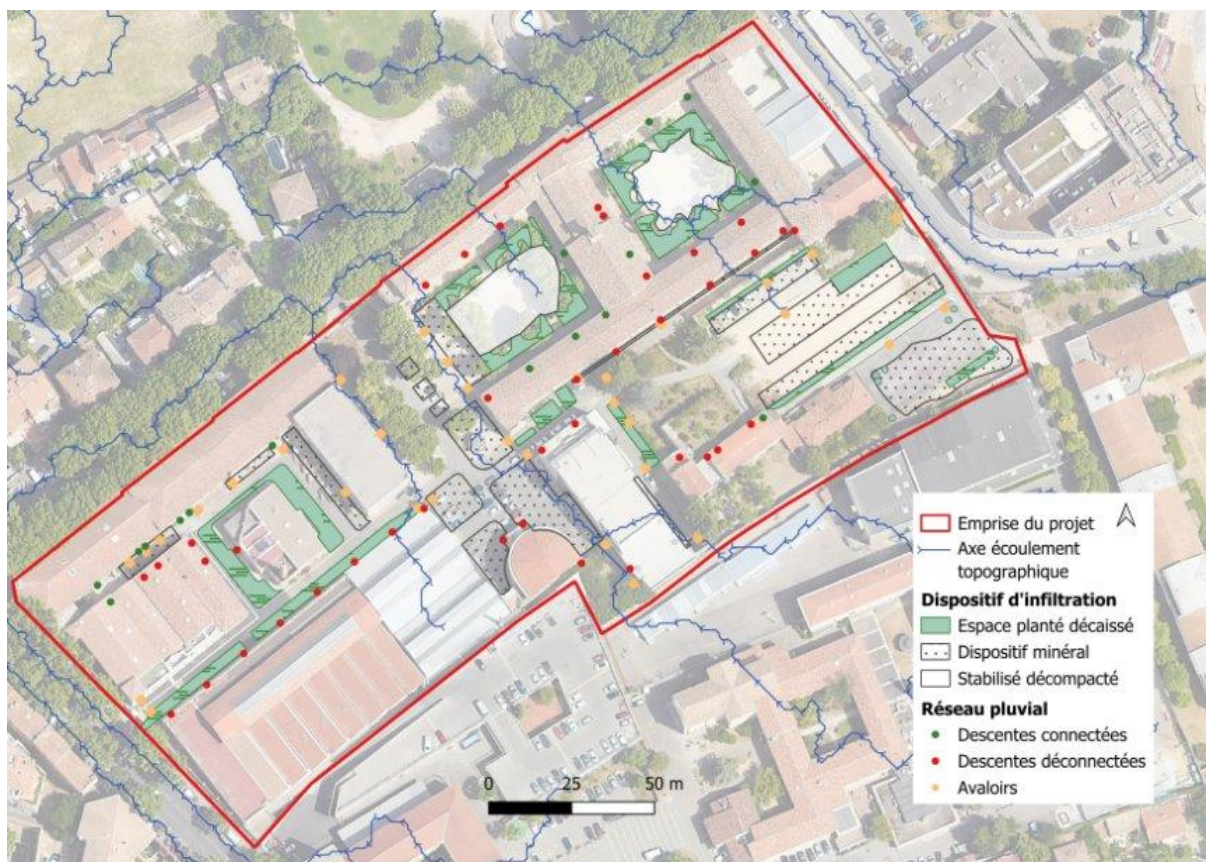


Illustration des éléments pris en compte pour déterminer les surfaces d'apport

Pour chaque scénario d'aménagement, deux hypothèses ont été formulées, notées S1 et S2 dans la suite de l'étude :

- hypothèse 1 (S1) : gestion des ruissellements de surface et des demi-toitures dont les gouttières sont déconnectées du réseau ;
- hypothèse 2 (S2) : gestion des ruissellements de surface et déconnexion des demi-toitures à proximité (à condition de gérer à minima la pluie annuelle), qui représentent plus de 50% du site.

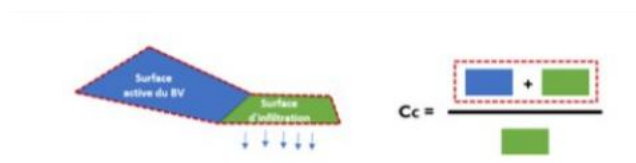
Dans le cadre d'une déconnexion de toitures actuellement connectées directement au réseau, différentes précautions sont à prendre en compte :

- diagnostiquer le fonctionnement existant ; identifier le type de réseau et les autres évacuations qui pourraient dépendre de cette conduite ;
- le raccord obturé doit être fermé de manière étanche pour éviter toute infiltration d'eau de surface provenant du réseau ;
- la déconnexion doit être conforme aux prescriptions du service d'assainissement ou du règlement d'urbanisme local, une déclaration préalable ou un avis technique peut être requis dans certaines communes ;
- le nouvel écoulement ne doit pas provoquer de ruissellement vers la voirie ou les propriétés voisines ;

- le nouvel écoulement vers la surface d'infiltration doit être le plus diffus possible, car la concentration des flux peut entraîner des problématiques tel que l'érosion des sols.

2.3.2. Calcul des périodes de retour

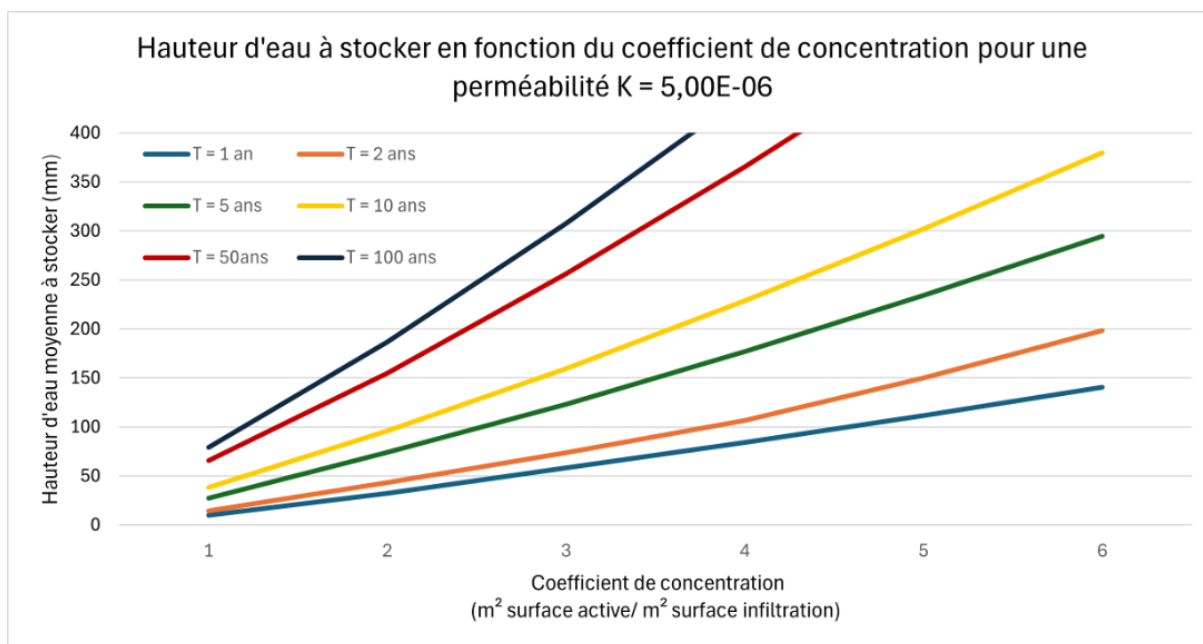
La mesure des surfaces d'apport permet de calculer le coefficient de concentration de chaque dispositif. Le coefficient d'apport correspond au rapport entre la surface active (m²) de l'impluvium (les sous-bassins-versants), et la surface d'infiltration (m²), comme l'illustre la figure ci-dessous. Le coefficient de concentration sera supérieur à 1 lorsque les espaces imperméabilisés sont sollicités pour infiltrer également les eaux pluviales qui ruissellent vers elles depuis la surface d'apport. Par exemple, les espaces verts, qui infiltrent seulement la pluie qui tombe sur l'aire qu'ils occupent, ont un coefficient de concentration de 1. On utilise le coefficient de concentration pour avoir un paramètre adimensionnel qui permet de tracer des abaques en appliquant la méthode des pluies à partir de statistiques locales.



Les hypothèses hydrologiques prises en compte pour tracer les abaques sont les suivantes :

- la capacité d'infiltration prise en compte est une perméabilité moyenne de 18,00 mm/h. En l'absence de mesure in situ on retiendra cette valeur, qui correspond à 0,000 005 m/s, car les observations de terrain et l'analyse des données disponibles ont montré des sols à priori calcaires, moyennement perméables ;
- la pluie de référence est celle issue des cumuls pluviométriques CT2 sur Aix-en-Provence (référentiel métropole).

Les abaques, comme ci-dessous, sont construites en appliquant la méthode des pluies. Elles permettent de déterminer la hauteur de rétention nécessaire pour gérer par infiltration une pluie de période de retour donné ; en fonction du coefficient de concentration et de la perméabilité.



2.3.3. Calcul du volume annuel déconnecté

L'objectif est de calculer le volume déconnecté annuellement, c'est-à-dire le volume d'eau pluviale qui sera infiltré à l'état aménagé et ne rejoindra plus le réseau pluvial ou unitaire. La méthode des volumes est appliquée pour estimer ce volume. Elle consiste à simuler le fonctionnement d'un dispositif à partir d'une chronique de pluie longue afin d'évaluer la part du cumul moyen annuel qui est infiltrée. On estime ainsi que, en moyenne :

- un dispositif d'infiltration qui gère l'infiltration de plus de 10 mm peut gérer 70% des précipitations annuelles moyennes, soit 426,1 mm ;
- un dispositif d'infiltration qui gère des pluies de période de retour entre 1 et 2 ans peut gérer 90% des précipitations annuelles moyennes, soit 547,9 mm ;
- un dispositif d'infiltration qui gère des pluies de période de retour de 5 ans peut gérer 98% des précipitations annuelles moyennes, soit 596,6 mm ;
- un dispositif d'infiltration qui gère des pluies de période de retour supérieure ou égale à 10 ans peut gérer 100% des précipitations annuelles moyennes, soit 608,8 mm.

Le cumul moyen annuel à Aix-en-Provence est de 608,8 mm.

2.4. Calcul des subventions de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (AERMC)

La somme des surfaces déconnectées du réseau permet d'estimer la fourchette des subventions mobilisables. Les subventions sont accordées sur la base de deux critères d'éligibilité :

- la surface du projet est supérieure à 2000 m² ;
- les surfaces d'infiltrations gèrent au minimum la pluie annuelle.

Le calcul des subventions est réalisé à partir de deux paramètres :

- la surface totale déconnectée du réseau donne le montant maximal qui sera éligible aux subventions, avec un plafonnement de 120 €/m² pour les écoles ;
- le montant total des travaux : l'agence de l'eau peut subventionner jusqu'à 50 % des études et travaux des équipements destinés à infiltrer les eaux pluviales.

Afin de déposer un dossier de demande de financement, les éléments à transmettre à l'AERMC sont les suivants :

- volume moyen annuel total et surface totale déconnectés ;
- périodes de retour gérées par les dispositifs ;
- coût des travaux et études dédiées aux dispositifs ;
- résultats des essais d'infiltration in situ pour valider les dimensionnements.

Dans le cadre du projet, qui se construit avec des opportunités d'aménagement et de financements, des discussions sont à entamer avec l'AERMC, qui pourra apporter des éclaircissements sur les modalités de subventions dans ce cas précis. Un exemple de chiffrage sera détaillé dans les parties 1.1 et 4.7.

3. Scénario n°1 : Axe traversant et vignettes

3.1. Décomposition du plan guide

3.1.1. Circulations et stationnements véhicules légers : dispersion des flux

Parking principal de 61 places +12 places dispersées sur le site (PMR, intervenant extérieur)

MULTIPLIER LES POINTS D'ACCÈS

Le projet propose de diversifier les entrées et sorties en réouvrant les deux accès secondaires aujourd'hui inutilisés. Cette organisation permet de mieux répartir les flux et d'éviter les difficultés d'insertion des véhicules dans la circulation urbaine.

CONTENIR LE STATIONNEMENT

Les 70 places existantes sont en grande partie relocalisées sur le plateau haut, qui accueillera 61 places réalisées en revêtement perméable. Douze places supplémentaires sont réparties à des emplacements stratégiques du campus afin de répondre aux besoins ponctuels.

RÉDUIRE LES EMPRISES CIRCULÉES AU GABARIT MINIMUM DE 4.00M

Les voiries sont ramenées au gabarit minimum de 4,00 m, suffisant pour le passage des véhicules de secours, ce qui permet de limiter au maximum les surfaces imperméabilisées.

3.1.2. Revêtements perméables : multiplier les petites interventions

9 985m² désimperméabilisés (2 700m² aujourd'hui)

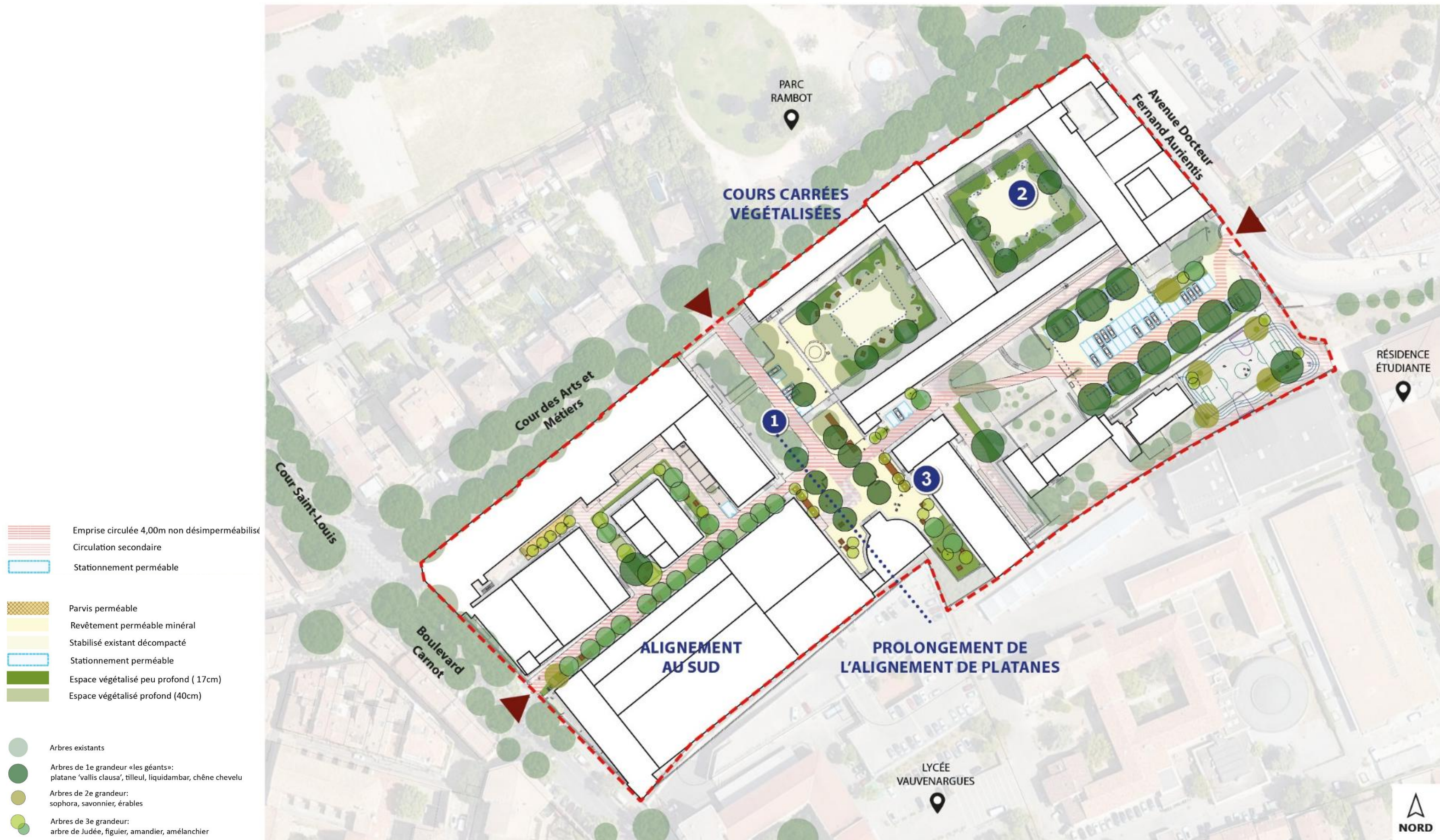
Libéré de la contrainte des circulations automobiles, le campus retrouve une grande souplesse d'aménagement des sols. À chaque usage, sa solution perméable :

- Conserver des sols minéraux perméables dans les espaces patrimoniaux et les lieux de forte fréquentation.
- Recourir à des revêtements techniques perméables pour les zones de production.
- Rénover les surfaces existantes, en particulier en décompactant les stabilisés pour retrouver leur capacité d'infiltration.
- Repenser le plateau sportif, afin d'intégrer des solutions adaptées et durables.

3.1.3. Ambiance végétale : varier les typologies de plantations

Les nouveaux sols seront accompagnés d'un projet végétal diversifié, organisé autour de plusieurs grands principes :

- Compléter les structures patrimoniales existantes en restaurant les alignements avec des platanes 'Vallis Clausa'.
- Choisir les essences en fonction de l'espace disponible, afin de garantir la bonne santé et la longévité des arbres et faciliter leurs entretiens. Planter la végétation au sud des voiries pour maximiser les effets d'ombrage et améliorer le confort d'été.
- Préserver des espaces ouverts afin de permettre l'accueil ponctuel de chapiteaux et d'événements.



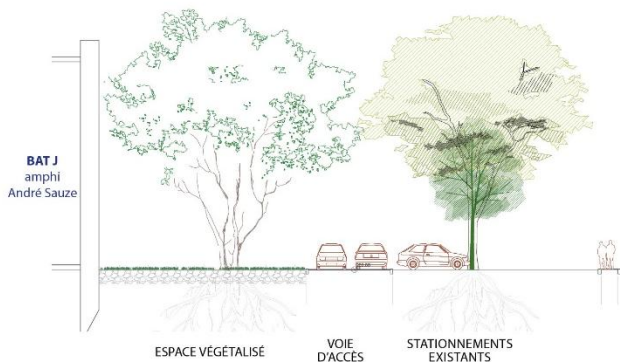
3.2. Zoom par sous-bassin-versant : l'axe central

L'aménagement de ce secteur s'appuie sur la restauration et le prolongement des alignements de platanes existants, qui redonnent toute sa force au mail historique. Cet axe structurant sera enrichi par l'installation de podiums-bois, un mobilier de convivialité favorisant les usages collectifs et renforçant le rôle de centralité naturelle de ce lieu.

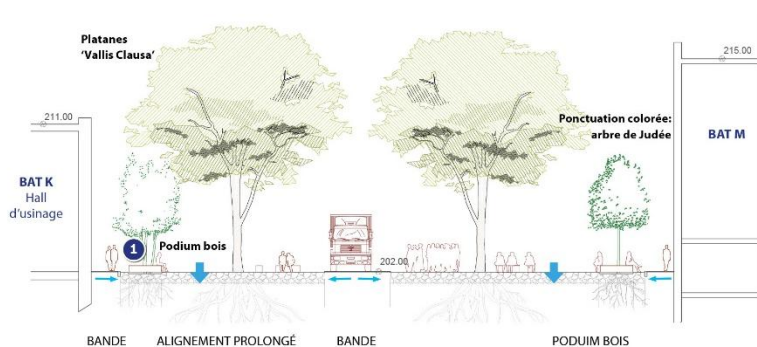
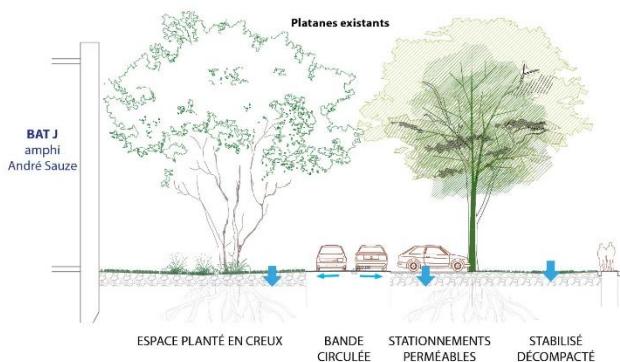
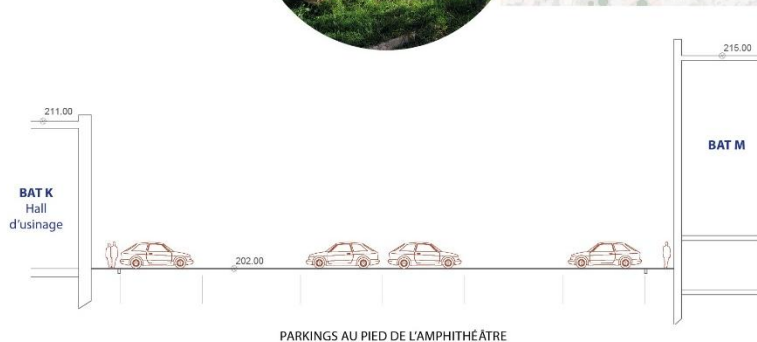


Métropole Aix Marseille Provence Métropole
Gestion intégrée des eaux pluviales du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence
Phase 1 : État des lieux et diagnostic détaillé du site

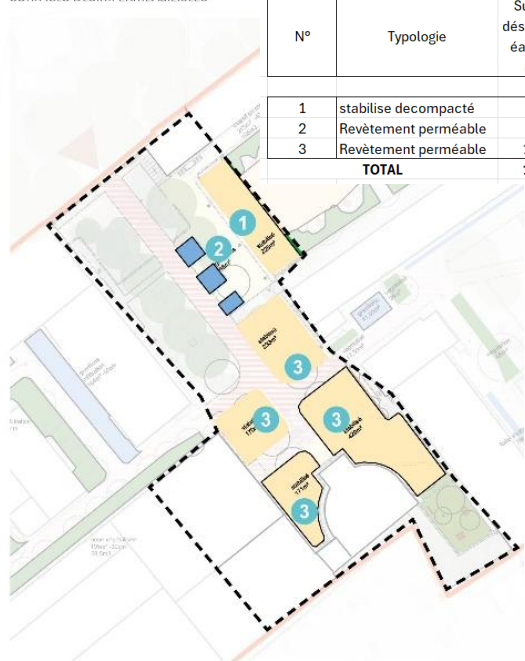
AXE CENTRAL



PARVIS DE L'AMPHITHÉÂTRE



SURFACES DÉSIMPÉRMÉABILISÉES



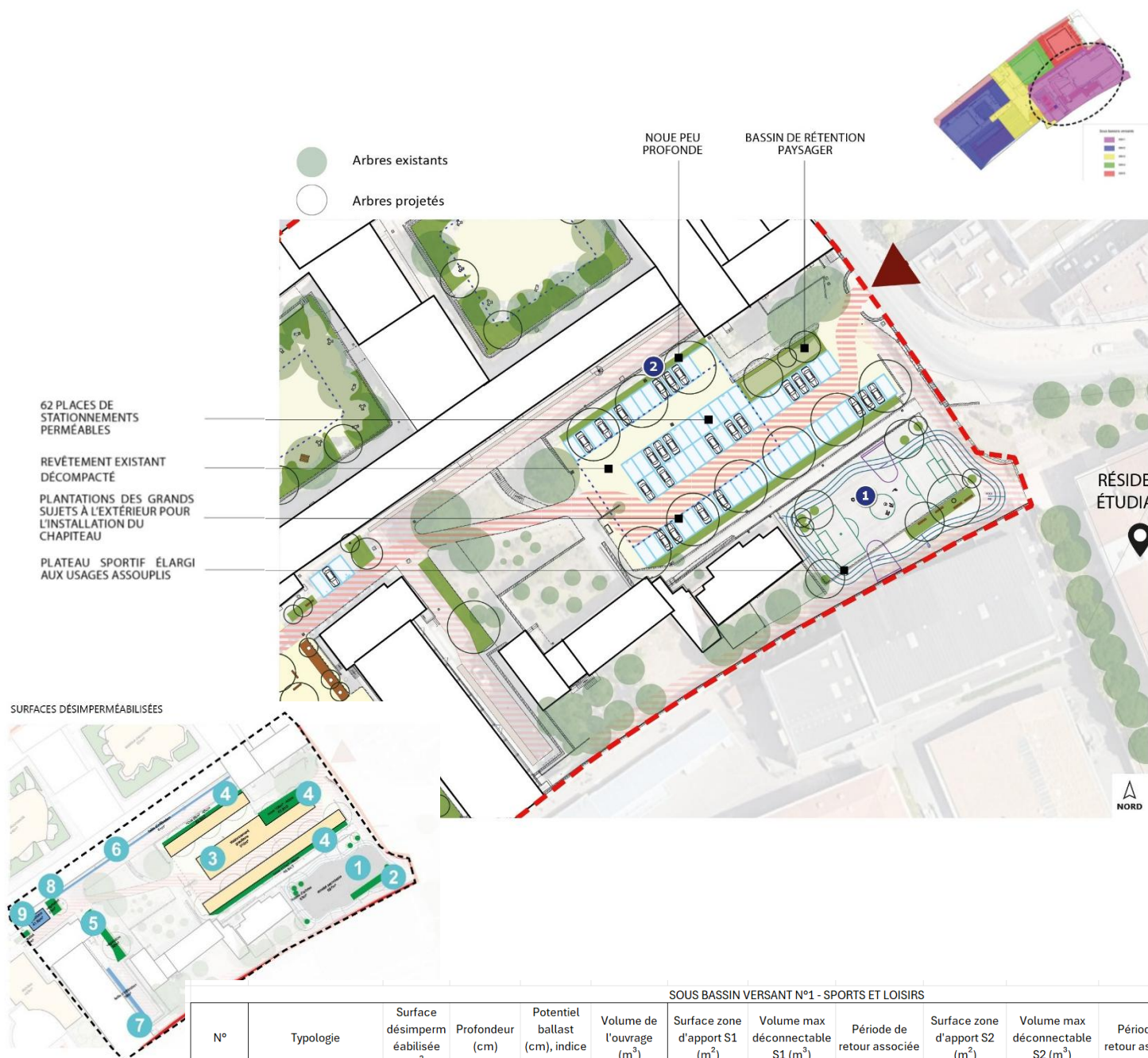
SOUS BASSIN VERSANT N°3 - AXE CENTRAL

N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	stabilise décompacté	225	40cm	0cm	38,25	372	226,5	10 ans	372	226,5	10 ans
2	Revêtement perméable	66	0cm	30cm (0.3)		277	151,8	2 ans	277	151,8	2 ans
3	Revêtement perméable	1003	0	30cm (0.3)		2731	1542,8	de 2 à 10 ans	2731	1542,8	de 2 à 10 ans
TOTAL		1294				3380	1921		3380	1921	

Ainsi, pour le sous-bassin versant de l'axe central, les surfaces désimperméabilisées représentent 1294m². La surface totale déconnectée est de 3380m² et le volume déconnecté du réseau de 1921m³, associé aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 3.6. Les surfaces d'apport sont identiques dans le scénario 1 pour les hypothèses 1 (S1) et 2 (S2).

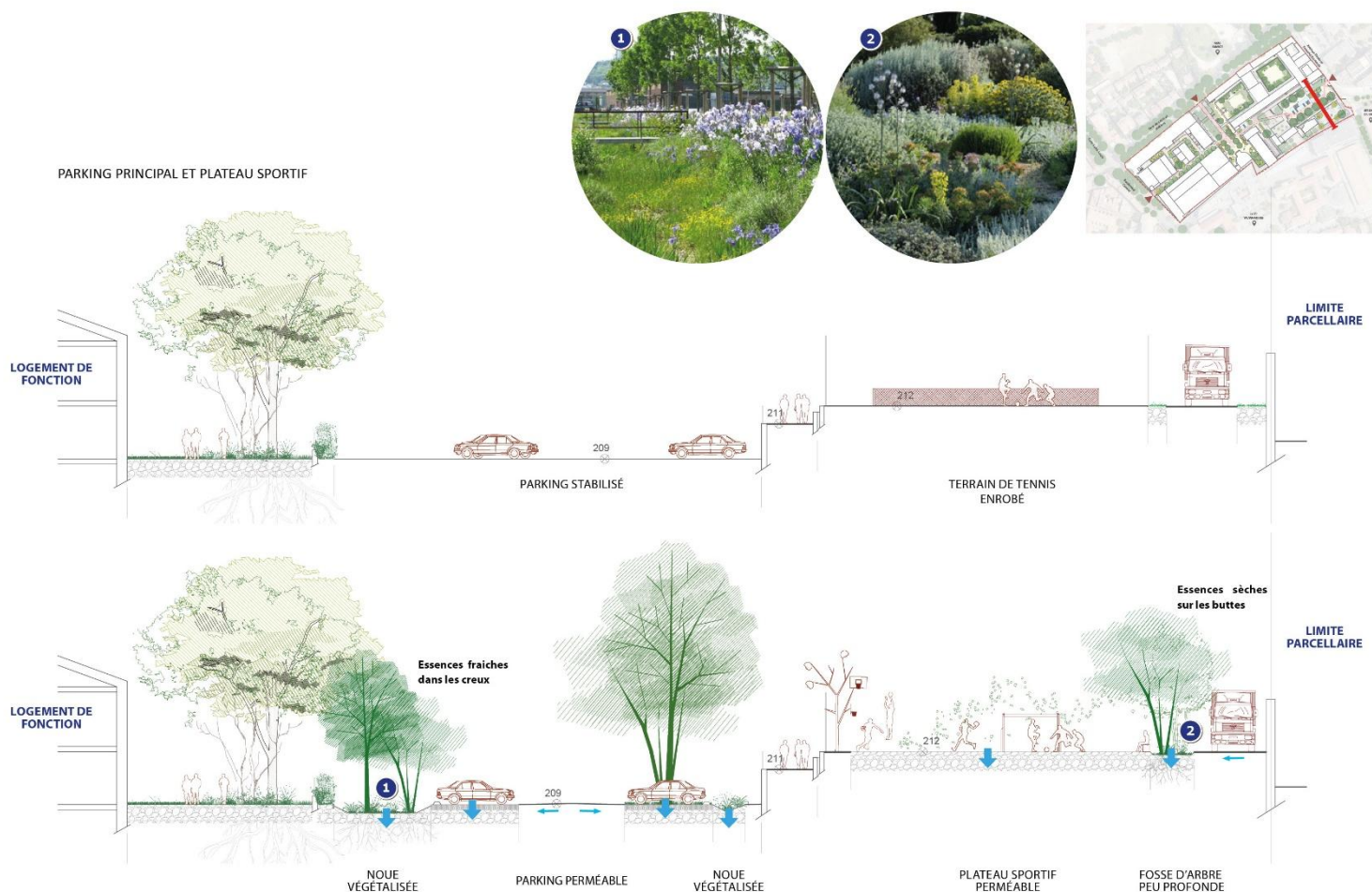
3.3. Zoom par sous-bassin-versant : sports et loisirs

Ce secteur accueillera le parking principal, offrant 62 places réalisées en revêtements perméables. Parallèlement, la clôture du court de tennis actuel sera déposée afin de transformer l'espace en un plateau sportif polyvalent, complété par des zones de convivialité ombragées.



SOUS BASSIN VERSANT N°1 - SPORTS ET LOISIRS											
N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	Enrobé perméable	627	0cm	30cm (0.3)	10,71	1309	797	10 ans	1309	797	10 ans
2	Bandes végétales peu percées	63	17cm								
3	Stationnements perméables	910	0cm	30cm (0.3)							
4	Noues végétales	191	40cm		76,4	2342	1426	100 ans	2342	1426	100 ans
5	Bandes végétales peu percées	66	17cm		11,22	1177	502	>10mm	1177	502	>10mm
6	Faïlle d'infiltration	61	0cm	30cm (0.3)		303	166	1 an	708	302	>10mm
7	Faïlle d'infiltration	38	0cm			329	140	>10mm	329	140	>10mm
8	Bandes végétales peu percées	37,5	17cm		6,375	1018	434	>10mm	1018	434	>10mm
9	Stationnements perméables										
10	Revêtements perméables	143	10cm		14,3						
TOTAL		2136,5			119,005	6478	3464		6883	3600	

Ainsi, pour le sous bassin versant sports et loisirs, les surfaces désimperméabilisées représentent 2136,5m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter une surface de 6478m² et de déconnecter du réseau 3464.3m³, associés aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 3.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter une surface de 6998m² et 3649 m³ du réseau.



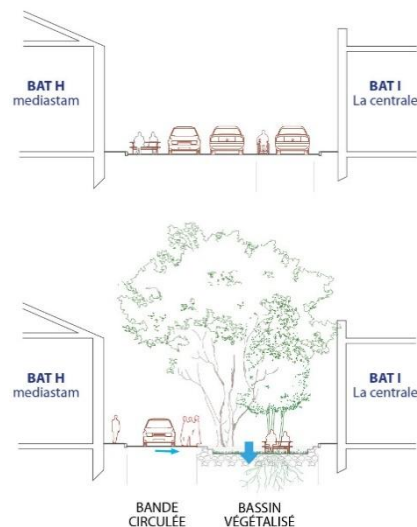
3.4. Zoom par sous-bassin-versant : secteur industriel

Dans ce secteur, l'enjeu consiste à concilier la vocation technique de certains bâtiments ; notamment les accès aux locaux de production et aux arrières techniques ; avec l'aménagement de nouveaux espaces de convivialité et de fraîcheur autour du Mediastam.

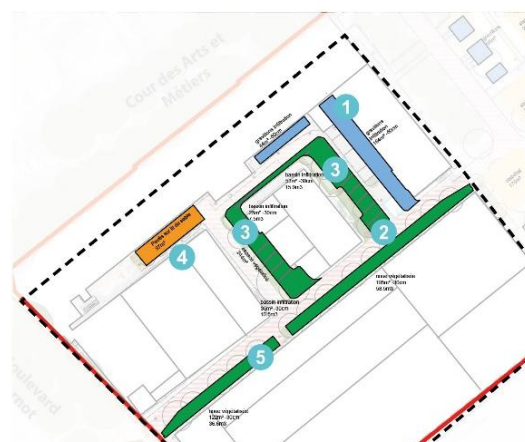
Métropole Aix Marseille Provence Métropole
Gestion intégrée des eaux pluviales du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence
Phase 1 : État des lieux et diagnostic détaillé du site



LE PARVIS DU MEDIASTAM



SURFACES DÉSIMPÉRMÉABILISÉES



SOUS BASSIN VERSANT N°2 - INDUSTRIEL											
N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	Revêtement perméable	208	0cm	30cm (0.3)		359	218,6	de 10 à 100 ans	1283	546,8	> 10mm
2	Bandes végétales peu prc	244	17cm	0cm	41,48						
3	Bassins	113	40cm	0cm	45,2	1364	830,4	10 ans	1648	983,2	5 ans
4	Revêtement perméable	97	0cm	30cm (0.3)		604	257,4	> 10mm	797	339,6	> 10mm
5	Noues végétales	317	40cm		126,8	1986	1143,7	de 2 à 5 ans	1986	1143,7	de 2 à 5 ans
TOTAL		979				4313	2450		5714	3013,3	

Ainsi, pour le sous-bassin secteur industriel, les surfaces désimperméabilisées représentent 979m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter 4313m² pour un volume de 2450m³, associé aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 3.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter 5714m² et 3031,3m³ du réseau.

3.5. Zoom par sous-bassin-versant : les cours carrées

L'intervention vise à restaurer les alignements patrimoniaux dégradés par la plantation de platanes résistants au chancre coloré. Les espaces extérieurs des cours carrées seront végétalisés par des massifs en creux, créant des « dossiers » végétaux qui apportent de l'intimité dans ces vastes espaces. Par ailleurs, le stabilisé existant sera décompacté afin de retrouver ses capacités d'infiltration.

CONTENU ET VIGNETTES

Les alignements dégradés par la plantation de platanes résistants au chancre coloré seront végétalisés par des massifs en creux, créant des « dossiers » végétaux qui apportent de l'intimité dans ces vastes espaces. Par ailleurs, le stabilisé existant sera décompacté afin de retrouver ses capacités d'infiltration.

ALIGNEMENT HISTORIQUE
RESTAURÉ AVEC DES
PLATANES 'VALLIS CLAUSA'

MASSIFS EN CREUX,
LES ÉCRANS VÉGÉTAUX

DÉGRADÉ DES USAGES DU
PLUS BRUYANT AU PLUS
CALME

STABILISÉ DÉCOMPACTÉ

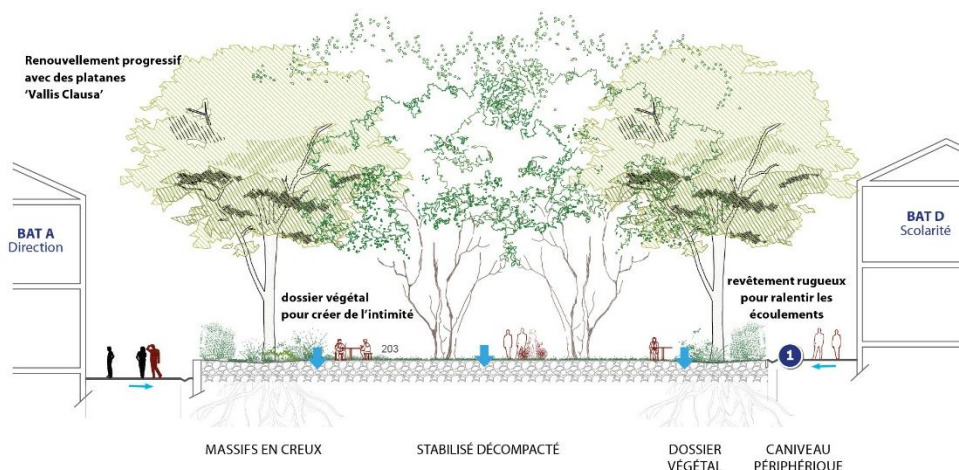
ESPACE OUVERT POUR
L'IMPLANTATION D'UN
CHÂTEAU

Arbres existants
Arbres projetés



Métropole Aix Marseille Provence Métropole
Gestion intégrée des eaux pluviales du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence
Phase 1 : État des lieux et diagnostic détaillé du site

COUPE SUR LES COURS CARRÉES



SURFACES DÉSIMPÉRMÉABILISÉES



SOUS BASSIN VERSANT N°4 et 5 - LES COURS CARRÉES

N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	Revêtement perméable	524	0cm	0	73,78	2023	1231,6	10 ans	2615	1432,8	2 ans
2	Bandes végétales peu pro	434	17cm	0cm							
3	Revêtement perméable	643	0	0	44,71	1368	749,6	2 ans	1897	1039,4	2 ans
4	Bandes végétales peu pro	263	17cm	0cm							
TOTAL		1864				3391	1981,2		4512	2472,2	

Ainsi, pour le sous-bassin des cours carrées, les surfaces désimperméabilisées représentent 1864m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter 3391m² et un volume de 1981,2,6m³, associés aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 3.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter 4512m² et 2472,2 m³ du réseau.

3.6. Bilan hydraulique

Les figures ci-dessous illustrent les différentes périodes de retour associées aux dispositifs d'infiltration proposés. Comme l'illustrent les deux cartes suivantes, les espaces qui apparaissent en rouge gèrent au moins 10mm, mais ne parviennent pas à gérer la pluie annuelle. Pour l'hypothèse 1, cette surface représente 17% de l'aire d'action, contre plus de 25% pour l'hypothèse 2. Ces surfaces ne seront donc pas éligibles aux financements avec leur dimensionnement actuel.

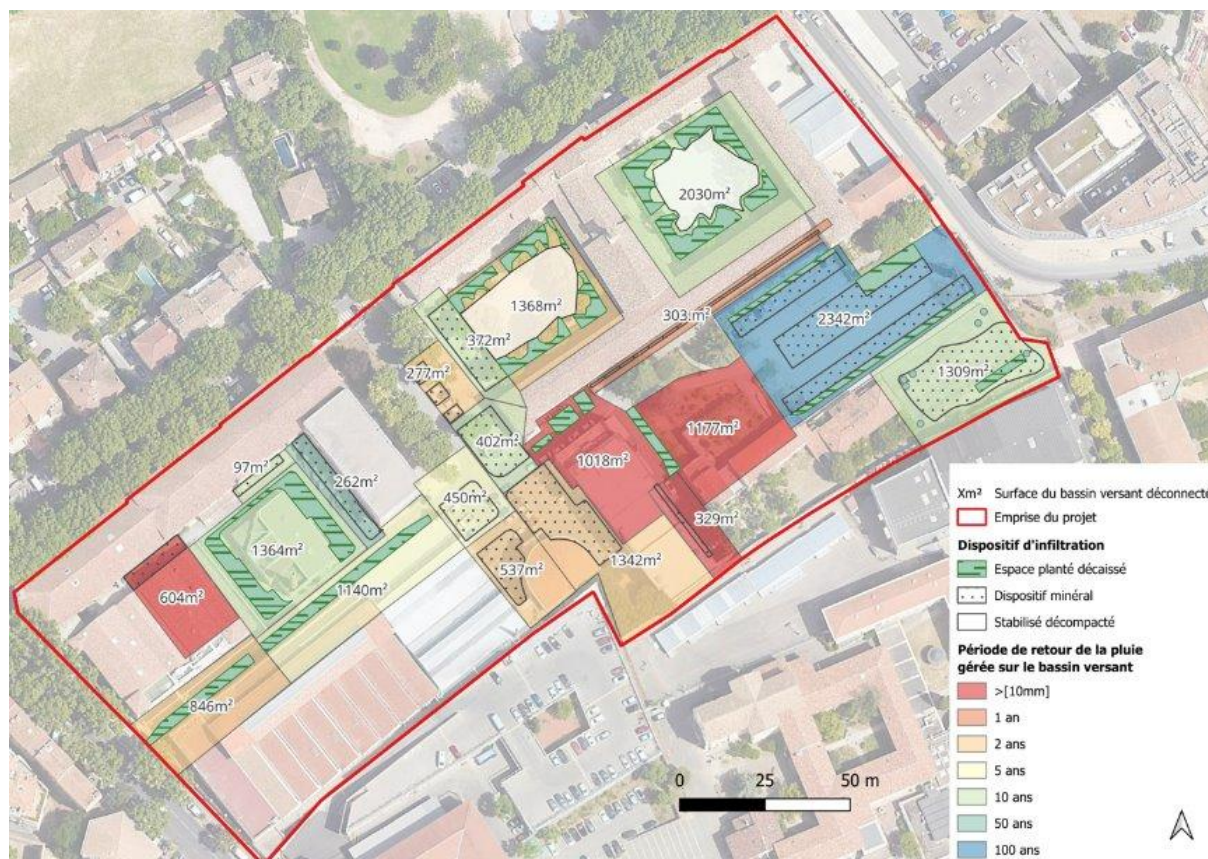


Illustration des dispositifs d'infiltration du scénario 1, hypothèse 1 et des différentes périodes de retour associées

Les dispositifs d'infiltration du scénario 1, hypothèse 1, permettent de déconnecter plus de 17 600m², dont toutes les voiries du site et les toitures comportant des gouttières déconnectées. Près de 9 800m³ du volume annuel moyen de précipitations sont déconnectés par rapport à la situation actuelle (voir tableau ci-dessous).

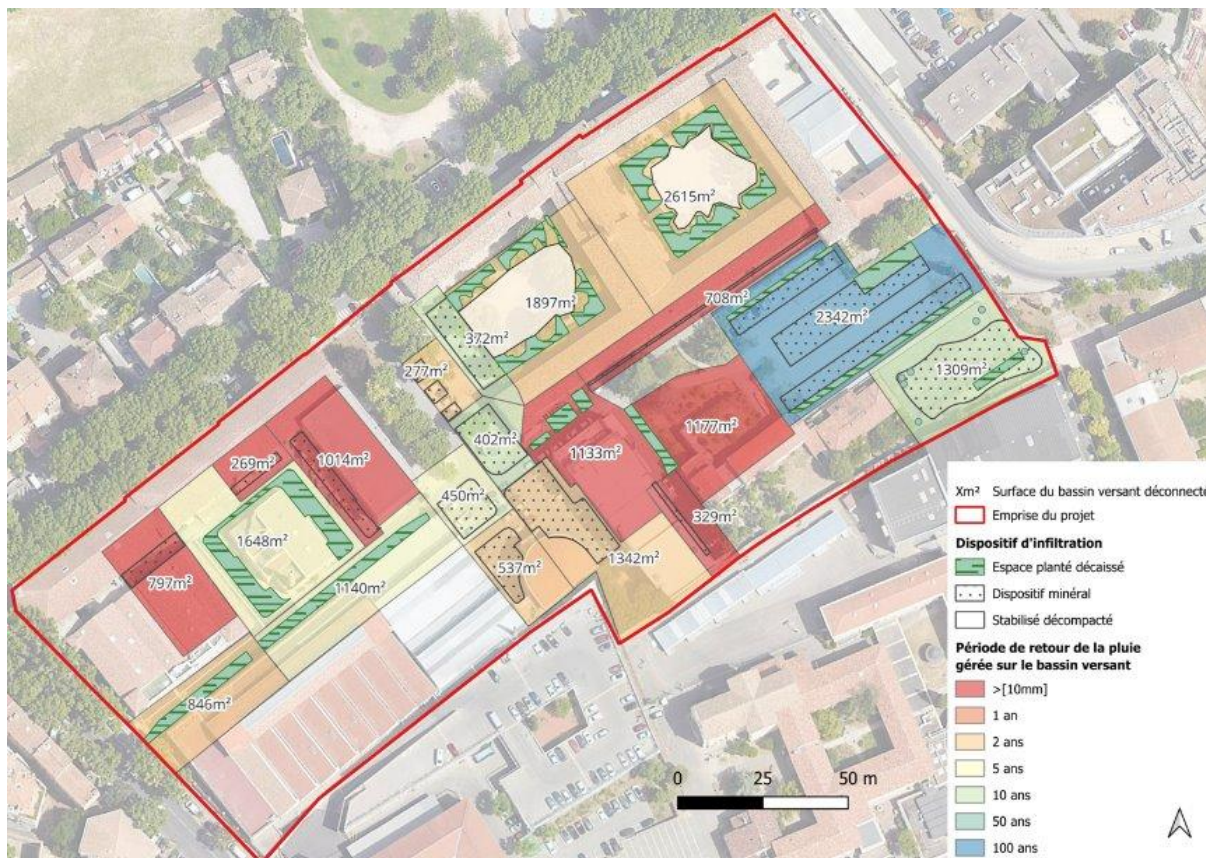


Illustration des dispositifs d'infiltration du scénario 1, hypothèse 2 et des différentes périodes de retour associées

Les dispositifs d'infiltration du scénario 1, hypothèse 2, permettent de déconnecter plus de 20 500m², dont toutes les voiries du site et une grande partie des toitures. Près de 11 000 m³ du volume annuel moyen de précipitations sont déconnectés par rapport à la situation actuelle (voir le tableau ci-dessous).

Scénario 1_1	>10mm	1 à 2 ans	5 ans	>10 ans	Total
Surface dispositif (m ²)	280	1 758	560	3 862	6 460
Surface bassins versants (m ²)	3128	4 673	1 590	8 171	17 562
Part de la surface par période de retour (%)	17,8	26,6	9,1	46,5	100
Volume total de précipitations (m ³)	170,46	1070,27	340,93	2351,19	3 933
Volume infiltré par le dispositif (m ³)	119,32	963,24	334,11	2351,19	3767,86
Volume déconnecté par rapport à l'état initial (m ³)	1333,03	2560,43	948,63	4974,50	9816,60
Scénario 1_2					
Surface dispositif (m ²)	749	2 655	722	2 334	6 460
Surface bassins versants (m ²)	5316	7 515	3 240	4 426	20 497
Part de la surface par période de retour (%)	25,9	36,7	15,8	21,6	100
Volume total de précipitations (m ³)	455,99	1616,36	439,55	1420,94	3932,848
Volume infiltré par le dispositif (m ³)	319,19	1454,73	430,76	1420,94	3625,62
Volume déconnecté par rapport à l'état initial (m ³)	2265,47	4117,62	1933,06	2694,55	11010,70

Tableau de surfaces permettant de déterminer la surface et le volume déconnecté du réseau

La deuxième hypothèse est plus ambitieuse et efficace d'un point de vue hydraulique, car pour une même surface dédiée aux dispositifs d'infiltration, le volume et la surface déconnectés sont plus importants. Néanmoins, le scénario 1 est plus intéressant en termes de gestion des périodes de retour. En effet, plus de la moitié de la surface désimperméabilisée gère des pluies de période de retour supérieures à 5 ans ; tandis que pour l'hypothèse 2, seulement 37% des surfaces d'infiltration arrivent à ce niveau de service.

3.7. Synthèse et estimatifs*

**Le présent chiffrage est une estimation sommaire établie au stade de la faisabilité, à partir de ratios moyens observés sur des opérations comparables. Il a pour objectif d'évaluer les ordres de grandeur budgétaires et devra être affiné lors des phases ultérieures d'études et de conception détaillées.*

RAPPEL

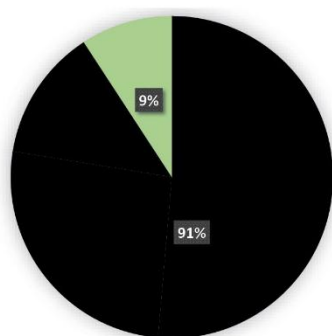
Chiffrage HT. TVA non incluse

Les coûts unitaires portent fourniture + pose (sauf mobilier exprimé en forfait)

Réseau hydraulique (drains, trop-plein, raccords) estimé en pourcentage des surfaces dures (10%)

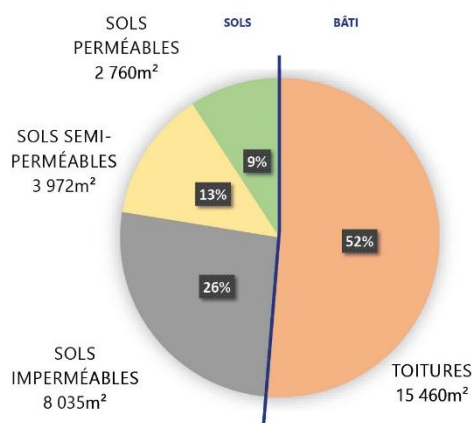
CÉNARIO N°1 AXE TRAVERSANT ET VIGNETTES Synthèse des surfaces

PERMÉABILITÉ :

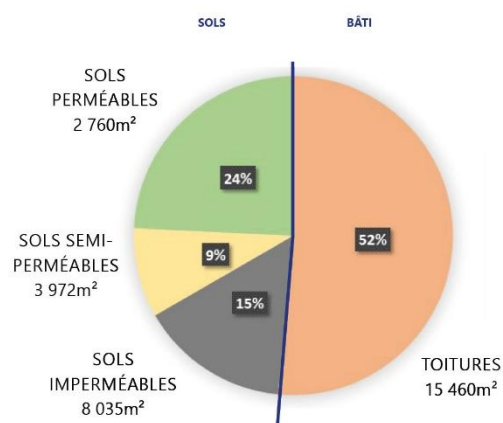
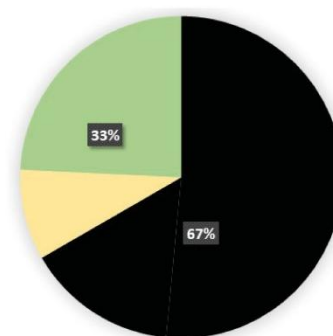


OCCUPATION DU SOL : Secteur d'étude environ 33 470m²

- TOITURES
- REVÊTEMENT IMPERMÉABLE
- REVÊTEMENT SEMI-PERMÉABLE
- PLEINE TERRE



SCÉNARIO N°1



ESTIMATION SOMMAIRE

Poste	Unité	Quantité	Coût unitaire moyen (€/u)	Sous-total €HT
Descellement / décroustage	m ²	6 370	30	191 100
Revêtement perméable minéral simple (30 cm ballast)	m ²	2 330	125	291 250
Parvis perméable qualitatif	m ²	97	250	24 250
Stabilisé existant décompacté	m ²	1 396	30	41 880
Plateau sportif perméable + équipements	m ²	627	260	163 020
Espaces verts simples	m ²	1 500	35	52 500
Noues / bassins plantés	m ²	360	140	50 400
Arbres de haute tige	U	81	2000	162 000
Mobilier convivial (tables, bancs, podium bois)	forfait	-		60 000
Réseaux hydrauliques (drains, trop-pleins, raccords)	% surfaces dures	~10 %		52 040
Sous-total travaux HT				1 088 440
Honoraires MOE (≈10 %)				108 844
Aléas / contingences (≈15 %)				163 266
TOTAL ESTIMÉ GLOBAL				1 360 550

RAPPEL DES SUBVENTIONS AGENCE DE L'EAU THÉORIQUEMENT MOBILISABLES

	Scénario 1 Hypothèse 1	Scénario 1 Hypothèse 2
S déconnectée Toiture et voiries (m ²)	11 102	14 037
S désimper (m ²)	6 460	6 460
Total S déconnectée (m ²) -10mm	14 434	15 181
Volume déconnecté (m ³) par rapport à l'état initial	8 483	8 745
Montant max subventions (€)	1 732 080	1 821 720
Critère 1 = 120€/ m ² déconnecté		
Cout estimé des travaux HT (€)	1 088 440	
Cout estimé des travaux HT sans mobilier, arbres et plateau sportif (€)	828 820	
Cout estimé des travaux avec honoraires et aléas (+25%) (€)	1 036 025	
Critère 2 = 50% en fonction du coût des travaux (€)	518 013	

4. Scénario n°2 : Cœur de campus

4.1. Décomposition du plan guide

4.1.1. Circulations et stationnements véhicules légers : dispersion des flux

Parking principal de 66 places +11 places dispersées sur le site (PMR, intervenant extérieur)

CONTENIR ET ISOLER LE STATIONNEMENT

Les 70 places existantes sont principalement relocalisées sur le plateau haut, qui pourra accueillir 66 places en revêtement perméable. Onze places supplémentaires sont réparties à des emplacements stratégiques du campus pour répondre aux besoins ponctuels. Les autres accès seront aménagés en boucle, afin que le parvis central de l'amphithéâtre, principale centralité du campus, reste entièrement piéton, à l'exception des véhicules de secours.

PRÉSERVER LE CŒUR DE CAMPUS

Contrairement au premier scénario, le terrain de tennis sera utilisé pour le parking, permettant de réduire sa profondeur et de limiter au maximum la présence des véhicules dans le cœur du site.

RÉDUIRE LES EMPRISES ENROBÉES AU GABARIT MINIMUM

Les voiries sont ramenées à une largeur minimale de 4,00 m, suffisante pour les véhicules de secours. Cette réduction permet de limiter fortement les surfaces imperméabilisées et de favoriser les solutions perméables.

4.1.2. Espaces perméables : maximiser les actions

9 985m² désimperméabilisés (2 700m² aujourd'hui)

Libéré de la contrainte des circulations automobiles, le campus retrouve une grande souplesse d'aménagement des sols. À chaque usage, sa solution perméable :

LA GRANDE PLACE CŒUR DE CAMPUS cet espace sera traitée comme la place publique majeure du site, renforçant son rôle de centralité et de lieu de vie.

Le PLATEAU SPORTIF ET LE PARKING SERONT repositionnés afin de contenir les stationnements en périphérie et préserver au maximum le cœur du site, créant un dégradé dans les usages.
Espaces verts élargis des surfaces végétalisées plus importantes protégeront le cœur du campus et offriront ombre et fraîcheur.

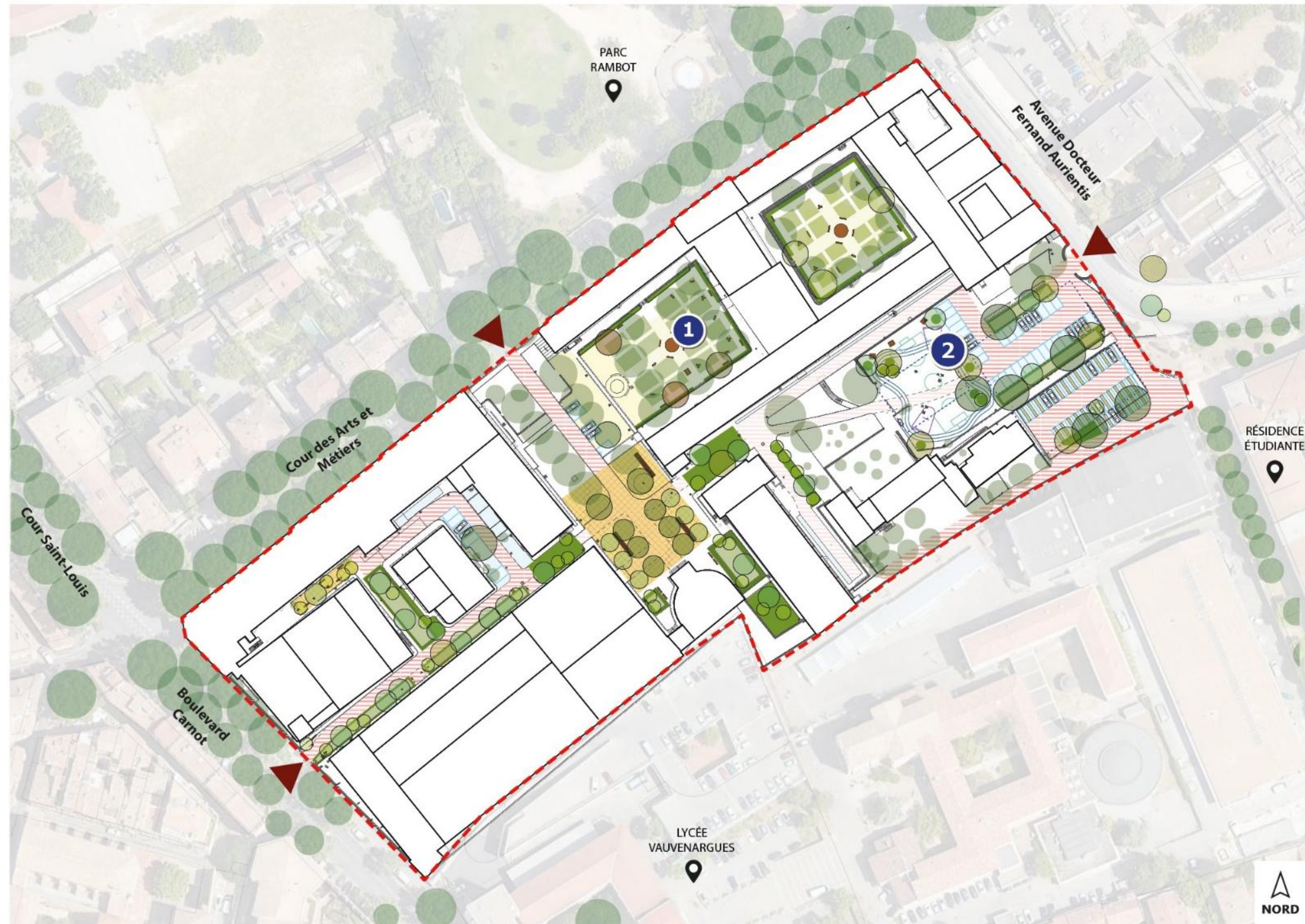
4.1.3. Projet végétal : enrichir l'existant

Le projet végétal se distingue légèrement du scénario 1, en mettant l'accent sur la diversification des essences plutôt que sur la replantation de platanes.

LE MAIL MIXE sera composé d'un alignement principal d'arbres de grande taille : tilleuls, liquidambars ou chênes chevelus, accompagnés d'une deuxième ligne plus basse et colorée, constituée d'essences aériennes et légères comme le savonnier ou le sophora.

LES JARDINS DE CLOITRE MODERNISÉ

Dans les cours carrées, les jardins de cloître seront réinterprétés avec des espaces en creux, apportant volume, profondeur et intimité.



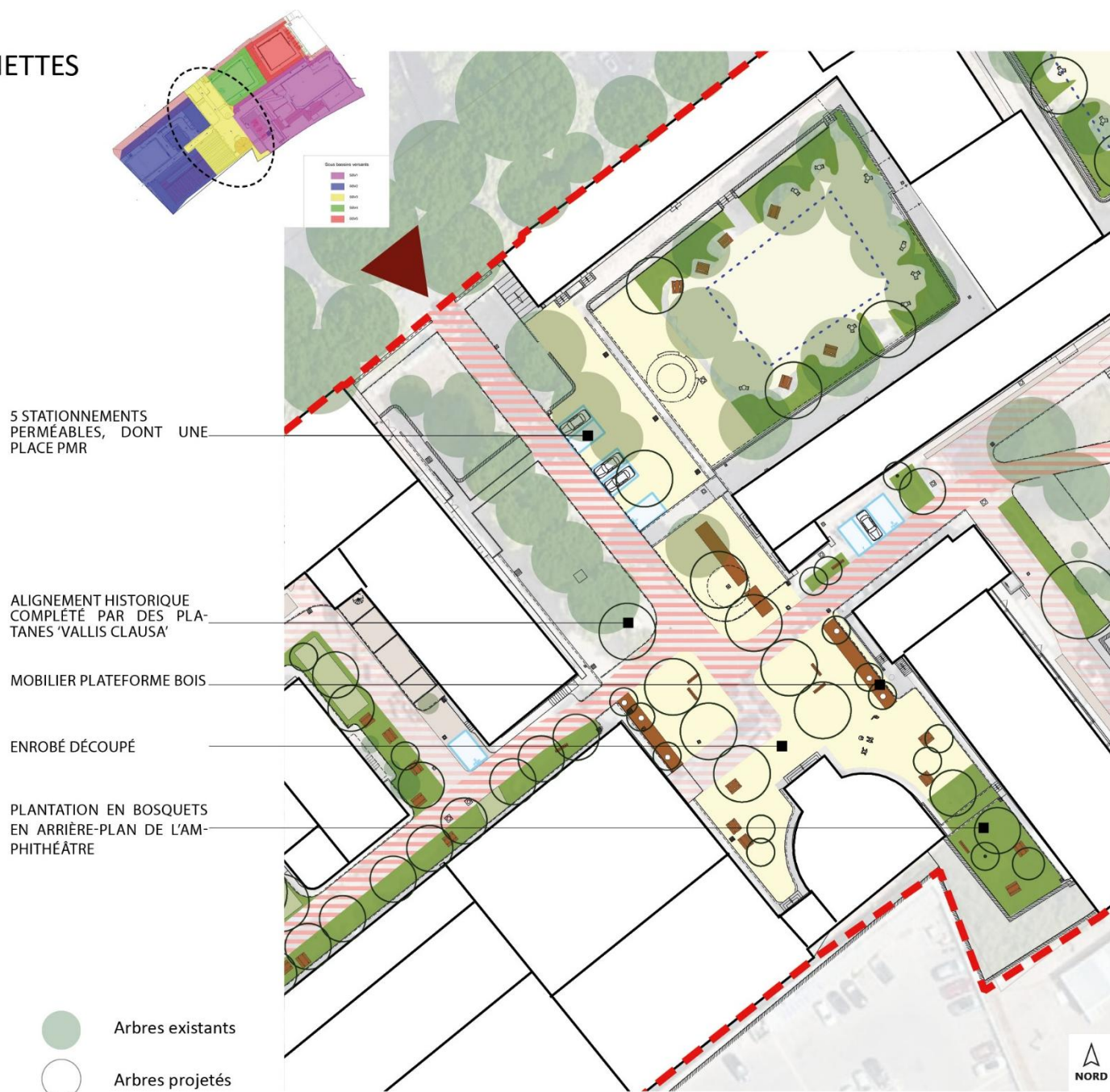
-  Emprise circulée 4,00m non désimperméabilisé
-  Circulation secondaire
-  Stationnement perméable
-  Parvis perméable
-  Revêtement perméable minéral
-  Stabilisé existant décompacté
-  Stationnement perméable
-  Espace végétalisé peu profond (17cm)
-  Espace végétalisé profond (40cm)
-  Arbres existants
-  Arbres de 1e grandeur «les géants»:
platane 'vallis clausa', tilleul, liquidambar, chêne chevelu
-  Arbres de 2e grandeur:
sophora, savonnier, érables
-  Arbres de 3e grandeur:
arbre de Judée, figuier, amandier, amélanchier

4.2. Zoom par sous-bassin-versant : l'axe central

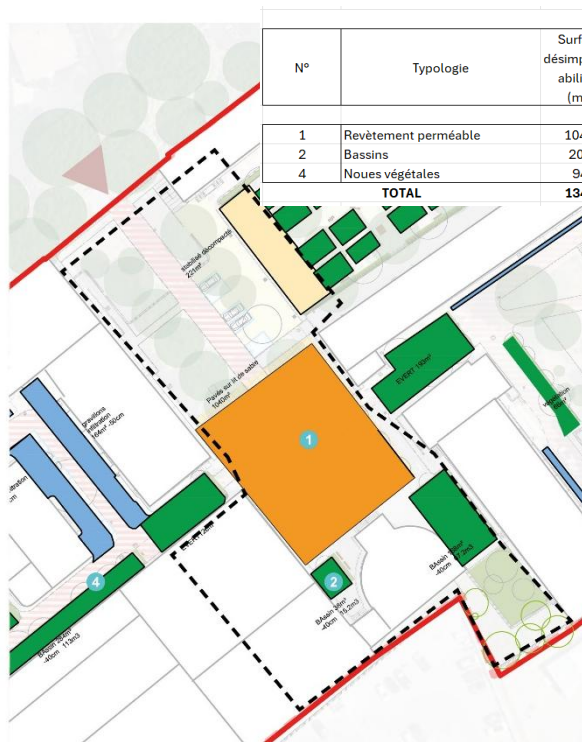
L'aménagement de ce secteur repose sur la création d'une place centrale, véritable cœur du campus. Elle pourra être réalisée avec des matériaux perméables de qualité, tels que des pavés posés sur lit de sable. La place sera végétalisée par un double alignement mixte, respectant l'axe historique menant à l'amphithéâtre tout en favorisant la biodiversité.

Enfin, du mobilier de convivialité, comme de grandes tables, pourra être installé afin de renforcer le rôle de centralité et d'usage collectif de cet espace.

NETTES



Métropole Aix Marseille Provence Métropole
Gestion intégrée des eaux pluviales du campus de l'ENSAM à Aix-en-Provence
Phase 1 : État des lieux et diagnostic détaillé du site

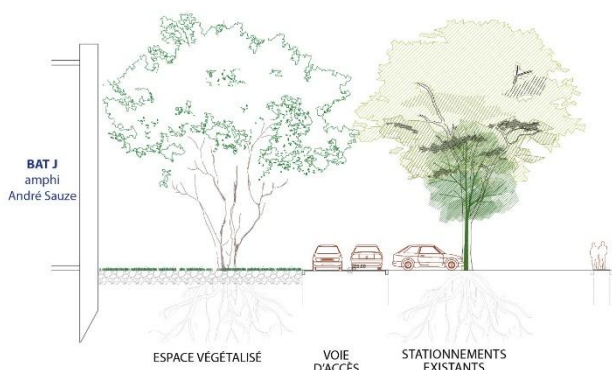


SOUS BASSIN VERSANT N°3 - AXE CENTRAL											
N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	Revêtement perméable	1040	0cm	30cm (0.3)		1768	1076,4	10 ans	1768	1076,4	10 ans
2	Bassins	206	40cm	0cm	35,02	1550	907,0	2 ans à 5 ans	1550	907,0	2 ans à 5 ans
4	Noues végétales	94	40cm		37,6			voir sous-bassin versant n°2 industriel			
TOTAL		1340			72,62	3318	1983,3		3318	1983,3	

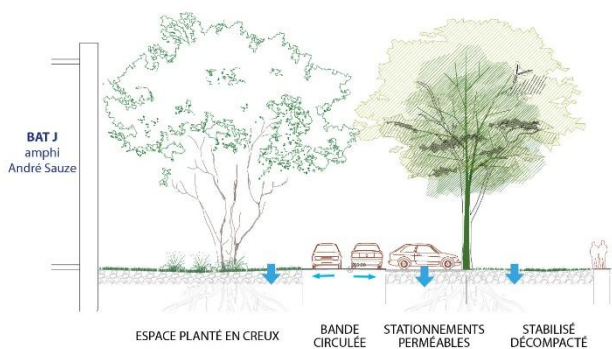
Ainsi, pour l'axe central, les surfaces désimperméabilisées représentent 1340m². Les surfaces d'infiltration permettent de déconnecter 3318m² et 1983,3m³ du réseau, associé aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 4.6. Les surfaces d'apport sont identiques pour l'hypothèse 1 (S1) et 2 (S2) car peu de gouttières et toitures sont mobilisables.

SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS
Zoom par sous-bassin-versant
L'axe central

AXE CENTRAL

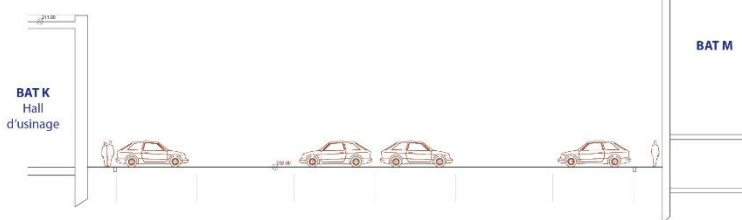


ESPACE VÉGÉTALISÉ VOIE D'ACCÈS STATIONNEMENTS EXISTANTS

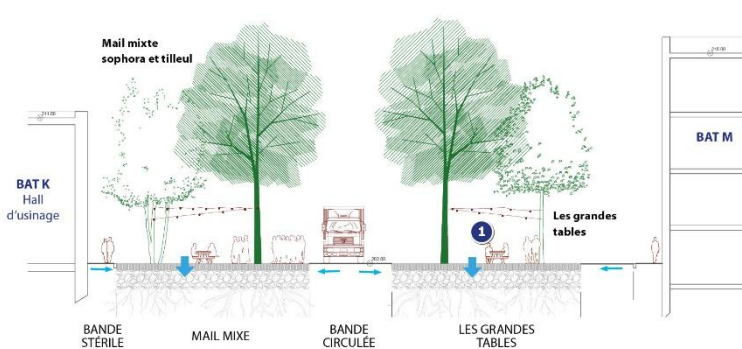


ESPACE PLANTÉ EN CREUX BANDE CIRCULÉE STATIONNEMENTS PERMEABLES STABILISÉ DÉCOMPACTÉ

PARVIS DE L'AMPHITHÉÂTRE



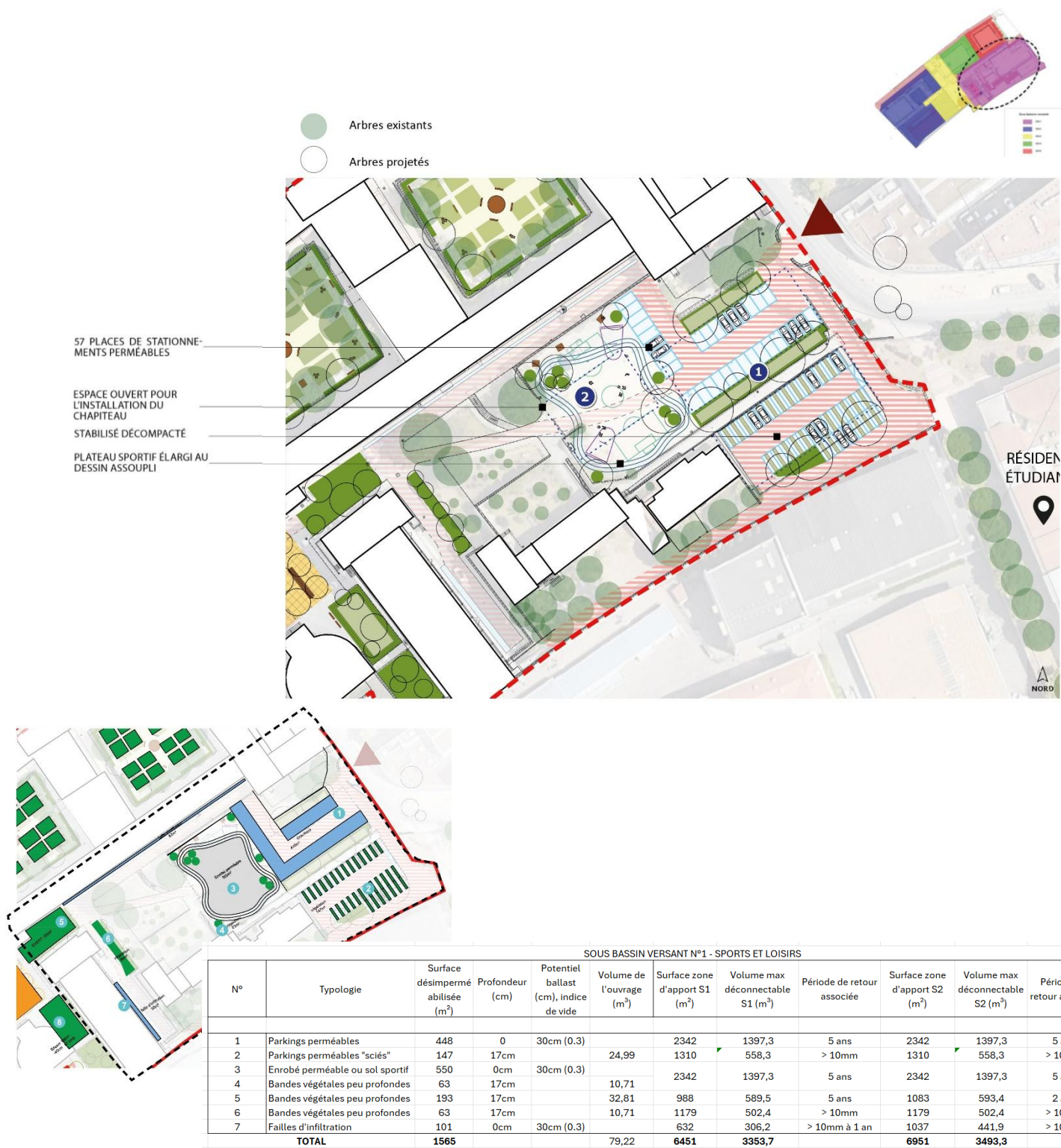
PARKING AU PIED DE L'AMPHITHÉÂTRE



BANDE STÉRILE MAIL MIXE BANDE CIRCULÉE LES GRANDES TABLES

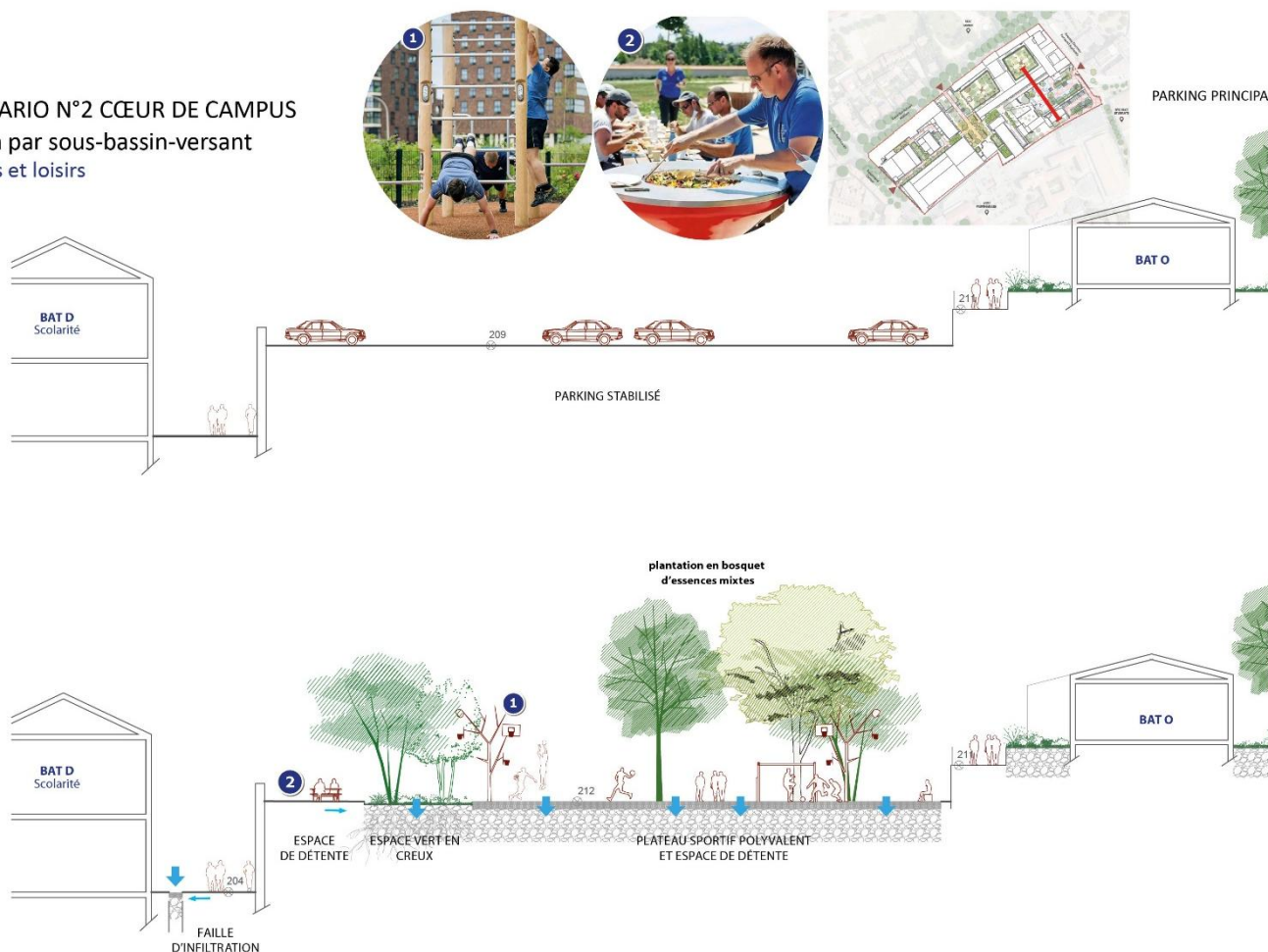
4.3. Zoom par sous-bassin-versant : sports et loisirs

Dans ce secteur, l'actuel terrain de tennis est reconverti en parking, ce qui permet de libérer un vaste plateau sportif, plus proche du cœur du site. Cet espace accueillera un terrain multisport en revêtement perméable, complété par des espaces de détente et de convivialité. Un accès véhicules est maintenu le long de la limite sud afin d'assurer la desserte des bâtiments.



Ainsi, pour le sous-bassin sport et loisir, les surfaces désimperméabilisées représentent 1565m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter 6451m² et un volume de 3353,7m³, associés aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 4.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter 6951m² et 3493,3 m³ du réseau.

SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS
Zoom par sous-bassin-versant
Sports et loisirs

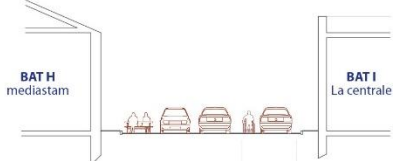


4.4. Zoom par sous-bassin-versant : secteur industriel

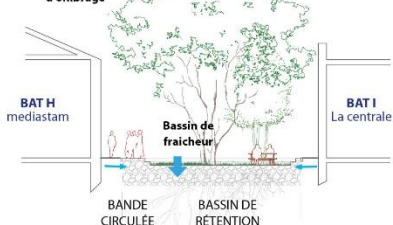
Ici, la voirie est aménagée en impasse afin de libérer de véritables espaces verts au cœur du site. Ces espaces en creux assureront un rôle multiple : rétention des eaux pluviales, lieux de détente et îlots de fraîcheur.

SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS Zoom par sous-bassin-versant Secteur industriel

LE PARVIS DU MEDIASTAM



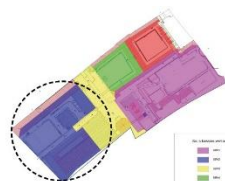
Arbres de 1e grandeur
port étalé pour
un maximum
d'ombrage



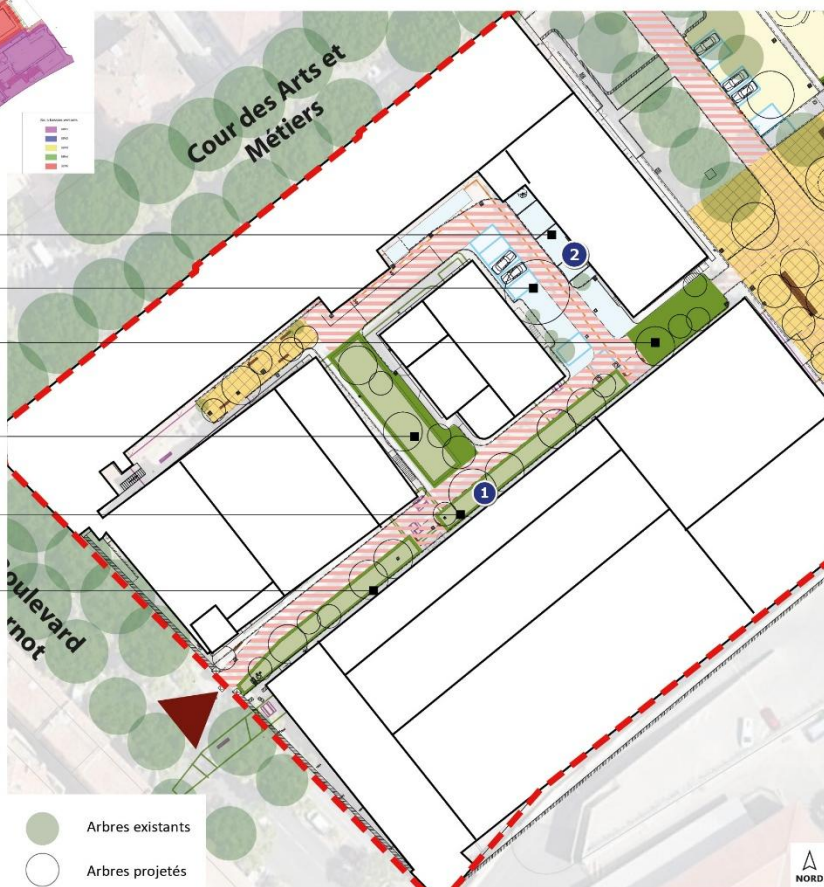
Ici, la voirie est aménagée en impasse afin de libérer de véritables espaces verts au cœur du site. Ces espaces en creux assureront un rôle multiple : rétention des eaux pluviales, lieux de détente et îlots de fraîcheur.



SURFACES DÉSIMPERMÉABILISÉES



- SOLS PERMÉABLES «TECHNIQUES» EN-ROBES PERMÉABLES, GRAVILLONS, CAILLE-BOTIS
- STATIONNEMENTS PERMÉABLES
- ESPACE VERT POUR PROTÉGER LE CŒUR DE CAMPUS
- BASSIN DE RÉTENTION
- PIED DE BÂTI VÉGÉTALISÉ
- ALIGNEMENT PLURISPECIFIQUE



Ainsi, pour le sous-bassin industriel, les surfaces désimperméabilisées représentent 839m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter 4094m² et un volume de 2372m³, associés aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 4.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter 5477m² et 2903,5 m³ du réseau.

SOUS BASSIN VERSANT N°2 - INDUSTRIEL											
N°	Typologie	Surface désimperméabilisée (m²)	Profondeur (cm)	Potentiel ballast (cm), indice de vide	Volume de l'ouvrage (m³)	Surface zone d'apport S1 (m²)	Volume max déconnectable S1 (m³)	Période de retour associée	Surface zone d'apport S2 (m²)	Volume max déconnectable S2 (m³)	Période de retour associée
1	Revêtement perméable	164	0cm	30cm (0.3)		995	545,2	2 ans	1936	825,0	> 10mm
2	Revêtement perméable	97	17cm	30cm (0.3)	16,49	658	360,5	2 ans	946	518,3	1 an
3	Bassins	168	40cm	0cm	67,2	644	392,1	50 ans	798	485,8	10 ans
4	Noues	410	40cm	0cm	164	1797	1074,3	5 à 10 ans	1797	1074,3	5 à 10 ans
TOTAL		839			247,69	4094	2372,0		5477	2903,5	

4.5. Zoom par sous-bassin-versant : les cours carrées

Ce scénario propose de rompre avec l'uniformité des platanes en engageant un principe de succession végétale dans les deux cours carrées. L'un des cloîtres pourrait accueillir des liquidambars, au feuillage découpé et contemporain, tandis que le second retrouverait le tilleul, arbre de cloître par excellence, apprécié pour son ombre apaisante et méditative. Les cours seraient traités comme de véritables jardins de cloître, organisés autour d'un motif symétrique de massifs en creux, assurant à la fois une fonction de rétention et une qualité paysagère.



Ainsi, pour le sous-bassin des cours carrées, les surfaces désimperméabilisées représentent 2272m². L'hypothèse 1 (S1) permet de déconnecter 3752m² et un volume de 1235,9m³, associés aux différentes périodes de retours gérées par les surfaces d'infiltration, détaillées dans la partie 4.6. L'hypothèse 2 (S2) permet de déconnecter 4861m² et 2927,6 m³ du réseau.

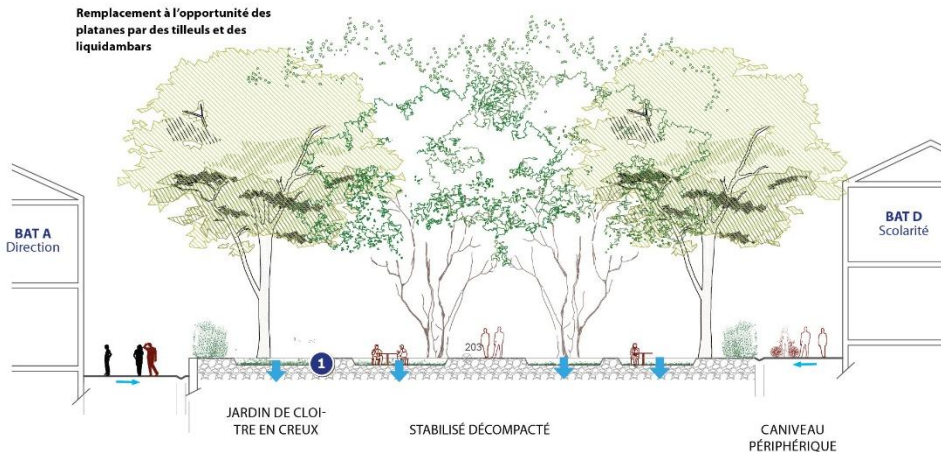
SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS
Zoom par sous-bassin-versant
Les cours carrées



COUPE SUR LES COURS CARRÉES



Remplacement à l'opportunité des
platanes par des tilleuls et des
liquidambers



4.6. Bilan hydraulique

Les figures ci-dessous illustrent les différentes périodes de retour associées aux dispositifs d'infiltration proposés. Les espaces qui apparaissent en rouge gèrent au moins 10mm, mais ne parviennent pas à gérer la pluie annuelle. Ces surfaces ne seront donc pas éligibles aux financements avec leur dimensionnement actuel.

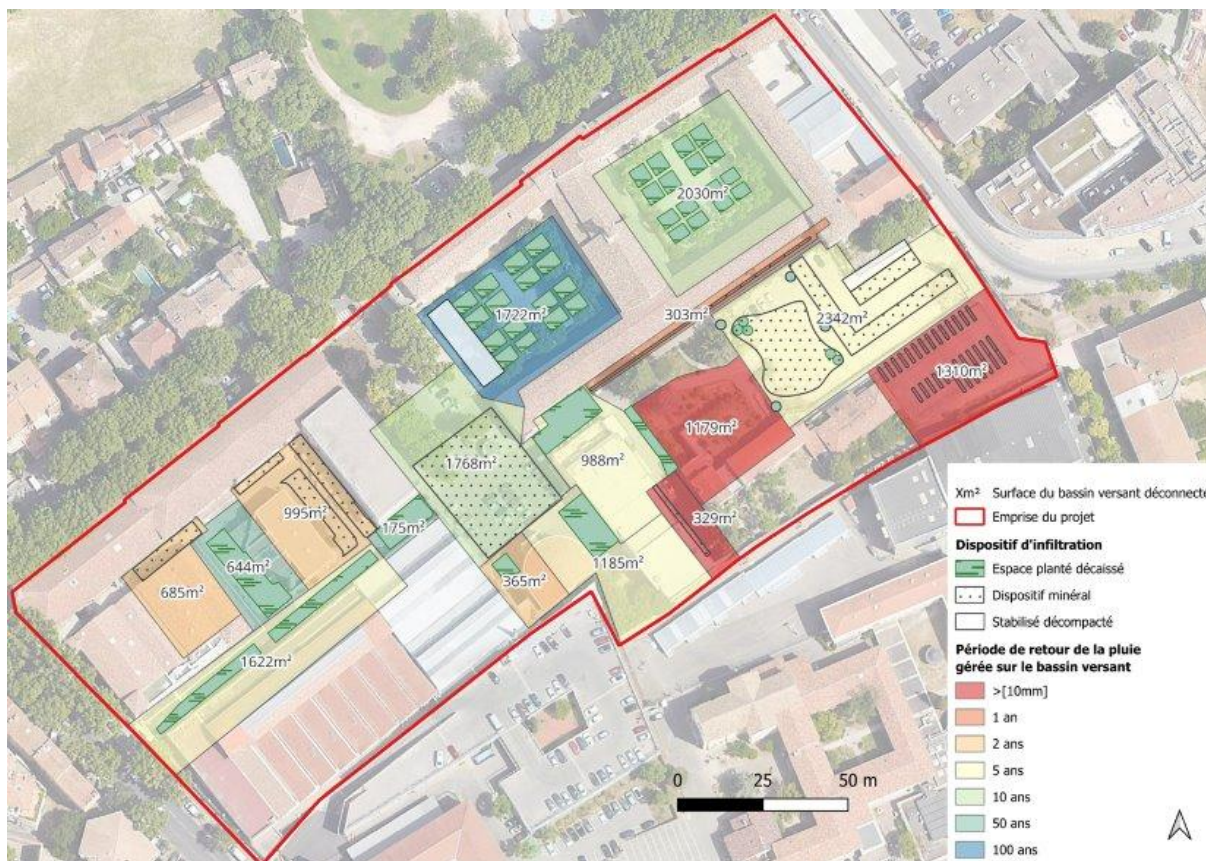


Illustration des dispositifs d'infiltration du scénario 2, hypothèse 1 et des différentes périodes de retour associées

Les dispositifs d'infiltration du scénario 2, hypothèse 1, permettent de déconnecter plus de 17 600m², dont toutes les voiries du site et les toitures comportant des gouttières déconnectées. Près de 10 000m³ du volume annuel moyen de précipitations sont déconnectés par rapport à la situation actuelle (voir tableau ci-dessous).

Les dispositifs d'infiltration du scénario 2, hypothèse 2, permettent de déconnecter plus de 20 600m², dont toutes les voiries du site et une grande partie des toitures. Près de 11 300m³ du volume annuel moyen de précipitations sont déconnectés par rapport à la situation actuelle (voir le tableau ci-dessous).

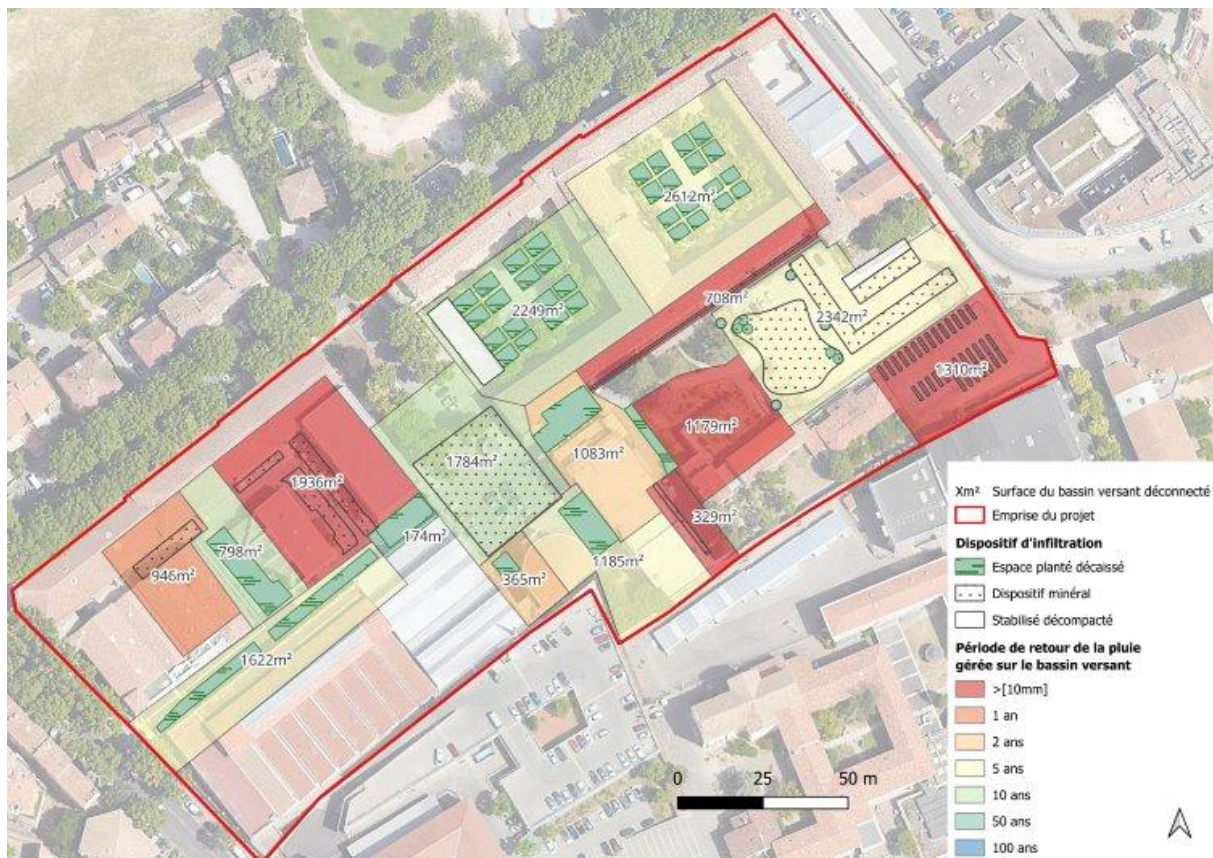


Illustration des dispositifs d'infiltration du scénario 2, hypothèse 2 et des différentes périodes de retour associées

Scénario 2_1	>10mm	1 à 2 ans	5 ans	>10 ans	Total
Surface dispositif (m²)	250	555	1 500	3 795	6100
Surface bassin versant (m²)	2818	2348	6 137	6 312	17615
Part de la surface par période de retour (%)	16,0	13,3	34,8	35,8	100
Volume total de précipitations (m³)	152,20	337,88	913,20	2310,40	3713,68
Volume infiltré par le dispositif (m³)	106,54	304,10	894,94	2310,40	3615,97
Volume déconnecté par rapport à l'état initial (m³)	1200,92	1286,52	3661,48	3842,75	9991,66
Scénario 2_2					
Surface dispositif (m²)	669	447	2 417	2 567	6100
Surface bassin versant (m²)	5462	2394	7 761	4 990	20607
Part de la surface par période de retour (%)	26,5	11,6	37,7	24,2	100
Volume total de précipitations (m³)	407,29	272,13	1471,47	1562,79	3713,68
Volume infiltré par le dispositif (m³)	285,10	244,92	1442,04	1562,79	3534,85
Volume déconnecté par rapport à l'état initial (m³)	2327,69	1311,72	4630,40	3037,91	11307,72

Les deux scénarios sont intéressants en termes de gestion des périodes de retour, car plus de 60% de la surface d'infiltration gère les pluies de périodes de retour supérieures à 5 ans.

La deuxième hypothèse est toutefois plus ambitieuse et efficace d'un point de vue hydraulique, car pour une même surface de dispositifs d'infiltration, le volume et la surface déconnectée sont plus importants. Les financements maximum associés sont donc plus élevés dans le cadre de l'hypothèse 2, car le calcul des subventions est basé sur la surface totale déconnectée.

4.7. Synthèse et estimatifs*

**Le présent chiffrage est une estimation sommaire établie au stade de la faisabilité, à partir de ratios moyens observés sur des opérations comparables. Il a pour objectif d'évaluer les ordres de grandeur budgétaires et devra être affiné lors des phases ultérieures d'études et de conception détaillées.*

RAPPEL

Chiffrage HT. TVA non incluse

Les coûts unitaires portent fourniture + pose (sauf mobilier exprimé en forfait)

Réseau hydraulique (drains, trop-plein, raccords) estimé en pourcentage des surfaces dures (10%)

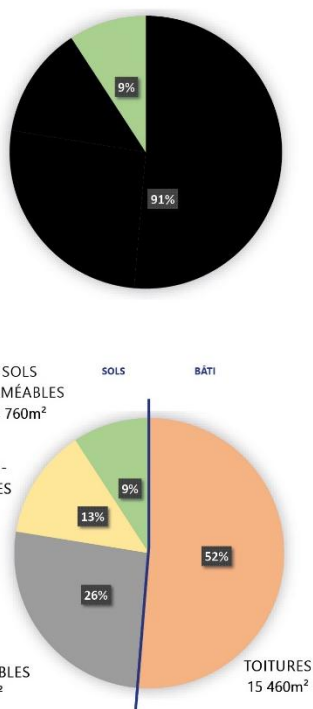
SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS Synthèse des surfaces

PERMÉABILITÉ :

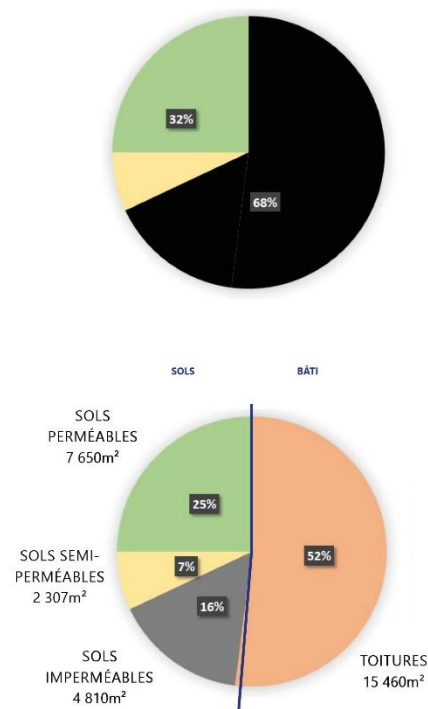
OCCUPATION DU SOL : Secteur d'étude environ 33 470m²

- TOITURES
- REVÊTEMENT IMPERMÉABLE
- REVÊTEMENT SEMI-IMPERMÉABLE
- PLEINE TERRE

ÉTAT EXISTANT



SCÉNARIO N°2



ESTIMATION SOMMAIRE

Poste	Unité	Quantité	Coût unitaire moyen (€/u)	Sous-total €HT
Descellement / décroutage	m ²	5 770	30	173 100
Revêtement perméable minéral simple (30 cm ballast)	m ²	907	125	113 375
Parvis perméable qualitatif	m ²	1050	250	262 500
Stabilisé existant décompacté	m ²	221	30	6 630
Plateau sportif perméable + équipements	m ²	580	260	150 800
Espaces verts simples	m ²	877	35	30 695
Noues / bassins plantés	m ²	1477	140	206 780
Arbres de haute tige	U	86	2000	172 000
Mobilier convivial (tables, bancs, podium bois)	forfait	-		60 000
Réseaux hydrauliques (drains, trop-pleins, raccords)	% surfaces dures	~10 %		70 640
Sous-total travaux HT				1 246 520
Honoraires MOE (≈10 %)				124 652
Aléas / contingences (≈15 %)				186 978
TOTAL ESTIMÉ GLOBAL				1 558 150

RAPPEL DES SUBVENTIONS AGENCE DE L'EAU THÉORIQUEMENT MOBILISABLES

	Scénario 2 Hypothèse 1	Scénario 2 Hypothèse 2
S déconnectée Toiture et voiries (m ²)	11 515	14 507
S désimper (m ²)	6 100	6 100
Total S déconnectée (m ²) -10mm	14 797	15 145
Volume déconnecté (m ³) par rapport à l'état initial	8 791	8 980
Montant max subventions (€)	1 775 640	1 817 400
Critère 1 = 120e/ m ² déconnecté		
Cout estimé des travaux HT (€)	1 258 740	
Cout estimé des travaux HT sans mobilier, arbres et plateau sportif (€)	989 120	
Cout estimé des travaux avec honoraires et aléas (+25%) (€)	1 236 400	
Critère 2 = 50% en fonction du coût des travaux (€)	618 200	

5. Conclusion

5.1. Conclusion des propositions de scénarios

Il est important de rappeler que les deux scénarios présentés ne sont pas figés : ils constituent des bases de travail évolutives, susceptibles d'être ajustées ou combinées selon les priorités retenues. L'étude vise avant tout à proposer un catalogue d'idées pour la transformation du site, tout en validant techniquement l'intérêt hydraulique des hypothèses envisagées.

Les deux scénarios se distinguent principalement par l'organisation de la trame circulaire et la gestion du stationnement. Dans le premier cas, la circulation reste diffuse sur l'ensemble du site, mais réduite à son strict minimum. Dans le second, le principe de boucles en impasse permet de préserver un cœur de campus totalement piétonnier (hors véhicules de secours).

Les surfaces désimperméabilisées sont comparables dans les deux options : environ 5 700 m² pour le scénario 1 et 6 300 m² pour le scénario 2, mais ce dernier offre un volume de rétention plus important, rendu possible par l'absence de circulation au centre du site et la possibilité de surcreuser plus largement les espaces verts.

Deux ambiances végétales sont également proposées, notamment pour les cours carrées, traduisant deux postures différentes face au devenir des platanes. Le scénario 1 privilégie un remplacement à l'identique par des platanes '*Vallis Clausa*', résistants au chancre coloré, tandis que le scénario 2 adopte une approche plus audacieuse, en introduisant de nouvelles essences pour thématiser les cloîtres et diversifier les ambiances.

En termes de faisabilité et de coût, le scénario 1 se veut plus opérationnel et facile à mettre en œuvre, ce qui se traduit par des coûts d'aménagement légèrement inférieurs et, proportionnellement, par un niveau d'aide potentielle plus faible.

VOLET HYDRAULIQUE

Pour chacun des scénarios étudiés, une déconnexion partielle du site est envisageable. L'efficacité hydraulique est mise en évidence : pour chaque scénario, plus de 75% de la surface totale déconnectée gère à minima la pluie annuelle.

Les deux scénarios permettent de déconnecter une surface et un volume d'eaux pluviales du réseau similaire, pour une même surface d'action. Cependant, le scénario 2 offre une meilleure performance, avec un niveau de service plus élevé. Les événements pluvieux intenses et rares pourront être gérés à l'échelle du site. De même, au sein de chaque scénario, l'hypothèse 2 est plus ambitieuse en termes de surfaces de déconnexion et donc de volume d'eaux pluviales déconnectées du réseau.

	SCÉNARIO N°1 AXE TRAVERSANT ET VIGNETTES	SCÉNARIO N°2 CŒUR DE CAMPUS
CIRCULATIONS	Création d'un axe traversant le campus, ouvert aux véhicules depuis plusieurs accès. Circulations réparties sur l'ensemble du site.	Suppression de la traversée automobile. Cœur de site entièrement piéton, circulations limitées à la périphérie (3 accès).
STRUCTURE URBAINE	Maintien de la trame existante, interventions ponctuelles autour de l'axe. Espaces libres multipliés et dispersés.	Recomposition globale du site autour d'un grand espace central. Meilleure lisibilité et centralité renforcée.
SURFACES DÉSIMPÉRMEABILISÉES	6368m ² / 437m ³	5766m ² / 687m ³
GESTION HYDRAULIQUE	Amélioration partielle : déconnexion modérée, gestion d'événements moyens	Plus performant : déconnexion accrue, gestion d'événements pluvieux plus intenses (périodes de retour plus élevées).
QUALITÉ PAYSAGÈRE ET CADRE DE VIE	Espaces verts créés par petites touches, continuités écologiques locales.	Grands espaces plantés, continuités écologiques et ombrage renforcé, cohérence d'ensemble.
FAISABILITÉ / COÛT	Intervention plus légère, facilement phasable, moindre coût.	Projet plus ambitieux, nécessitant une restructuration des accès et un coût global supérieur.

5.2. Conclusion de l'étude

L'étude met en évidence que, malgré les contraintes d'usages identifiées lors du diagnostic, le site de l'ENSAM présente des enjeux importants en matière de désimperméabilisation et de gestion à la source des eaux pluviales, tout en faisant l'objet de contraintes géotechniques et environnementales. Une intervention en faveur de la désimperméabilisation apparaît donc pleinement justifiée, sous réserve de la réalisation d'investigations complémentaires :

- En effet, des essais d'infiltration in situ devront être réalisés afin de caractériser la capacité d'infiltration des sols en place et de valider les hypothèses de dimensionnement des ouvrages d'infiltration.
- De même, des analyses des sols en place devront être menées en amont des travaux afin de vérifier qu'aucune pollution des sols préjudiciable à l'infiltration des sols n'est détectée (présence de sites pollués à proximité).
- Enfin, des sous-sols sont potentiellement présents sous les espaces extérieurs, des investigations complémentaires devront être réalisées afin de connaître l'emprise réelle de ces sous-sols.

La mise en œuvre devra être pensée de manière progressive, à travers un phasage cohérent. La désimperméabilisation doit ainsi devenir un réflexe intégré à chaque nouvelle intervention d'aménagement, afin de saisir toutes les opportunités d'action.

Au-delà de ses bénéfices locaux, un tel projet sur un campus aussi emblématique et contraint pourrait avoir une portée exemplaire : démontrer que la désimperméabilisation est possible, efficace et reproductible dans des contextes complexes, et inspirer d'autres démarches à l'échelle métropolitaine.

Enfin, cette opération s'inscrirait pleinement dans la dynamique du Parc Naturel Urbain de la ville d'Aix-en-Provence, participant à renforcer la continuité entre le centre-ville et les espaces de nature, et ancrant durablement l'ENSAM dans cette vision territoriale partagée.

6. Annexe

Hypothèse maximale de stationnement

Dans le cadre des études de faisabilité, le besoin exprimé par la direction de l'ENSAM s'élève à environ 90 places de stationnement, contre 70 places actuellement identifiées sur le site.

Les deux scénarios d'aménagement présentés dans le rapport principal ont été construits sur la base d'une capacité de 70 places, réparties sur l'ensemble du campus et concentrées majoritairement sur le parking principal en partie haute du site.

Cette configuration permet de conserver des places confortables (2,50 m de large), de maintenir une trame végétale d'ombrage et d'intégrer des surfaces perméables limitant les phénomènes d'îlot de chaleur.

À titre de comparaison, une hypothèse maximale a été étudiée pour le parking principal. Cette version vise à atteindre environ 90 places en réduisant les largeurs au minimum réglementaire (2,30 m) et en supprimant les arbres en pleine terre.

Cette approche permettrait d'augmenter la capacité, mais au prix d'une réduction significative du confort d'usage, d'une diminution de la qualité paysagère et d'une exposition accrue aux surchauffes estivales.

En conséquence, cette configuration « maximaliste » est présentée à titre indicatif uniquement, afin d'illustrer les marges de manœuvre possibles.



Plan d'aménagement « maximaliste » du parking, révélant un potentiel de 85 places

Elle n'est pas recommandée à ce stade de la réflexion, la priorité restant la recherche d'un équilibre entre fonctionnalité, qualité d'usage et intégration paysagère, conformément aux objectifs du projet de désimperméabilisation et de renaturation du campus.