

# Eclairer la stratégie de reconquête des espaces urbanisés : approche qualitative du ZAN intégrant la qualité des sols urbains

Synthèse de l'étude—Février 2025



**Résumé :** En partenariat avec le Pôle métropolitain Loire Angers, l'Agence d'Urbanisme de la Région Angevine a mené une réflexion sur la stratégie de reconquête des espaces urbanisés de trois communes avec une **approche qualitative intégrant la qualité des sols urbains**. Christophe Ducommun, pédologue, et son équipe de l'Institut Agro, ont mené des investigations de terrain qui ont permis de qualifier les sols urbains (diagnostic pédologique par sondage). A destination des élus et techniciens, cette étude doit leur permettre de mettre en perspective leur stratégie foncière territoriale, de la planification à la mise en œuvre opérationnelle de leurs projets. Cette étude demeure exploratoire c'est-à-dire qu'elle cherche à comprendre la manière dont la prise en compte de la qualité des sols des espaces déjà urbanisés peut guider les partis pris d'aménagement dans le cadre de la trajectoire ZAN. Cette approche en trois dimensions du foncier a permis de mettre en évidence des sites stratégiques à densifier, renaturer ou les deux qui dessinent une stratégie foncière locale. A noter que la méthode est répliquable à l'échelle métropolitaine, une phase de déploiement à une plus grande échelle sera réalisée en 2025. Toutefois, la constitution de la connaissance des sols urbains sous forme cartographique nécessite une investigation longue dont la plus-value peut-être nuancée au regard de l'ingénierie et des moyens à engager. Une méthode de prédiction de la qualité des sols urbains à grande échelle sera étudiée en 2025 avec l'Institut Agro car elle pourrait être un préalable à l'investigation de terrain. Ainsi, la liste des sites à investiguer pourrait être limitée, la réalisation de diagnostics sols complets (pédologique, agronomique et écologique) serait alors faisable et pertinente afin de mieux connaître les sols urbains vivants. Cette connaissance constitue une révolution pour l'ingénierie territoriale locale et une opportunité indéniable de repenser la fabrique des espaces urbanisés.

# Sommaire

---

Propos introductifs	5
Résumé de la méthodologie appliquée	6
La connaissance des sols urbains	7
La qualité des sols urbains	8
Les principales caractéristiques des sols urbains associées aux enjeux d'aménagement	10
La création d'un indicateur composite dédié à la plantation d'arbres en ville	13
Présentation synthétique des indicateurs retenus pour prioriser les espaces à densifier ou à renaturer	15
Présentation des résultats par commune	16
Principaux enseignements	23
Perspectives	25
<b>Annexes</b>	
• Présentation des trois communes sélectionnées	
• Rappels et définitions	
• Pour en savoir plus sur la méthodologie employée par L'institut Agro pour investiguer les sols en milieu urbain	

# Propos introductifs

L'étude se concentre sur une approche qualitative du ZAN qui intègre l'enjeu de la prise en compte de la qualité des sols urbains. Elle n'a pas vocation, à la manière de la planification territoriale, à analyser les besoins communaux, à identifier le foncier mobilisable dans les espaces urbanisés ou encore à cibler les espaces de développement ou de renaturation futurs. Par ailleurs, l'approche est stratégique et non opérationnelle, en d'autres termes il ne s'agit pas d'évaluer la faisabilité d'une opération de densification ou de renaturation d'un secteur mais de distinguer, de manière objective, les espaces urbains qui ont un intérêt à être densifiés ou renaturés (au sens Loi Climat et Résilience) dans le cadre de l'objectif ZAN à 2050. Cette étude n'analyse donc pas les sols NAF hors espaces urbains bien que certains, altérés, pourraient faire l'objet d'opération de renaturation. Ce volet, participant à la stratégie globale de reconquête de biodiversité, pourrait être traité de manière complémentaire dans le cadre de l'identification des Zones Préférentielles de Renaturation (ZPR).

Seuls les espaces urbanisés principaux définis par le SCoT Loire Angers de trois communes du Pôle Métropolitain Loire Angers ont été investigués (la présentation des trois communes est à retrouver en annexe). Le choix des trois communes a été guidé par la volonté de tester la méthode sur des communes aux profils distincts, en terme de rôle dans l'organisation territoriale et de territoire d'appartenance. Ainsi, Marcé représente la CC Anjou Loir et Sarthe et la strate « commune de proximité », Chalennes-sur-Loire, la CC Loire Layon Aubance et la catégorie « polarité SCoT » et Les Ponts-de-Cé, la CU Angers Loire Métropole et la strate « pôle centre ». Ces communes présentent, en outre quelques particularités qui semblaient pouvoir être impactantes dans une réflexion sur une stratégie de reconquête des espaces urbanisés : zones inondables, importantes emprises économiques et

aéroportuaire, friches urbaines... Les espaces aux abords des espaces urbanisés ne sont pas étudiés ni les villages et hameaux. Le postulat étant de respecter les priorités d'urbanisation définies par le SCoT ainsi que la logique Eviter Réduire Compenser : toute extension urbaine sur des espaces naturels, agricoles ou forestiers même compensée en 2050 doit demeurer une option à considérer après avoir investigué toute autre possibilité de développement en espace déjà urbanisé et artificialisé.

Les îlots morphologiques urbains (IMU) des espaces urbanisés principaux ont été utilisés car considérés comme l'échelle d'analyse la plus appropriée pour appréhender les enjeux actuels de réchauffement climatique et de lutte contre l'artificialisation des sols. Cette échelle d'analyse spatiale permet par ailleurs de lier morphologies urbaines et enjeux de qualité d'aménagement : présence de la nature, îlot de chaleur urbain, etc. ou encore d'appréhender les choix d'aménagement à une échelle élargie et cohérente d'unités foncières et bâties. En effet, l'étude cherche l'équilibre entre d'une part la densification pour lutter contre l'étalement urbain et d'autre part l'accompagnement des transitions écologique, énergétique et environnementale pour minimiser les impacts du réchauffement climatique. Ainsi donc, l'adaptation au changement climatique et la reconquête de la qualité des sols urbains sont, dans cette étude, considérées comme des partis pris d'aménagement incontournables.

A noter que la connaissance fine des sols urbains constitue un critère de sélection parmi d'autres indicateurs qualitatifs mobilisés pour dans cette étude (centralité, déplacements, risques, densité de population, ...).

## QUELLE STRATÉGIE DE RECONQUÊTE DES ESPACES URBAINS POUR ATTEINDRE LA TRAJECTOIRE ZAN ?

Actions d'intensification des usages urbains par la poursuite de l'artificialisation des sols urbains ?



Action de désimperméabilisation, de descellement des sols urbains et de renaturation ?

La stratégie foncière territoriale guidée par la prise en compte de la qualité des sols

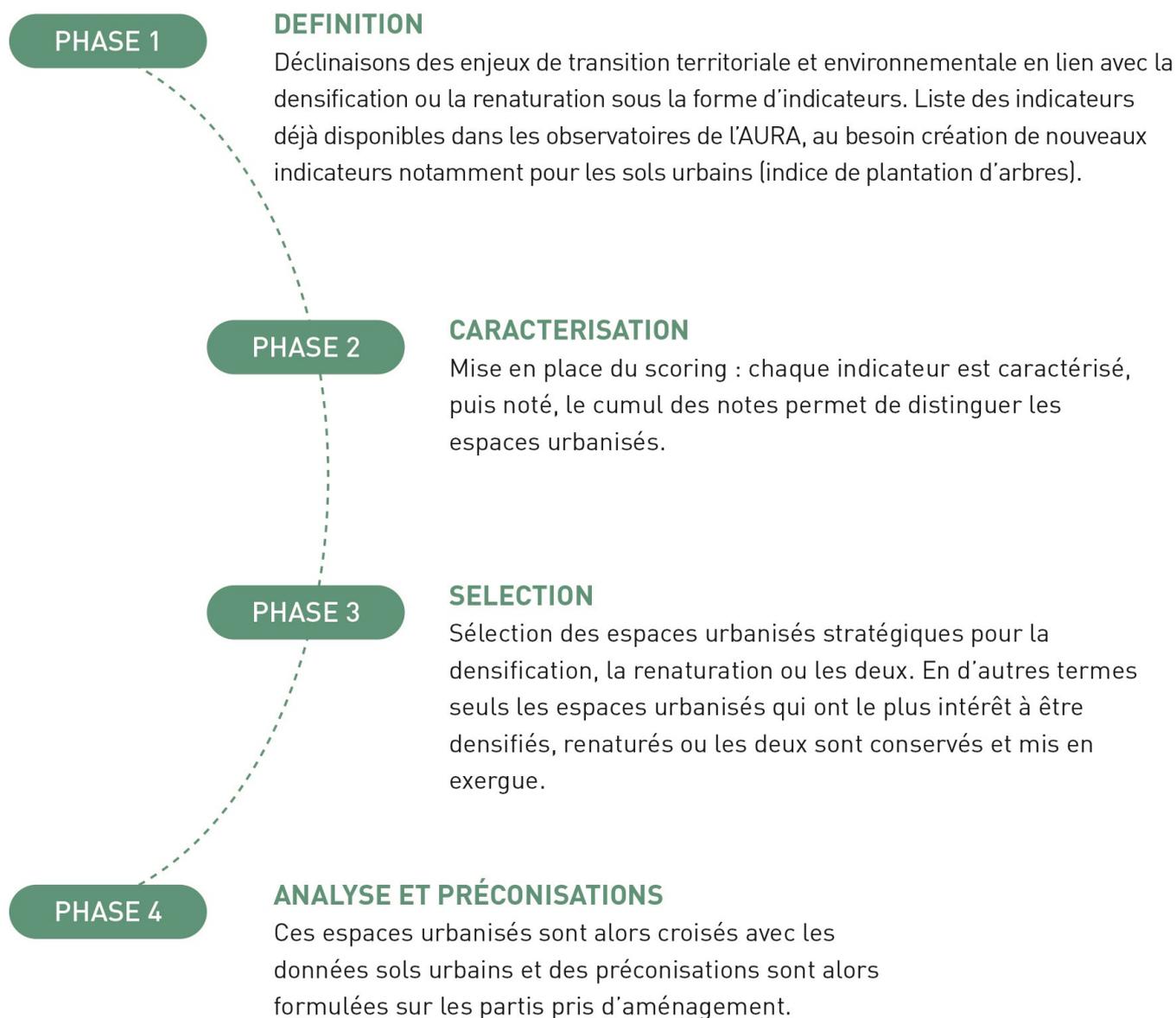
# Résumé de La méthodologie appliquée

Plusieurs préoccupations ont guidé le choix de la méthodologie :

- Une méthode de travail répliquable à grande échelle
- Une méthode d'objectivation de l'intérêt d'un espace à être densifié ou renaturé (et non ceux les « plus faciles à », etc.)

Au regard de ces préoccupations, une méthode par scoring (une note graduelle par indicateur) a été choisie afin de permettre une distinction voire une priorisation des espaces analysés. La méthodologie mise en œuvre a été guidée par des questionnements préalables : Est-on en mesure d'objectiver la capacité d'un ensemble urbain à être densifié ou renaturé par une analyse multicritère ? La prise en compte de la qualité des sols en milieu urbain peut-elle, à elle seule éclairer, une stratégie ZAN ? Est-il possible de créer des cartographies des sols urbains en mesure d'identifier voire de prioriser des espaces préférentiellement dédiés à la renaturation ou à la densification ?

Schéma de synthèse de la méthodologie adoptée :



# La connaissance des sols urbains

## Une logique d'aménagement renouvelée

La logique « surfacique » où le sol est considéré comme un simple support foncier, laisse désormais la place à une logique « qualitative en 3 dimensions » dans un contexte où l'arrêt de l'étalement urbain est recherché. Cette approche en trois dimensions consiste à placer la qualité des sols au cœur des réflexions d'aménagement. **Dans ces espaces peu investigués sur le plan pédologique, la connaissance des sols permet de guider les choix d'aménagement dans l'objectif d'atteindre le ZAN.** Les qualités et potentialités du sol deviennent alors des critères à prendre en compte pour orienter certains espaces vers la densification urbaine ou la renaturation, sachant qu'un « mauvais sol » n'existe pas, c'est l'usage envisagé du sol qui en fait son potentiel.

## La connaissance des sols urbains

La connaissance des sols a intéressé, jusqu'à présent, le monde rural et agricole en tant que support de production, ou préoccupé les acteurs des milieux naturels. De ce fait, leur cartographie est aujourd'hui exhaustive au 1/250 000ème sur ces espaces qui couvrent une grande majorité du territoire français. Cependant, **les services rendus par les sols (réserve de biodiversité, captation de carbone, gestion de l'eau, filtration des pollutions, ...)** ne peuvent plus être ignorés dans les milieux urbains, notamment au regard des problématiques de **changement climatique et de nécessaire sobriété foncière**. La connaissance des sols en milieu urbain ou péri-urbain permet de s'inscrire dans une approche plus adaptative et plus sobre des aménagements.

## Quelles données sols sont accessibles à l'échelle du PMLA ?

Pour les espaces non-urbains, les données pédologiques au 1/250 000e issues du Référentiel Régional Pédologique (RRP) sont aujourd'hui en Open data et peuvent être facilement intégrées aux réflexions stratégiques. Elles sont issues de travaux de recherche et de relevés qui couvrent aujourd'hui une grande majorité du territoire français, avec un référentiel national stabilisé. Ainsi, une carte des types de sols et de leurs caractéristiques est disponible à l'échelle du Pôle métropolitain Loire Angers. **Les sols urbanisés ou scellés ne sont en revanche pas cartographiés.** Ils ont pu être plus ou moins remaniés lors des aménagements urbains.

## Les référentiels sols : Unités typologiques des sols (UTS) et Unités cartographiques des sols (UCS)

La cartographie des sols est élaborée à partir de sondages réalisés à la tarière manuelle, lesquels ont été placés de façon méthodique en se basant sur des éléments topographiques, lithologiques ou encore d'occupation du sol. Ainsi, il est possible de cartographier des Unités Typologiques de Sols (UTS), imbriquées dans des unités spatiales constituant les polygones de la carte, appelées Unités Cartographiques de Sols (UCS). Les UTS contiennent de nombreuses informations sur les sols : profondeur, horizons, texture, couleur (en lien avec l'état des éléments organiques ou minéraux), éléments grossiers (fraction supérieure à 2 mm), hydromorphie (engorgement/saturation en eau), autres taches ou artefacts révélant des processus ou influences, etc. Les UCS rendent compte de ces informations pédologiques spatialisées, et permettent la réalisation de diverses cartes thématiques. Une Unité cartographique de sols est le plus souvent composée de plusieurs Unités typologiques de sols.

## Qu'est-ce qu'un sol ?

« Le sol constitue une interface essentielle pour la vie sur Terre. Il est issu d'une part de la dégradation d'organisme vivants dans le sol et à sa surface (Biosphère) lesquels fournissent de la matière organique, et d'autre part de l'altération des roches (Lithosphère qui apporte la matière minérale (argiles, limons, sables, éléments grossiers, ...)). L'ensemble des processus conduisant à la formation et à l'évolution des sols est appelé pédogénèse. La pédogénèse est lente : il faut environ 300 ans pour former 1 cm de sol. Les sols sont donc une ressource non renouvelable à l'échelle humaine. Tandis qu'ils s'épaississent, les sols tendent également à se différencier verticalement par transformation et réarrangement de leurs composants. Cette variabilité verticale, observable par une succession de couches appelées horizons diffère en fonction de situations environnementales : climat, relief, organismes vivants, lithologie. Cela génère une très grande diversité de sols. » Source : Groupement d'intérêt scientifique sur les sols.

**La qualité des sols est** « l'aptitude d'un sol à fonctionner au sein et dans les limites des écosystèmes naturels ou aménagés, afin de maintenir la productivité végétale et animale, maintenir ou améliorer la qualité de l'eau et de l'air, et soutenir la santé humaine et les besoins d'habitation » Doran, 2002 ; Karlen et al., 2003.

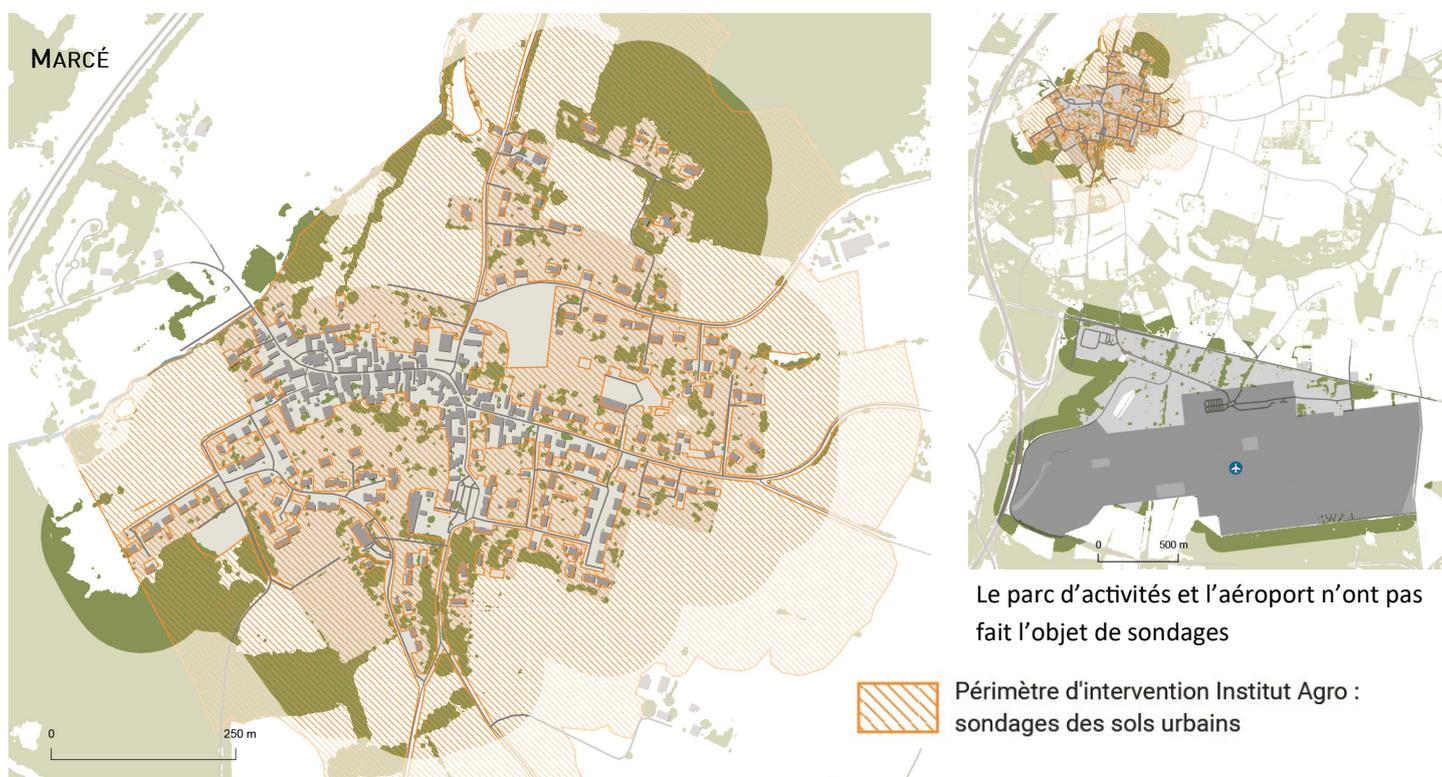
# La qualité des sols urbains

## Le recours à l'expertise des pédologues de l'Institut Agro Angers

L'Institut Agro d'Angers a réalisé des cartes des sols urbains des trois communes dans l'objectif partagé avec l'AURA et le PMLA d'aider à la prise de décision sur l'évolution des espaces urbains et leur adaptation aux changements climatiques et à ses conséquences. La mission de l'Institut Agro a consisté à créer de nouvelles Unités cartographiques de sols qui n'ont jamais été investiguées. Des investigations terrain ont été nécessaires pour constituer cette base de données, au total 480 sondages manuels ont été ciblés, puis réalisés et ont permis d'établir des cartographies sols à la commune ainsi que la création de cartes thématiques (voir le détail de la méthodologie en annexe).

Par rapport au référentiel régional pédologique, le niveau de précision en termes d'Unités cartographiques de sol est plus fin et des zones non investiguées dans les enveloppes urbaines ont été cartographiées et caractérisées grâce à cette étude. Cependant, les zones imperméabilisées (scellées/bitumées) n'ont pu être observées par les pédologues de l'Institut Agro.

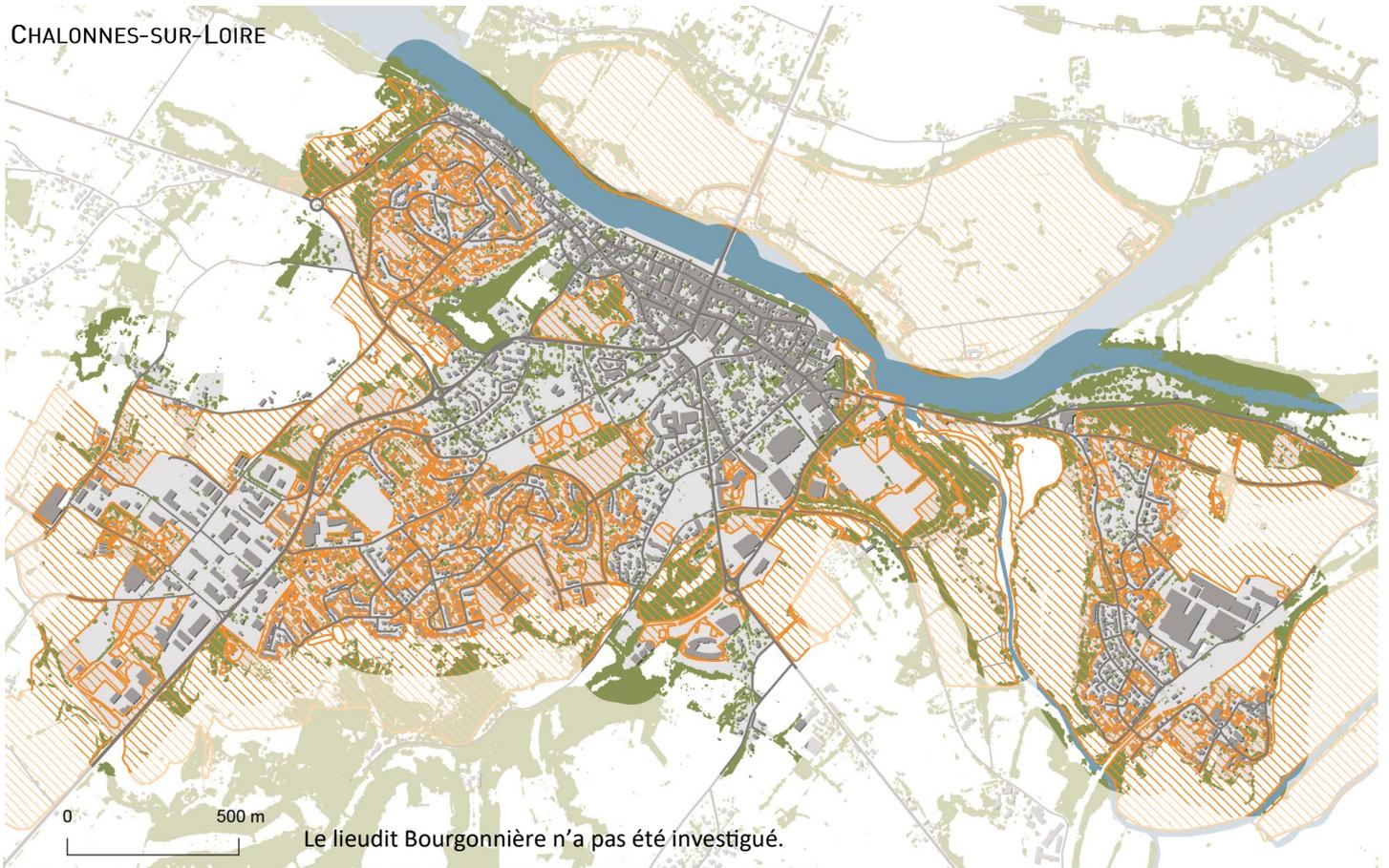
Les cartographies thématiques permettent de mettre en exergue les aptitudes des sols à la renaturation en fonction de variables pédologiques d'intérêt tels que : la profondeur, la texture, la charge en éléments grossiers, l'hydromorphie, les matières organiques, le calcaire actif, l'artéfact et les troncatures anthropiques, les sols reconstitués. D'autres éléments contextuels topographiques, lithologiques et d'occupation du sol ont été appréciés car ils expliquent la formation des sols naturels. La réalisation de ces cartes a été affinée par la formulation des besoins de l'Aura. Plusieurs allers-retours ont eu lieu au fur et à mesure des questionnements, en recherchant au maximum des indicateurs discriminants pour caractériser la densification ou la renaturation grâce aux données qualitatives du sol. De 12 cartographies thématiques, les échanges ont permis de retenir les 7 cartes thématiques les plus pertinentes en mesure d'éclairer les projets de renaturation ou de densification et donc la reconquête des espaces urbains et la participation à l'atteinte du Zéro artificialisation nette.



### Ne pas confondre qualité et santé des sols :

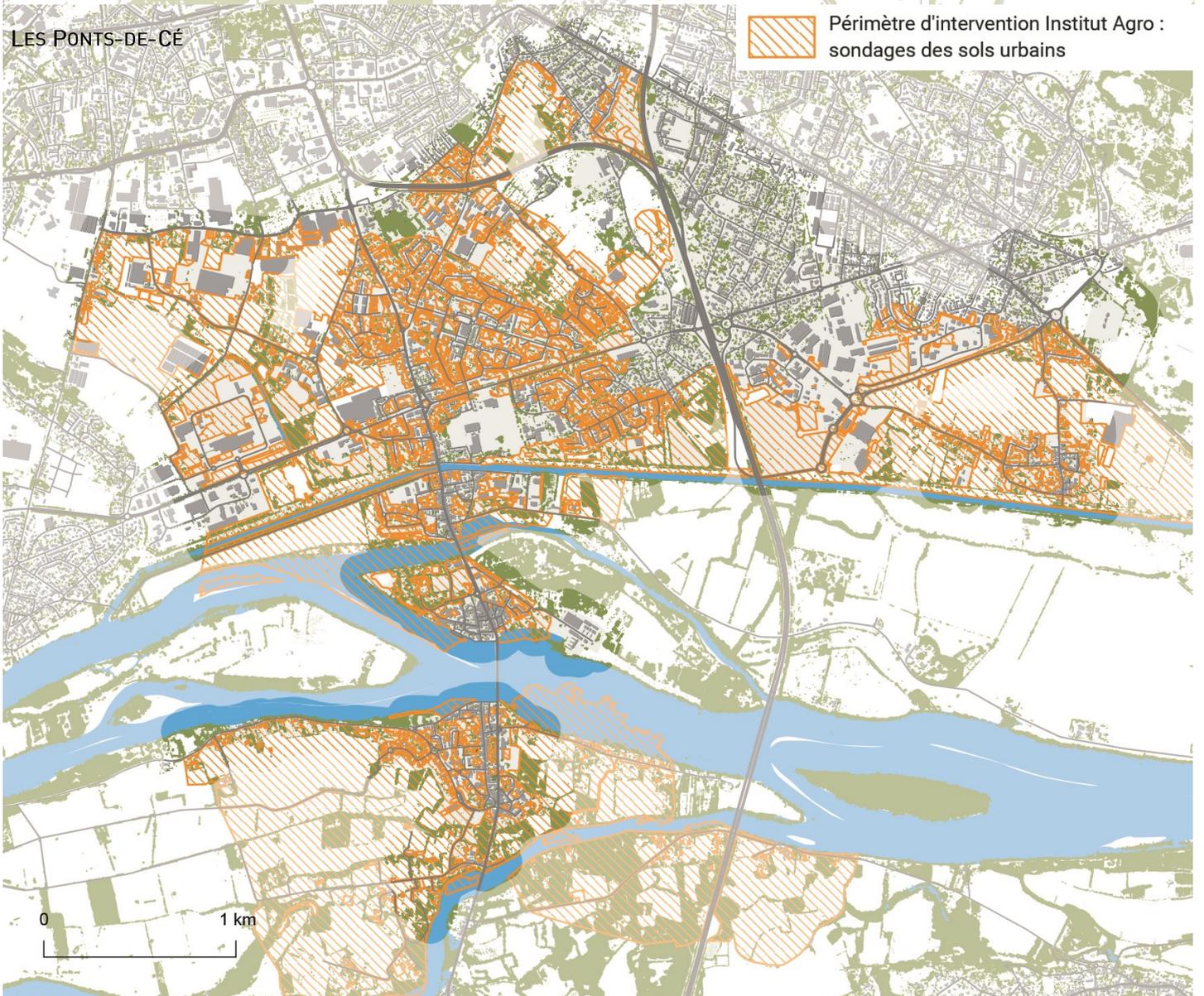
- La qualité = la capacité à assurer certaines fonctions et à fournir des services en fonction d'un usage
- La santé = la capacité à fonctionner au sein de l'écosystème (soutien à la santé de la faune, de la flore, etc.)

## CHALONNES-SUR-LOIRE



Le lieudit Bourgonnière n'a pas été investigué.

## LES PONTS-DE-CÉ



 Périmètre d'intervention Institut Agro : sondages des sols urbains

# Les principales caractéristiques des sols urbains associées aux enjeux d'aménagement

## ENJEUX D'AMÉNAGEMENT



PRÉSENCE DE LA VÉGÉTATION

## CARACTÉRISTIQUES RECHERCHÉES PAR LES SOLS URBAINS

Préidentification des sols regroupant des conditions favorables à la végétalisation

Dominante texturale

Profondeur du sol

Valeur agronomique « grandes cultures »



PRÉSENCE DE L'EAU

Gestion et connaissance de la ressource en eau, ainsi que gestion et connaissance du risque inondation

Réservoir utile en eau

Hydromorphie

Battance

Potentiel d'infiltration



PRÉVENTION DES RISQUES

Gestion et connaissance des risques érosion, retrait-gonflement

Potentiel de ruissellement

Erosion



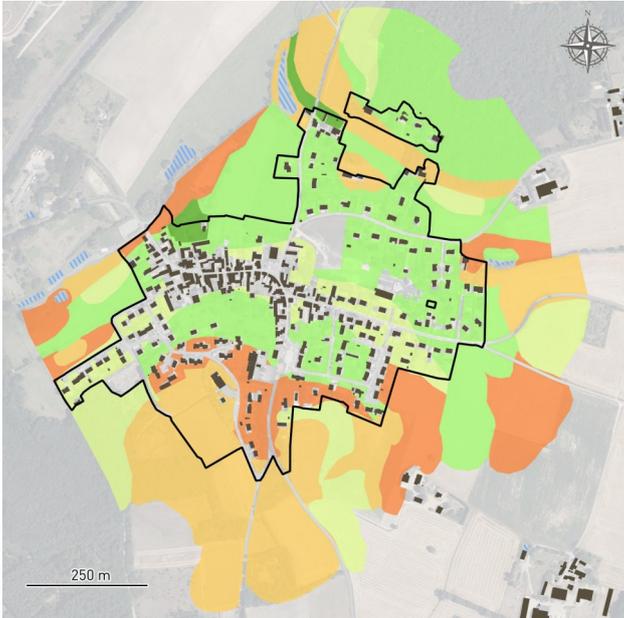
ADAPTATION

Identification des sols qui pourraient servir au stockage du carbone en milieu urbain

Capacité de stockage du carbone

## VALEUR AGRONOMIQUE « GRANDES CULTURES »

Le calcul de la valeur agronomique du sol prend en compte des caractéristiques du sol (profondeur, équilibre textural, etc.) et de l'environnement nécessaires pour évaluer l'aptitude d'enracinement des grandes cultures. Cet indicateur exprime donc la capacité du sol à développer une large palette de plantations possibles. S'ils sont amenés à être urbanisés une analyse bénéfices/risques est à réaliser puisqu'ils sont propices à la plantation.



## HYDROMORPHIE

L'hydromorphie est une coloration particulière du sol, qui caractérise les horizons les plus fréquemment gorgés d'eau (de façon saisonnière ou quasi-permanente). Ainsi, les plantes qui poussent dans les sols hydromorphes doivent être adaptées à un déficit plus ou moins important en oxygène. Cet indicateur permet l'identification et la protection de zones humides potentielles et de la biodiversité qui y est associée. Cet indicateur éclaire sur l'adaptation des plantations au contexte hydromorphe ; si le choix est fait de densifier (zones les moins humides), l'adaptation des constructions et aménagements est nécessaire (dans le respect de la démarche ERC).



## RÉSERVOIR UTILISABLE EN EAU « ARBRES »

Le réservoir utilisable en eau représente une hauteur d'eau disponible pour les plantes. Pour coller au plus près des besoins en eau des arbres. Cet indicateur met en évidence la capacité du sol à recevoir et faire croître de la végétation de toute strate (arborée, arbustive, herbacée) y compris pour l'agriculture. Cet indicateur est gage de conditions favorables à une action de plantation.



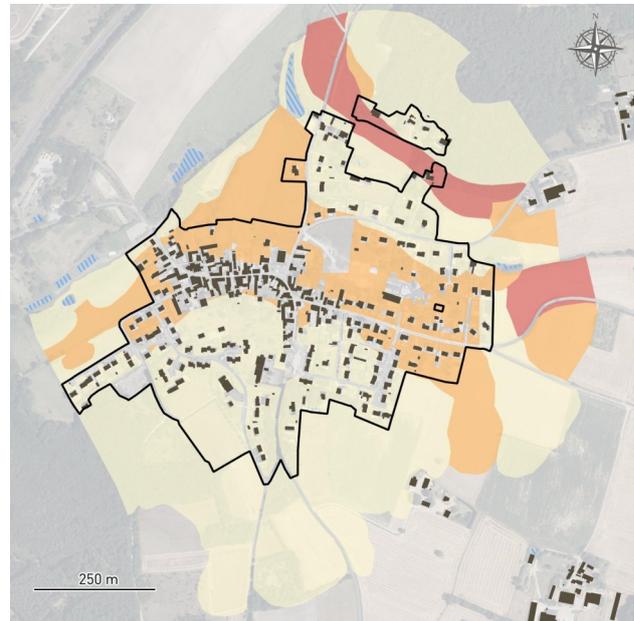
## POTENTIEL DE RUISSELLEMENT

Le ruissellement désigne ici l'écoulement de l'eau au-dessus d'un sol. Il est provoqué par un défaut d'infiltration (possiblement en lien avec une croûte de battance, ou encore du fait de la pente), soit en cas de sol déjà saturé en eau. A savoir, sous l'action des gouttes de pluie, se crée une « croûte de battance » qui stoppe l'infiltration des eaux précipitées dans le sol. Elle est à l'origine du déclenchement de leur ruissellement. En contexte urbain, où les surfaces imperméabilisées représentent des surfaces généralement importantes, l'eau ruisselle rapidement vers les points bas pour éventuellement les inonder, d'où l'intérêt d'étudier cette carte en lien avec les courbes de niveau pour apprécier les conséquences et donc anticiper en matière de densification.



## SENSIBILITÉ À L'ÉROSION

L'érosion désigne le processus de destructuration du sol, principalement par les eaux pluviales. Dans ce cas, les particules de terre sont transportées et sédimentent vers le point bas. Il y a donc épuisement des sols en amont, et colmatage des autres en aval. Cet indicateur permet de réserver la végétalisation à ces espaces urbains ou au moins à prendre en compte cette sensibilité dans les aménagements notamment de densification.



## POTENTIEL DE STOCKAGE DU CARBONE ORGANIQUE

Il est possible d'estimer le potentiel de stockage de carbone des sols à partir de la connaissance des proportions d'argiles et de limons qui le constituent. D'autre part, la profondeur du sol influence logiquement la quantité de carbone stockée. Favoriser le stockage de carbone par les sols est donc un enjeu climatique qui s'associe aux intérêts agronomiques, puisque le carbone est également source de nutriments pour les plantes. Cet indicateur met en évidence les puits de carbone à préserver et à améliorer par de la végétalisation.



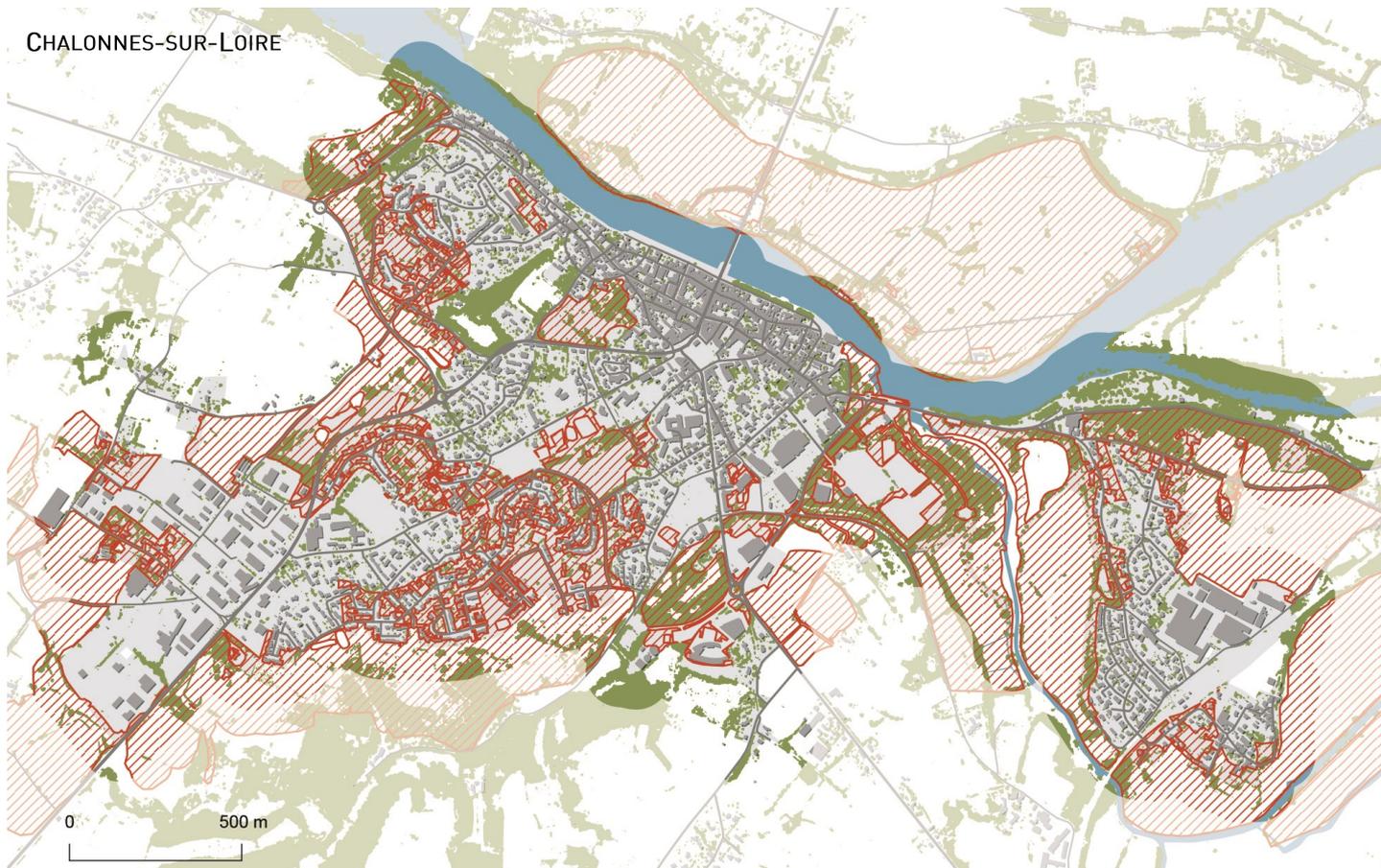
# La création d'un indicateur composite dédié à la plantation d'arbres en ville

Les échanges entre pédologues et urbanistes ont permis de mettre en exergue quatre enjeux pour la renaturation que les données « sols urbains » sont en mesure d'éclairer: production végétale, habitat pour la biodiversité, captation du carbone, risques liés au changement climatique. **Un indicateur composite a été créé pour faire la synthèse de ces enjeux et nommé « Capacité du sol à la plantation d'arbres ».** Cet indicateur n'est pas intégré au scoring afin de ne pas perdre une information multiple et complexe qui ne peut être correctement valorisée à la maille de l'IMU. **Il a été cartographié sous la forme d'une trame surposée sur les espaces identifiés comme stratégiques pour la « renaturation ».** Par ailleurs, son intégration au scoring aurait conduit à une trop forte discrimination de certains espaces stratégiques présentant un intérêt fort à la renaturation sans la prise en compte de la donnée sols urbains. Or le génie pédologique est en mesure de recréer les conditions pédologiques favorables à la plantation d'un arbre. **Donc plus que les caractéristiques des sols urbains, c'est l'intérêt d'un espace urbain à être renaturé qui doit être en premier lieu recherché, la prise en compte des sols urbains permet de prioriser les espaces urbains et d'y associer un degré d'intervention en fonction de la facilité à créer/recréer des sols favorables à la plantation.**

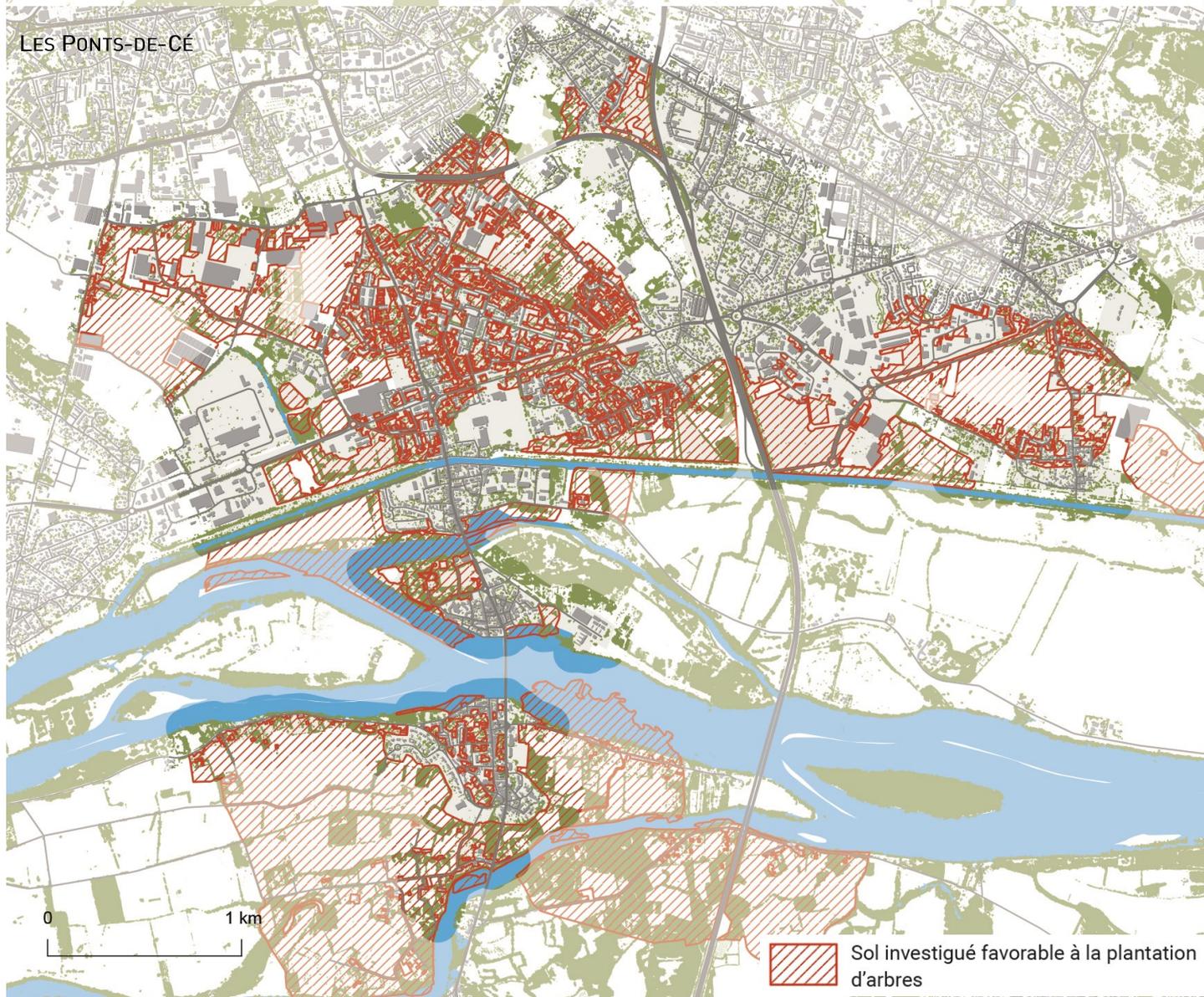
Cet indicateur permet aussi, dans le cadre de la trajectoire ZAN, de remplir les conditions édictées par le décret n° 2023-1096 du 27 novembre 2023 relatif aux nomenclatures de l'artificialisation des sols qui indique notamment qu'une surface végétalisée n'est plus qualifiée d'herbacée dès lors qu'au moins 25 % du couvert végétal est arboré; elle est alors considérée comme non artificialisée et/ou renaturée. Plusieurs indicateurs ont été combinés pour construire cet indicateur : la réserve utile, la profondeur du sol pour l'enracinement, l'apparition de l'hydromorphie qui limite la profondeur disponible, du moins pour les arbres ne supportant pas d'avoir les racines dans l'eau, l'équilibre des textures qui conditionne la facilité de développer des racines et la disponibilité de l'eau et des cations nécessaires à la plante et enfin la battance, liée à la texture, qui peut limiter l'infiltration de l'eau dans le sol. Cet indicateur permet d'identifier les zones les plus favorables à la plantation d'arbres dans les zones les plus chaudes et/ou les risques de ruissellement sont importants dans une approche de bénéfices multiples : rafraîchissement (évapotranspiration et ombrage), absorption des eaux de pluie, filtration des polluants atmosphériques, atténuation du bruit, aménités, ...



CHALONNES-SUR-LOIRE

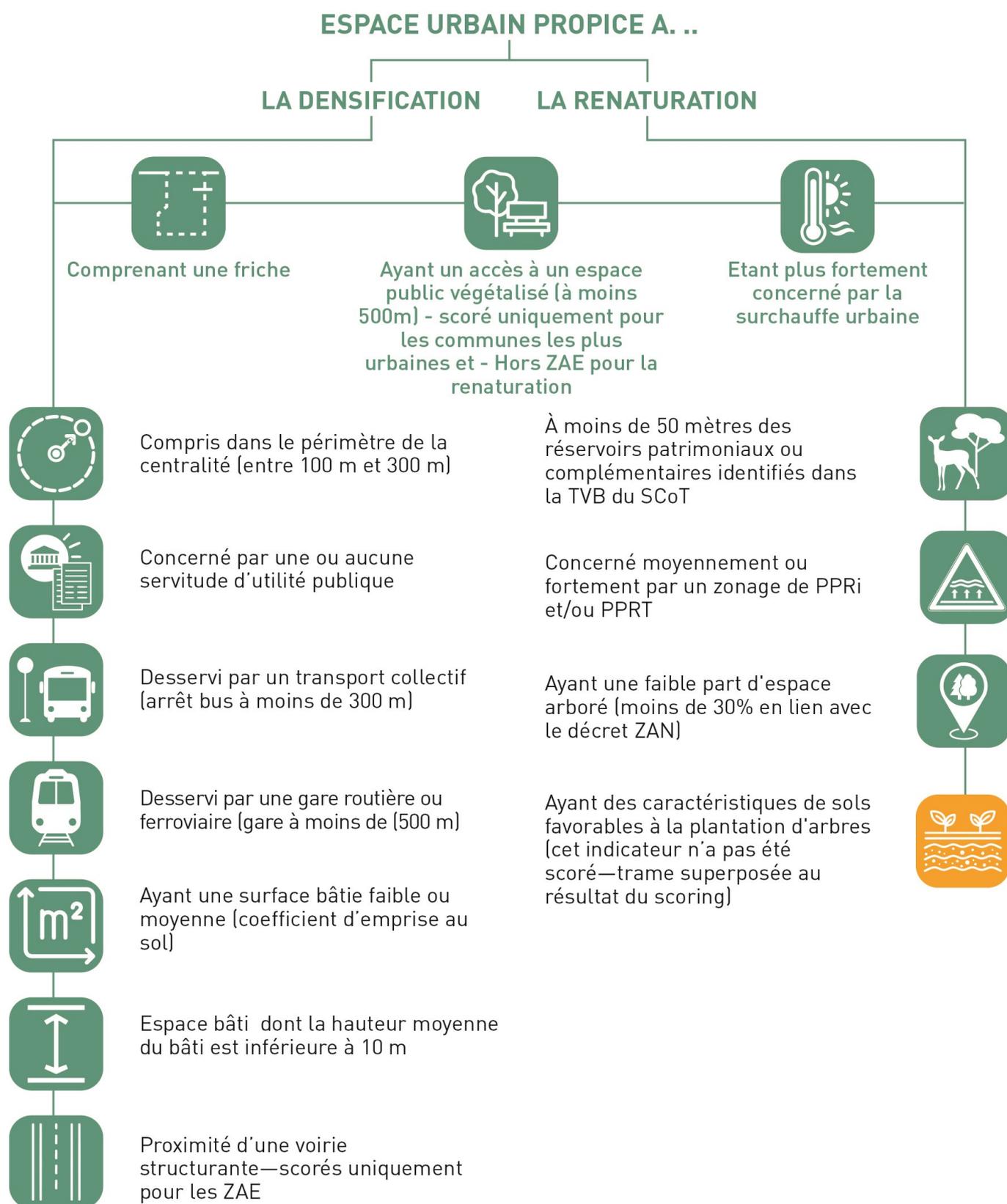


LES PONTS-DE-CÉ



# Présentation synthétique des indicateurs retenus pour prioriser les espaces à densifier ou à renaturer

La sélection d'indicateurs correspond à la disponibilité de la donnée, à sa capacité à être spatialisée et scorée. D'autres indicateurs ont été considérés, de nombreuses hypothèses réalisées dans une démarche itérative, puis écartés en raison de leur indisponibilité ou de leur difficulté à être traités, déployés à une grande échelle ou simplement en raison du biais que ces indicateurs induisaient (mise en exergue excessive de certains enjeux, etc.). Les indicateurs ci-dessous ont fait

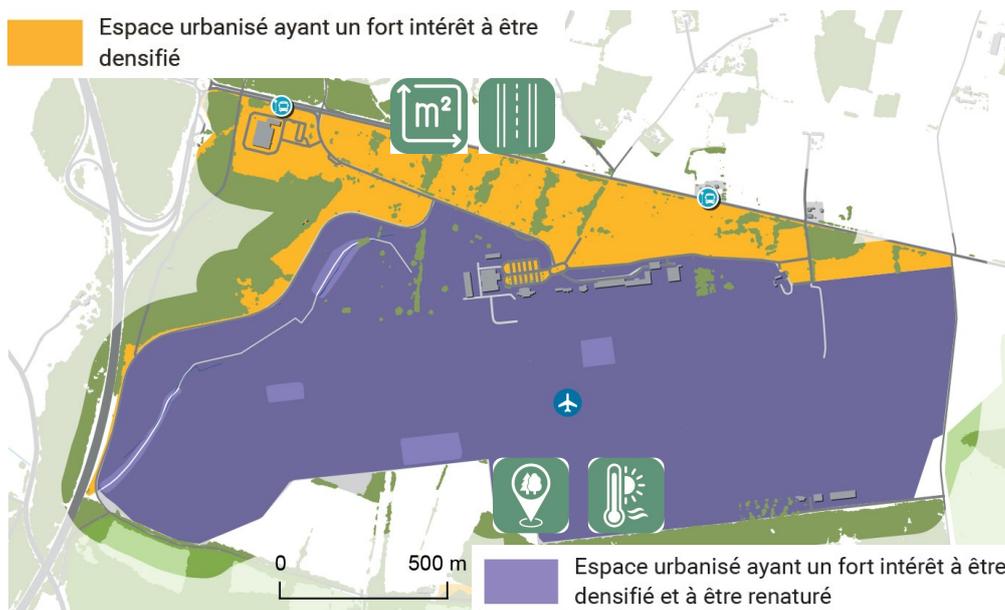


# Présentation synthétique des résultats pour la commune de Marcé



Le coefficient d'emprise au sol, la proximité à la centralité ainsi que la desserte en transport collectif sont les principaux facteurs d'identification des espaces à fort enjeu de densification. Tous les espaces urbains investigués par L'institut Agro ont une bonne capacité de plantation d'arbres. La densification devrait donc chercher à préserver le sol / des cœurs d'îlots plantés pour assurer une meilleure adaptation au changement climatique. L'école présente des enjeux de densification qui pourraient davantage se traduire par une intensification / diversification des usages. A noter que :

- le Clos St-Léonard est identifié comme un espace à densifier or il porte actuellement un projet de lotissement d'environ 17 logements / ha.
- le secteur de projet (OAP) au nord est traversé par une zone à risque (très) fort d'érosion et de ruissellement (données sol de l'Institut Agro), et cela impacterait le secteur à enjeu de densification situé juste en dessous qui, sous l'effet de la pente, est susceptible de recevoir cette érosion.

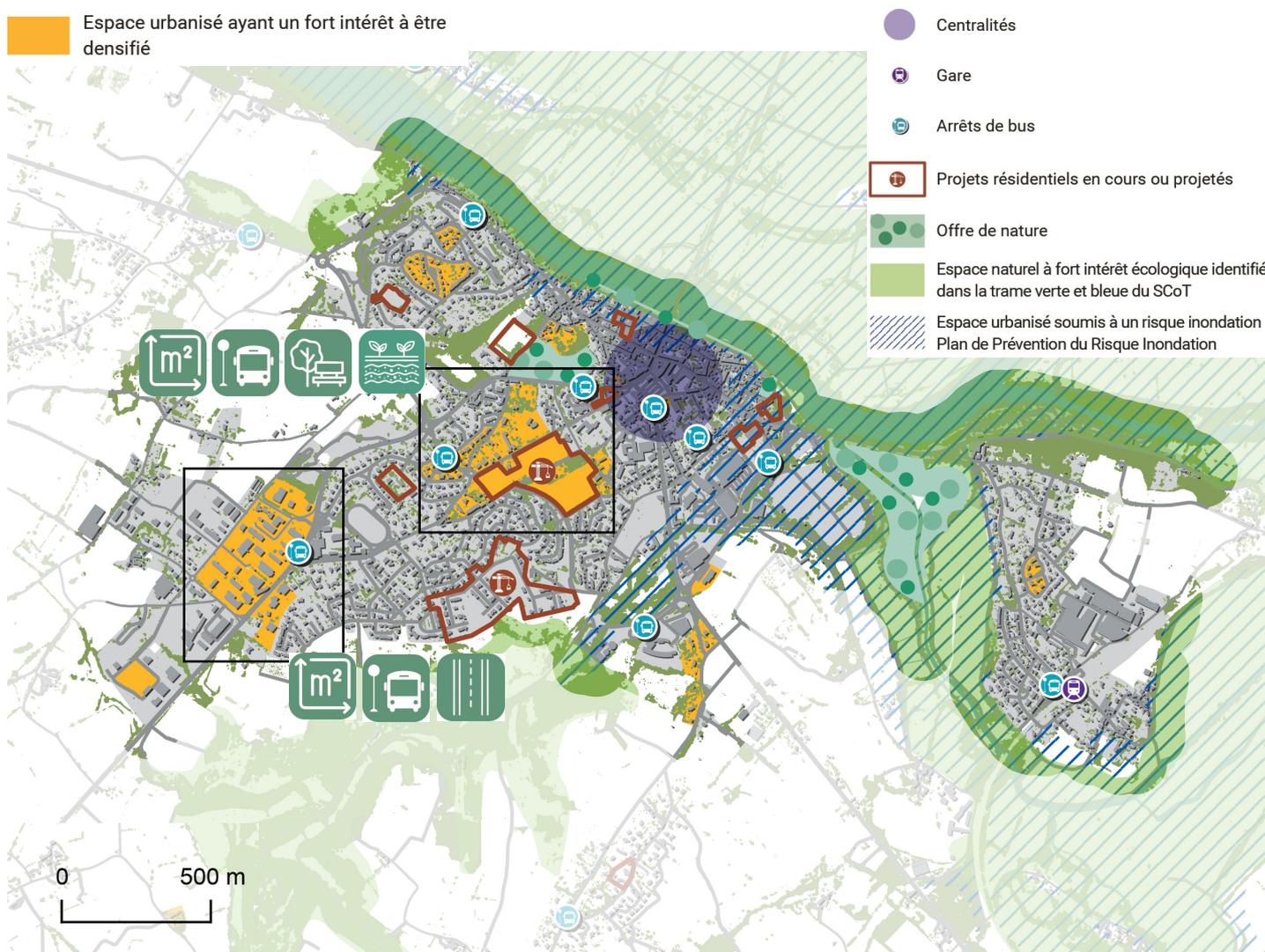


Le parc d'activités, en cours de commercialisation depuis 2010, ressort comme un espace à fort enjeu de densification, du fait de son faible taux de remplissage (10%).

L'aéroport Angers-Marcé est le seul IMU à présenter un double enjeu. Sa vocation actuelle restreint fortement les perspectives d'évolution de ce secteur. En cas de questionnement sur le devenir du site, un arbitrage serait alors nécessaire entre la densification d'un site déjà artificialisé et la renaturation d'un site présentant des potentiels en matière de biodiversité (proximité d'un noyau de biodiversité existant) et de rafraîchissement (îlot de chaleur actuellement). Une alternative serait de rechercher un équilibre entre densification et renaturation.

Ce secteur (parc d'activité / aéroport) n'ayant pas été investigué par l'Institut Agro, la qualité des sols urbains n'est pas connue, dont l'indice « favorable à la plantation d'arbre ».

# Présentation synthétique des résultats pour la commune de Chalennes-sur-Loire



ZOOM SUR...



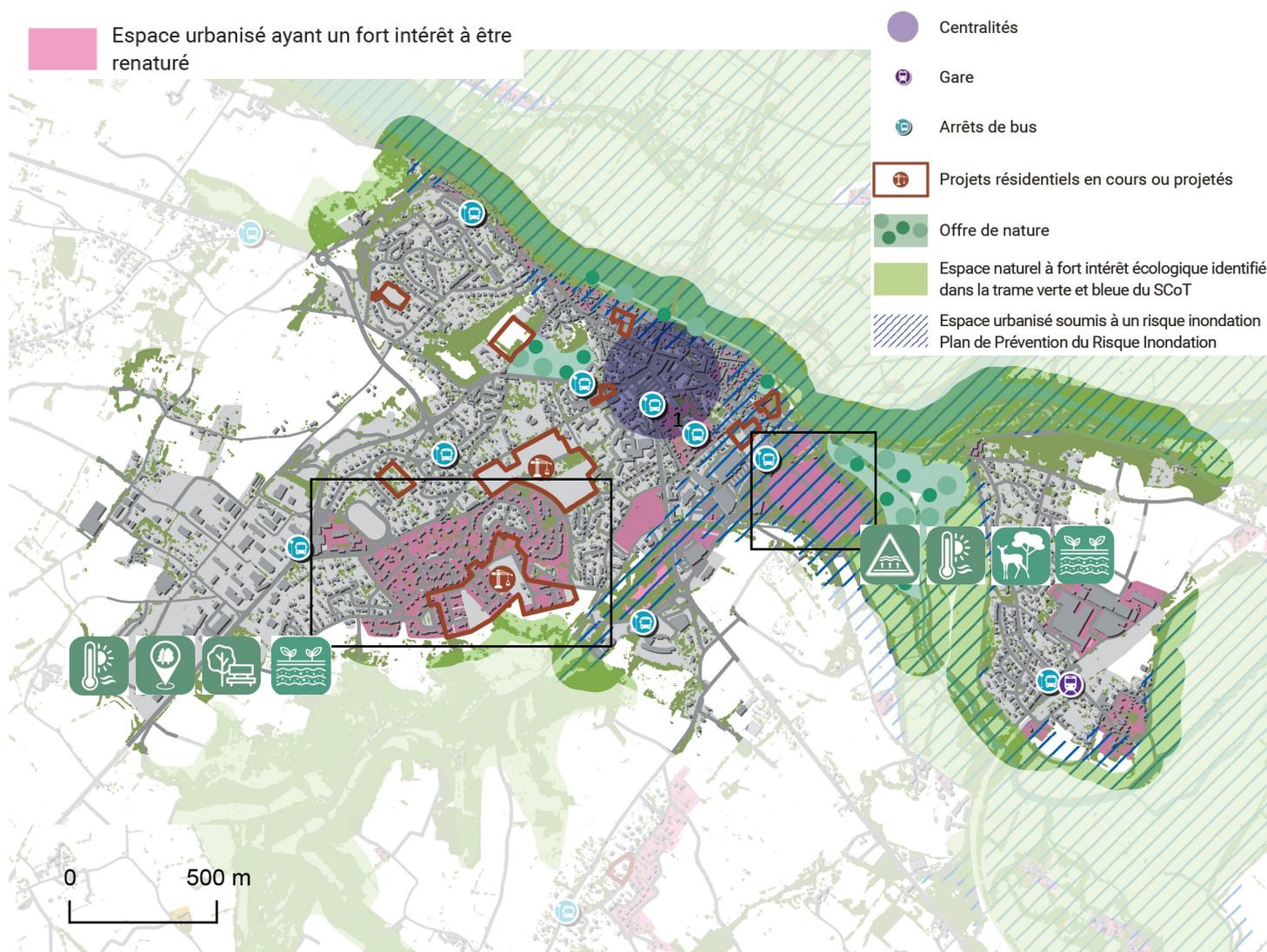
Certains espaces urbains dédiés à l'activité économique ressortent fortement comme à densifier. La zone de l'Eperonnerie en fait partie du fait de son faible coefficient d'emprise au sol (CES), de sa localisation à proximité d'un arrêt de transport en commun ainsi que sa desserte par voirie structurante. A noter également l'absence du risque inondation. L'effet d'îlot de chaleur urbain identifié sur ce secteur nécessite toutefois d'être pris en compte lors des éventuels réaménagements et, plus à la marge de la ZAE, la question du risque retrait-gonflement argile (voir données sols L'institut Agro).



Sur le site de la friche ERAM et du Clos de vigne le long de l'avenue du 8 mai, un enjeu de densification est également identifié. Les principales raisons : le faible coefficient d'emprise au sol la proximité d'un arrêt de transport en commun, la proximité d'une offre de nature accessible au habitant (parc de la Deniserie) qui participe à un cadre de vie urbain agréable. Le Sud du secteur de projet est partiellement concerné par une zone à fort risque retrait-gonflement argile et potentiellement par la présence d'une zone humide. Ces données issues de l'Institut Agro sont à prendre en compte dans le projet de densification à venir.

Certains espaces ayant un fort intérêt à être densifiés présentent un bon indice de plantation d'arbre en ville comme ceux du Clos de vigne et du secteur identifié plus au Nord (jardin privé) rue basse des Noyers. Leur densification mériterait donc de chercher à préserver le sol / des cœurs d'îlots plantés pour assurer une meilleure adaptation au changement climatique.

# Présentation synthétique des résultats pour la commune de Chalennes-sur-Loire



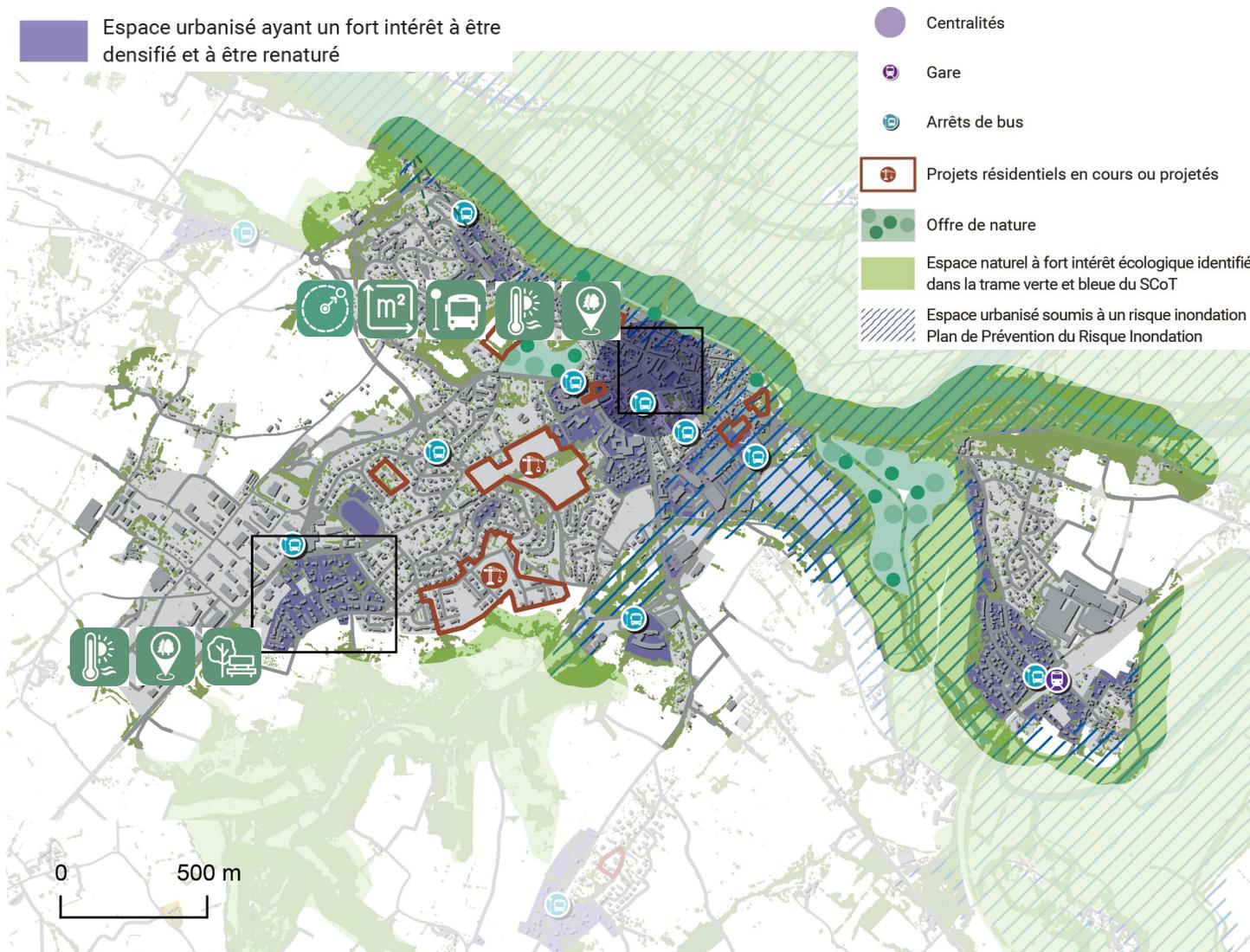
## ZOOM SUR...



Le secteur pavillonnaire localisé à l'Est de la rue Saint-Pierre comprend l'opération récente des Ligerais dont les dernières habitations sont en cours de construction. Ce secteur est identifié comme offrant de bonnes conditions à la plantation d'arbre. Il est repéré comme ayant un intérêt à la renaturation au regard d'une problématique avérée de surchauffe urbaine sur le secteur, de sa faible densité arborée et de sa distance à un espace vert public. L'opération étant récente, le végétal n'a vraisemblablement pas encore atteint sa densité maximale. Pour autant, si la faible densité arborée persiste (au sein des jardins privés et sur les pourtours), la réalisation d'un espace vert public arboré ou a minima le descellement de certains espaces imperméabilisés pourraient représenter des opérations utiles pour offrir un cadre de vie urbain plus confortable aux habitants du quartier.

Le stade Gaston Bernier présente sur ses pourtours des sols urbains propices à la plantation d'arbre. L'enjeu sur ce site relève a minima de la préservation des arbres existants, de leur remplacement progressif en cas de mortalité par des espèces locales adaptées au changement climatique et favorables à la biodiversité locale. En effet, le stade étant en connexion directe avec des réservoirs écologiques majeurs du territoire, le maintien voir l'intensification de la végétation est un enjeu majeur.

# Présentation synthétique des résultats pour la commune de Chalonnes-sur-Loire



ZOOM SUR...



La double identification en secteur à enjeu de densification et de renaturation met en exergue la nécessaire recherche d'un équilibre dans les actions d'aménagement à mener aux alentours et sur la place de l'Hôtel de ville. Au regard de l'accessibilité réduite et de l'inscription au sein du PPRI des îlots urbains proches de la Loire, les aménagements à réaliser sont davantage de l'ordre de la renaturation pour apporter de la fraîcheur et ralentir la montée de l'eau, alors que les îlots urbains localisés au dessus de cette place, au tissu urbain plus lâche, méritent davantage de densification. Au centre, la place de l'Hôtel de ville représente une opportunité urbaine de mise en synergie de la densification (sud) et de la renaturation (nord). A défaut d'un projet d'ampleur, à minima une action de descellement semble indispensable. Cet espace central pourrait être envisagé comme une expérimentation vitrine de désimperméabilisation (test de l'impact sur la surchauffe, de l'appropriation par les habitants, etc.).



Le secteur urbain localisé entre la rue St Pierre et l'avenue des Ligerais, assez récent également, mérite une action combinant densification et renaturation : une étude sur la possibilité de divisions parcellaires en lien avec les possibilités d'accès contraintes à ce secteur serait intéressante à mener tout en envisageant des actions de plantation là où des divisions ne seraient pas souhaitables/envisageables. Cette réflexion, au cœur d'un quartier d'habitat, nécessiterait vraisemblablement d'être conduite en concertation avec les habitants du secteur pour identifier tous les axes d'amélioration du cadre de vie.

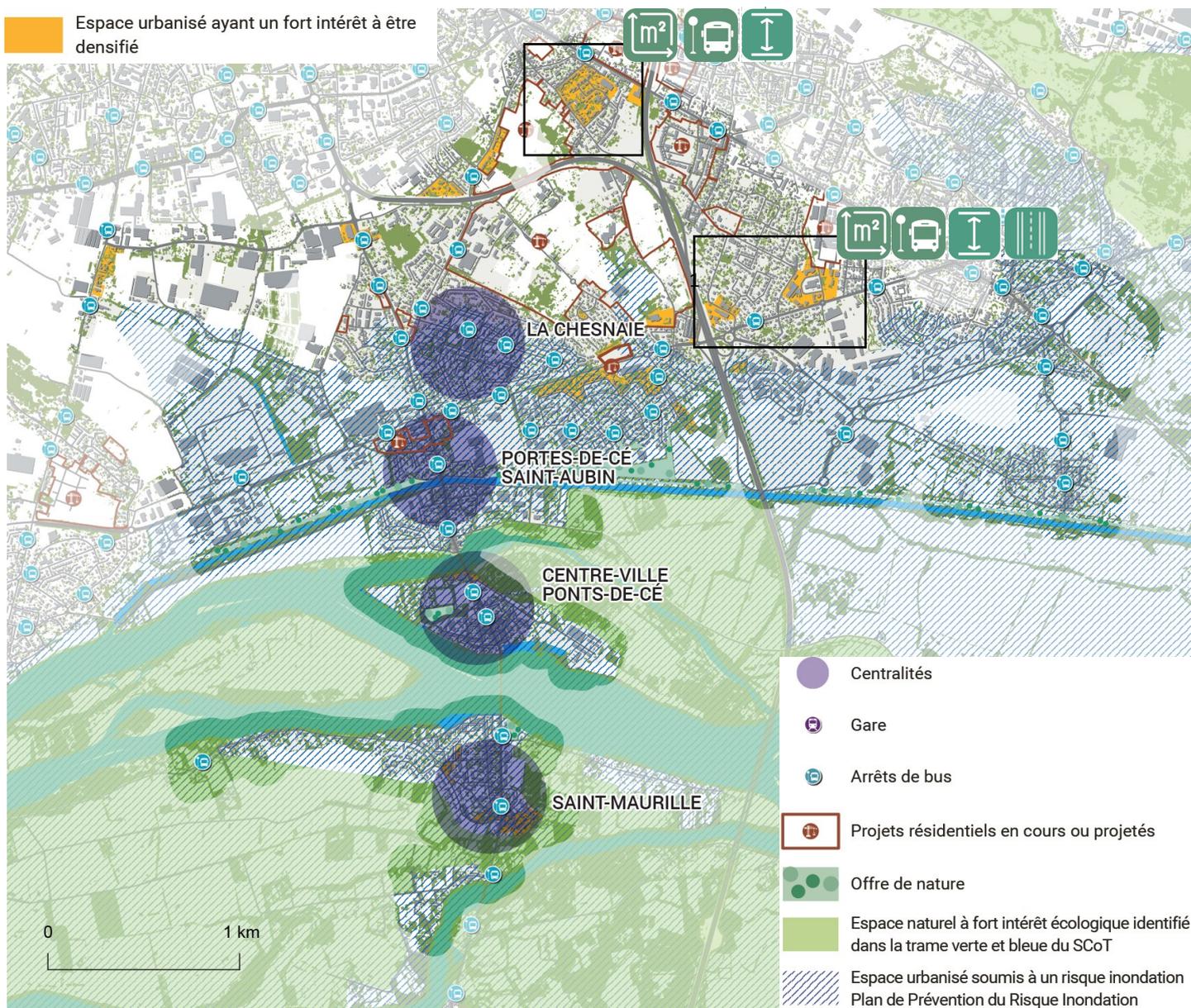
# Présentation synthétique des résultats pour la commune de Chalonnnes-sur-Loire



Le lieudit de la Bourgonnière revêt un double enjeu de renaturation et de densification.

Les critères discriminants sur la densification sont principalement celui du CES et de la présence d'un arrêt de transport en commun. En effet, les tissus pavillonnaires présents sur ce secteur sont lâches et pourraient être densifiés. Pour autant, sur les critères de renaturation ressortent fortement : les températures élevées ainsi qu'un faible taux d'arboré justifiant ce double classement. Tout comme sur les espaces dont les sols sont propices à la plantation d'arbre, l'enjeu double présent sur ce hameau mériterait donc une recherche de secteur à densifier (division parcellaire, etc.) et d'autres à arborer pour améliorer le confort d'habiter (cœurs d'îlots plantés, etc.) tout en assurant une meilleure adaptation au changement climatique.

# Présentation synthétique des résultats pour la commune des Ponts-de-Cé



## ZOOM SUR...



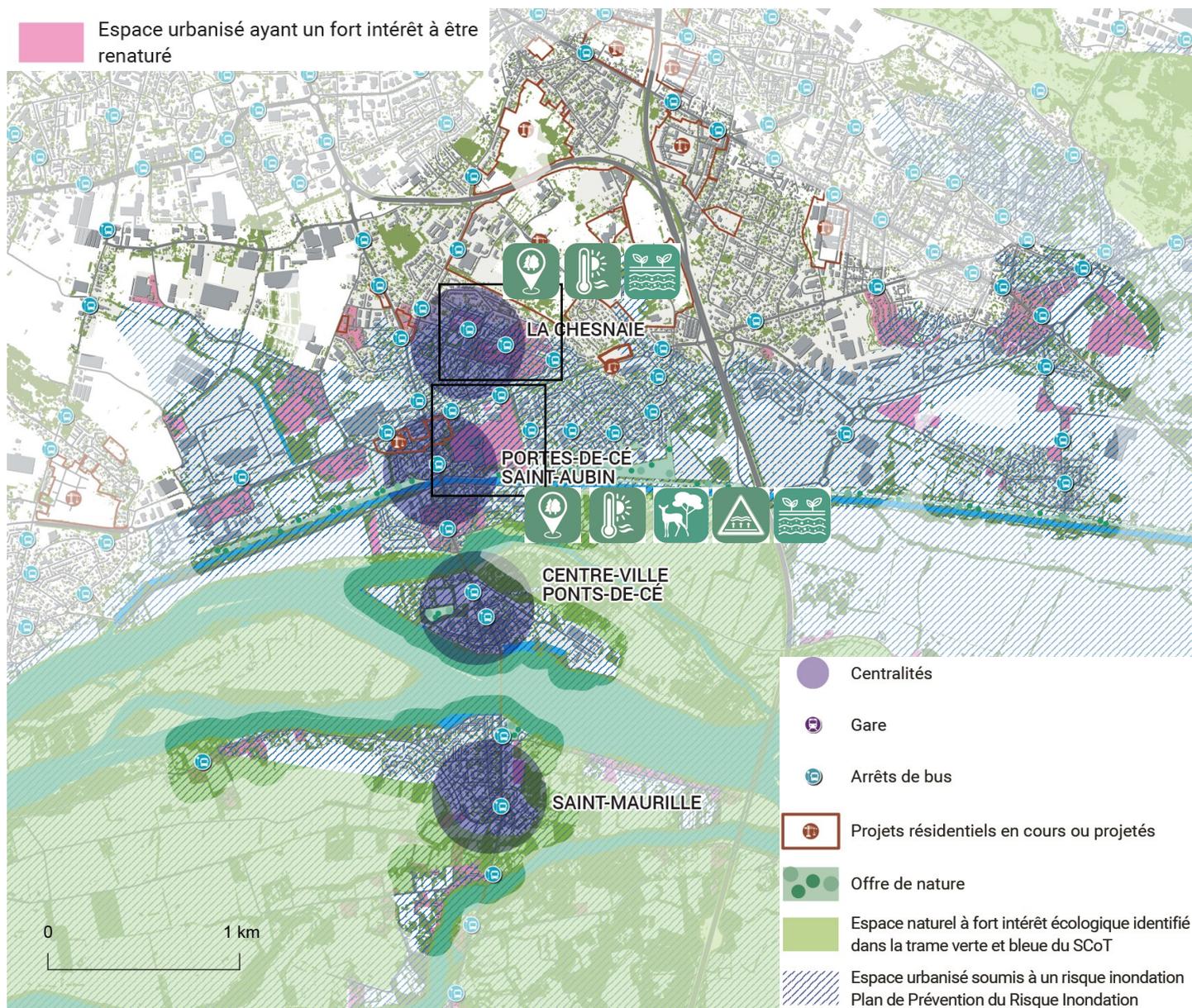
A titre d'exemple, des espaces ressortent particulièrement au nord est de la commune. Il s'agit principalement de tissus pavillonnaires peu denses proches de la route de la Pyramide bien desservis en transports en commun et en commerces. Ces espaces sont peu concernés par les îlots de chaleur, non concernés par le risque inondation très présent sur la commune et sont donc propices à une densification.



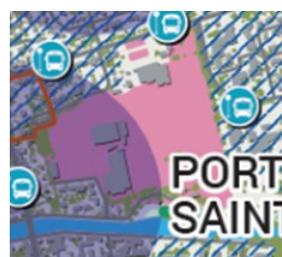
A l'est de l'A87, certaines zones d'activités sont identifiées comme favorables à la densification. C'est notamment le cas de la zone d'activités Jean Bouton sur laquelle un espace notamment au sud du secteur des Allumettes a été identifié. Ce secteur est concerné par un projet immobilier comprenant un programme tertiaire.

La zone des Perrières présente elle aussi des enjeux de densification du fait d'un coefficient d'emprise au sol relativement faible aujourd'hui et de sa très bonne desserte.

# Présentation synthétique des résultats pour la commune des Ponts-de-Cé



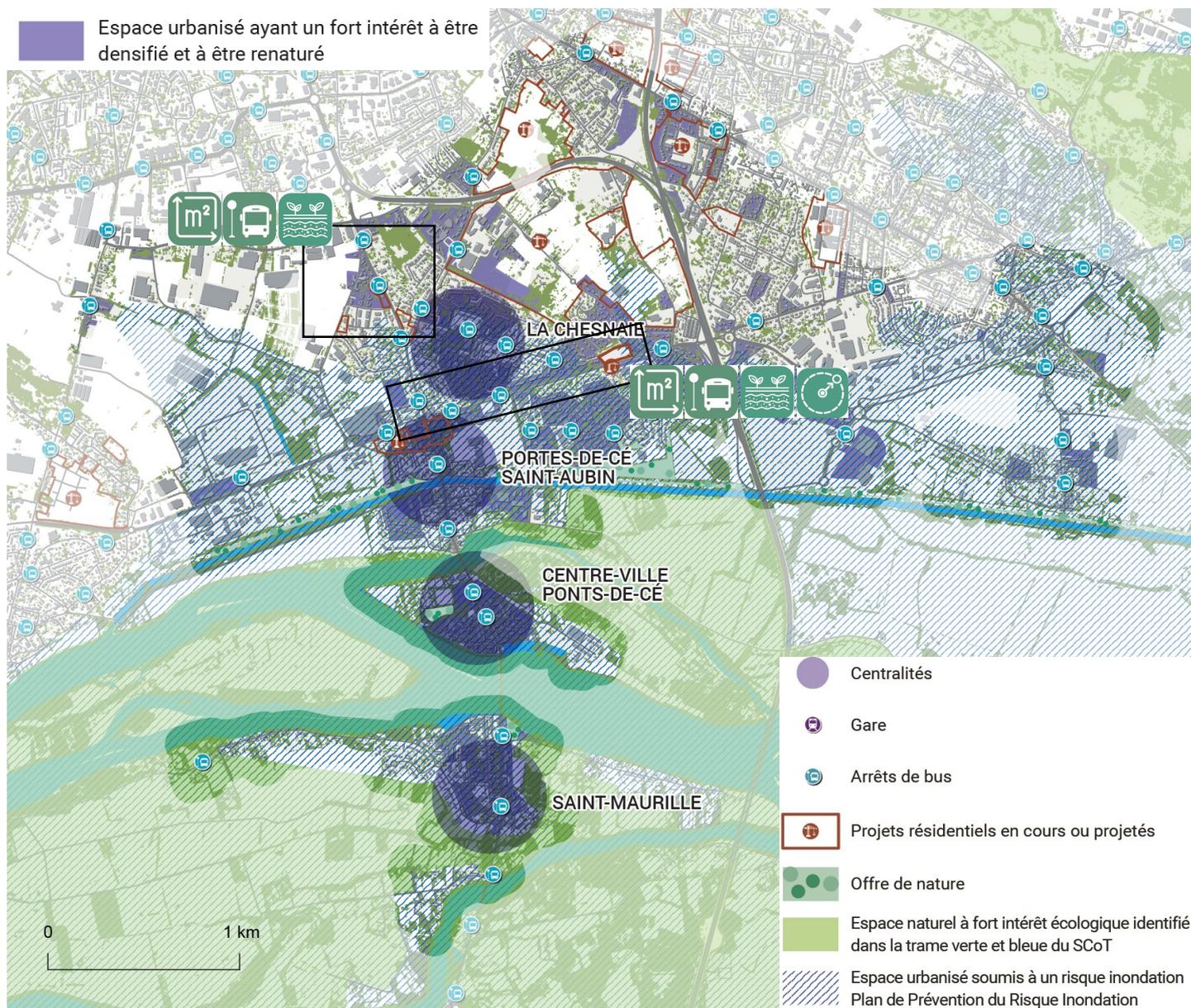
## ZOOM SUR...



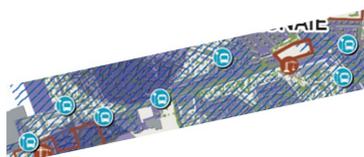
Certains IMU du secteur de la Chesnaie ont un enjeu de renaturation fort en lien avec des îlots de chaleurs importants dans le quartier, un faible taux arboré constaté ainsi que la présence de sols favorables à la plantation d'arbres. Un inventaire de l'ensemble des espaces publics, croisé avec les sols favorables à la renaturation, permettrait d'en révéler le potentiel et d'y adosser un programme d'aménagements adaptés à l'accompagnement de ce quartier dense. Des actions en faveur de descellement des sols urbains et des interventions ponctuelles en génie écologique peuvent favoriser la renaturation de ce quartier.

Le complexe sportif François Bernard ressort également en enjeu fort de renaturation. Ce secteur situé en zone inondable, possède des températures de surface élevées en été ainsi qu'un taux arboré très faible. Sans remettre en question son usage essentiel à la vie du quartier et du collège qui y est adossé, une désimperméabilisation via le descellement de certains espaces publics ainsi qu'une renaturation de ses abords pourrait limiter les températures de surface ressenties tout en contribuant à renforcer le maillage arboré du territoire ainsi qu'une meilleure gestion des eaux pluviales.

# Présentation synthétique des résultats pour la commune des Ponts-de-Cé



ZOOM SUR...



Près de la moitié des IMU propices à la renaturation et à la densification concerne des zones d'habitat pavillonnaire. Ces espaces sont en effet peu denses et disposent de surfaces de pleine terre propices à la plantation.

Les abords du boulevard Gallieni ressortent fortement. Ces espaces longent en effet une voie structurante sur laquelle circulent en partie les lignes de bus 08 et 09. Associée à cette desserte en transport en commun, un maillage d'équipements et de services structurent l'offre urbaine (école, centre commercial, complexe sportif). Pour autant l'ensemble de ce secteur se situe en zone PPRI. Les possibilités de densification sont ainsi conditionnées et limitées aux possibilités offertes par le règlement du PPRI. Les enjeux de densification et de renaturation sont ainsi intimement entremêlés à celui de la gestion intégrée du risque inondation.

Les espaces aux abords de la rue David d'Angers sont constitués d'un tissu pavillonnaire peu dense et bénéficient d'une situation stratégique à l'entrée de la commune, les enjeux de densification y sont forts. Pour autant, les espaces urbains investigués ont une bonne capacité de plantation d'arbres, la densification mériterait de chercher à préserver le sol pour assurer une meilleure adaptation au changement climatique.

# Principaux enseignements

**Concernant les sols urbains :** L'étude de l'Institut Agro sur les 3 communes a permis de caractériser les sols dans une partie des zones urbaines non investiguées jusqu'à présent ; ces données cartographiques et typologiques vont alimenter la base de données GISSOL. Il reste toutefois des zones scellées/bitumées et certaines non accessibles du fait des non-autorisations sur les propriétés privées qui n'ont pu être investiguées ou déduites à partir des données géographiquement proches. Si la qualité des sols a été considérée grâce au diagnostic des sols urbains, la santé des sols aussi appelée sols vivants n'a pas été explorée or les enjeux y sont multiples : biodiversité des sols, fertilité des sols ou encore durabilité des écosystèmes des sols urbains. Or, cette connaissance exhaustive des sols urbains (pédologique, agronomique et écologique) permettrait de mieux appréhender les usages urbains actuels et futurs et de fait « la fabrique et la gestion » des espaces urbanisés dans le cadre du ZAN (recyclage urbain des espaces, des sols, etc.).

**Concernant la qualification (renaturation et/ou densification) du devenir des espaces urbanisés :** La prise en compte des sols urbains dans les espaces urbanisés ne peut se résumer à une logique d'identification de « mauvais » ou de « moins bons » sols urbains sur lesquels fléchir prioritairement des actions de densification dès lors que la situation urbaine y est propice et les contraintes environnementales limitées (risques, etc.). Il existe par contre des espaces urbanisés ayant un fort intérêt à être renaturés et qui ont des sols urbains qui nécessitent un faible degré d'intervention en matière de génie écologique (pédologique et végétale) et génie civil et qui peuvent à cet effet être fléchés prioritairement en matière de stratégies de reconquête des espaces urbanisés adaptés au changement climatique : plantation d'arbres en ville, gestion du cycle de l'eau, etc. Les modalités de descellement des sols urbains sont multiples et les champs des possibles accessibles à toutes les collectivités la récente publication de Planté et Cité : « Désimpermeabiliser les villes. Guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains » est à ce titre une référence. Encore faut-il savoir où agir en priorité et au bénéfice de quelle stratégie foncière globale. En d'autres termes, la stratégie de reconquête des espaces urbanisés se dessine en croisant l'intérêt des espaces à être densifiés ou renaturés, à la connaissance des sols urbains. Ce double regard permet ainsi de qualifier le type d'intervention, d'apprécier le degré de priorité et d'y associer des leviers d'actions réglementaires, opérationnels ainsi que des modalités concrètes de gestions des usages et d'entretien au long terme pour les secteurs à renaturer. Cette étude, croisée à celle d'un référentiel foncier dont l'appréciation à l'échelle de l'unité foncière est indispensable, permet de dessiner une première stratégie foncière territoriale conciliant les impératifs de la transition écologique et environnementale à ceux de la trajectoire ZAN. Cette étude pourrait être complétée par un diagnostic réseaux ainsi qu'un diagnostic écologique des sols urbains pour constituer un véritable outil d'aide à la décision.

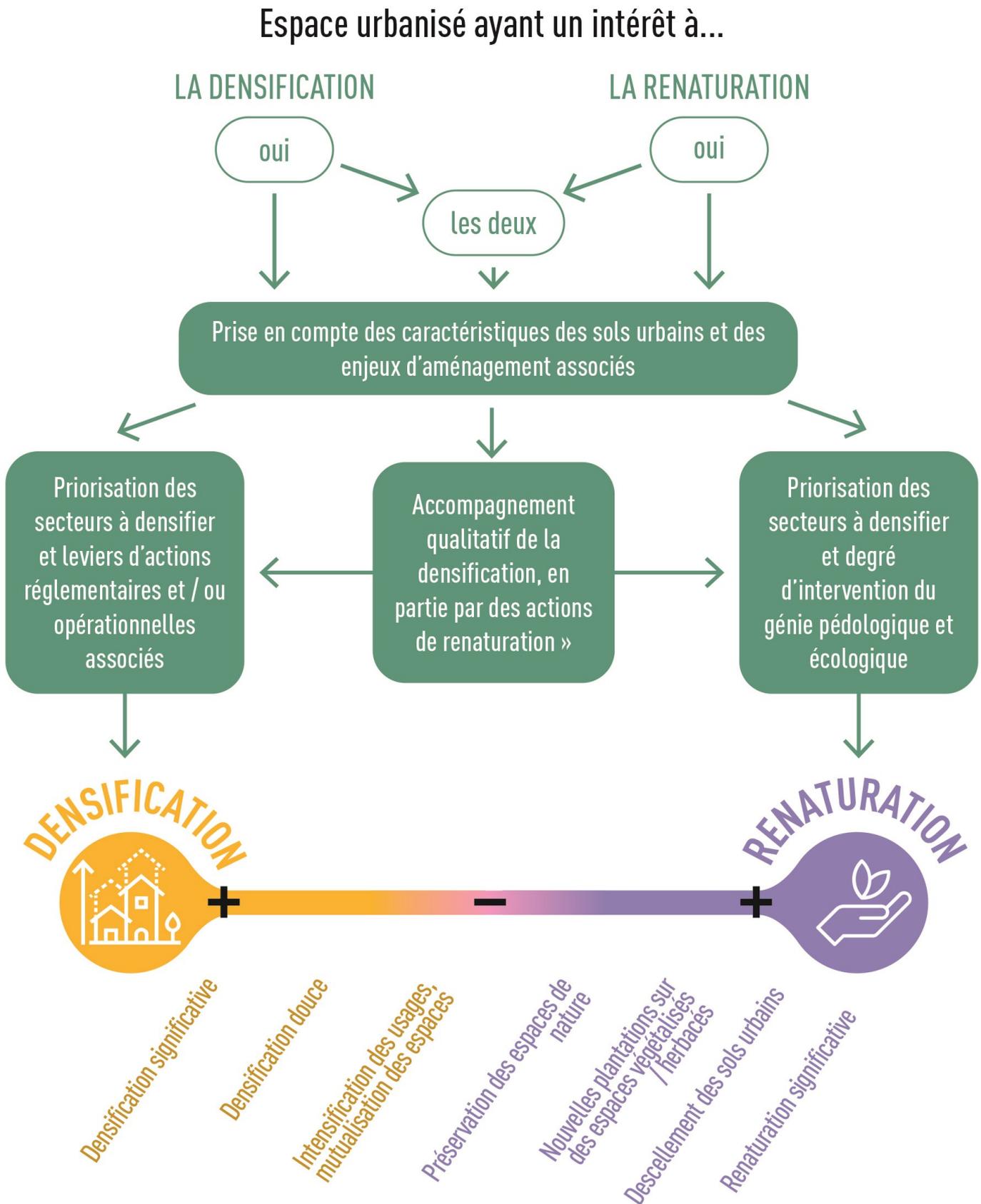
**Concernant les communes étudiées :**

La stratégie de reconquête des espaces urbanisés des communes de Marcé, Chalonnes-sur-Loire et des Ponts-de-Cé doit se faire en ayant à l'esprit qu'une grande majorité des espaces urbanisés, voire pour la quasi totalité des espaces urbanisés du bourg de Marcé, disposent de sols favorables à la plantation d'arbres en ville. Ainsi, la densification peut facilement être accompagnée par la plantation d'arbres assurant des premières actions rapides en matière d'adaptation au changement climatique. Par ailleurs, la densification par surélévation, la mise en place de règles d'implantation du bâti favorisant la mitoyenneté ou encore le maintien d'un coefficient de pleine terre sont des leviers réglementaires et opérationnels qui permettent une densification maîtrisée et de qualité, respectueuse des sols urbains.

Des espaces urbanisés qui, de par leur morphologie urbaine et leur situation urbaine, ressortent en commun pour les trois communes :

- les zones d'activités économiques dont les zones commerciales : beaucoup des zones d'activités économiques présentent un faible CES ainsi qu'une desserte généralement intéressante qui encourage fortement à leur densification. Cette dernière peut être articulée avec le degré d'imperméabilisation.
- Les espaces pavillonnaires et les espaces sportifs ou de loisir : En dehors de ceux qui sont proches des centralités, ces espaces présentent davantage un intérêt à être renaturés au regard des enjeux croisés de confort

# Principaux enseignements



# Principaux enseignements et perspectives

---

## Concernant la méthode :

Les opportunités offertes par cette méthode :

- objectiver une approche de la densification ou de la renaturation des espaces urbanisés à grande échelle,
- porter un autre regard sur le devenir d'ensembles urbains cohérents notamment en termes de renaturation et de place de la nature en ville,
- Être en grande partie répliquable et adaptée à des tailles d'espaces urbains variés dans des situations géographiques diverses —attention toutefois à la constitution de la connaissance des sols urbains qui nécessite une investigation de terrain longue dont la plus-value à grande échelle est davantage à nuancer au regard de l'ingénierie nécessaire et des moyens à engager. Une méthode de déduction fine à grande échelle sera étudiée en 2025 car elle pourrait être une alternative intéressante à l'investigation de terrain (coût, temps, etc.).

Les limites de cette méthode :

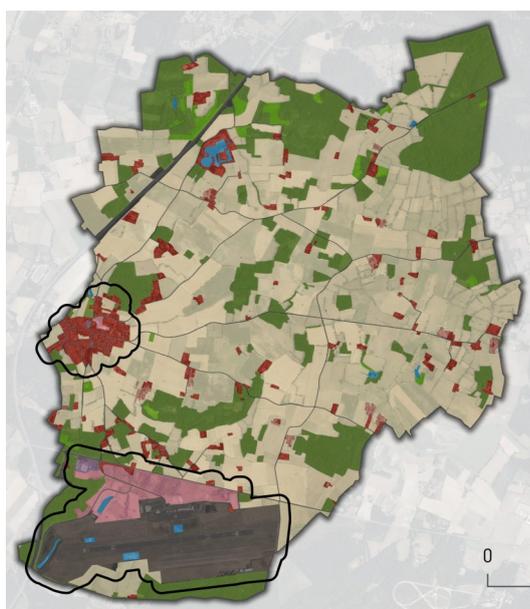
- Des investigations de terrain longues et des moyens à engager significatifs pour connaître les sols urbains et offrir un outil d'aide à la décision à toutes les collectivités
- Nécessite de croiser un grand nombre de bases de données et de disposer d'un découpage fin des espaces urbanisés (tel que les IMU), une telle étude n'aurait pas été possible sans le cumul d'expertises produites depuis plusieurs années à l'échelle PMLA par l'AURA
- Des indicateurs, certes objectivés, mais qui demeurent pour certains trop mathématiques (exemple le choix d'un périmètre de 300m pour les centralités, à 350m l'IMU n'a pas été scoré de la même manière) - certes l'approche est multicritère et n'a pas vocation à remplacer une approche sensible de terrain ou encore le dialogue territorial avec l'ingénierie locale.

Les perspectives 2025 :

- Consolider les résultats grâce aux rencontres dans les communes => premier trimestre 2025
- Croiser cette étude aux PLU(i) en cours de révision ainsi qu'avec l'ensemble des études qui seront lancées en 2025 par l'AURA ou en partenariat avec l'AURA afin d'éprouver la méthode et la consolider : connaissances de la Trame Verte et Bleue urbaine d'ALM, observatoire de renaturation à l'échelle métropolitaine, etc.
- Déployer la méthode sur 9 communes supplémentaires du PMLA présentant des situations géographiques et urbaines différentes
- Poursuivre la formation de l'équipe de l'AURA sur les sols urbains => en cours de réflexion avec l'Institut Agro
- Investiguer davantage les bases de données nationales de type GIS sol et les croiser avec d'autres données afin de limiter l'investigation de terrain.

# ANNEXES

# Présentation des trois communes sélectionnées



## Type d'occupation du sol

Zones d'habitat et équipements	4,8 %
Zones d'activités économiques et commerciales	0,1 %
Infrastructures routières, ferroviaires, aéroportuaires et les réseaux d'utilité publique	9,7 %
Activités d'extraction	0%
Zones en transition	2,4%
Espaces agricoles	58,6 %
Bâtiments et espaces artificialisés agricoles	0,5 %
Bois et forêts	22 %
Autres espaces naturels	1,5 %
Surfaces en eau	0,6 %

 Périmètre d'étude

## MARCÉ

- 850 hab. en 2021, +7 habitants entre 2015-2021
- 48% des ménages = une personne, ou couple sans enfant
- 323 résidences principales, + 17 résidences principales entre 2015 et 2021
- 158 emplois au lieu de travail
- Non identifiée comme une polarité au titre du SCoT

### Particularités :

- Présence de l'aéroport Angers-Marcé,
- Bourg ancien limité et resserré sous forme d'un village rue
- Parc d'activités desservi par l'A11 au sud de la commune

### Territoire communal :

- Superficie de la commune : 21,2 km<sup>2</sup>
- Surface des ZAE : 85 ha dont 42 ha de surface utile
- Consommation d'ENAF 2008-2021 : 16,48 ha

### Consommation / artificialisation en 2020:

- Consommation : 1763 ha d'espaces naturels agricoles et forestiers (ENAF) et 356 ha d'espaces urbanisés
- Artificialisation : 1 760 ha non artificialisés et 359 ha artificialisés

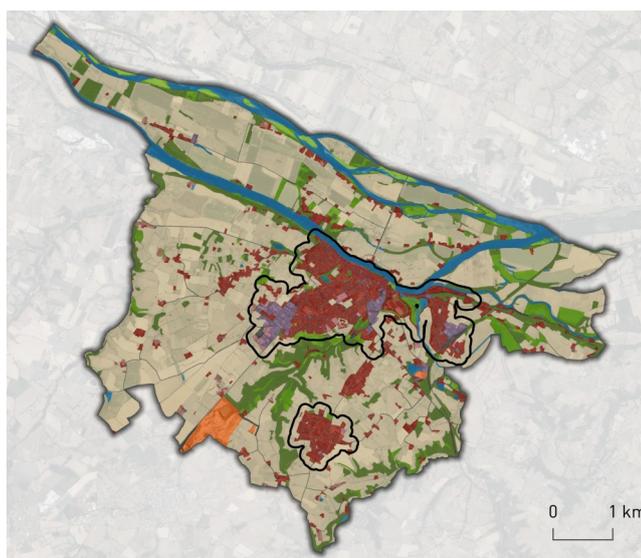
### Compléments d'information :

La commune de Marcé compte cinq projets d'habitat dont un lotissement en cours et un projet de renouvellement urbain, soit environ 75 logements programmés à court ou moyen terme.

La commune a la particularité d'accueillir, sur son territoire, l'aéroport d'Angers Marcé et son parc d'activité en cours de commercialisation (plus de 260 ha en tout), à environ 2 km du centre-bourg.

Marcé est desservie par une ligne de car (402-B Angers-Noyant) au niveau du Parc d'Activités Angers Marcé sur la D766 et une ligne de car scolaire dans le centre-bourg, place Barbrel .

# Présentation des trois communes sélectionnées



## Type d'occupation du sol

Zones d'habitat et équipements	9.8 %
Zones d'activités économiques et commerciales	1.2 %
Infrastructures routières, ferroviaires, aéroportuaires et les réseaux d'utilité publique	2 %
Activités d'extraction	1 %
Zones en transition	0.2 %
Espaces agricoles	63.2 %
Bâtiments et espaces artificialisés agricoles	0.5 %
Bois et forêts	11.2 %
Autres espaces naturels	3.7 %
Surfaces en eau	7.1 %

Périmètre d'étude

## CHALONNES-SUR-LOIRE

- 6 475 hab. en 2021 (+0,08%/an entre 2014-2020)
- 66 % des ménages = une personne, ou couple sans enfant
- 2869 résidences principales en 2020, + 21 résidences principales entre 2014 et 2020
- 2 322 emplois au lieu de travail
- 42,2 % des espaces communaux soumis à risque inondation
- Polarité du SCoT

### Particularités :

- Présence d'une gare,
- Bourg ancien en partie concerné par le PPRI
- La Loire ainsi que le Layon et le Ruisseau d'Armangé à l'Est du tissu urbanisé constituent des trames écologiques importantes et connectées
- Topographie plus marquée que sur les deux autres communes

### Territoire communal :

- Superficie de la commune: 38,56 km<sup>2</sup>
- Surface des ZAE: 24,92 ha dont 20 ha de surface utile
- Consommation d'ENAF 2008-2021: 28,23 ha

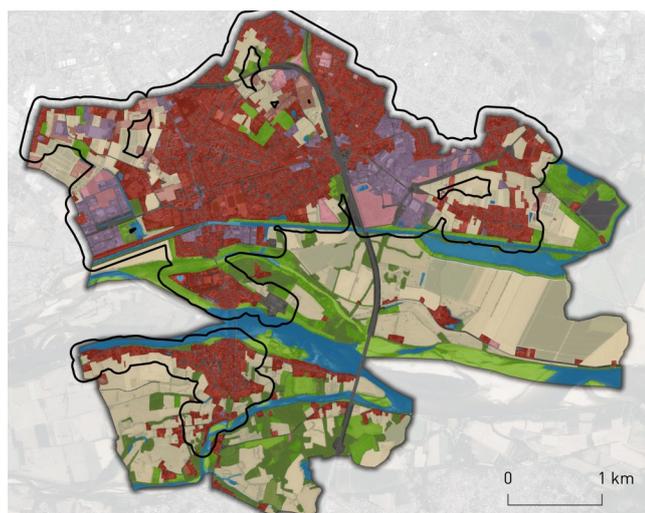
### Consommation / artificialisation en 2020:

- Consommation : 3 336 ha d'ENAF et 509 ha d'espaces urbanisés
- Artificialisation : 3354 ha non artificialisés et 492 ha artificialisés

### Compléments d'information :

La commune de Chalonnes accueille une gare et est desservie par deux lignes de transport en commun. Elle est en cours de réflexion sur plusieurs projets d'habitat représentant sur le long terme environ 250 logements supplémentaires à bâtir dans l'enveloppe dont une centaine dans le secteur de la friche ERAM situé en surplomb du cœur de commune.

# Présentation des trois communes sélectionnées



## Type d'occupation du sol

Zones d'habitat et équipements	23,7 %
Zones d'activités économiques et commerciales	4,9 %
Infrastructures routières, ferroviaires, aéroportuaires et les réseaux d'utilité publique	7,1 %
Activités d'extraction	0%
Zones en transition	2,3 %
Espaces agricoles	32,4 %
Bâtiments et espaces artificialisés agricoles	1,9 %
Bois et forêts	8 %
Autres espaces naturels	10,3 %
Surfaces en eau	9,3 %
Périmètre d'étude	

## LES PONTS-DE-CÉ

- 12 725 hab. en 2021, +237 habitants entre 2015 et 2021
- 68,3% des ménages = une personne, ou couple sans enfant
- 6064 résidences principales, +514 résidences principales entre 2015 et 2021
- 4 752 emplois au lieu de travail
- 74 % des espaces communaux soumis à risque inondation
- Commune du pôle centre au titre du SCoT

### Particularités :

- La Loire, l'Authion et le Louët structurent fortement l'espace urbain, dictant l'implantation des infrastructures et des quartiers. Ces cours d'eau constituent également des continuités écologiques majeures. Forte exposition au risque inondation.
- Située au croisement de plusieurs axes majeurs, proximité de la rocade d'Angers et de routes départementales et un accès direct à l'A 87.
- Desservie par plusieurs lignes de bus d'Irigo.

### Territoire communal :

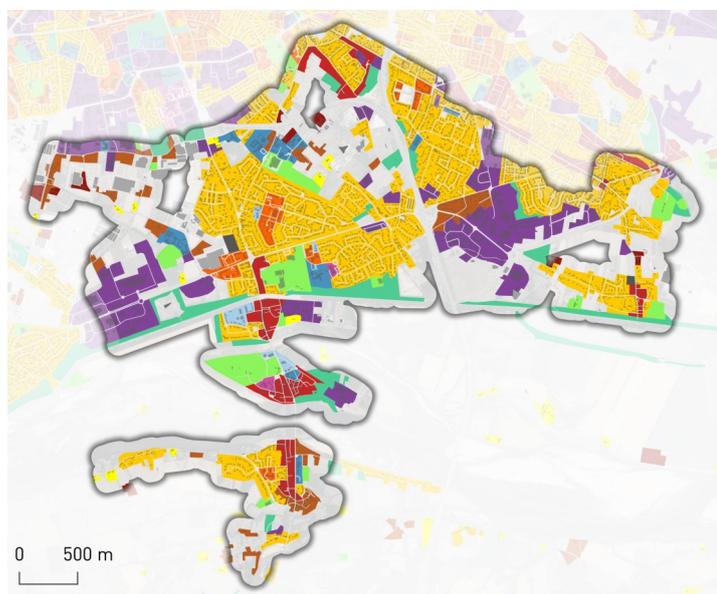
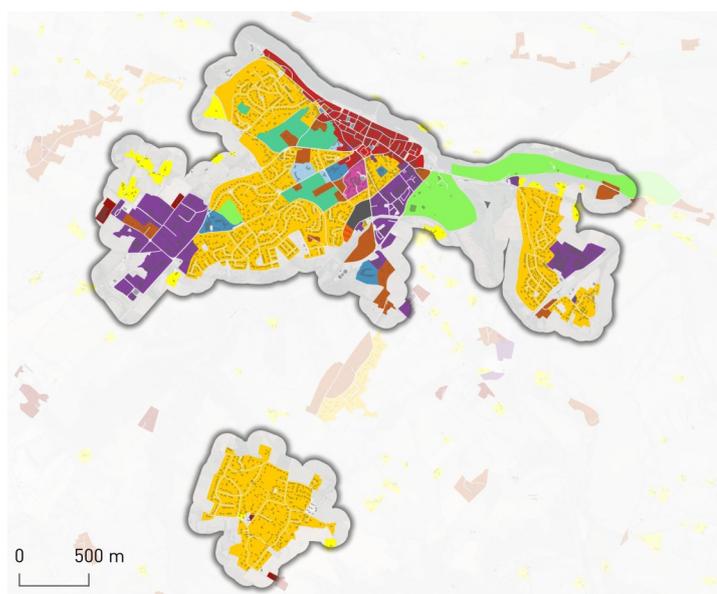
- Superficie de la commune: 19,55 km<sup>2</sup>
- Surface des ZAE: 90,1 ha dont 67,3 ha de surface utile
- Consommation d'ENAF 2008-2021: 43,36 ha

### Consommation / artificialisation en 2020:

- Consommation : 1 207 ha d'ENAF et 748 ha d'espaces urbanisés
- Artificialisation : 1 225 ha non artificialisés et 727 ha artificialisés

**Compléments d'information :** La ville compte plusieurs centralités maillant son territoire : le centre-ville historique, les centralités de la Chesnaie, des Portes de Cé – Saint Aubin et de Saint Maurille. La commune possède plusieurs projets d'habitat conséquents avec en premier lieu les Hauts-de-Loire et ses 3800 logements prévus et d'autres projets localisés le long de la rue David d'Angers ou Gallieni qui compteront à terme près de 300 logements.

# Caractéristiques morphologiques des trois communes



## Type d'IMU

- 000 - Autres catégories
- 111 - Tissu urbain continu
- 112 - Grands ensembles collectifs
- 113 - Habitat pavillonnaire
- 114 - Habitat discontinu
- 115 - Habitat isolé
- 116 - Etablissements de santé
- 117 - Cimetières
- 118 - Enceintes militaires
- 119 - Universités, écoles
- 120 - Autres équipements publics
- 121 - Zones d'activité économique et commerciale
- 124 - Infrastructures aéroportuaires, aérodromes et hélistations
- 141 - Espaces verts (parcs et jardins)
- 142 - Installations sportives et équipements de loisirs
- 557 - Bâtiments agricoles

Superficie en ha et part des IMU par commune—en gras ci-dessous les deux types d'IMU les plus représentés à l'échelle communale

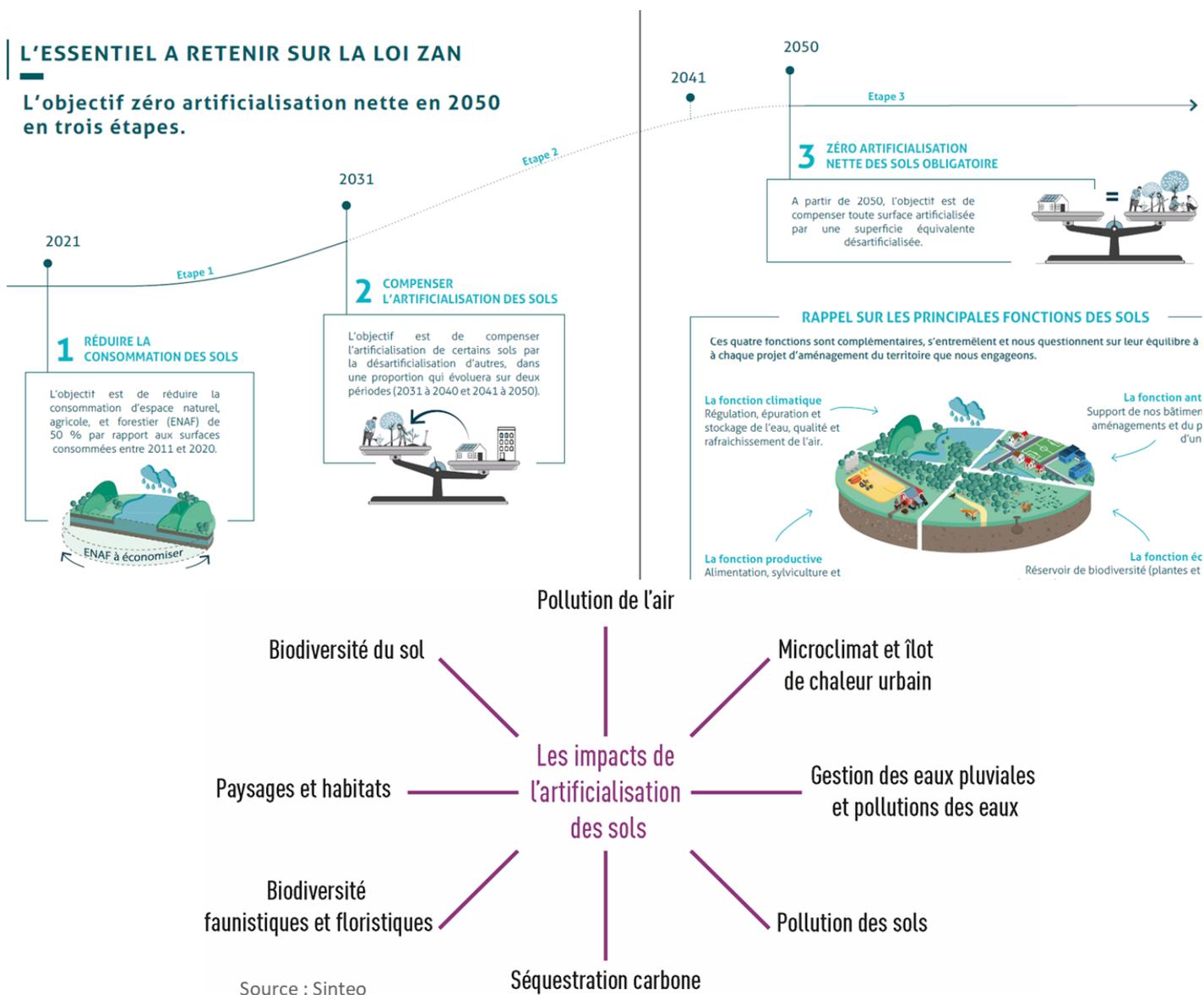
Type d'IMU	Marcé		Chalonnnes		Ponts-de-Cé	
	ha	Part en %	ha	Part en %	ha	Part en %
000	0	0%	6,8	3%	0	0%
111	8,21	3,0%	16,1	7%	31,1	6%
112	0	0%	0,6	0,3%	15	2,9%
113	9,8	3,6%	103,4	45,3	233	45,1
114	9,55	3,5%	8,1	3,5%	31,2	6%
115	0	0%	14,7	6,4%	5,1	1%
116	0	0%	3	1,3%	2,1	0,4%
117	0,27	0,1%	2	0,9%	1,9	0,4%
119	0,53	0,2%	6,3	2,8%	18,8	3,6%
120	0,38	0,1%	2,9	1,3%	6,2	1,2%
121	63,83	23,5 %	41,5	18,2 %	94,7	18,3 %
124	176,5	65,0	0	0%	0	0%
141	0	0%	13,7	6%	33,1	6,4%
142	2,41	0,9%	15,3	6,7%	41,1	8%
557	0	0%	0,5	0,2%	3,2	0,6%

# Rappels et définitions

L'article 192 de la loi Climat et résilience définit :

L'**artificialisation** comme « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. »

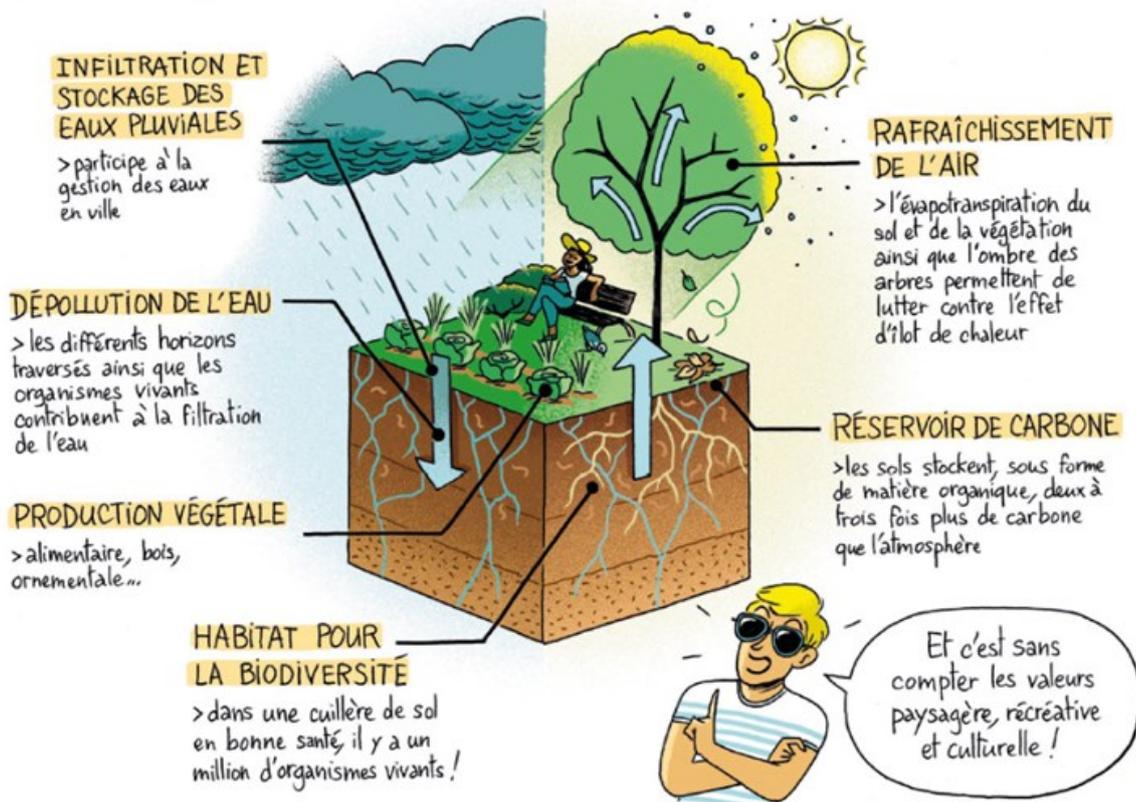
La **renaturation d'un sol, ou désartificialisation**, « consiste en des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé. »



Pour en savoir plus, les liens utiles :

Fascicules de mise en œuvre de la réforme ZAN : <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/bibliographie/fascicules-mise-en-oeuvre-la-reforme-zan>

Cerema : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/objectif-zan-levier-integration-qualite-sols-documents>



Pour en savoir plus, les liens utiles :  
 Mathieu Ughetti, 2020. Les superpouvoirs des sols en BD. Cerema : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/super-pouvoirs-sols-bd>  
 L'avenir des sols en 10 questions. Une source de vie à protéger. ADEME, 2019.

### SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

<p><b>Services d'approvisionnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau douce</li> <li>• Produits alimentaires</li> <li>• Matières premières (bois,...)</li> <li>• Biomasse combustible</li> <li>• Ressources médicinales</li> <li>• Ressources génétiques</li> </ul>	<p><b>Services de régulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollinisation</li> <li>• Régulation du climat</li> <li>• Régulation de la qualité de l'air (filtration de l'air et captation de certains polluants)</li> <li>• Régulation de l'eau</li> <li>• Régulation de l'érosion</li> <li>• Régulation des maladies et des bioagresseurs</li> <li>• Régulation des catastrophes naturelles</li> </ul>	<p><b>Services culturels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Services récréatifs sans prélèvement (tourisme,...)</li> <li>• Services récréatifs avec prélèvement (chasse, pêche)</li> <li>• Éducation</li> <li>• Valeur esthétique</li> <li>• Valeur patrimoniale</li> <li>• Valeur à caractère traditionnel, spirituel ou religieux</li> </ul>	<p>Usage souhaité →</p> <p>← Qualité</p>
---	--	--	--

**La qualification d'un sol dépend des usages donnés et des services attendus, il n'y a de fait pas de bons ou de mauvais sols**

## Le GIS Sol

Le Groupement d'intérêt scientifique sur les sols a pour mission de constituer et de gérer le système d'information sur les sols de France afin de répondre aux demandes des pouvoirs publics et de la société. Les travaux du GIS Sol sont conduits autour de quatre grands programmes complémentaires dont l'Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS).

Ce programme a pour but d'inventorier et de produire une cartographie informatisée multi échelle des sols du territoire. Ce programme se décline à trois niveaux d'échelles : les Référentiels Régionaux Pédologiques à 1/250 000, le programme Connaissance Pédologique de la France aux échelles moyennes (1/100 000 et 1/50 000) et les Secteurs de Référence aux échelles détaillées (1/10 000).

Les bases de données géographiques du programme IGCS sont utilisées comme outils d'aide à la décision et à la planification à des échelles variées et dans le cadre de thèmes multiples : agriculture, foresterie, qualité des eaux, émissions de gaz à effet de serre, aménagement, etc.

## Le Référentiel pédologique

Une carte pédologique, ou carte des sols, a pour objectif de donner l'information la plus fiable possible sur les types de sols rencontrés dans un territoire. Elle utilise pour cela la typologie française de classification des sols appelée Référentiel pédologique.

Ce référentiel classe les sols en 6 grandes familles et 33 sous-types pour l'ensemble du territoire français. Pour chaque type de sols, une description est proposée : épaisseur, composition granulométrique, PH, éléments chimiques dominants, texture (argileuse-sableuse-limoneuse), ...

<b>I. Sols minéraux</b>	
 Lithosols.....	7
 Régosols.....	8
 Rankosols.....	9
 Arénosols.....	10
 Peyrosols.....	11
<b>II. Sols des vallons, vallées et milieux côtiers</b>	
 Colluviosols.....	13
 Fluviosols.....	14
 Thalassosols.....	15
 Sodisalisols.....	16
<b>III. Sols issus de matériaux calcaires</b>	
 Rendisols.....	18
 Calcisols.....	19
 Rendosols.....	20
 Calcosols.....	21
 Dolomitosols.....	22
<b>IV. Sols peu évolués</b>	
 Brunisols.....	24
 Andosols.....	25
 Vertisols.....	26
 Organosols.....	27
<b>V. Sols évolués</b>	
 Fersialisols.....	29
 Luvisols.....	30
 Néoluvisols.....	31
 Yéracrisols.....	32
 Aloccrisols.....	33
 Podzosols.....	34
<b>VI. Sols soumis à l'excès d'eau</b>	
 Histosols.....	36
 Réductisols.....	37
 Rédoxisols.....	38
 Colluviosols-Rédoxisols.....	39
 Brunisols-Rédoxisols.....	40
 Néoluvisols-Rédoxisols.....	41
 Luvisols-Rédoxisols.....	42
 Planosols.....	43
 Pélosols.....	44

# En savoir plus sur La méthodologie appliquée par L'Institut Agro pour investiguer les sols urbains

## Une approche par échelles glissées et emboîtées

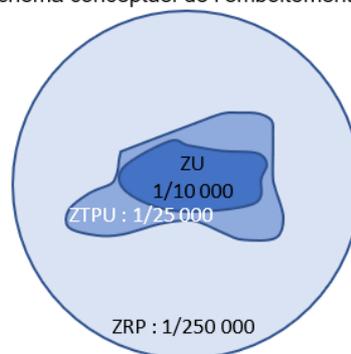
La cartographie des sols des trois communes choisies pour l'expérimentation ZAN va consister à constituer pour chacune d'elles, et de manière globalement harmonisée, des données pédologiques spatialisées selon 4 échelles glissées et emboîtées, permettant la cartographie du milieu urbain, selon une approche « glissée » depuis le milieu rural périphérique

Les « zones urbaines » (ZU) sont cartographiées au 1/10 000<sup>e</sup>. Localement, pour mieux comprendre l'éventuelle désorganisation des sols urbains, une approche par conductimétrie magnétique au 1/2 500<sup>e</sup> est réalisée.

Les « zones tampons périurbaines » (ZTPU), adjacentes aux zones urbaines, allant jusqu'à une distance d'environ 500 m (plus ou moins 200 m) selon les situations, sont cartographiées au 1/10 000<sup>e</sup>. Cette cartographie périphérique est nécessaire puisqu'elle permet, par glissement d'échelles, de percevoir l'anthropisation urbaine des sols pour mieux les caractériser.

Les « zones rurales périphériques » (ZRP) correspondant à l'emprise du Pôle métropolitain Loire Angers (PMLA), situées au-delà des ZTPU, sont restituées à partir du Référentiel Régional pédologique au 1/250 000<sup>e</sup> existant. Cette étape de bureau, permet dans un premier temps de constituer l'inventaire des sols naturels du secteur d'étude.

Figure 1 : schéma conceptuel de l'emboîtement d'échelles prévu



## Qualifications techniques et méthodes de cartographie des sols

Les sols ont été qualifiés et nommés selon le référentiel pédologique. La réalisation de ce travail a été menée en trois temps :

- Phase de préparation : analyse du milieu sous SIG, comprenant l'examen de différentes sources d'informations nécessaires à l'approche de cartographie de terrain
- Phase d'exploration : cartographie de terrain. Les techniques de cartographies employées correspondent, selon le zonage, soit à des méthodes éprouvées dans la discipline, soit novatrices et spécifique de l'Unité de Recherche « Ephor » (Environnement Physique de la plante horticole) de l'Institut Agro d'Angers.
  - \* sur les « zones tampons périurbaines » (ZTPU), cartographiées au 1/10 000 (environ 400 ha pour Chalonnes-sur-Loire, environ 200 ha pour Les Ponts-de-Cé, et environ 300 ha pour Marcé), une approche classique en pédologie a été appliquée, conditionnée par une densité de 1 sondage pour 3 ha en moyenne.
  - \* sur les « zones urbaines » (ZU) concernées par la cartographie au 1/10 000 (Chalonnes-sur-Loire : 300 ha environ, Les Ponts-de-Cé : 800 ha environ, Marcé : les 35 ha), une densité de 1 sondage par ha minimum sur les terrains accessibles (hors zones imperméabilisées ou privatives perméables à défaut d'autorisation) a été appliquée. La méthode sera calquée sur la cartographie réalisée sur le quartier nord de Nantes et sud d'Orvault réalisée en 2019 (publication acceptée : C. Ducommun, C. Duvigneau, L. Vidal-Beaudet, 2022 : Cartographie des sols urbains : éléments de méthode).
  - \* Phase de restitution : mise en forme des livrables attendus sous SIG => présenter dans le chapitre dédiée de l'étude.

**aura**

agence d'urbanisme  
de la région angevine

29, rue Thiers

49100 Angers

Tel.+33 (0)2 41 18 23 80

Fax +33 (0)2 41 18 23 90

[aura@aurangevine.org](mailto:aura@aurangevine.org)

[www.aurangevine.org](http://www.aurangevine.org)

[linkedin.com/company/  
aura-angers49](https://www.linkedin.com/company/aura-angers49)

[vimeo.com/aura49](https://vimeo.com/aura49)



**Directrice de publication**

Florence GUITER– Responsable du pôle  
stratégies territoriales

**Etudes et rédaction**

Valérie BRUNET (AURA)

Christophe DUCOMMUN (l'Institut Agro)

Cécile GAZENGEL (AURA)

Florence GUITER (AURA)

Perrine PETITEAU (AURA)

Jean-Michel REUMEAU (AURA)

Février 2025