

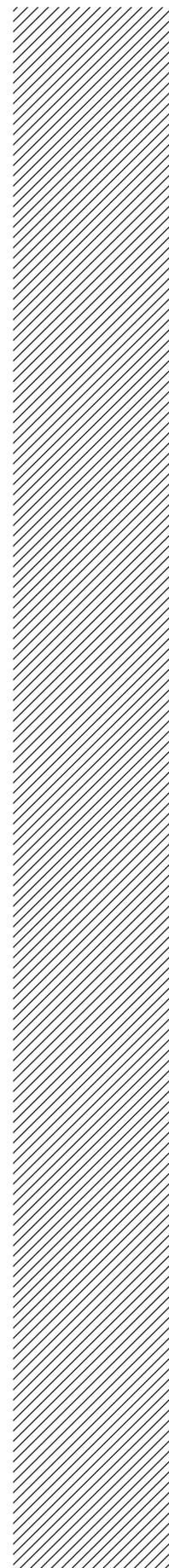


📖 ÉTUDE

# GÉRER AUTREMENT LES EAUX PLUVIALES : UNE APPROCHE PAR BASSINS VERSANTS

JUIN 2018





Directrice de la publication : **Dominique ALBA**

Étude réalisée par : **Frédéric BERTRAND** avec **Maxime ALGIS** et **Marine LITOU**

Cartographie et traitement statistique : **Alain BEAUREGARD**, **Marie-Thérèse BESSE**, **Tristan LAITHIER**

Photos et illustrations : **Apur** sauf mention contraire

Mise en page : **Apur**

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

18P080303

# Sommaire

INTRODUCTION .....	4
Un contexte actuel favorable à une gestion plus durable des eaux de pluie .....	5
<b>1.   L'approche par bassins versants : vers une gestion intégrée .....</b>	<b>6</b>
Une lecture urbaine des bassins versants .....	6
Cartographies des bassins versants métropolitains .....	8
Cartographies des bassins versants parisiens .....	10
<b>2.   La méthode : un outil cartographique de l'Apur .....</b>	<b>12</b>
Évaluation de l'occupation des sols sur les bassins versants .....	12
Calcul de la surface des projets d'aménagement des bassins versants hors Paris .....	15
Calcul des surfaces à potentiel sur l'espace public à Paris .....	17
<b>3.   Une boîte à outils pour la déconnexion : l'exemple de Paris .....</b>	<b>22</b>
Les potentiels de l'espace public .....	22
Les potentiels hors espace public : les propriétés publiques et privées .....	25
Cartographies de deux bassins versants parisiens .....	29
Cartographies de quatre bassins versants métropolitains .....	42
ANNEXES .....	27
Cartographies de deux bassins versants parisiens .....	27
Cartographies de quatre bassins versants métropolitains .....	43

---

# INTRODUCTION

---

Alors que l'amplification du phénomène des crues par les effets de l'urbanisation est souvent rappelée (artificialisation du territoire et imperméabilisation des sols), la contribution de la métropole dense au cycle de l'eau mérite aussi d'être considérée. Un changement de paradigme dans la gestion de l'eau de pluie est à l'œuvre. Il offre l'opportunité de penser la place de l'eau dans la ville à l'heure du changement climatique. Ces nouvelles approches sont d'autant plus importantes que la Seine et la Marne sont soumises à des pressions anthropiques fortes à l'échelle de la métropole.

Les territoires très exposés aux inondations, tel que la Seine-Saint-Denis, se sont dotés les premiers de mesures pour prévenir ces risques en engageant des actions en faveur d'une gestion locale des eaux pluviales. Parallèlement, le travail initié pour assurer la baignade en Seine à l'horizon 2024 a permis une prise de conscience collective de la nécessité d'accélérer la mise en place de systèmes mixtes et adaptés aux spécificités locales, plutôt que de privilégier les grands systèmes d'assainissement industriels et centralisés.

Les crues récentes de la Seine et de la Marne posent la question de la capacité du territoire métropolitain à faire face aux dérèglements liés aux événements pluvieux, qu'il s'agisse des inondations ou de la pollution des eaux de surface.

La déconnexion, via l'infiltration ou d'autres techniques (stockage et recyclage) permettant de ne plus renvoyer les eaux de pluie vers les réseaux d'assainissement (zéro rejet), s'avère être la meilleure manière de gérer l'ensemble des eaux pluviales du territoire. Les travaux en cours contribuent donc à faire émerger une gestion métropolitaine de

l'eau autour d'une gestion locale des eaux de pluie, au plus près du lieu où elles tombent. Le développement de la métropole peut ainsi répondre à un double enjeu : limiter les impacts des nouveaux aménagements sur le cycle local de l'eau et les milieux aquatiques et faire des transformations urbaines une opportunité d'améliorer l'existant. Cela permettra de contribuer aux objectifs d'économie de la ressource, d'amélioration de l'état écologique des cours d'eau, d'une meilleure gestion des crues et d'une optimisation des ouvrages.



Pavés engazonnés, rue Cardinet, ZAC Clichy-Batignolles, Paris 17<sup>e</sup>.

## Un contexte actuel favorable à une gestion plus durable des eaux de pluie

*La gestion des eaux de pluie en amont du réseau est primordiale pour l'amélioration de la qualité des rejets au milieu naturel.*

Le contexte actuel est favorable à la valorisation de la gestion locale des eaux pluviales du fait de la multiplication des opportunités qui donnent matière à penser et échanger les bonnes pratiques. Paris, en tant que commune, s'est doté d'un plan de zonage pluvial, le Plan ParisPluie, qui a valeur réglementaire. À l'échelle de la métropole dense, les départements des Hauts-de-Seine, du Val-de-Marne et de la Seine-Saint-Denis, s'inscrivent dans un cadre incitatif en proposant aux communes des documents leur permettant de prendre des mesures prescriptives.

Plus récemment, un groupe de travail « qualité de l'eau en vue de l'objectif JOP », a été créé par la Maire de Paris et le Préfet de Région dans l'optique des Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024. Piloté par la DRIEE et la Ville de Paris, il rassemble l'ensemble des acteurs de l'assainissement concernés par cette échéance. Quatre sous-groupes ont été constitués en septembre 2016, afin de cibler les actions à mener pour atteindre la baignabilité de la Seine pour les JO :

- la priorisation des rejets, coordonné par le SIAAP ;
- la résorption des mauvais branchements, coordonné par le CD 94 ;
- la gestion des eaux pluviales, coordonné par le CD 93 ;
- l'assainissement des bateaux et établissements flottants, coordonné par Haropa-Ports de Paris.

Après avoir réalisé un état des lieux sanitaire en situation initiale, les travaux du groupe sur la priorisation des rejets (chargé d'améliorer la qualité des eaux que rejettent les réseaux d'assainissement en Seine et en Marne) ont permis d'établir un « scénario socle » qui permettrait d'atteindre la baignabilité<sup>1</sup> de la Seine au pont d'Iéna par temps sec. Un second scénario cible une baignade par temps de pluie qui correspond à la situation critique pour le réseau.

Pour répondre à ces dernières exigences, **ce scénario intègre la nécessité de déconnecter du réseau d'assainissement une certaine part de surfaces urbaines aujourd'hui imperméables afin de gérer localement les eaux de pluie que ces surfaces récupèrent.**

La gestion des eaux de pluie en amont du réseau est primordiale pour l'amélioration de la qualité des rejets au milieu naturel : chaque goutte de pluie n'allant pas en égouts facilite le traitement des eaux polluées en station d'épuration et réduit les risques de débordement du réseau et de déversement en fleuve et rivière. Limiter le volume d'eaux pluviales dans le réseau permet également de réduire les volumes à traiter et *in fine* la facture d'eau.

C'est dans ce cadre que l'Apur a développé à la fois une méthode d'analyse cartographique des bassins versants et une première boîte à outils, qui sont présentés dans ce document.

1 — Soit le « niveau suffisant » de la directive baignade (2006).



Baignade dans le bassin de La Villette été 2017

© Apur

# 1.

# L'approche par bassins versants : vers une gestion intégrée

5 %

Part du territoire des bassins versants qui pourrait être désimperméabilisé avant 2024

## Une lecture urbaine des bassins versants

Dans le cadre du groupe de travail sur la baignade en Seine et en Marne en 2024, l'Apur a élaboré une méthode permettant d'identifier les potentiels de déconnexion des surfaces imperméables dans la métropole. L'évaluation de ce potentiel s'appuie sur l'examen de 6 bassins versants « témoins » (4 en amont de Paris et 2 à Paris).

Ces bassins versants urbains ont été identifiés comme une entité pertinente pour approcher la faisabilité d'une ville perméable. Leurs emprises, variant de 500 à 1 500 ha, et les catégories d'espaces dont elles sont composées (morphologies urbaines variables, emprises publiques et privées, variations d'usages...) peuvent être analysées au prisme d'une prise en charge locale des eaux de pluie. La sélection de ces bassins versants étant également liée à des critères d'hydrologie urbaine et de fonctionnement des infrastructures, les transformations potentielles peuvent être simultanément quantifiées en termes d'amélioration du fonctionnement des réseaux.

Pour chacun de ces bassins versants l'Apur a cartographié l'occupation du sol selon différentes catégories : voies, bâtiments, emprises libres plantées ou non. Les parcelles ont été classées selon

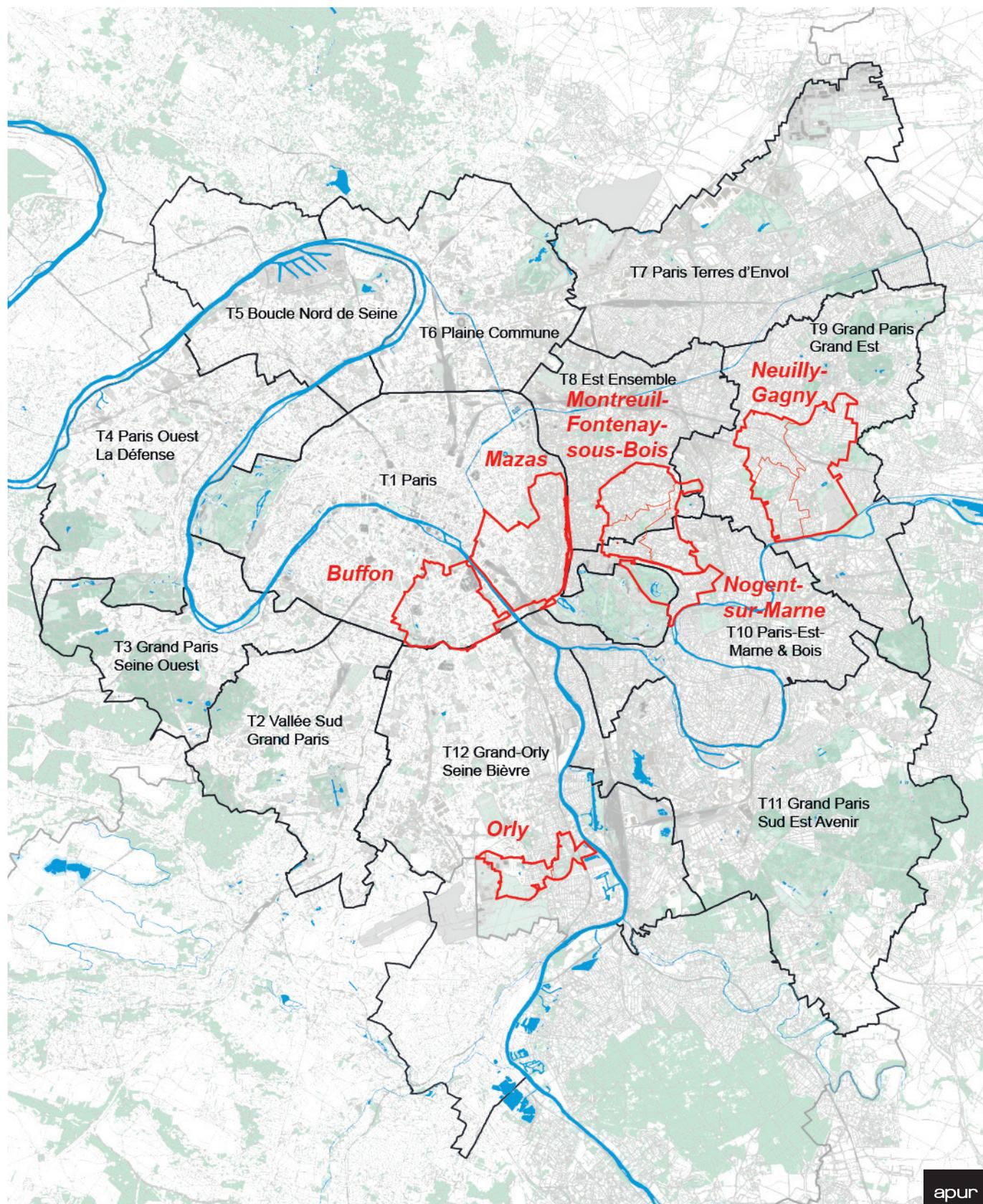
leur appartenance au domaine public ou privé et selon les grandes catégories de propriétaires (État, Villes, congrégations, bailleurs sociaux, etc.). Enfin, ont également été examinées les emprises concernées par des projets d'aménagement urbain en cours ou prévus.

D'autre part, une cartographie de l'état 2005 et 2015 des bassins versants a été produite<sup>2</sup> : elle met en évidence les surfaces du bâti (emprise au sol) et de la végétation (canopée) créées ou disparues au cours de la période. **Cela révèle les dynamiques d'imperméabilisation et de végétalisation sur les différents territoires.**

Ces éléments ont permis au groupe de travail d'estimer la quantité de surfaces imperméabilisées en 2005 et en 2015 : sur l'ensemble des bassins versants 5 % du territoire a été imperméabilisé au cours de ces 10 années. Un des objectifs du schéma directeur d'assainissement du SIAAP étant de stabiliser les apports d'eau de ruissellement en station d'épuration, cette progression de l'imperméabilisation devrait pouvoir être compensée par une dynamique de déconnexion de surfaces au moins équivalente.

2 – Voir « Évaluer l'occupation du sol sur les bassins versants » p.12.

## LES 6 BASSINS VERSANTS MÉTROPOLITAINS ÉTUDIÉS



- Bassins versants
- Sous bassins versants
- Métropole du Grand Paris

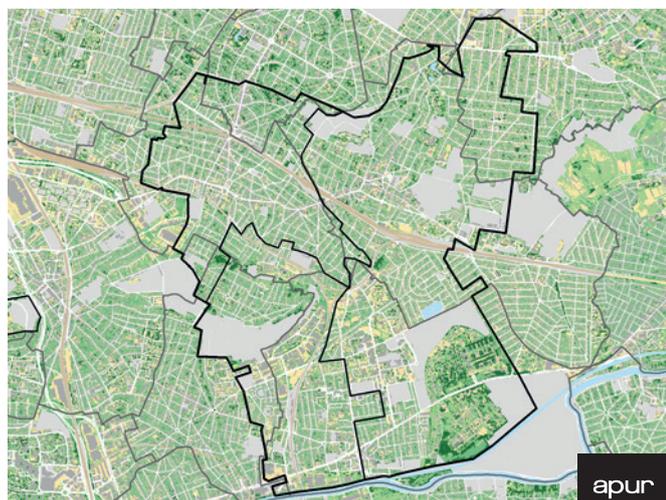


# Cartographies des bassins versants métropolitains

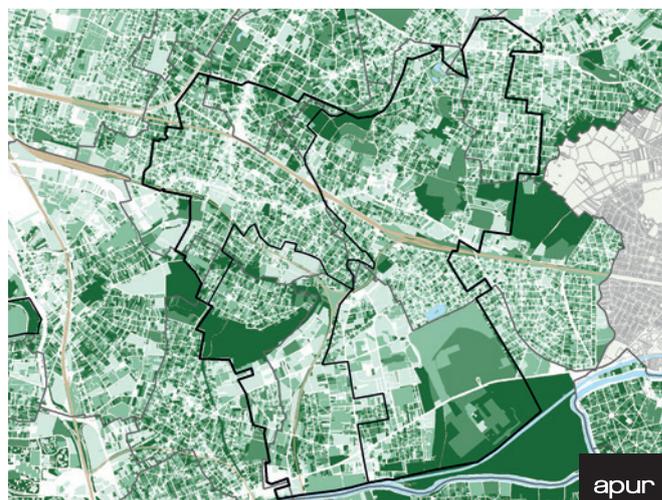
L'exemple du bassin versants de Neuilly-Gagny : pour l'ensemble des cartographies, voir le recueil cartographique des bassins versants métropolitains en annexe.

4 bassins versants ont été sélectionnés dans la métropole par les bureaux d'études en charge des modélisations hydrauliques pour le groupe de travail sur la priorisation des rejets liée à l'objectif de rendre baignable la Seine et la Marne en 2024: Montreuil/Fontenay-sous-Bois, Nogent-sur-Marne,

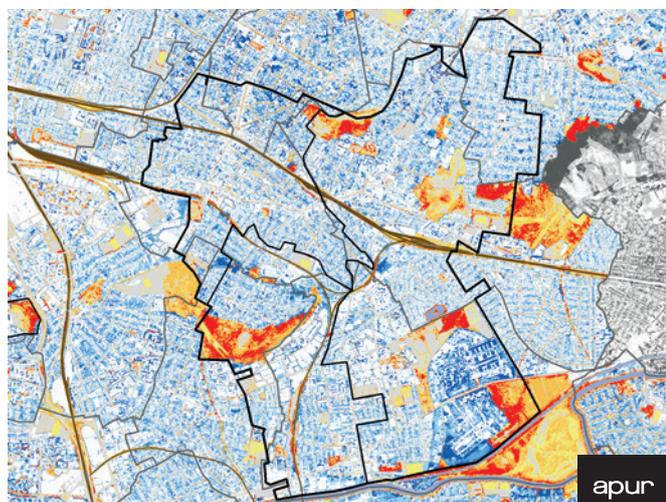
Neuilly/Gagny et Orly. La cartographie et l'évaluation des surfaces ont été transmises aux bureaux d'études. Ces données précisent les grandes catégories identifiées en commun: espaces plantés et non plantés, bâtis et non bâtis, publics et privés, grandes catégories d'acteurs et territoires de projets...



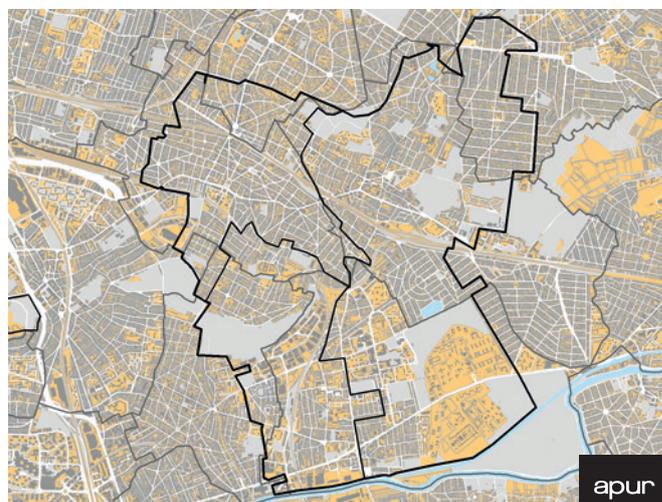
Espaces libres et hauteurs de végétation sur les parcelles publiques et privées



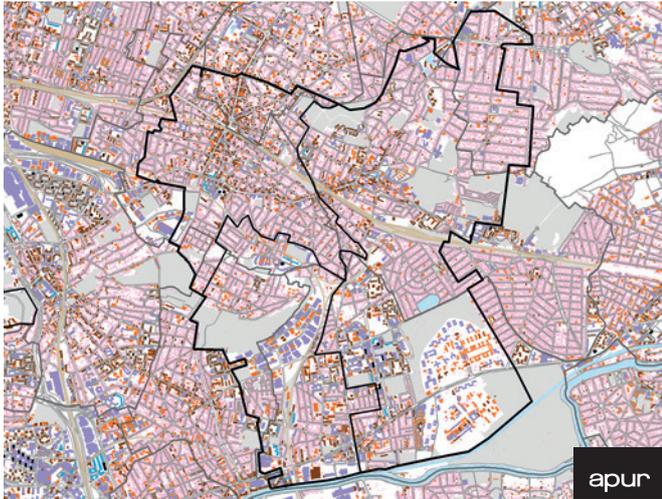
Part de la végétation sur les parcelles publiques et privées



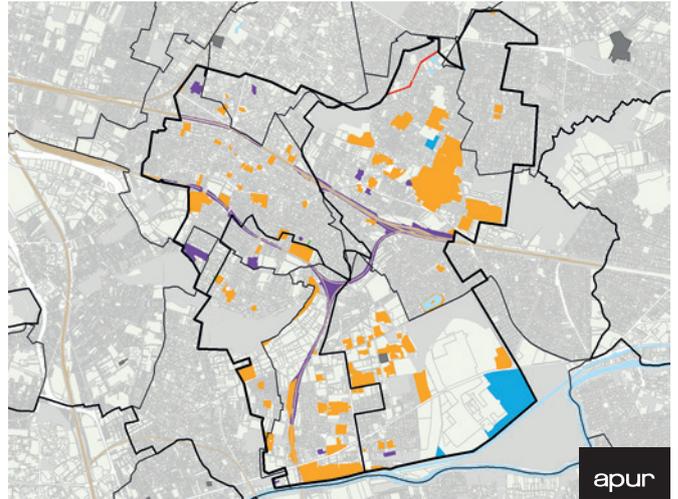
Hauteurs de végétation sur les emprises publiques et privées



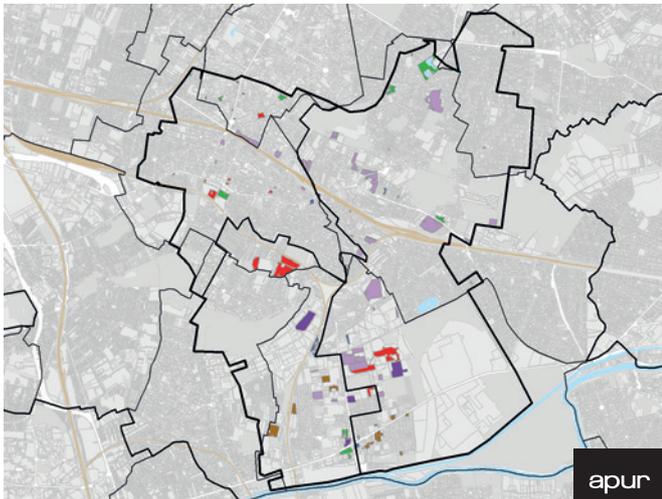
Espaces libres et bâti sur les parcelles publiques et privées



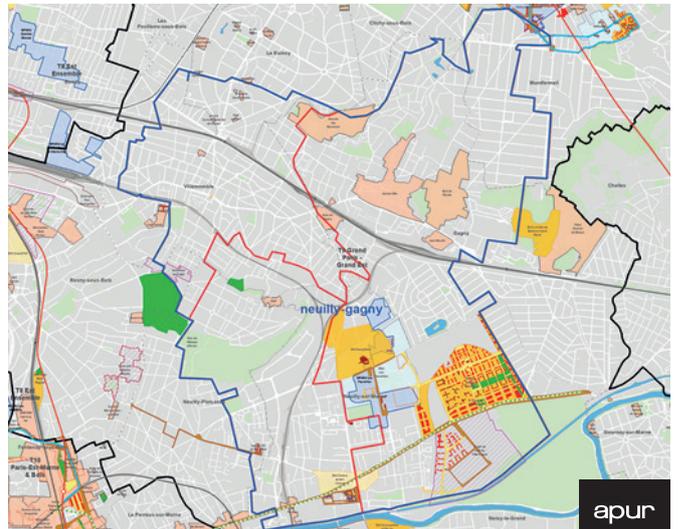
Morphologie urbaine : typologie des bâtiments



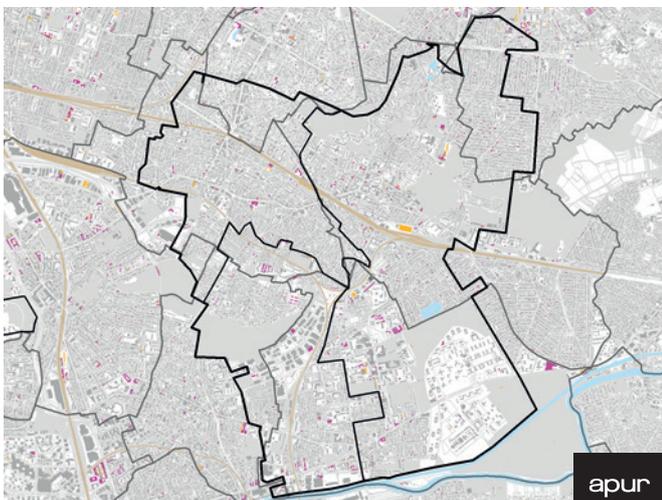
Parcelles appartenant aux communes, Etat, Région, Département, Ville de Paris, hôpitaux, congrégations



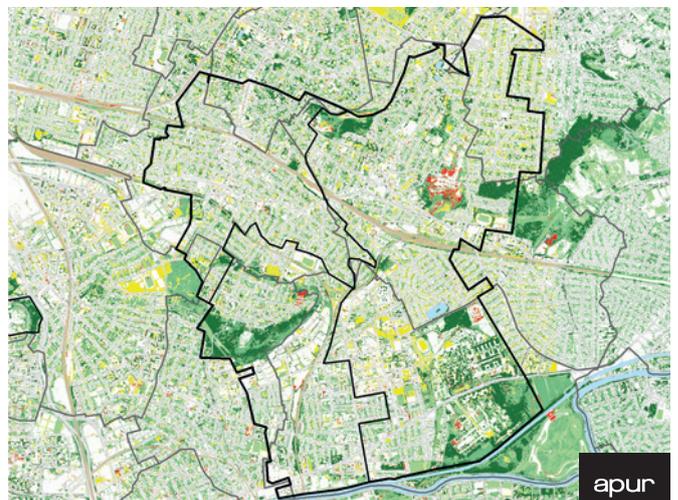
Parcelles appartenant aux bailleurs sociaux



Les territoires de projets connus en 2017



Comparaison de l'emprise au sol des bâtiments en 2005 et 2015, en rouge figurent les nouveaux bâtiments, en jaune les bâtiments disparus



Comparaison de l'état de la végétation en 2005 et 2015, en rouge figure la végétation apparue, en jaune la végétation disparue

# Cartographies des bassins versants parisiens

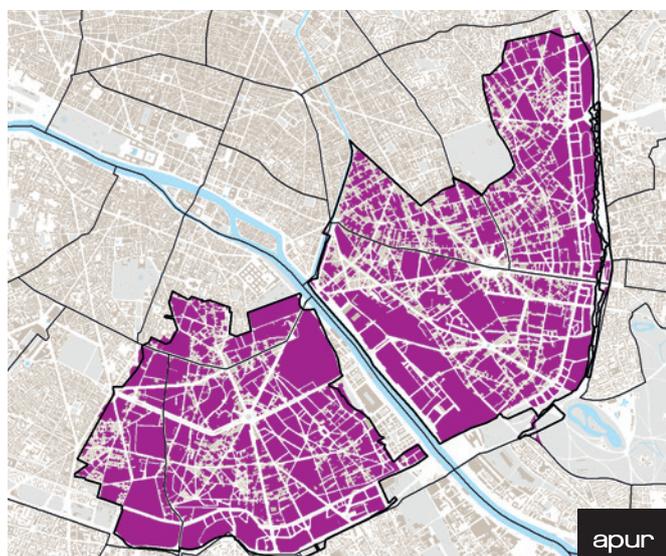
Pour l'ensemble des cartographies, voir le recueil cartographique des bassins versants parisiens en annexe.

La réduction des rejets polluants en Seine implique aussi que la plus grande quantité possible d'eau de pluie soit interceptée dans le tissu parisien avant son arrivée en égouts. Dans le cadre du scénario pour la baignade en 2024 les bassins versants Buffon (5<sup>e</sup>, 13<sup>e</sup>, 14<sup>e</sup>) et Mazas (11<sup>e</sup>, 12<sup>e</sup>, 20<sup>e</sup>) ont été ciblés comme prioritaires. Un travail d'analyse cartographique a donc été produit afin d'estimer et de promouvoir la déconnexion de surfaces imperméables en complément d'une solution plus « classique » de type ouvrage de stockage enterré.

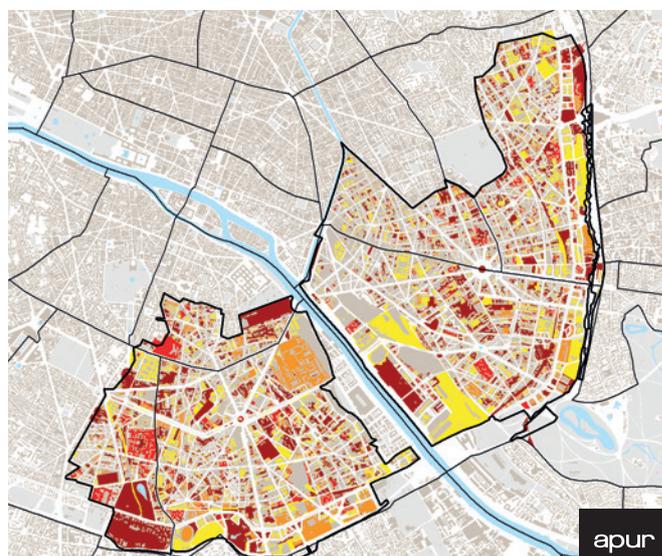
La DPE (STEA) a émis des hypothèses de déconnexions basées sur une application volontariste du zonage pluvial dans les projets d'aménagement et de voirie, le renouvellement urbain diffus et la

déconnexion de certains équipements publics à horizon 2023. Parallèlement, les analyses cartographiques de l'Apur ont permis de montrer que d'autres surfaces pourraient être mobilisées à partir du stock existant, en particulier dans le domaine privé, et sans nécessairement engager des travaux lourds relevant de permis de construire.

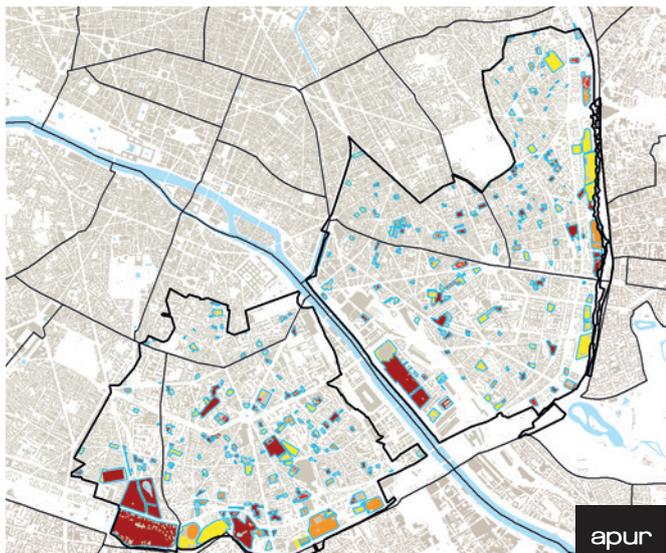
Les actions qu'il est possible d'engager ont été précisées grâce aux retours d'expérience des acteurs impliqués dans la transformation et la gestion de la ville (Directions de la Ville, aménageurs, bailleurs etc.). Ces précisions peuvent permettre d'affiner les estimations concernant la quantité de surfaces potentiellement déconnectables à l'échelle de ces deux bassins versants.



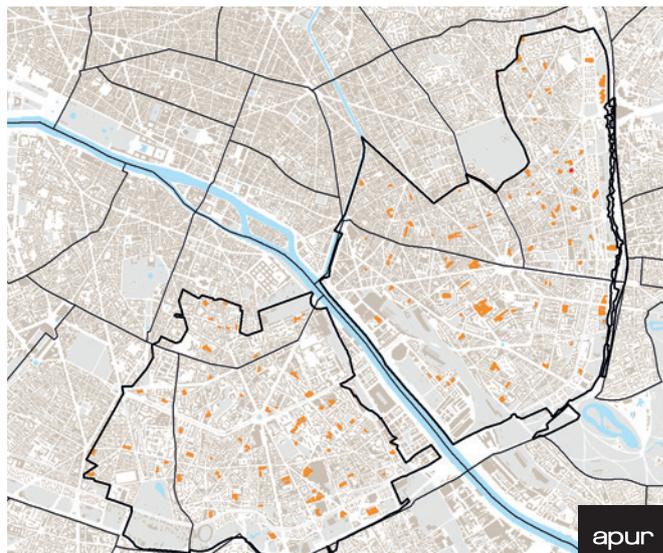
Parcelles ayant un espace libre de plus de 100m<sup>2</sup>



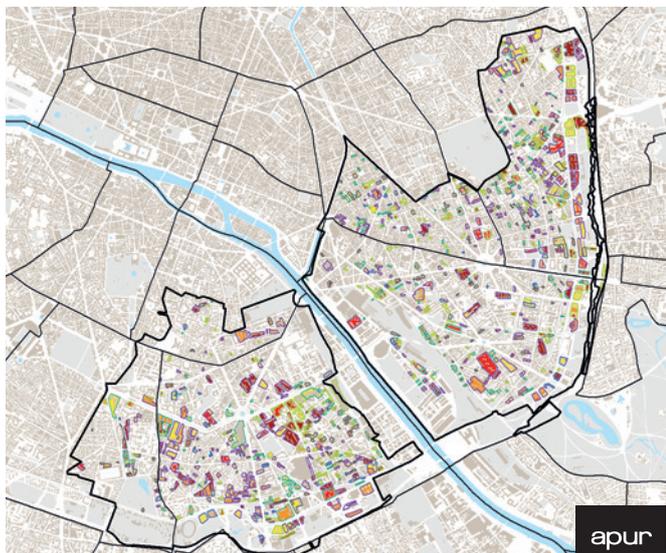
Hauteurs de végétation sur les parcelles ayant un espace libre de plus de 100m<sup>2</sup>



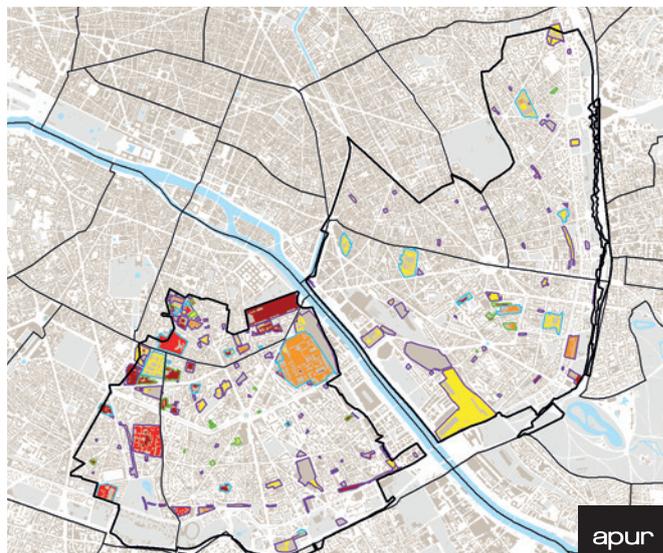
Espaces libres dans les parcelles de la Ville de Paris ayant un espace libre de plus de 100m<sup>2</sup>



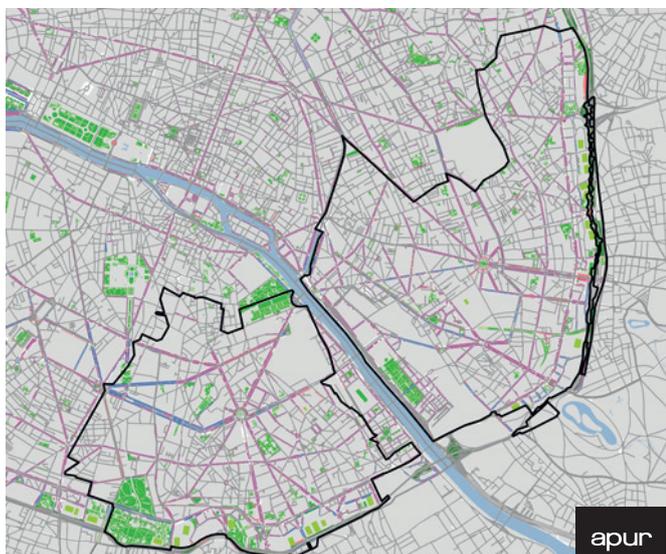
Cours d'école



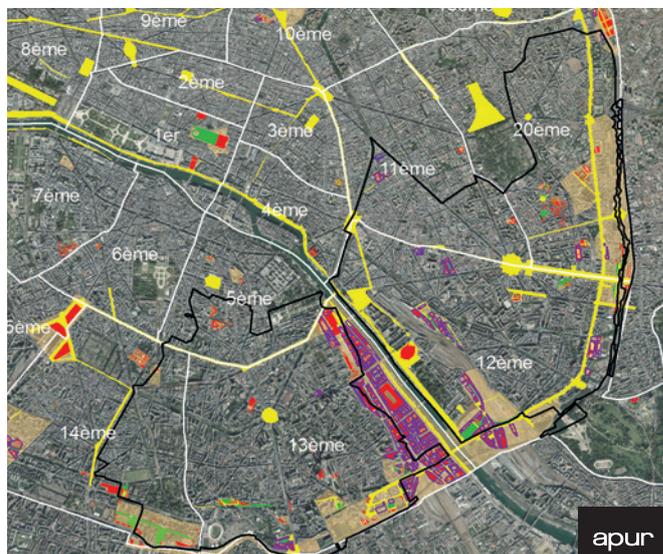
Espaces libres dans les parcelles appartenant à un bailleur social ayant un espace libre de plus de 100m<sup>2</sup>



Espaces libres dans les parcelles des congrégations, des hôpitaux et de l'État ayant un espace libre de plus de 100m<sup>2</sup>



Potentiel d'alignements perméabilisables



Projets d'aménagement et de rénovation d'espace public récents et à venir

## 2.

# La méthode : un outil cartographique de l'Apur

## Évaluation de l'occupation des sols sur les bassins versants

Les images aériennes à haute résolution spatiale sont, à l'heure actuelle, un outil nécessaire pour l'aménagement et la compréhension de l'évolution des territoires. Les analyses réalisées à partir de ces données offrent la possibilité d'identifier et de caractériser le changement d'occupation et d'usage des sols intervenus dans le temps. De plus, la périodicité des prises de vues et la performance de leur résolution spatiale s'avèrent intéressantes pour approcher plus finement cette évolution.

Il existe de nombreuses méthodes pour la détection de changements sur un territoire au cours d'une période définie. Parmi les méthodes existantes, la comparaison post classification s'avère souvent la plus appropriée pour un inventaire.

### **Approche du changement de l'occupation du sol à partir des images aériennes multi-dates**

Pour étudier les variations d'emprise au sol des bâtiments et de l'état de la végétation dans les bassins versants sur une période de 10 ans, deux images aériennes proche infrarouge ré-échantillonnées sous forme de pixel de 50 cm sont utilisées. L'une a été prise en 2005 et l'autre en 2015.

Avant l'identification des changements, une classification supervisée est réalisée sur ces deux images à partir d'un

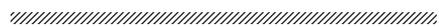
algorithme de maximum de vraisemblance. La mise en œuvre de cette classification apparaît comme une chaîne de production d'informations qui prend en compte la définition des classes d'objets (végétation, bâtiments), l'identification des pixels qui constituent l'image et la généralisation.

Le résultat de ces traitements informatiques donne une image des emprises du végétal et une image des surfaces bâties en 2005 et en 2015.

Ces images constituent la base des calculs de changements d'occupation du sol. La superposition puis la détection et l'analyse des différences entre les images classées permettent de comparer l'état 2015 de l'occupation du sol à un état antérieur et d'identifier les évolutions négatives ou positives de la place du végétal et des bâtiments sur un territoire.

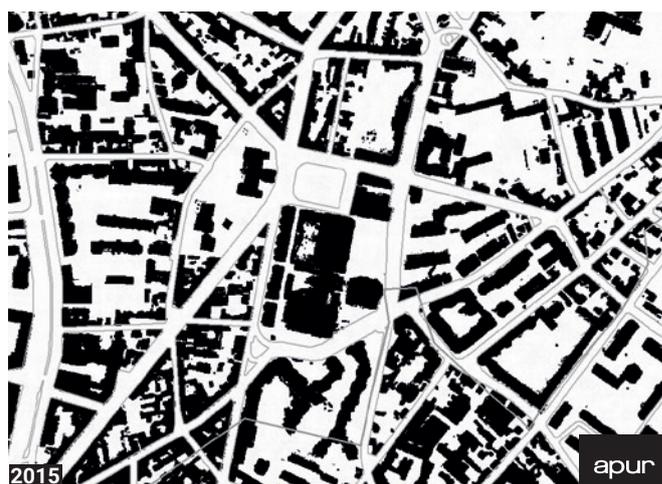
La dernière étape est la constitution d'une cartographie des zones affectées par des changements. La progression des espaces bâtis ou végétalisés sur le territoire au cours des 10 ans est symbolisée en rouge, et leur recul est représenté en orange.

**OCCUPATION DU BÂTI ET DE LA VÉGÉTATION EN 2005 ET 2015  
ZOOM SUR MONTREUIL, BASSIN VERSANT MONTREUIL/FONTENAY-SOUS-BOIS**



**PHOTO PROCHE INFRAROUGE**

 Végétation



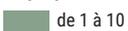
**LES BÂTIMENTS**

 Bâtiments



**LA HAUTEUR DE LA VÉGÉTATION**

Cartographie dynamique pour suivre les changements de végétation dans le temps

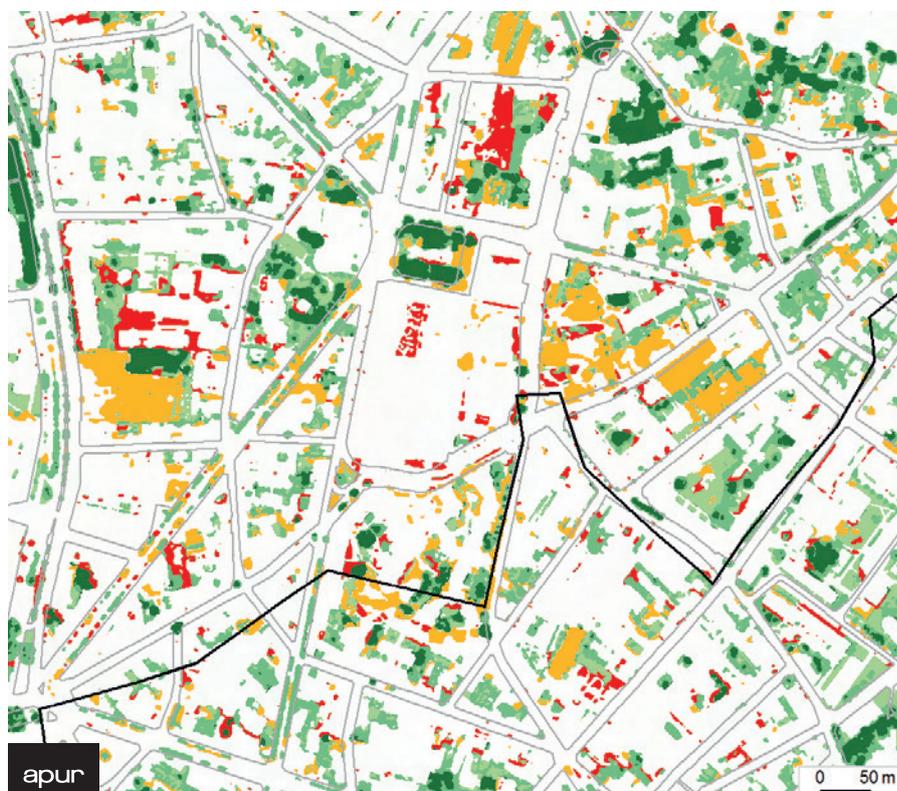
 - de 1 m    de 1 à 10 m    + de 10 m

Sources : Apur / Photo proche infrarouge - MNE - MNT / 2005 - © InterAtlas / 2015 - © Aérodata

## Les limites des résultats produits

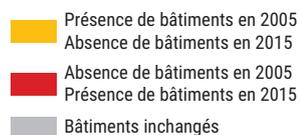
Même si la méthode utilisée est efficace en termes de traitement de surface, à une échelle fine, l'analyse diachronique de la végétation présente des limites et les informations qui en résultent sont à employer avec précaution :

- D'une année sur l'autre, la végétation est plus ou moins importante en fonction des dates de prises de vues des photos aériennes. La photo 2005 a été réalisée en juin alors que celle de 2015 a été prise fin août. Certains arbres comme les marronniers qui entrent en sénescence plus précocement surtout lors d'étés secs peuvent ne pas être correctement détectés et fausser la comparaison.
- Les conditions climatiques et la pluviométrie conditionnent le développement de la végétation d'une année sur l'autre. Une année pluvieuse reconstituera les nappes phréatiques et l'eau sera disponible pour les arbres même lors d'un été sec, lesquels seront bien détectés comme étant de la végétation lors du traitement des images. Les pelouses quant à elles pourront être sèches parce qu'elles n'accèdent pas aux réserves profondes. De fait, elles auront une activité chlorophyllienne très faible et seront difficilement détectables. Le phénomène inverse peut s'observer en année sèche avec un été pluvieux.
- Le recouvrement par les houppiers des arbres et leurs ombres portées sur des bâtiments peuvent minimiser la surface de ceux-ci.
- Les modalités d'acquisition des images sont variables d'une mission aérienne à l'autre. Les techniques de production des images infrarouges, les outils de traitement et la qualité radiométrique évoluent au cours des années. L'ensemble de ces facteurs a un impact sur les résultats des traitements et l'interprétation du contenu des images.
- Il est important de se rappeler qu'une analyse par télédétection d'une zone géographique ne remplace pas des relevés de terrain en termes de précision.



Note de lecture : la comparaison des emprises au sol des bâtiments et de l'état de la végétation en 2005 et 2015 permet de préciser l'occupation du sol et de dégager des tendances en termes d'imperméabilisation et de désimperméabilisation.

### COMPARAISON DE L'EMPRISE AU SOL DES BÂTIMENTS EN 2005 ET 2015 EXTRAIT DU BASSIN VERSANT MONTREUIL - FONTENAY



Sources : Apur  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT  
2005 - © InterAtlas  
2015 - © Aérodata

Malgré ces contraintes, les résultats obtenus fournissent une estimation de l'occupation du sol et mettent en évidence certaines tendances globales de changements du paysage.

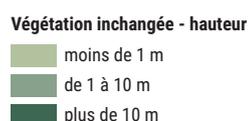
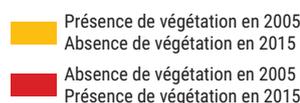
Les documents cartographiques et statistiques caractérisant les variations d'emprise au sol des bâtiments et de l'état de la végétation sont des outils de suivi spatio-temporel de l'extension et des

mutations urbaines. D'une façon générale, ils permettent de dater l'inscription d'un fait dans le paysage, d'en apprécier le contenu et le rythme d'évolution.

L'intégration de ces informations dans un Système d'Information Géographique constitue un outil d'aide à la planification et à l'aménagement du domaine urbain.

## Calcul de la surface des projets d'aménagement des bassins versants hors Paris

### COMPARAISON DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION EN 2005 ET 2015 EXTRAIT DU BASSIN VERSANT MONTREUIL - FONTENAY



Sources : Apur  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT  
2005 - © InterAtlas  
2015 - © Aérodata

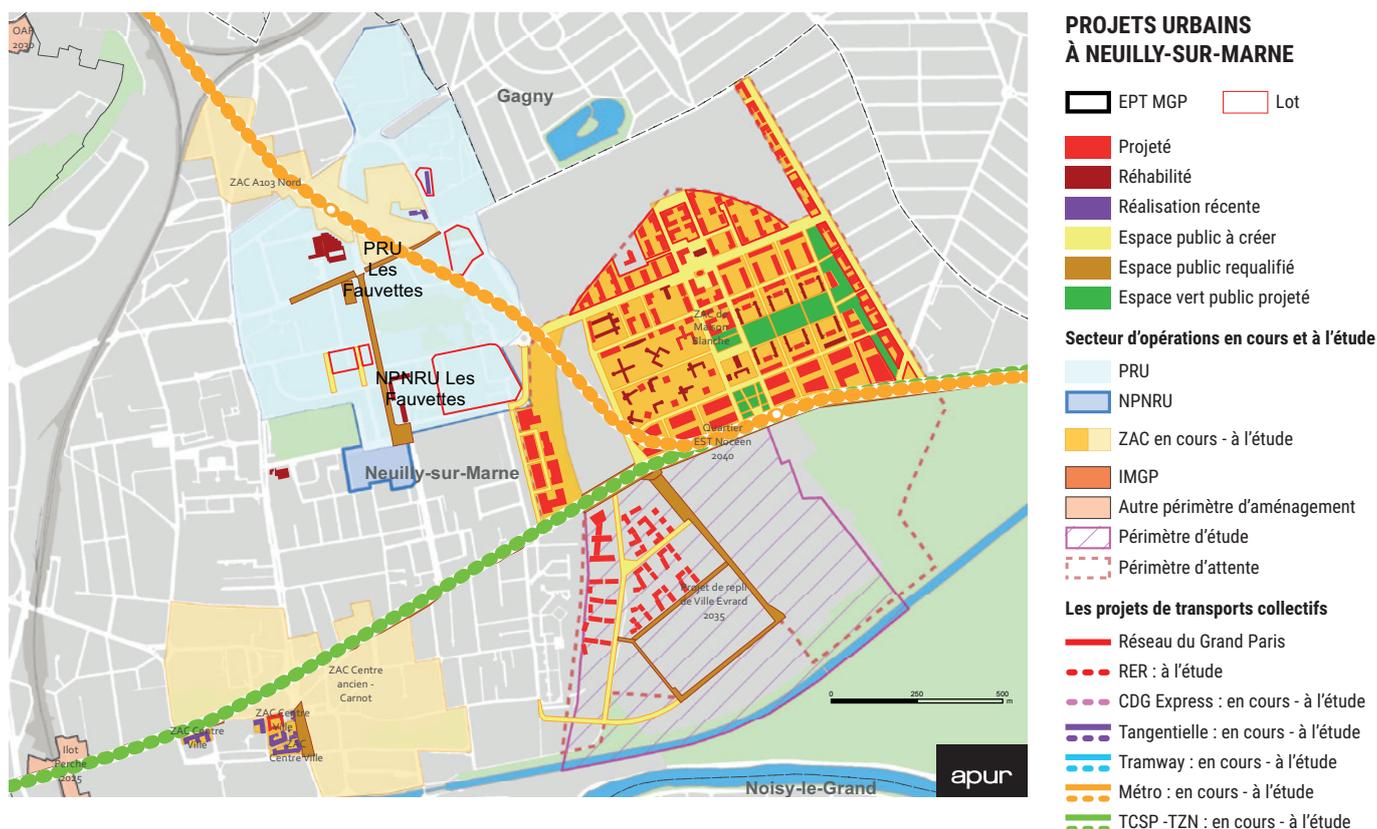
La surface des projets d'aménagement en cours et futurs présente un potentiel important de déconnexion de surfaces actives. En agissant sur les règles d'aménagement et en jouant sur l'exemplarité des projets, on dispose de leviers significatifs. Néanmoins, cette perspective doit être relativisée au vu de la diversité des projets, certains n'incluant pas de travaux susceptibles d'œuvrer à une désimperméabilisation. Au-delà des surfaces, il s'agit donc également d'analyser la nature des projets et leur capacité à intégrer une gestion locale des eaux de pluie.

La construction des tableaux de données de surface des projets d'aménagement inscrits dans quatre bassins versants à l'amont de Paris (Neuilly-Gagny; Montreuil-Fontenay; Orly et Nogent) a été effectuée dans le cadre du Groupe de Travail Baignade et est fondée sur la Base de Données Projets de l'Apur.

Cette base de données recense l'ensemble des projets d'aménagement urbain à l'échelle métropolitaine, avec pour chacun des projets sa nature, son année d'achèvement, sa surface (logements, équipements, commerces, bureaux, végétation) et le nom des maîtrises d'œuvre et d'ouvrage.

La table est construite à partir de données récoltées auprès des communes, des départements et des territoires métropolitains. Il faut noter que les données sont portées par de nombreux acteurs et ont des niveaux d'information variables.

## EXEMPLE DE RECOLLEMENT DE PROJETS D'AMÉNAGEMENTS À NEUILLY-SUR-MARNE



Le degré d'importance et l'hétérogénéité des projets dans les quatre bassins versants ont conduit à regrouper ces projets d'aménagements en trois grandes catégories : PRU – NPNRU, ZAC et Autres périmètres d'opérations, comme ci-contre.

PRU - NPNRU	}	• Les Périmètres de Renouvellement Urbain
		• Le Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain
ZAC	}	• Les Zones d'Aménagement Concerté à l'étude
		• Les Zones d'Aménagement Concerté en cours
AUTRES PÉRIMÈTRES D'OPÉRATIONS	}	• Les Périmètres d'étude
		• Les Périmètres de réflexion
		• Les Zones d'Activité Economique en projet

Les bassins versants étant eux-mêmes séparés en plusieurs sous-bassins, les emprises des projets d'aménagements ont été précisées par sous-bassins.

À partir de ces données, il est possible de calculer la surface de l'emprise de chacun des projets d'aménagement. Toutefois, l'une des difficultés dans le recensement des projets urbains réside dans la superposition de certains périmètres de projets sur un territoire donné.

Dans la commune de Neully-sur-Marne, par exemple, se superposent la ZAC A103 Nord, le PRU et le NPNRU Les Fauvettes ainsi que de l'espace public à créer. Cette superposition nécessite de considérer chaque projet avec un autre.

Pour chaque bassin et sous-bassin, le calcul de surface a été réalisé comme suit :

- calcul de l'emprise totale de projets pris séparément ;
- calcul des surfaces comprenant deux types de projets.

La surface totale dite **nette**, équivaut à l'emprise au sol de l'ensemble des projets, tous types confondus.

La surface totale dite **brute**, équivaut à la somme du total net et des surfaces comprenant deux types de projet. Le total net était alors logiquement inférieur au total brut.

Cette superposition est l'une des raisons pour lesquelles les projets d'aménagement urbain ont été classés en trois grandes catégories afin de ne pas privilégier un type de projet sur un autre.

Les emprises correspondant aux espaces bâtis et non bâtis sont celles de l'état existant à l'intérieur des périmètres, les données de projet (programmes, surfaces, plans masse, calendrier...) ne permettant pas d'apprécier à ce stade la place accordée à la gestion locale de l'eau de pluie.

## 2 EXEMPLE DE SURFACES CALCULÉES DANS LES PÉRIMÈTRES DES PROJETS D'AMÉNAGEMENTS DU BASSIN VERSANT DE NEUILLY-SUR-MARNE

BV Neuilly-Gagny	Sous bassins versants	Surface nette de chaque projet			Surface nette de recouvrement de deux types de projets			Totaux	
		PRU-NPNRU	ZAC	Autres secteurs d'opérations	Autres + PRU	Autres + ZAC	ZAC + PRU	Total brut	Total net
Surface totale d'emprise (ha)	NG1	0,4	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	8,8	8,8
	NG2	44,6	75,8	4,9	0,0	0,4	4,2	129,9	120,7
	NG3	68,6	92,7	229,6	3,4	66,2	18,1	478,6	303,2
	Total	113,6	168,5	242,9	3,4	66,6	22,3	617,3	432,7
Surface totale d'emprise des espaces libres (ha)	NG1	0,2	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	7,2	7,2
	NG2	43,4	42,3	3,3	0,0	0,4	4,2	93,6	84,4
	NG3	40,9	71,2	193,8	3,0	56,5	11,2	376,6	235,2
	Total	84,5	113,5	204,1	3,0	56,9	15,4	477,4	326,8
Dont surface totale des espaces libres végétalisés (ha)	NG1	0,2	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	4,5	4,5
	NG2	40,4	21,8	1,7	0,0	0,2	4,1	68,2	59,6
	NG3	14,1	43,1	136,4	0,9	36,4	3,8	234,7	152,5
	Total	54,7	64,9	142,4	0,9	36,6	7,9	307,4	216,6
Surface totale d'emprise du bâti (ha)	NG1	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2
	NG2	0,4	20,7	0,8	0,0	0,0	0,0	21,9	21,9
	NG3	15,0	13,1	25,1	0,0	7,4	3,6	64,2	42,2
	Total	15,4	33,8	27,1	0,0	7,4	3,6	87,4	65,2
Surface totale d'emprise des voies (ha)	NG1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
	NG2	0,8	12,7	0,7	0,0	0,0	0,0	14,2	14,2
	NG3	12,7	8,2	10,6	0,3	2,2	3,2	37,2	25,8
	Total	13,6	20,9	11,5	0,3	2,2	3,2	51,7	40,3

## Calcul des surfaces à potentiel sur l'espace public à Paris

Les calculs de surfaces perméables sur l'espace public s'appuient sur une base de données SIG, constituée pour ce besoin, qui intègre des éléments provenant de différentes sources existantes. Elle qualifie et localise de façon précise sous forme surfacique (polygones) les emprises perméables ou supposées perméables, notamment sur le stock

existant. Elle intègre par ailleurs des éléments potentiellement perméabilisables, notamment pour les pieds d'arbres d'alignement.

### Mise en place des données

#### Le stock existant

Une couche des sols perméables qualifie chaque type d'espace en élément surfacique selon la typologie du tableau 1. Une attention particulière est apportée pour éviter les doubles comptes, soit par sélection en amont (par exemple, en privilégiant la source la plus complète et la plus fiable), soit par la couche recollée (par exemple pour fusionner les pieds d'arbres se trouvant dans un linéaire de pieds d'arbres perméables).

### 1 LE STOCK EXISTANT

Type d'espace	Source	Format d'origine
Espace vert (Hors allées)	Apur	Surfacique
Terrain de football/Rugby	Apur	Surfacique
Espace de voirie végétalisé (hors allées)	Apur/DEVE	Surfacique
Jardinière/Espace planté	DVD	Surfacique
Pieds d'arbre perméable (isolés)	DEVE	Ponctuel
Pieds d'arbres perméables (continus)	DVD	Linéaire (détourage)
Talus	Apur	Surfacique

### Espace vert

Dans le cadre de la gestion de ses données SIG de référence, l'Apur gère dans son référentiel d'équipements entre autres les espaces verts. Ceux-ci sont régulièrement mis à jour à partir de différentes sources, notamment d'orthophotoplans haute résolution à partir desquels sont saisis les périmètres. Afin d'obtenir un maximum de précision géométrique, les limites des emprises correspondent aux limites du parcellaire. L'Apur gère également une couche de détail topographique surfacique permettant d'enrichir son fond de plan. Parmi ces éléments, les allées dans les jardins, qui permettent de déduire par négatif avec l'emprise globale de l'espace vert la partie (a priori) perméable (l'emprise d'un jardin correspond à l'intégralité de l'équipement – l'ensemble des parcelles).

### Terrain de football/Rugby

Les délimitations exactes des terrains de foot/rugby au sein des terrains de

sport sont gérées en tant que détail topographique surfacique (cf. paragraphe ci-dessus). À noter que ceci diffère du détournement de l'équipement associé qui englobe l'ensemble des parcelles.

### Jardinière/Espace planté

Cette donnée provient du plan de voirie de la DVD. À l'origine stockée sous forme de traits (polygones) dans un format DAO, un travail a été entrepris récemment par la DVD avec la DSTI pour corriger des problèmes de qualification et « polygoniser » certains éléments du plan pour qu'ils soient plus facilement exploitables au format SIG, notamment pour en produire des éléments surfaciques, essentiels aux calculs.

### Pieds d'arbres isolés

Cette donnée provient de la DEVE. Bien qu'elle soit gérée au format ponctuel, chaque pied d'arbre est qualifié et selon le type peut être rapproché avec des surfaces moyennes (tableau 2).

### 2 PIEDS D'ARBRES ISOLÉS

Type de pied d'arbre	Surface moyenne (m <sup>2</sup> )
Coffrage bois	4
Grille ajourée	2
Grille pleine	Non comptabilisée (imperméable)
Jardinière	Non comptabilisée (source DVD)
Pavages	Non comptabilisée (imperméable)
Stabilisé	4
Terre	4

Linéaires de pieds d'arbres discontinu (Quai Henri IV, Paris 4<sup>e</sup>) et continu, végétalisé (Boulevard de Charonne, Paris 11<sup>e</sup>)





© Apur

Le stabilisé, un revêtement peu perméable, place des Antilles, Paris 11<sup>e</sup>

### Pieds d'arbres continus

Les données brutes proviennent également du plan de voirie de la DVD, notamment d'un élément spécifique identifiant les limites/changements de revêtement sur la voirie, qui correspond le plus souvent à une limite de revêtement en stabilisé (faiblement poreux). Puisque le plan de voirie n'est que partiellement traité en SIG, un travail de structuration spécifique a dû être effectué sur cette donnée.

### Espace de voirie végétalisé

Ces données proviennent essentiellement du référentiel équipement/Îlot de l'Apur en prenant le négatif d'îlots qualifiés « végétalisés » avec le détail des allées (méthode identique que pour les espaces verts). L'information est complétée le cas échéant par la DEVE à partir de données sur la gestion différenciée.

### Talus

Ces données proviennent du référentiel équipement/Îlot de l'Apur où les talus sont qualifiés, toujours par le biais de sources multiples, et notamment de l'orthophotoplan.

## Identification des potentiels

### Potentiel de linéaire de pied d'arbre perméabilisable

Le potentiel de linéaire (ou alignement) est constitué à partir d'une qualification du stock de pieds d'arbres isolés existants, en appliquant un traitement SIG semi-automatisé.

tants, en appliquant un traitement SIG semi-automatisé.

Un alignement devra comprendre au moins deux arbres. Deux arbres feront partie du même alignement s'ils respectent tous ces critères :

- une distance minimale entre eux de 16 mètres
- à proximité d'un même axe de voie (tronçon entre deux intersections)
- à proximité de la même bordure/contour de trottoir/terre-plein (ce critère pour éviter que des arbres de part et d'autre d'une voie à moins de 16 mètres soient identifiés comme appartenant à un même alignement)

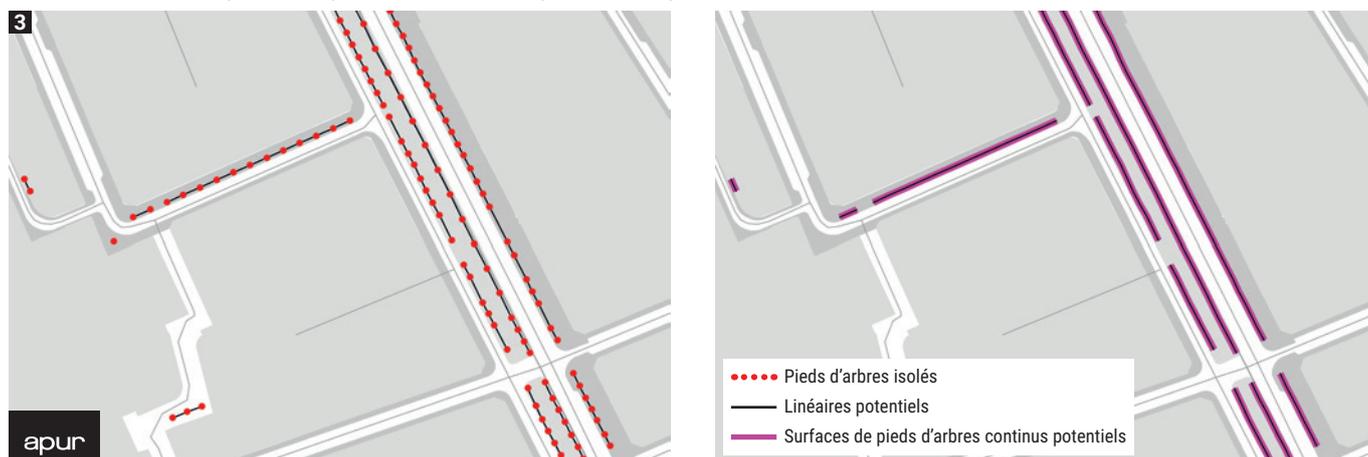
Pour définir un axe d'alignement (une ligne), chaque pied d'arbre appartenant à un même alignement est relié géométriquement au précédent par le biais d'un traitement SIG. La carte ci-dessous illustre ces contraintes (points d'arbres et linéaire généré)

Ce linéaire est ensuite converti en surfacique en effectuant dans le SIG une opération dite de zone tampon (1,5 mètres de part et d'autre de l'arbre correspondant à une largeur d'alignement de 3 mètres, correspondant à la moyenne des linéaires de pieds d'arbres existants). **3**

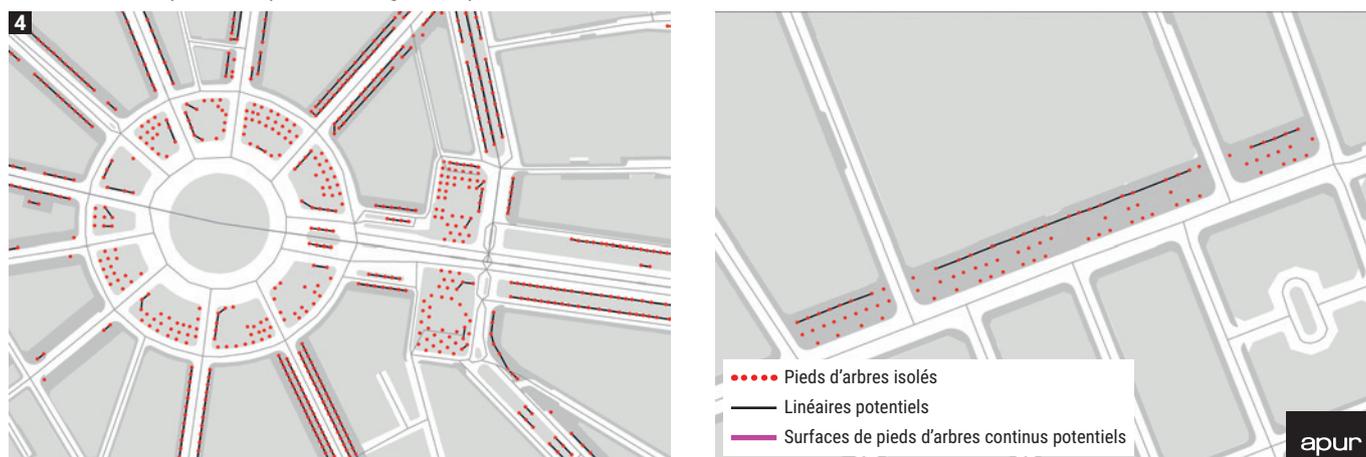
Quelques cas particuliers sont mal gérés en automatique :

- les double alignements d'arbres, où l'on observe une géométrie de ligne brisée au lieu de ligne droite, ce qui fausserait le résultat en appliquant la méthode de zone tampon. Ces cas sont

Identification de linéaires potentiels à partir du stock connu de pieds d'arbres, par traitement SIG



Pieds d'arbres non pris en compte comme alignement par le traitement SIG



repris manuellement, notamment en regroupant ces arbres en tant qu'alignements distincts.

- les arbres sur les places (en amas) où il est impossible de définir des alignements. Ces cas ne seront donc pas identifiés dans le stock de potentiel de linéaire perméabilisable, alors qu'ils pourraient l'être, notamment en tant que surface.

Les zooms ci-dessus illustrent bien ces cas de figure. 4

Une fois ces données consolidées, un croisement SIG est ensuite effectué avec les bassins versants et les statistiques de surface par typologie peuvent ensuite être calculées.

### Potentiel des pistes cyclables

Le stock de pistes cyclables potentiellement perméabilisables a été constitué à partir de la donnée des aménagements cyclables existants fournie par la DVD. Cette donnée, très précise, recense les aménagements sous forme de filaire (linéaire), ceci, notamment dans le cadre d'un usage opérationnel (suivi des aménagements et marquages).

Seules les pistes en site propre ont été utilisées dans le calcul. Afin d'éviter des doubles comptes toutes les pistes à proximité (moins d'un mètre) d'un alignement d'arbres existant ou potentiel ont également été retirées de ce stock.

Pour convertir le linéaire en surfa-

cique, des zones tampons ont été générées en utilisant une largeur moyenne, affectée selon le type d'aménagement (tableau 5).

### Potentiel lié au stationnement en surface

Le calcul a été fait à partir d'un travail de l'Apur visant à évaluer le déficit/excédent en place de stationnement en infra (ouvrages souterrains ou bâtis) et sur voirie par rapport au taux de motorisation des ménages par quartiers afin d'apporter une aide à la définition de la politique de stationnement de la Ville. Ce travail reposait sur la confrontation des données sur le stationnement

5

Type de piste cyclable	Largeur moyenne
Sur Chaussée	1,5
Bidirectionnelle sur chaussée *	2,5
Sur trottoir	1,25
Sur terre-plein-central	1,5
Bidirectionnelle sur trottoir *	2,5
Bidirectionnelle sur terre-plein-central *	2,5
Avec stationnement	1,5
Bidirectionnelle avec stationnement *	2,5

**Nota (\*)** : les pistes bidirectionnelles sont en fait saisies en deux axes séparés et parallèles. Ainsi, pour ces cas, la largeur utilisée pour l'opération de zone tampon est en fait la moitié de la largeur spécifiée dans le tableau et a été appliquée sur chaque axe.

**POTENTIEL D'ALIGNEMENT  
PERMÉABILISABLE  
NATION  
COURS DE VINCENNES**

**Espaces perméables  
sur espace public**

— Potentiel d'alignement perméabilisable (linéaire)

**Type d'espace existant**

■ Linéaire de pieds d'arbres continus

■ Espace vert (hors allées)

■ Jardinière - espace planté

■ Terrain de football - rugby

● Pieds d'arbres perméables

■ Bassins versants Buffon-Mazas

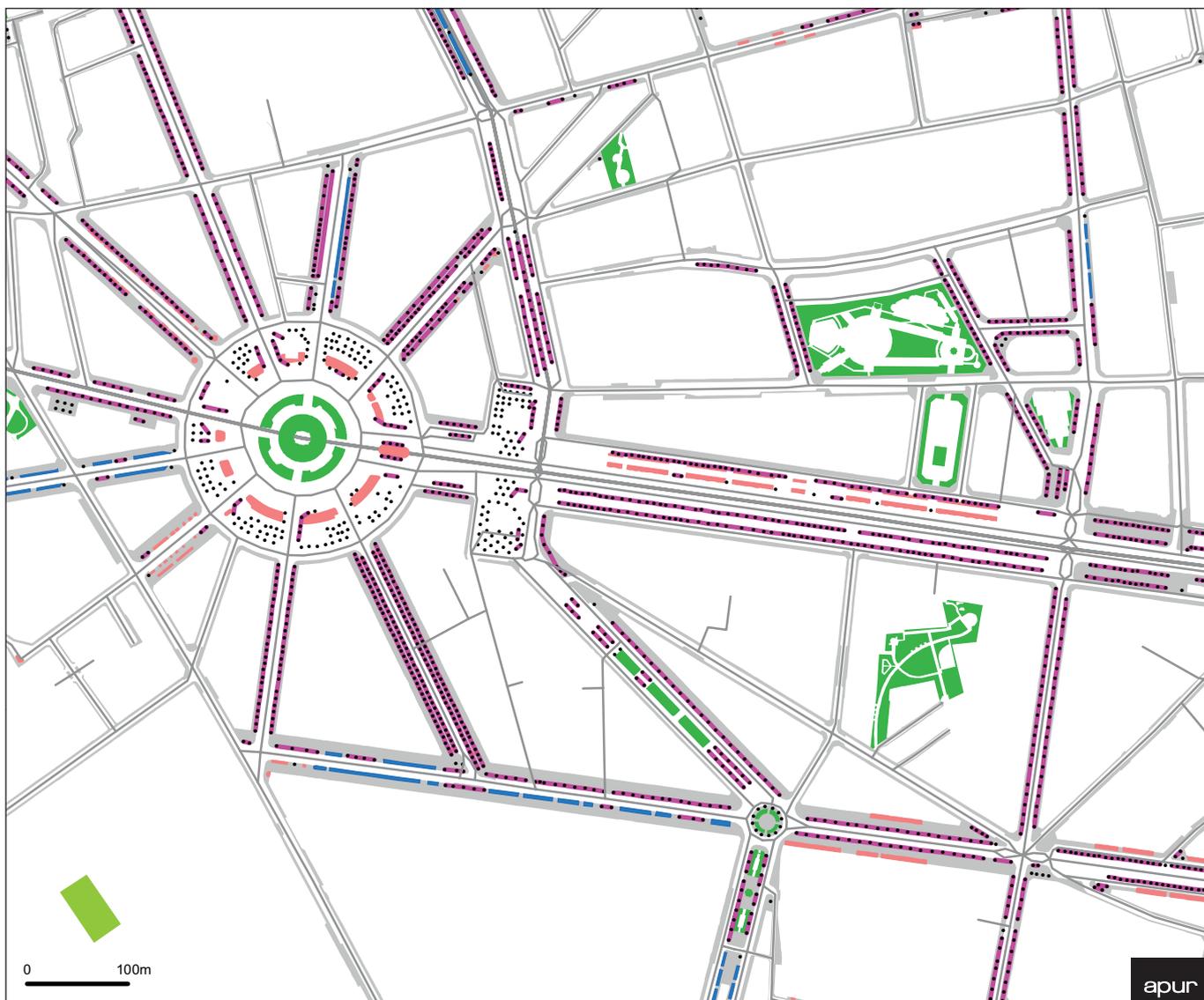
Sources : Apur - DVD - DEVE 2017

de surface (Référentiel Stationnement de la Direction de la Voirie), le parc de stationnement privé issu des données DGFIP 2015, les données Ville de Paris concernant les parkings concédés, des données APUR/DVD concernant les parkings commerciaux.

Les chiffres de suppression de stationnement reposent sur la base de ce travail, et notamment des calculs à l'IRIS de déficit/excédant de l'offre parking. Pour chaque IRIS est calculé le différentiel entre le nombre de voitures à disposition des ménages (INSEE 2012)

et l'offre de stationnement total (parc privé, parkings concédés, parkings commerciaux et stationnement de surface). Ont été retirés les IRIS des quartiers du Quinze-Vingt et de la Salpêtrière, dont l'offre de stationnement est considérée comme tendue. La somme de ce différentiel est ensuite appliquée à l'ensemble de chaque bassin versant.

Une surface moyenne de 10 m<sup>2</sup> par emplacement de parking a été attribuée (2,5 de largeur par 4 mètres de longueur) pour convertir le nombre de places en surface.



# 3.

## Une boîte à outils pour la déconnexion : l'exemple de Paris

La mise en œuvre de la désimperméabilisation du territoire, si elle participe pleinement de l'objectif baignade, s'inscrit plus largement dans une volonté de rendre la ville plus résiliente. Les actions menées pour une gestion à la source des eaux de pluie contribuent à d'autres besoins essentiels d'une ville durable : réduction des îlots de chaleur, préservation de la biodiversité, aménités urbaines, embellissement du paysage urbain... La gestion à la source permet de créer des synergies dans l'action publique en faveur d'une métropole qui s'adapte au changement climatique.

### Les potentiels de l'espace public

Une identification des possibilités de déconnexion de l'espace public a été réalisée à partir de données de l'Apur, de la DEVE et de la DVD. Ces hypothèses ont été affinées au gré d'entretiens menés avec les Directions de la Ville concernées, en fonction de leurs retours d'expérience et de leur connaissance de la capacité des espaces à infil-

trer ou à récupérer des eaux de pluie. Différentes manières de déconnecter des surfaces ont été identifiées à partir de la nature des espaces publics et de leur capacité actuelle ou projetée à abattre des eaux pluviales.

Pour les **parcs et jardins**, ce sont les allées et les bâtiments qui sont ciblés



Stockage de l'eau de pluie en surface, boulevard Morland, Paris 4<sup>e</sup>



Avaloir dans un square identifié comme potentiel pour la déconnexion, Square Emily Dickinson, Paris 20<sup>e</sup>

Concentration des eaux du terre-plein central dans les jardinières, boulevard de la Villette, Paris 19<sup>e</sup>



© Apur



© Apur

comme surfaces potentielles. La plupart des parcs parisiens sont connectés au réseau unitaire pour l'évacuation des eaux de ruissellement issues des allées imperméables et des toitures. Ces espaces possèdent pourtant une capacité d'infiltration importante et pourraient donc absorber ces eaux de ruissellement au niveau des emprises plantées. De plus, les eaux de toiture des bâtiments pourraient faire l'objet d'une récupération pour utilisation (arrosage et/ou nettoyage) ou d'un rejet sur les espaces plantés pour infiltration locale.

Reprise des bordures des jardinières et des joints des pavés existants, contre-allée du Cours de Vincennes, Paris 12<sup>e</sup>



© Photomontage Apur



© Photomontage Apur

Les **espaces de voirie végétalisés et les jardinières** constituent des potentiels pour l'infiltration dans la mesure où ils pourraient recevoir les eaux de trottoirs. Ainsi, la collecte d'eaux de pluie sur ces espaces pourrait être doublée voire triplée quand la nature du sol le permet. Cela existe déjà de fait à Paris et peut être observé sur les boulevards de la Villette ou de la Bastille.

La création de **linéaires de pieds d'arbres continus** constitue également un levier pour l'infiltration. Ils permettent, en fonction de la nature des matériaux dont ils sont constitués, d'infiltrer les eaux de pluie mais aussi de recevoir les eaux de trottoirs d'une surface au moins équivalente. Le potentiel des linéaires d'alignements est important à Paris. Actuellement de nombreux linéaires sont imperméables car les matériaux qui les constituent (stabilisé, béton...) ne permettent pas l'infiltration des eaux de pluie. Un changement de revêtement permettrait donc de rendre ces espaces perméables et de contribuer à un changement qualitatif du paysage urbain.



© Apur

État existant et état proposé, boulevard de la Chapelle, Paris 10<sup>e</sup>-18<sup>e</sup>



© Apur

Les **terrains de sport** de plein air, sont le plus souvent imperméables. Pourtant, les eaux de ruissellement des terrains et des allées qui les desservent pourraient être infiltrées localement. Les eaux de pluie des bâtiments pourraient aussi être récupérées et utilisées pour l'arrosage et le nettoyage des équipements.

Pour les **pistes cyclables**, l'emploi de revêtements perméables sur les emprises créées ou renouvelées permettrait l'infiltration des eaux de pluie. Ces voies ont l'avantage de ne pas avoir à supporter de lourdes charges et de peu se colmater, ce qui peut constituer des contraintes pour la désimperméabilisation des chaussées circulées. Le revêtement en asphalté pourrait donc être remplacé par un béton drainant, capable d'absorber jusqu'à 5 cm d'eau par seconde et de stocker l'eau avant infiltration. Ce type de matériau permet une infiltration diffuse, avec peu d'impact pour le sous-sol<sup>3</sup>.

Enfin, la **reconversion des places de stationnement**, dans les secteurs où l'offre de places excède la demande, pourrait contribuer à la désimperméabilisation via un changement du revêtement en fonction de leurs nouveaux usages, à l'instar des pavés enherbés mis en œuvre rue de Cîteaux.

Dans l'ensemble, il est important de rappeler que ces estimations ne prennent pas en compte le potentiel de transformation des emprises circulées, dont les revêtements et types de mise en œuvre pourraient évoluer progressivement au fil des rénovations et des créations. Le potentiel d'espaces de voirie étant conséquent, il serait intéressant de pouvoir mettre en regard les budgets alloués aux projets avec leurs données surfaciques. Il serait ainsi possible de dégager des coûts au m<sup>2</sup>, d'intégrer les surcoûts éventuels liés à la perméabilisation des sols et d'évaluer la surface potentielle rendue perméable au titre des projets de voirie.

Des pistes cyclables à potentiel pour l'emploi de matériaux perméables demain ? Bd Bourdon, Paris 4<sup>e</sup>



© Apur

Revêtement perméable, état à 2 ans et 6 mois, avenue Porte d'Ivry, Paris 13<sup>e</sup>



© Mairie de Paris - DVD



© Apur

Pavés enherbés sur une place de stationnement anciennement imperméable, rue de Cîteaux, Paris 12<sup>e</sup>



Modernisation du réseau de câbles à Haute Tension RATP : travaux qui pourraient donner lieu à une désimperméabilisation de la voirie, boulevard de Ménilmontant, Paris 20<sup>e</sup>



© Apur

- 3 – Une reprise de la structure de la chaussée reste nécessaire afin de permettre l'infiltration.
- 4 – Dans le cadre de l'action 10 du pilier 2.A « anticiper les risques et adapter les infrastructures ».



Jardinière avec capacité d'infiltration, rue du Faubourg-Saint-Antoine, Paris 12<sup>e</sup>

© Apur

## Les potentiels hors espace public : les propriétés publiques et privées

Pour la recherche de surfaces à déconnecter sur les parcelles publiques et privées, les espaces libres unitaires ont été identifiés comme principal potentiel. Ils permettent une gestion en surface avec infiltration, lorsqu'ils sont végétalisés, ou bien un stockage/évaporation, lorsqu'ils demeurent imperméables. On peut également y envisager la déconnexion des gouttières des bâtiments à proximité avec un rejet des eaux de toiture sur des espaces conçus pour gérer l'eau en surface.

gétalisation de cours et de toitures cumulées deviennent significatives en termes de gestion locale de l'eau. De même, Paris-Habitat réalise des jardins partagés dont la surface varie de 5 à 600 m<sup>2</sup>. Sur la base de ces retours d'expérience, le filtre initial a donc été élargi aux parcelles ayant un espace libre unitaire de 100 m<sup>2</sup>, celles-ci pouvant participer significativement à la déconnexion au réseau.

Les **cours d'écoles** relevant du patrimoine de la Ville de Paris ont également été intégrées au potentiel de déconnexion des parcelles. Outre la gestion des eaux pluviales, elles prennent une place importante dans la Stratégie de Résilience de Paris<sup>4</sup>, qui appelle à « transformer les cours d'écoles en « oasis », véritables îlots de fraîcheur ».

Les **surfaces des terrasses à fort potentiel de végétalisation** sont aussi un levier important de déconnexion. En fonction du type de végétalisation sur la toiture (extensif, semi-intensif, intensif), de l'épaisseur de substrat, elles peuvent infiltrer et/ou récupérer les eaux pluviales. Les actions menées par les bailleurs sociaux dans le cadre



Stockage de l'eau en surface avant évaporation, rue des Boulets, Paris 11<sup>e</sup>

© Apur

Un premier filtre a donc été créé pour ne retenir que les parcelles ayant un espace libre unitaire de plus de 200 m<sup>2</sup> et une surface bâtie inférieure à 50 % de la parcelle. Néanmoins, les entretiens menés avec les aménageurs et les bailleurs sociaux ont permis d'élargir ce filtre. Ils ont effectivement montré qu'ils intègrent déjà la désimpermeabilisation des sols et la récupération d'eau de pluie sur des espaces de moindre grandeur dans leurs projets. À titre d'exemple, sur les 38 projets de végétalisation menés par Elogie-Siemp sur son patrimoine, 14 prennent place sur une surface inférieure à 100 m<sup>2</sup>. Même modestes, ces emprises de vé-



Terrasses boulevard Suchet, Paris 16<sup>e</sup>



Jardin associatif sur le toit du gymnase des Vignolles, Paris, 20<sup>e</sup>

© G. Picard-Maire de Paris - DU

© ph. guignard@air-images.net



Cuves de stockage d'eau pluviale, ZAC de Boucicaud (gauche) et Philharmonie de Paris (droite)

Les cours d'école, un patrimoine au service de la résilience. Groupe scolaire Dussoubs Saint-Denis, Paris 2<sup>e</sup>

des opérations de réhabilitation et par les aménageurs dans les projets d'aménagement participent de cette dynamique.

Les **toitures de bâtiments** ne pouvant pas être végétalisées peuvent néanmoins contribuer à la déconnexion du réseau unitaire grâce à la récupération d'eaux de pluie (pour l'arrosage, le nettoyage, l'alimentation des sanitaires) ou par le rejet en surface (miroir d'eau, infiltration au sol...). Ces pratiques sont déjà à l'œuvre dans les projets d'aménagement. À titre d'exemple, différents dispositifs de gestion des eaux pluviales ont été mis en place sur la ZAC Boucicaud (SemPariSeine), selon la nature de chaque îlot. Une cuve de stockage a été installée pour l'îlot occupé par une pépinière d'entreprise dans l'optique d'un usage sanitaire, l'aménageur considérant que ce type d'usage est plus simple à développer pour du tertiaire. Les retours d'expérience ont montré que la cuve est utilisée dans son intégralité et témoigne donc du succès de cette pratique. Pour un autre îlot, une récupération avec rejet sur une surface infiltrante a été prévue. Ainsi, par une approche pragmatique des projets, différents dispositifs peuvent être prévus et rendus efficaces en fonction des contextes.

Ces estimations, ajustées suite aux retours d'expériences et avis des experts locaux, ont permis d'identifier qu'à Paris, le potentiel de déconnexion est considérable sur les parcelles publiques et privées. Les propriétaires y intègrent déjà des actions de désimperméabilisation des sols et de récupération/utilisation des eaux pluviales. Les politiques publiques mises en place (Permis de végétaliser, Parisculteurs, Du vert près de chez moi...) témoignent aussi du potentiel des nouvelles pratiques des Parisiens qui impactent, même indirectement, la gestion des eaux pluviales. La création de dispositifs d'incitation financière proposés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie, la Ville de Paris ou bien la Région Ile-de-France vont également dans le sens d'une gestion locale et partagée entre de nombreux acteurs. Le développement et la diversification de ces aides devraient encore permettre de déconnecter de nombreux espaces au-delà du cadre strictement réglementaire du Plan ParisPluie.

Plantations issues du Permis de végétaliser, boulevard de Charonne Paris 20<sup>e</sup>

---

ANNEXES

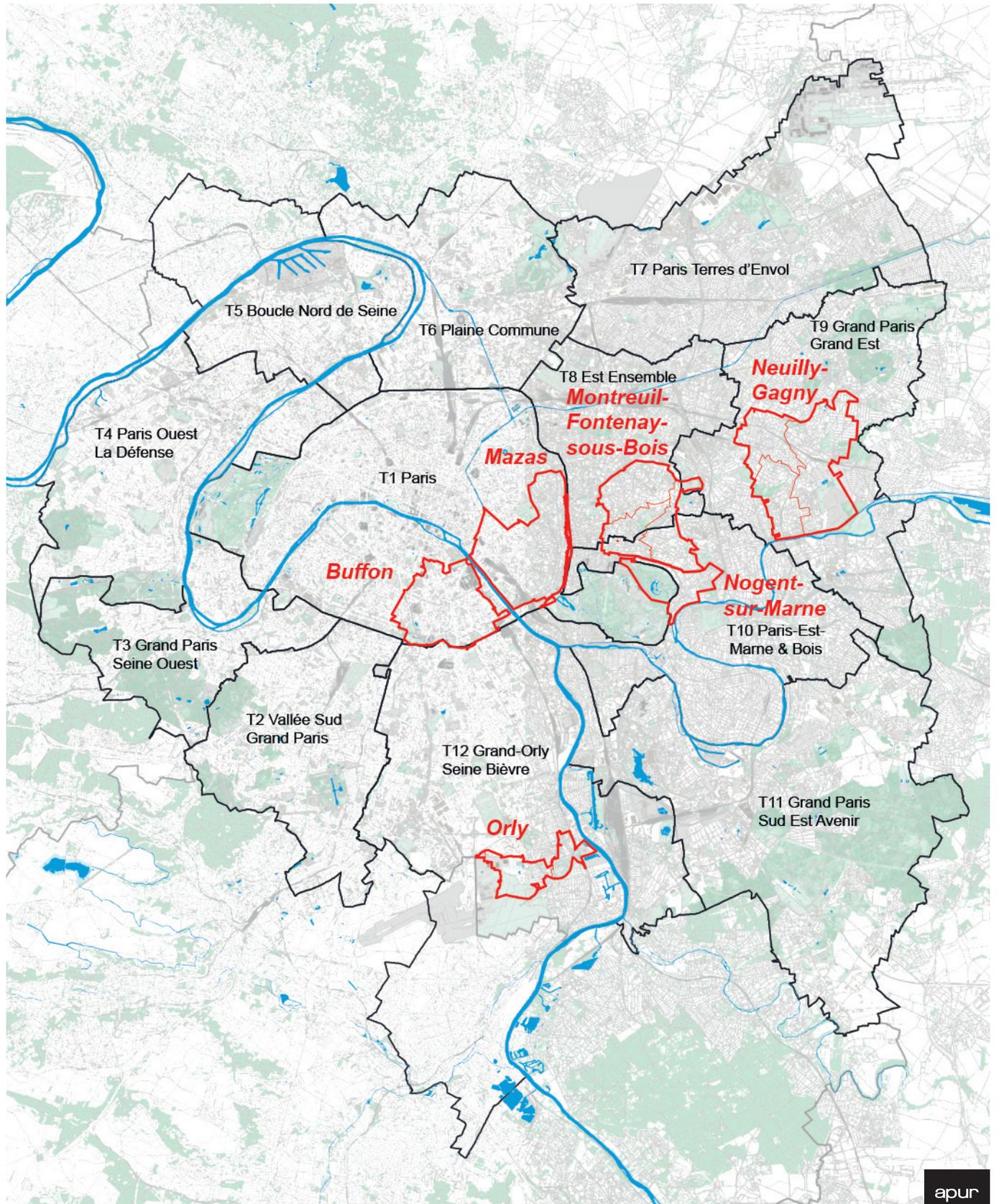
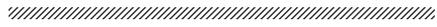
---

CARTOGRAPHIES DE DEUX BASSINS VERSANTS  
**PARISIENS**



© Apur

## LES 6 BASSINS VERSANTS MÉTROPOLITAINS ÉTUDIÉS



-  Bassins versants
-  Sous bassins versants
-  Métropole du Grand Paris

# Mode d'élaboration des cartes

## Espaces bâtis et non bâtis

La cartographie des espaces bâtis et non bâtis a été obtenue, à partir des données du Système d'Information Géographique (SIG) de l'Apur, par un croisement des parcelles et des emprises bâties. Ce premier niveau de lecture permet de distinguer des surfaces au potentiel différents en matière d'infiltration. Les espaces non bâtis peuvent ensuite être caractérisés en surface (pour Paris un filtre de 100 m<sup>2</sup> minimum d'emprise unitaire a été retenu pour la sélection des parcelles) et en occupation (espaces non bâtis plantés ou non plantés).

## La végétation

Le traitement d'images de photos aériennes à haute résolution (Modèle Numérique de Terrain — MNT, Modèle Numérique d'Élévation — MNE et photo proche infrarouge) sur le territoire de la métropole a permis d'extraire la végétation et sa hauteur de façon très précise au pas de 50 cm.

**Les emprises de la végétation** sont équivalentes à une vue aérienne, elles incluent donc la couronne des arbres.

Ces informations, mobilisables dans un SIG, donnent ainsi la possibilité d'interpréter qualitativement et/ou quantitativement ces données.

Afin de connaître la répartition de la végétation sur un territoire et la place qu'elle occupe dans l'espace, **les hauteurs de la végétation** sont réparties en trois classes symbolisées par un dégradé de vert sur les cartes : herbacées, arbustives et arborées. Cette distinction constitue un outil pour apprécier la qualité de la végétation en matière de biodiversité, mais aussi en matière d'évapotranspiration.

La connaissance précise de la couverture végétale permet aussi de faire des calculs statistiques et donc des compa-

raisons chiffrées entre différents types d'espaces. **Le taux de végétation** est obtenu en calculant le rapport entre la surface occupée par la végétation et celle des parcelles.

À l'issue de ce traitement, on obtient un résultat détaillé et exhaustif sur l'ensemble des bassins versants en faisant apparaître les espaces végétalisés.

Ces statistiques sont des éléments qui contribuent à enrichir la connaissance sur les formes que peuvent prendre la protection et le développement de la couverture végétale.

## Espaces plantés publics et privés

Grâce au SIG, l'Apur a mis en relation les informations issues de la télédétection avec un ensemble de données spatiales. Cela a permis de classer la végétation en fonction de la propriété des terrains et de leurs usages. En croisant l'image des hauteurs de la végétation avec différents périmètres (cimetières, espaces verts, terrains de sport, infrastructures de transport et de voirie), il a été possible de distinguer et d'extraire d'une part, la végétation appartenant à des propriétaires publics et ayant un usage public (symbolisée par un dégradé de couleurs du jaune au rouge) et d'autre part, la végétation localisée dans des terrains privés ou d'usage privé (dégradé de tons bleus). Le résultat fait apparaître la part relative des espaces plantés publics et privés sur la métropole.

## Emprises au sol du bâti et de la végétation en 2005 et 2015

La comparaison des emprises au sol des bâtiments et de l'état de la végétation en 2005 et 2015, est obtenue à partir des MNT, MNE et photos proche infrarouge de ces deux années permet de préciser l'occupation du sol et de dégager des tendances en termes d'imperméabilisation et de désimperméabilisation.

## Morphologie urbaine

Cette carte est obtenue par le croisement de plusieurs informations.

Les traitements d'images ont permis de constituer une image raster des hauteurs des bâtiments. Le croisement de cette information avec les emprises des bâtiments issues de la base de données SIG de l'Apur a permis le calcul de leur hauteur moyenne.

Une classification des bâtiments est ensuite obtenue en croisant la hauteur et la surface au sol de chaque bâtiment. Cette classification montre une cohérence par grands territoires, mais aussi les lieux de rupture, la prédominance du pavillonnaire en rose dans certaines zones, les emprises de type industriel couleur pomme, centres-villes en marron... Cette approche cartographique a surtout été exploitée pour les bassins versants hors Paris.

Les grandes catégories de propriétaires La cartographie des principaux propriétaires des parcelles publiques et privées a été obtenue à partir des données APUR et de la Direction Générale des Impôts (DGI). Sont identifiés les parcelles d'État, des hôpitaux et des Congrégation religieuses, celles de la Ville de Paris, celles des principaux bailleurs sociaux. Pour Paris, le taux de végétation a été précisé pour les parcelles ayant un espace libre unitaire de plus de 100 m<sup>2</sup>.

## Les projets d'aménagement

La cartographie des projets d'aménagement a été élaborée à partir de la Base de Données Projets de l'Apur. Elle recense l'ensemble des projets d'aménagement urbain à l'échelle métropolitaine à partir de données récoltées auprès des communes, des départements et des territoires métropolitains.

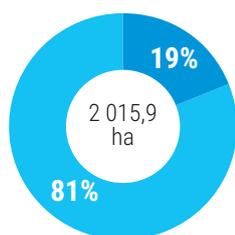


# Cartographies de deux bassins versants parisiens

## Principales occupations des sols des deux bassins versants (Buffon et Mazas)

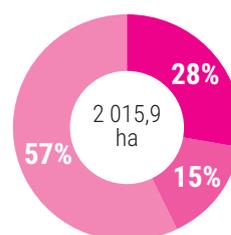
Surface totale des deux bassins versants retenus : 2 015,9 ha

Part des territoires en projets



- Projets d'aménagement sur les deux bassins versants (2018-2024)
- Surface hors projets sur les deux bassins versants

Grandes catégories publiques et privées



- Espaces publics de voirie
- Parcelles publiques
- Parcelles privées

## En fonction des types d'emprise au sol (espace bâti, espace libre planté et non planté)

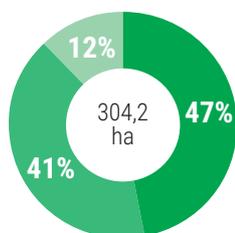
Un large panel de solutions de gestion locale des eaux pluviales est possible.

Pour plus de détails sur ces techniques, se reporter à l'étude de l'Apur

« Préservation et valorisation de la ressource en eau brute – Une gestion parisienne des eaux pluviales » (2015).

Parcelles publiques

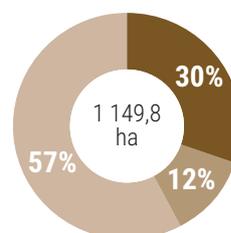
(jardins, cimetières, infrastructures SNCF, terrains de sport)



- Surface des espaces libres plantés
- Surface des espaces libres non plantés
- Emprise au sol des bâtiments

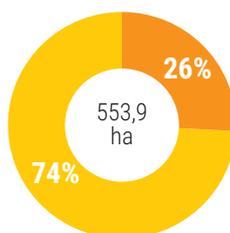
Parcelles privées

(Ville de Paris, État, APHP, congrégations, bailleurs sociaux, copropriétés, autres)



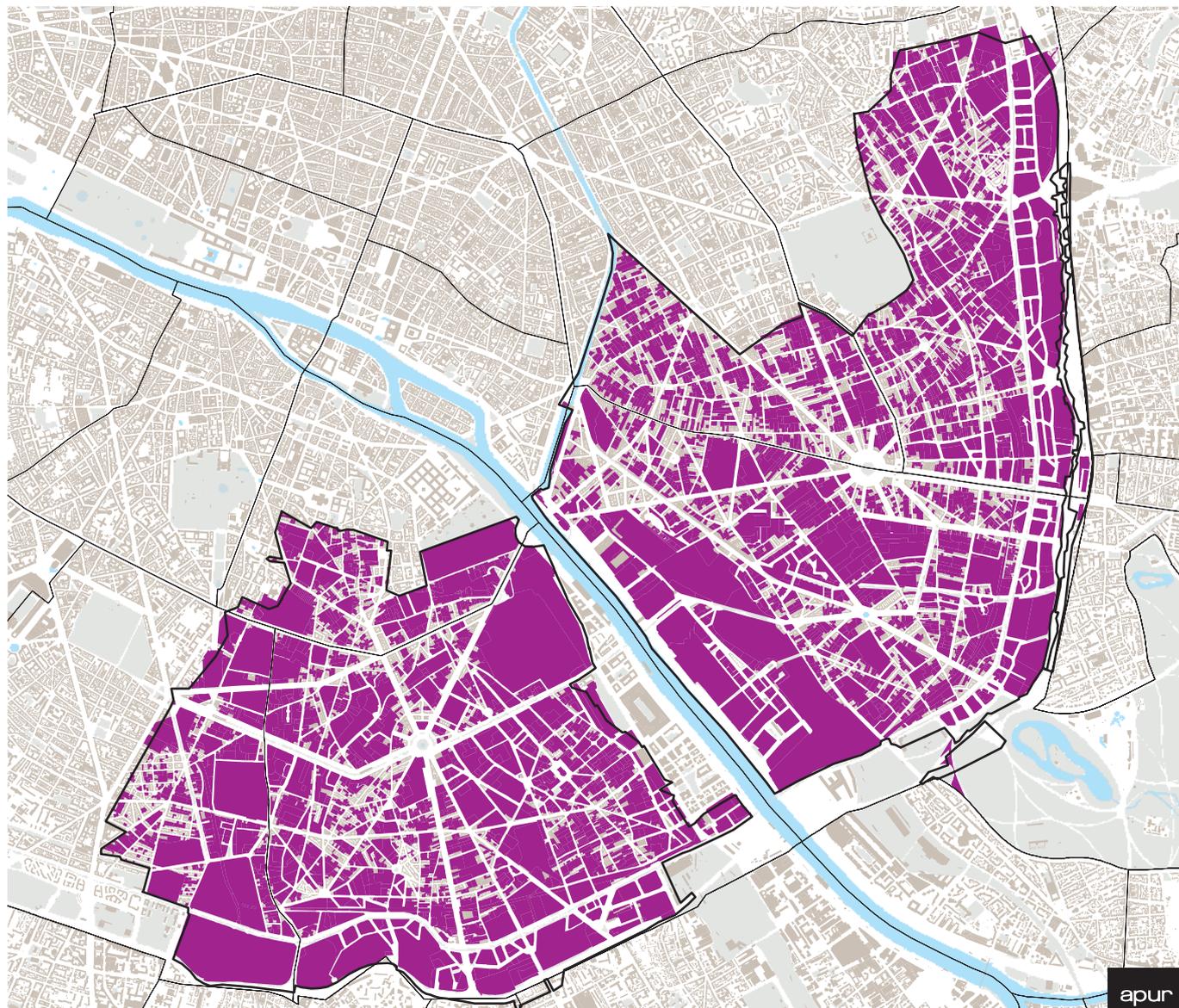
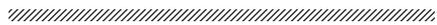
- Surface des espaces libres plantés
- Surface des espaces libres non plantés
- Emprise au sol des bâtiments

Espaces publics de voirie



- Surfaces plantées
- Surfaces non plantées

## PARCELLES AYANT UN ESPACE LIBRE DE PLUS 100 M<sup>2</sup>

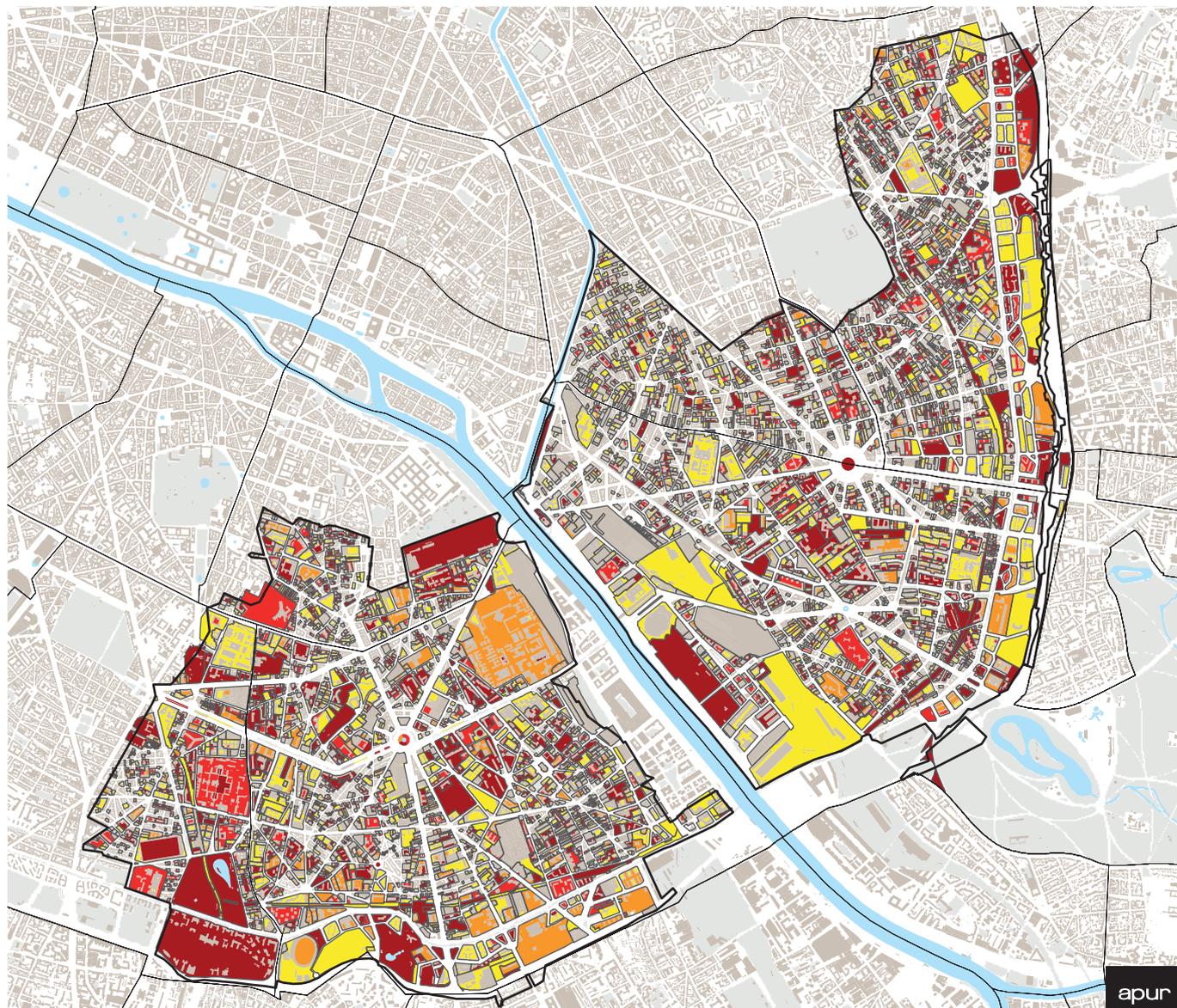
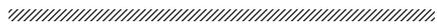


- Parcelles sélectionnées
- Bassin versant

Sources : Apur - DGI

apur

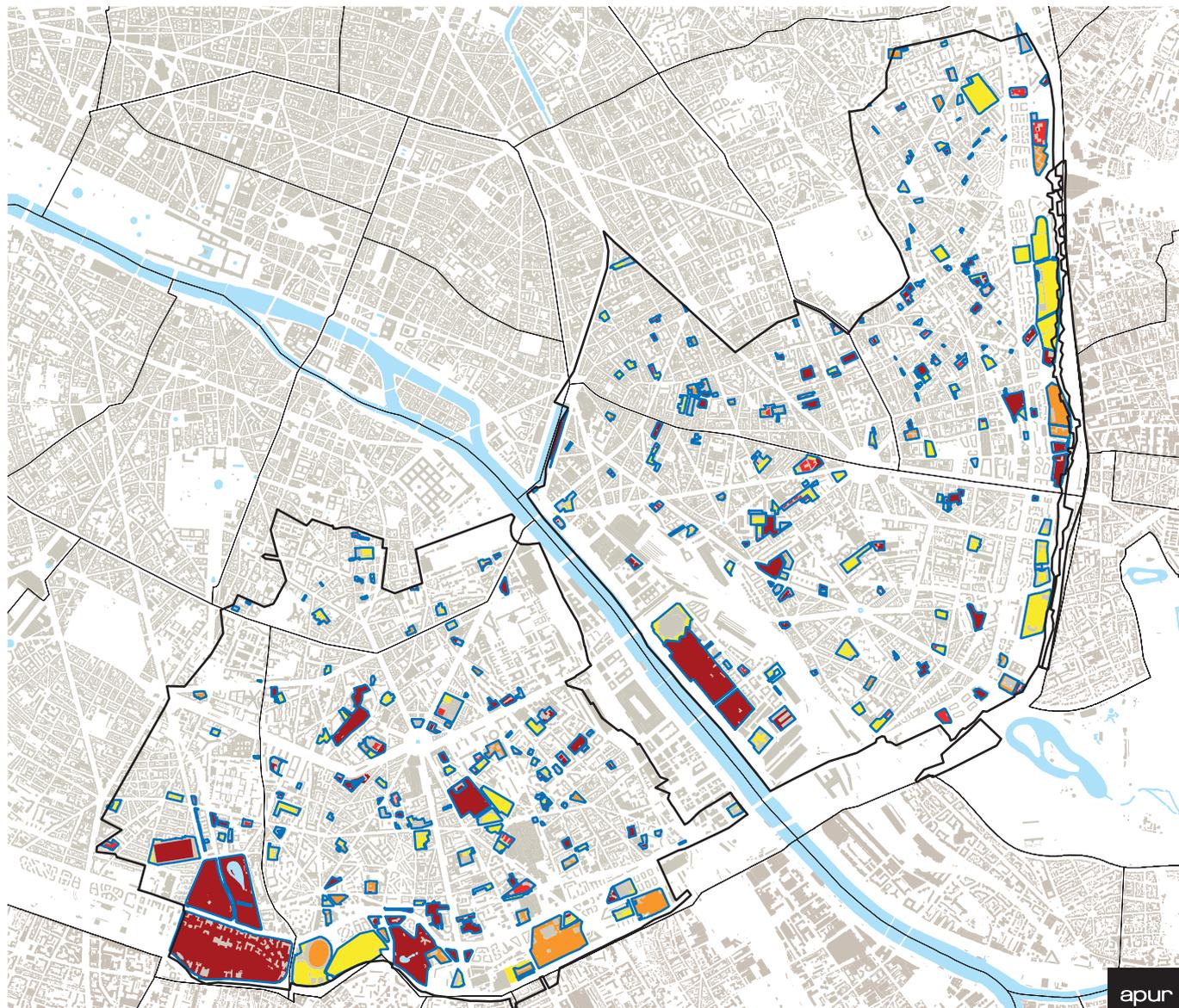
## TAUX DE VÉGÉTATION DANS LES ESPACES LIBRES DE PLUS DE 100 M<sup>2</sup>



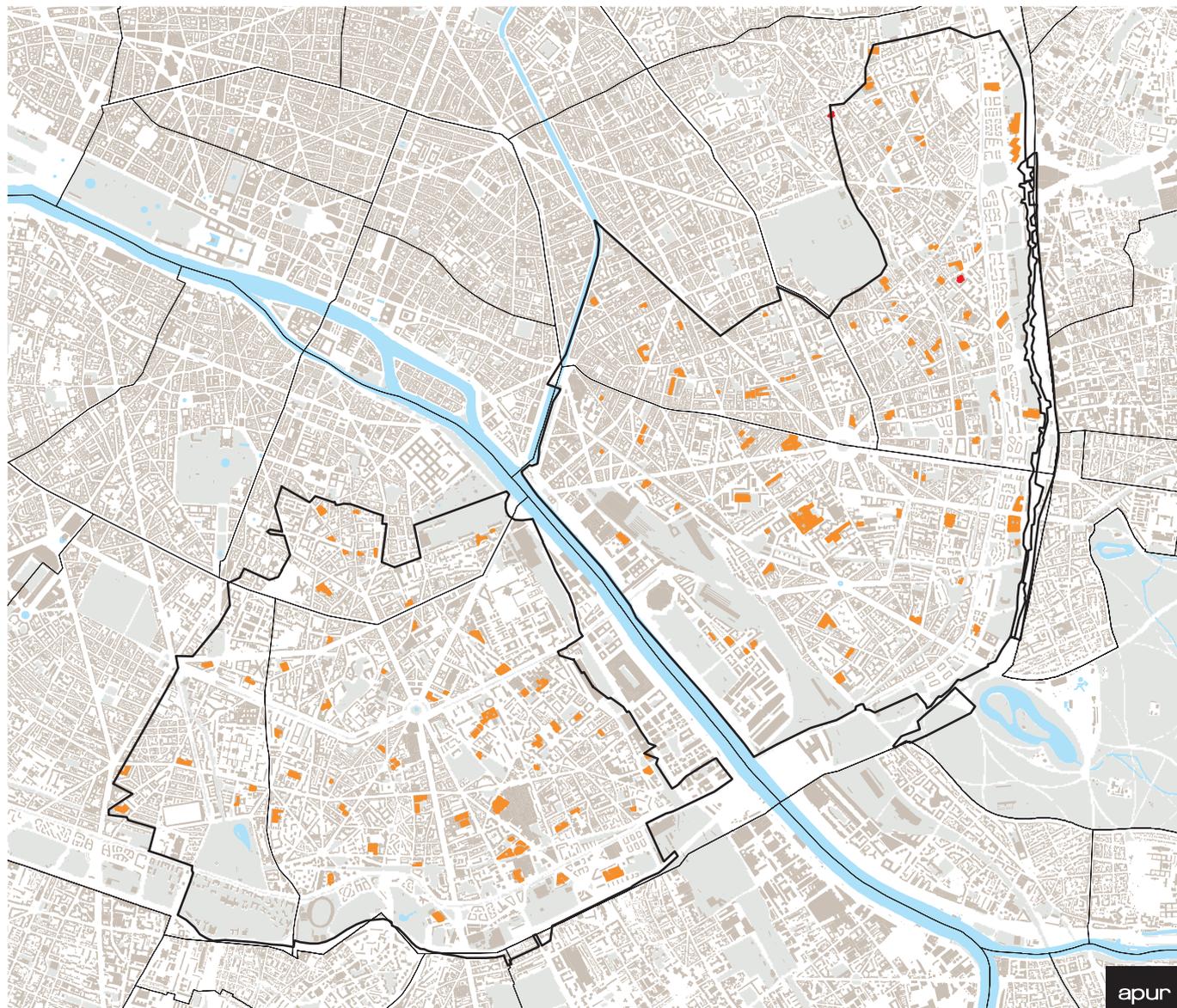
Bassin versant

Sources : Apur - DGI  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

## ESPACES LIBRES DE PLUS DE 100 M<sup>2</sup> SITUÉS DANS LES PARCELLES « VILLE DE PARIS »

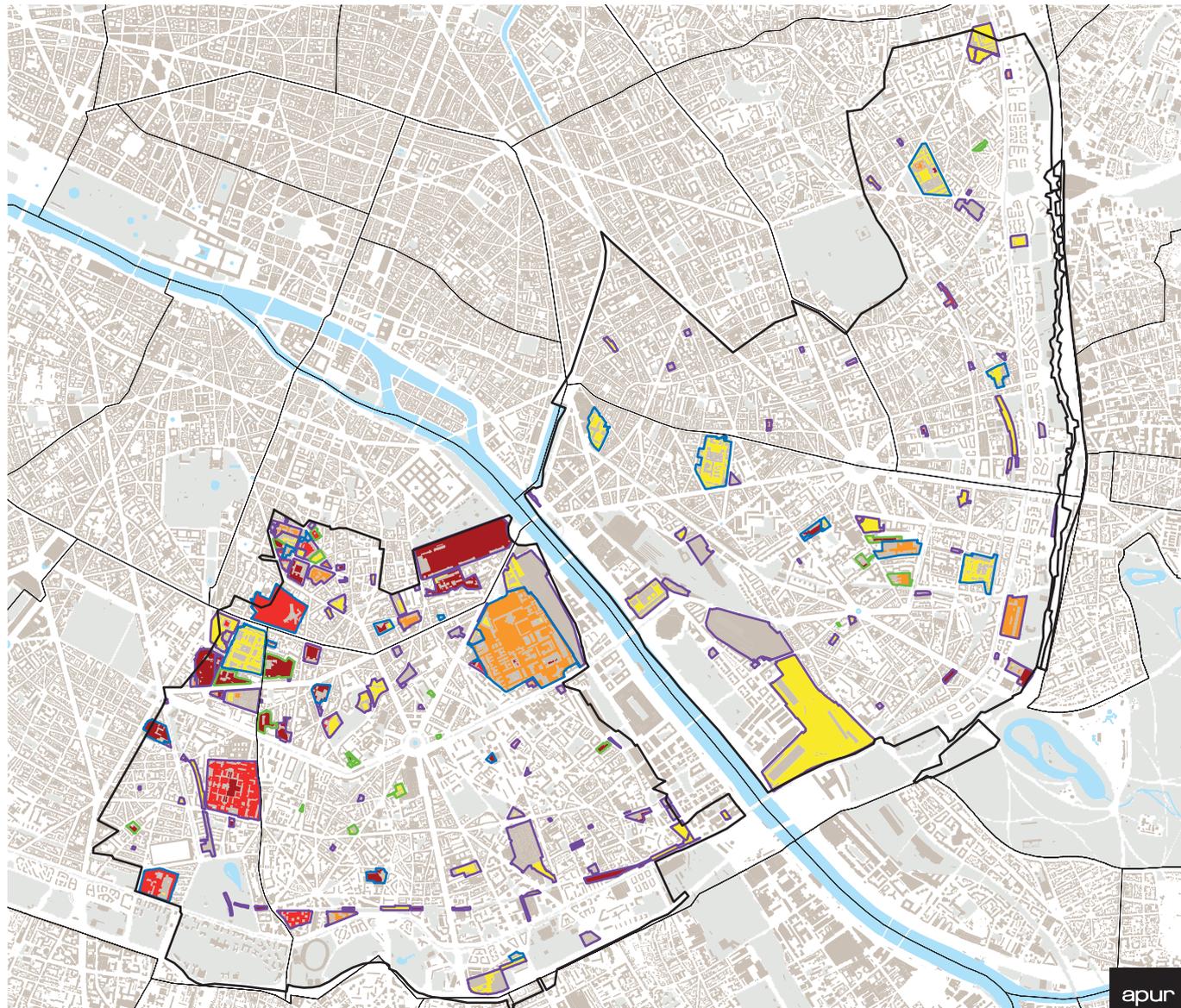


## LES COURS D'ÉCOLES



Source : Apur

## ESPACES LIBRES DE PLUS DE 100 M<sup>2</sup> SITUÉS DANS LES CONGRÉGATIONS, HÔPITAUX, PARCELLES D'ÉTAT



### Types de parcelles

- Hôpitaux
- Congrégations religieuses
- État

### Taux de végétation des espaces libres de plus de 100m<sup>2</sup> situés dans les congrégations, hôpitaux, parcelles d'État

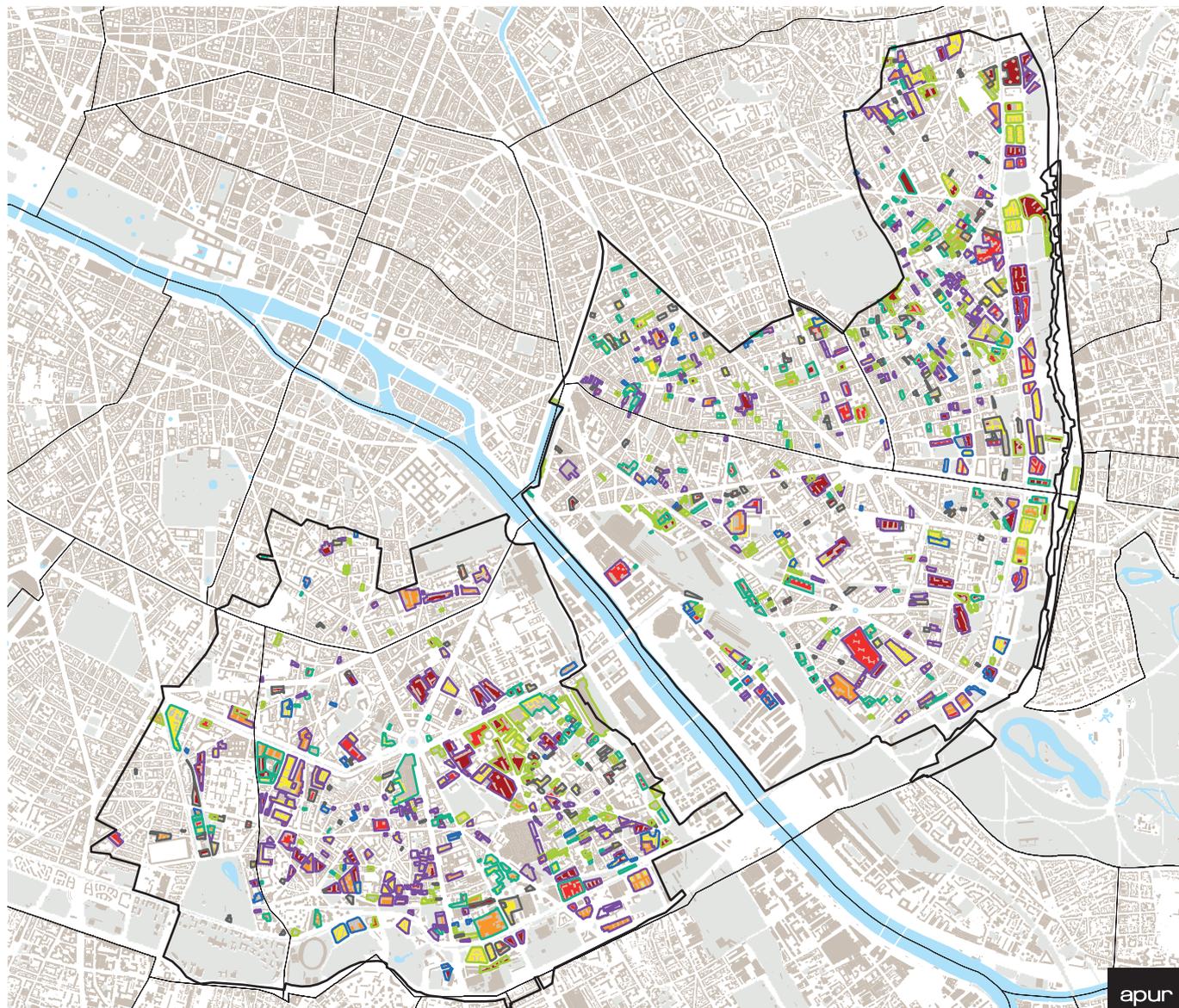
- Moins de 5 %
- De 40 à 50 %
- Plus de 60 %
- De 5 à 40 %
- De 50 à 60 %

- Bassin versant

Sources : Apur - DGI

Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

## ESPACES LIBRES DE PLUS DE 100 M<sup>2</sup> SITUÉS DANS LES PARCELLES APPARTENANT À UN BAILLEUR SOCIAL



### Types de parcelles



### Taux de végétation des espaces libres de plus de 100m<sup>2</sup> situés dans les parcelles appartenant à un bailleur social



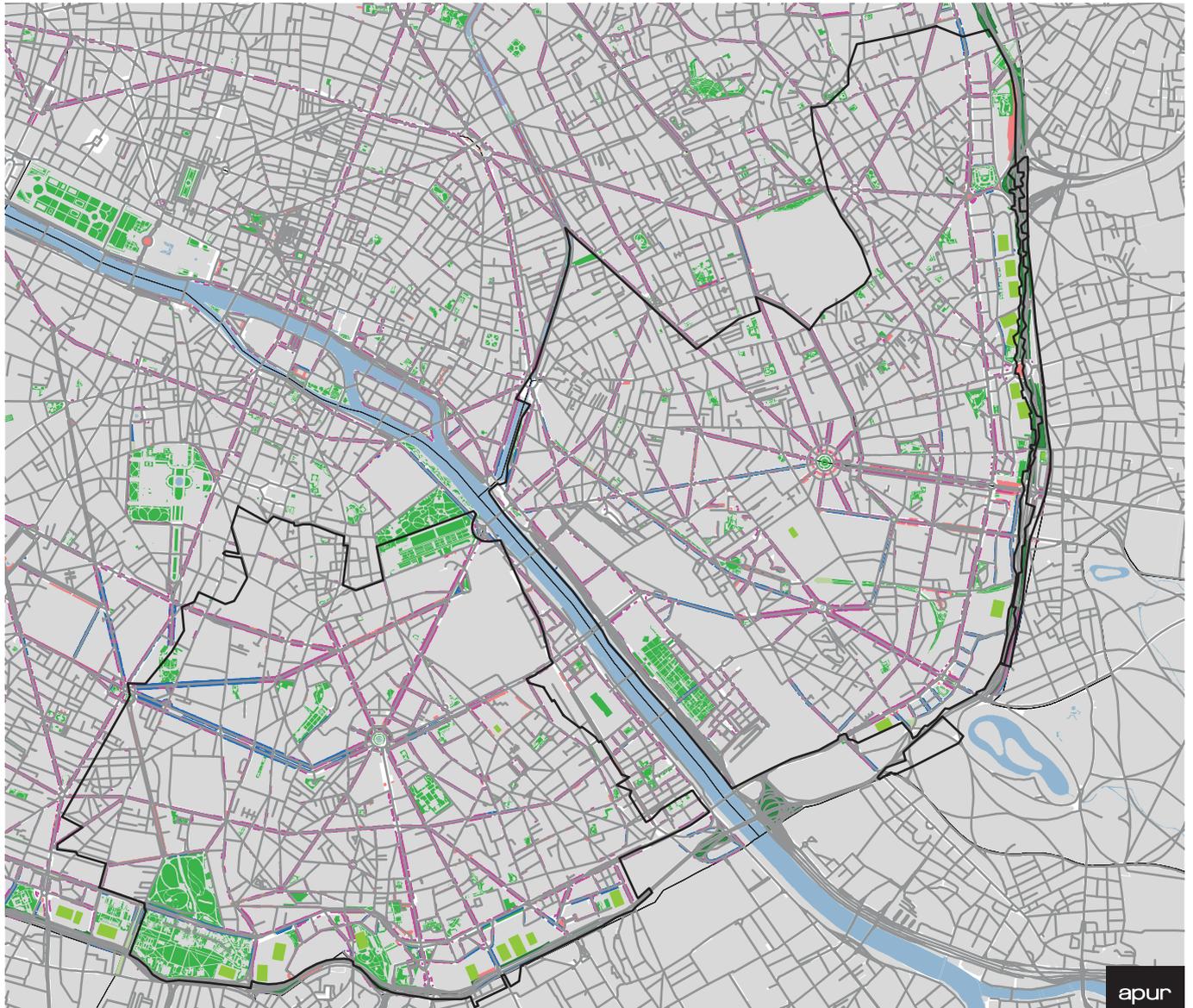
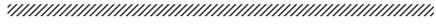
Bassin versant

\* Immobilière 3F, Sablière, Efidis, Société Nationale Immobilière, Logement Francilien, Batigère

Sources : Apur - DGI

Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

## POTENTIEL D'ALIGNEMENT PERMÉABILISABLE



### Potentiel d'espaces perméables sur espace public

 Potentiel d'alignement perméabilisable

### Type d'espace existant

 Linéaire de pieds d'arbres continus

 Espace vert (hors allées)

 Terrain de football, rugby

 Espace de voirie végétalisé

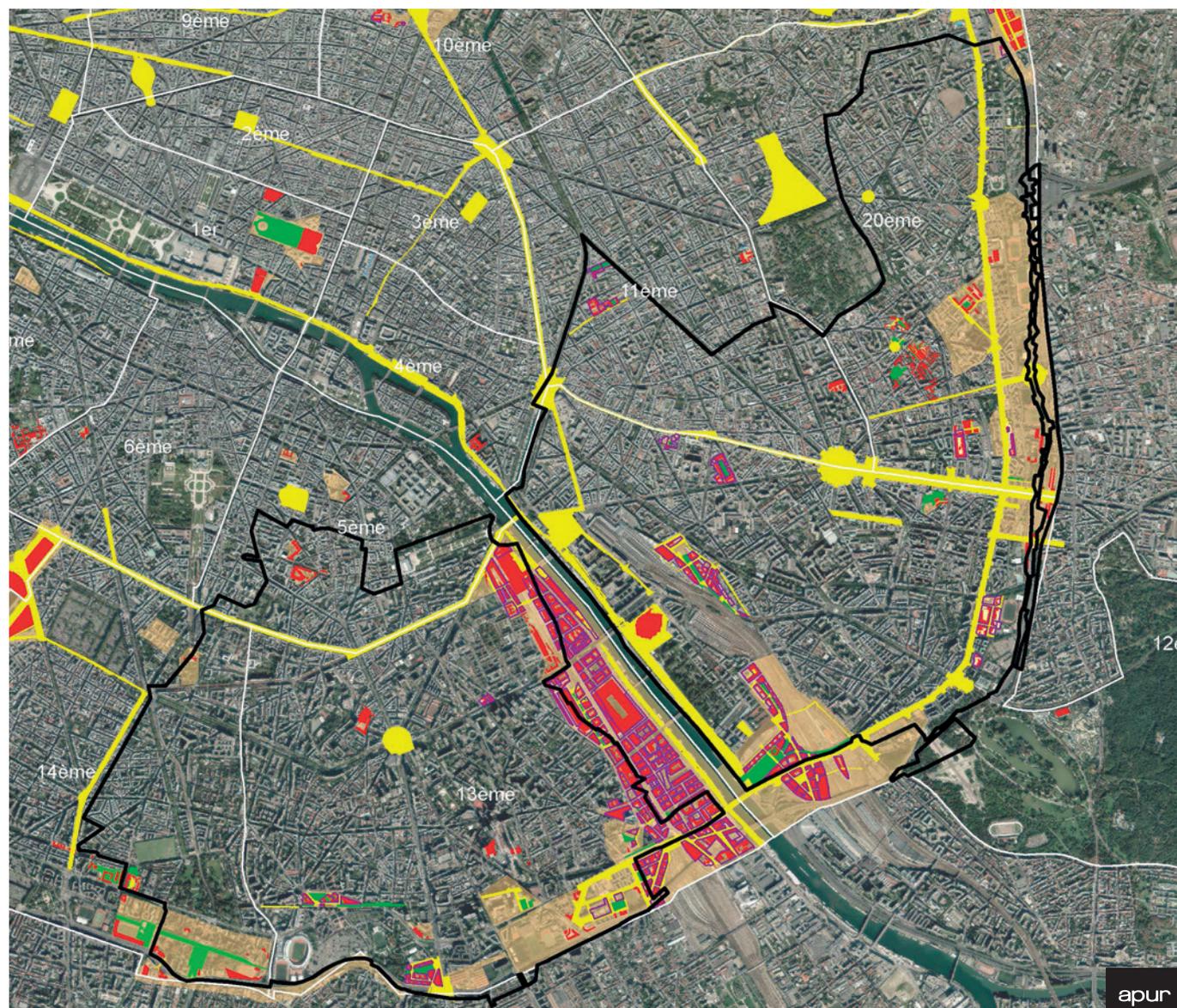
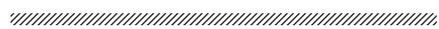
 Jardinière, espace planté

 Talus

 Bassin versant

Sources : Apur - DVD - DEVE 2017

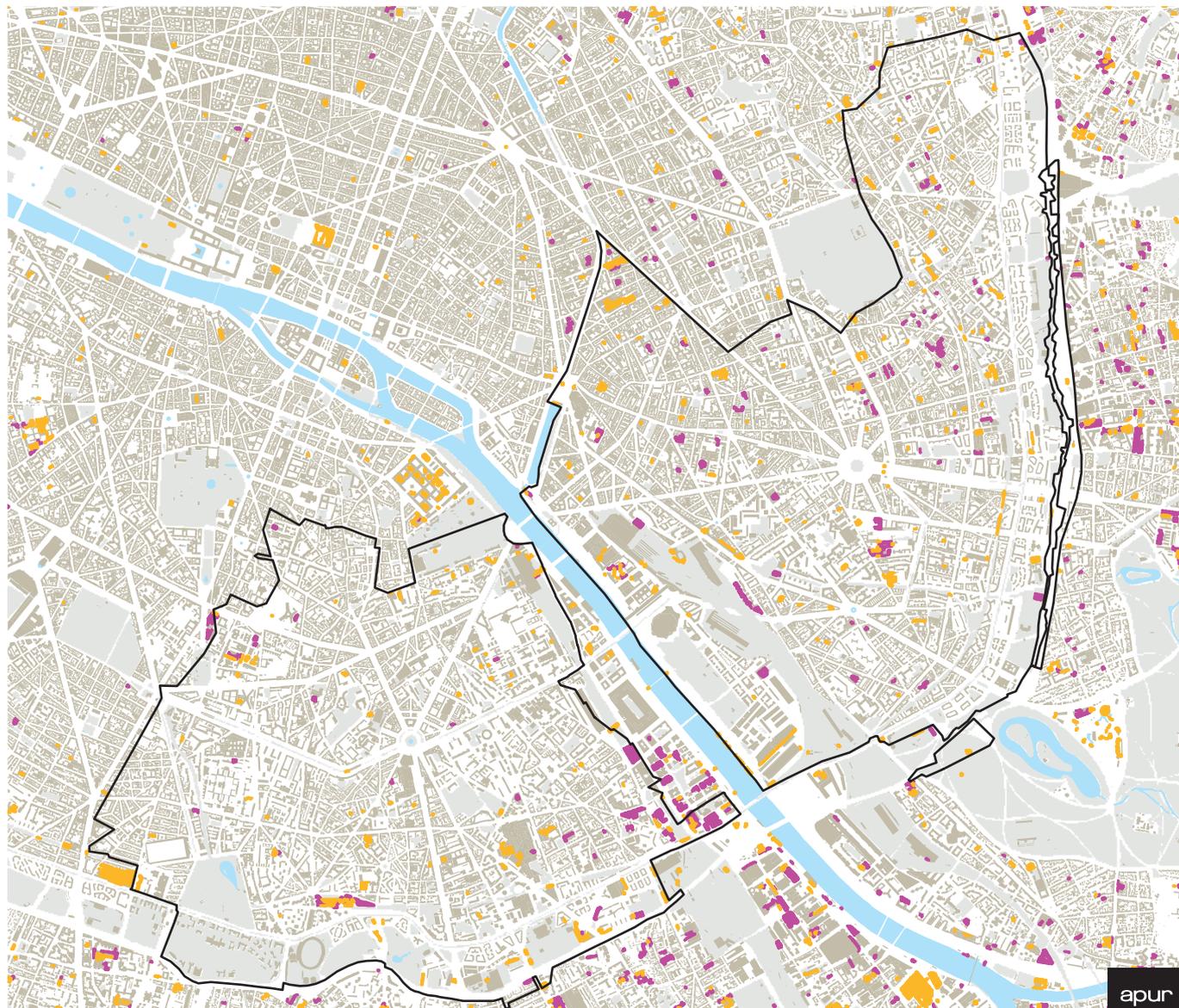
PROJETS D'AMÉNAGEMENT ET DE RÉNOVATION D'ESPACE PUBLIC RÉCENTS ET À VENIR



- Lot
- Espace libre privé
- Espace vert privé
- Périmètre d'opération
- Bâtiment
- Espace libre public
- Espace vert public
- Bassin versant

Sources : Nouveau Grand Paris mars 2013, Protocole État Région juillet 2013, Projet de PDUIF janvier 2012, Projet de SDRIF octobre 2013, STIF, EPA ORSA (TZen5)  
 Photo aérienne - 2015 - (c) Aérodata

## COMPARAISON DE L'EMPRISE AU SOL DES BÂTIMENTS EN 2005 ET 2015



 Présence de bâtiments en 2005, absence de bâtiments en 2015

 Absence de bâtiments en 2005, présence de bâtiments en 2015

 Bassin versant

Sources : Apur  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2005 - (c) InterAtlas  
2015 - (c) Aérodata

## COMPARAISON DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION EN 2005 ET 2015



Présence de végétation en 2005, absence de végétation en 2015
  Absence de végétation en 2005, présence de végétation en 2015

### Végétation inchangée, hauteur

Moins de 1 m
  Plus de 10 m  
 De 1 à 10 m

Bassin versant

Sources : Apur  
 Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2005 - (c) InterAtlas  
 2015 - (c) Aérodata



---

ANNEXES

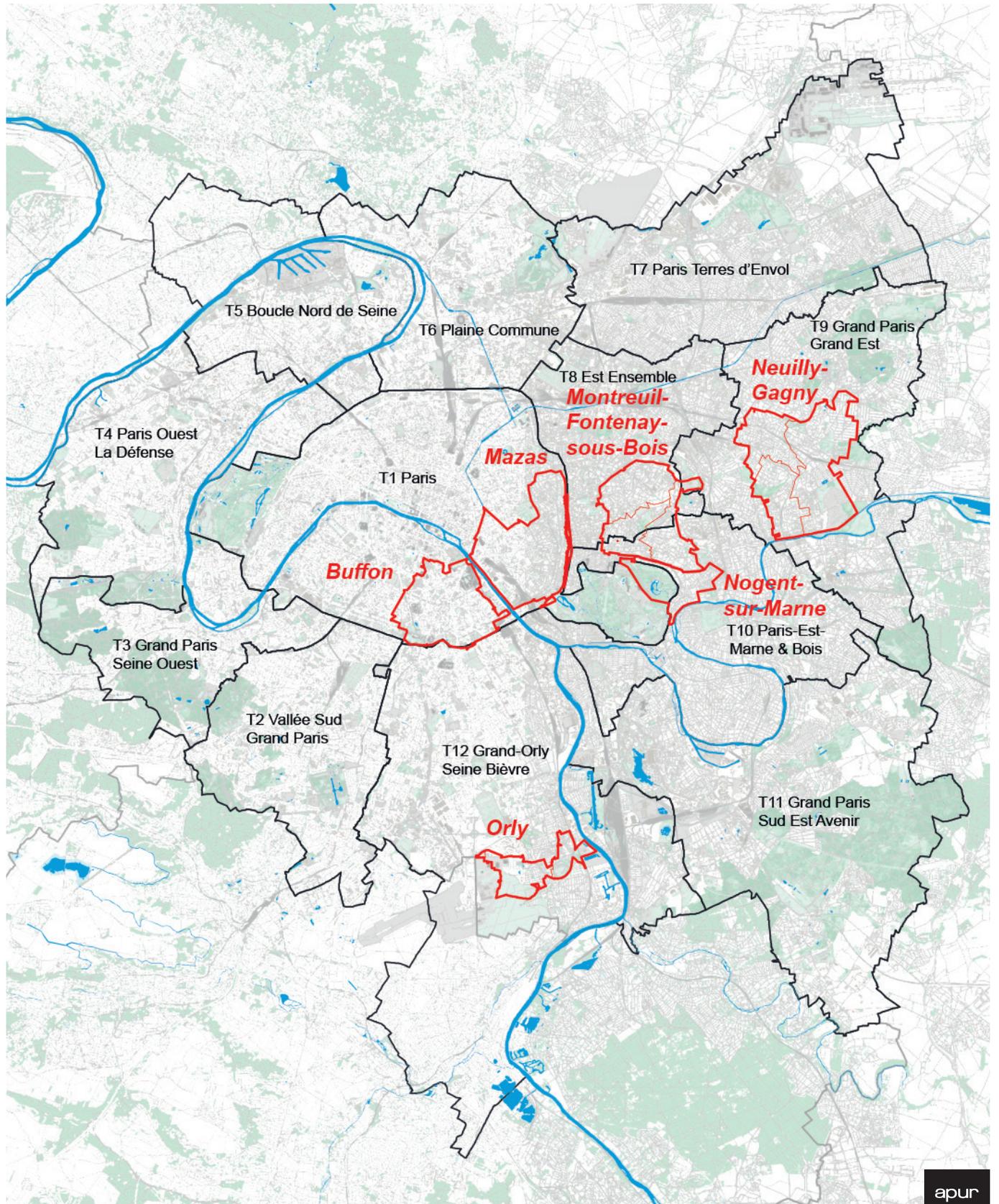
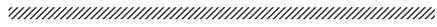
---

CARTOGRAPHIES DE QUATRE BASSINS VERSANTS  
**MÉTROPOLITAINS**



© Apur

## LES 6 BASSINS VERSANTS MÉTROPOLITAINS ÉTUDIÉS



- Bassins versants
- Sous bassins versants
- Métropole du Grand Paris

## Mode d'élaboration des cartes

### Espaces bâtis et non bâtis

La cartographie des espaces bâtis et non bâtis a été obtenue, à partir des données du Système d'Information Géographique (SIG) de l'Apur, par un croisement des parcelles et des emprises bâties. Ce premier niveau de lecture permet de distinguer des surfaces au potentiel différents en matière d'infiltration. Les espaces non bâtis peuvent ensuite être caractérisés en surface (pour Paris un filtre de 100 m<sup>2</sup> minimum d'emprise unitaire a été retenu pour la sélection des parcelles) et en occupation (espaces non bâtis plantés ou non plantés).

### La végétation

Le traitement d'images de photos aériennes à haute résolution (Modèle Numérique de Terrain — MNT, Modèle Numérique d'Élévation — MNE et photo proche infrarouge) sur le territoire de la métropole a permis d'extraire la végétation et sa hauteur de façon très précise au pas de 50 cm.

**Les emprises de la végétation** sont équivalentes à une vue aérienne, elles incluent donc la couronne des arbres.

Ces informations, mobilisables dans un SIG, donnent ainsi la possibilité d'interpréter qualitativement et/ou quantitativement ces données.

Afin de connaître la répartition de la végétation sur un territoire et la place qu'elle occupe dans l'espace, **les hauteurs de la végétation** sont réparties en trois classes symbolisées par un dégradé de vert sur les cartes : herbacées, arbustives et arborées. Cette distinction constitue un outil pour apprécier la qualité de la végétation en matière de biodiversité, mais aussi en matière d'évapotranspiration.

La connaissance précise de la couverture végétale permet aussi de faire des calculs statistiques et donc des compa-

raisons chiffrées entre différents types d'espaces. **Le taux de végétation** est obtenu en calculant le rapport entre la surface occupée par la végétation et celle des parcelles.

À l'issue de ce traitement, on obtient un résultat détaillé et exhaustif sur l'ensemble des bassins versants en faisant apparaître les espaces végétalisés.

Ces statistiques sont des éléments qui contribuent à enrichir la connaissance sur les formes que peuvent prendre la protection et le développement de la couverture végétale.

### Espaces plantés publics et privés

Grâce au SIG, l'Apur a mis en relation les informations issues de la télédétection avec un ensemble de données spatiales. Cela a permis de classer la végétation en fonction de la propriété des terrains et de leurs usages. En croisant l'image des hauteurs de la végétation avec différents périmètres (cimetières, espaces verts, terrains de sport, infrastructures de transport et de voirie), il a été possible de distinguer et d'extraire d'une part, la végétation appartenant à des propriétaires publics et ayant un usage public (symbolisée par un dégradé de couleurs du jaune au rouge) et d'autre part, la végétation localisée dans des terrains privés ou d'usage privé (dégradé de tons bleus). Le résultat fait apparaître la part relative des espaces plantés publics et privés sur la métropole.

### Emprises au sol du bâti et de la végétation en 2005 et 2015

La comparaison des emprises au sol des bâtiments et de l'état de la végétation en 2005 et 2015, est obtenue à partir des MNT, MNE et photos proche infrarouge de ces deux années permet de préciser l'occupation du sol et de dégager des tendances en termes d'imperméabilisation et de désimperméabilisation.

### Morphologie urbaine

Cette carte est obtenue par le croisement de plusieurs informations.

Les traitements d'images ont permis de constituer une image raster des hauteurs des bâtiments. Le croisement de cette information avec les emprises des bâtiments issues de la base de données SIG de l'Apur a permis le calcul de leur hauteur moyenne.

Une classification des bâtiments est ensuite obtenue en croisant la hauteur et la surface au sol de chaque bâtiment. Cette classification montre une cohérence par grands territoires, mais aussi les lieux de rupture, la prédominance du pavillonnaire en rose dans certaines zones, les emprises de type industriel couleur pomme, centres-villes en marron... Cette approche cartographique a surtout été exploitée pour les bassins versants hors Paris.

Les grandes catégories de propriétaires La cartographie des principaux propriétaires des parcelles publiques et privées a été obtenue à partir des données APUR et de la Direction Générale des Impôts (DGI). Sont identifiés les parcelles d'État, des hôpitaux et des Congrégation religieuses, celles de la Ville de Paris, celles des principaux bailleurs sociaux. Pour Paris, le taux de végétation a été précisé pour les parcelles ayant un espace libre unitaire de plus de 100 m<sup>2</sup>.

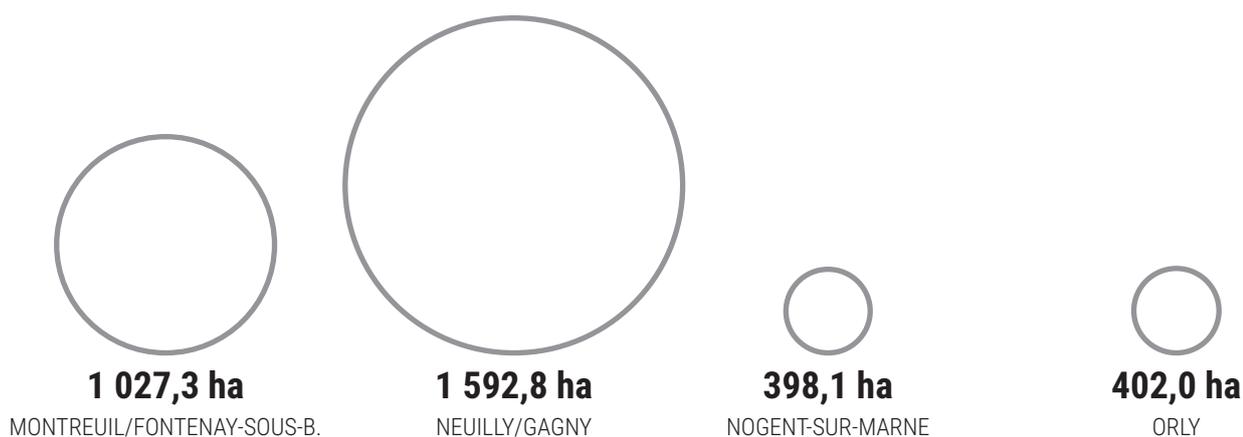
### Les projets d'aménagement

La cartographie des projets d'aménagement a été élaborée à partir de la Base de Données Projets de l'Apur. Elle recense l'ensemble des projets d'aménagement urbain à l'échelle métropolitaine à partir de données récoltées auprès des communes, des départements et des territoires métropolitains.

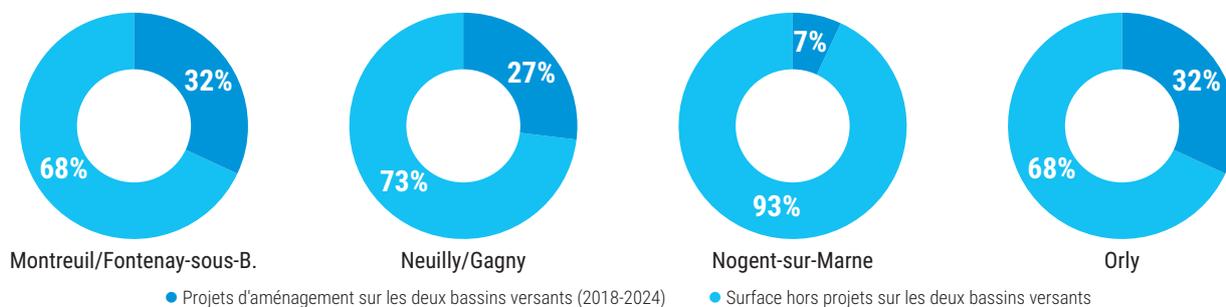
# Cartographies de quatre bassins versants métropolitains

## Principales occupations des sols des quatre bassins versants

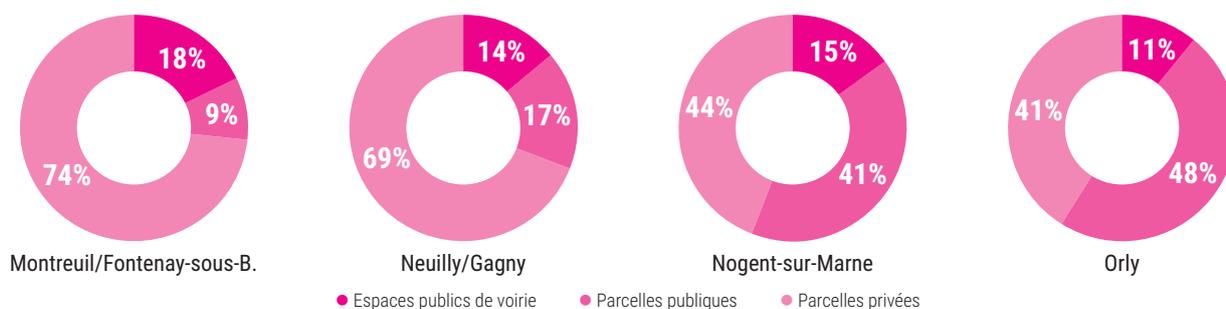
Surface totale des quatre bassins versants retenus : 3 417,2 ha



### Part des territoires en projets



### Grandes catégories publiques et privées



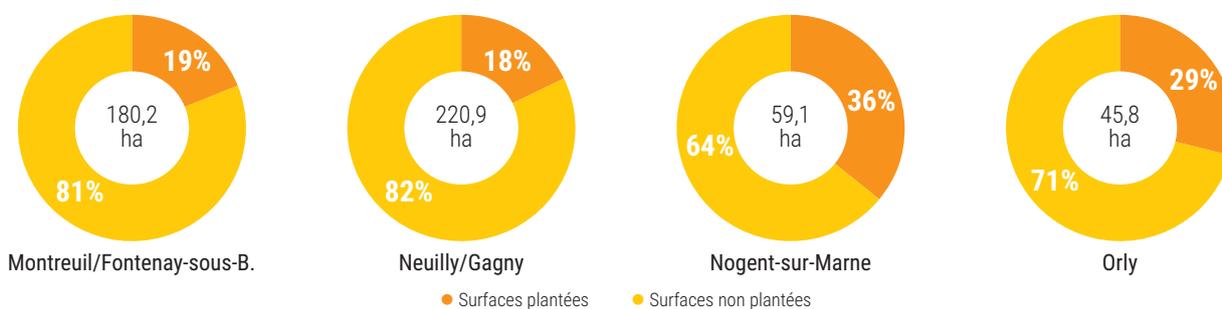
## En fonction des types d'emprise au sol (espace bâti, espace libre planté et non planté)

Un large panel de solutions de gestion locale des eaux pluviales est possible.

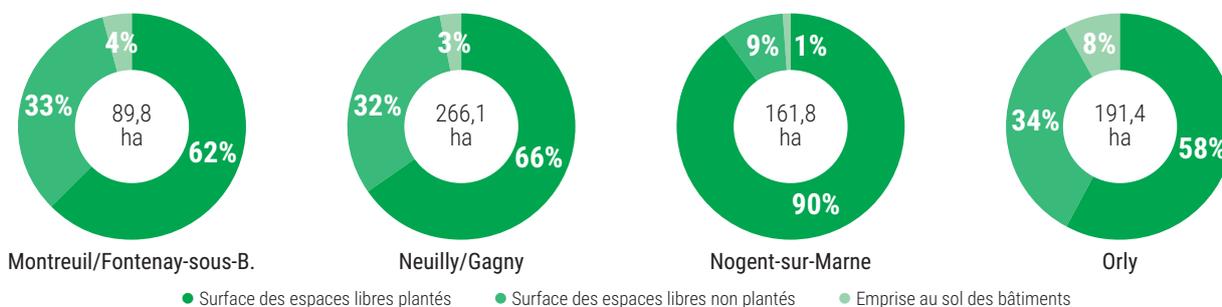
Pour plus de détails sur ces techniques, se reporter à l'étude de l'Apur

« Préservation et valorisation de la ressource en eau brute – Une gestion parisienne des eaux pluviales » (2015).

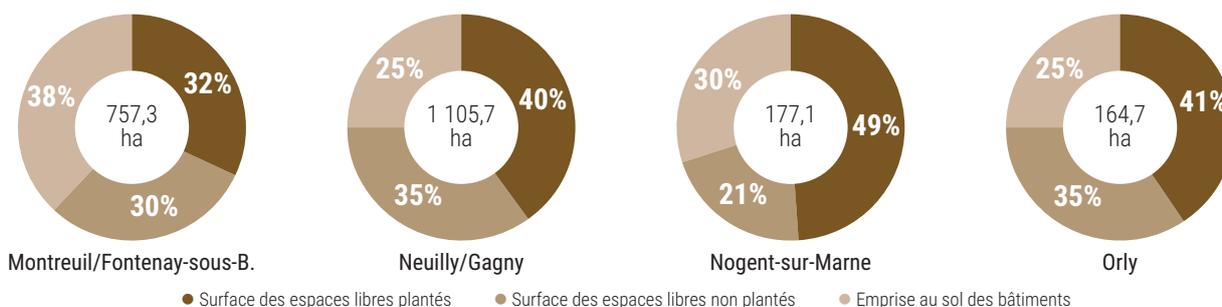
### Espaces publics de voirie



### Parcelles publiques (jardins, cimetières, infrastructures SNCF, terrains de sport)



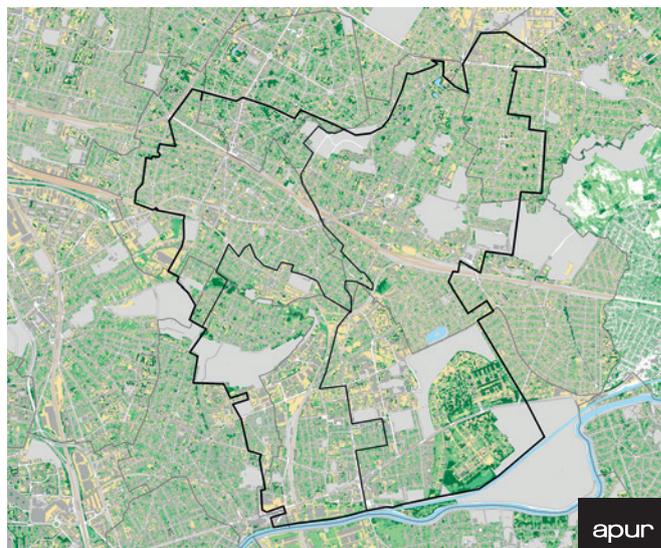
### Parcelles privées (Ville de Paris, État, APHP, congrégations, bailleurs sociaux, copropriétés, autres)



## BÂTIMENTS, ESPACES LIBRES ET VÉGÉTATION



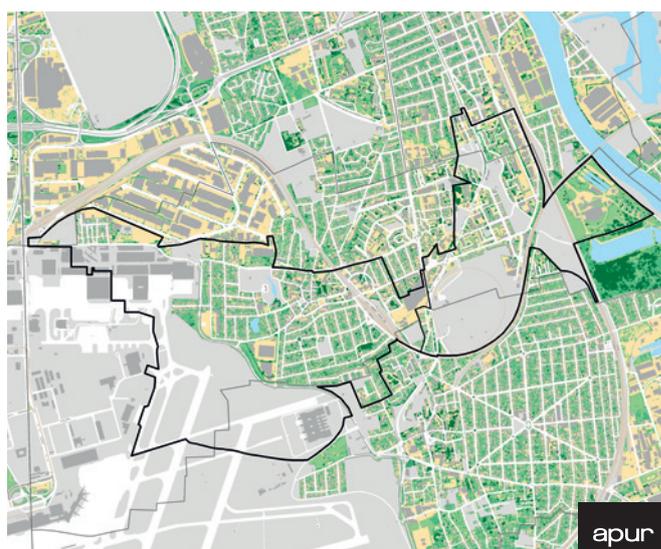
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



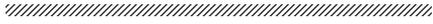
Bassin versant d'Orly

### La végétation en mètres

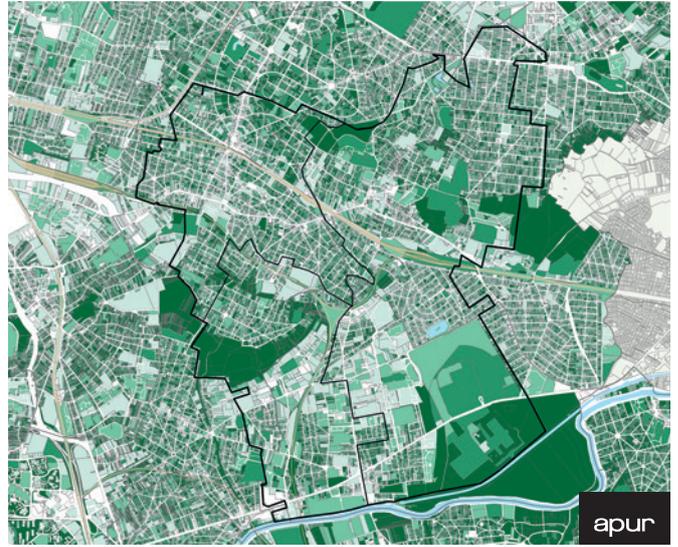


Sources : Apur  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

## TAUX DE VÉGÉTATION À LA PARCELLE



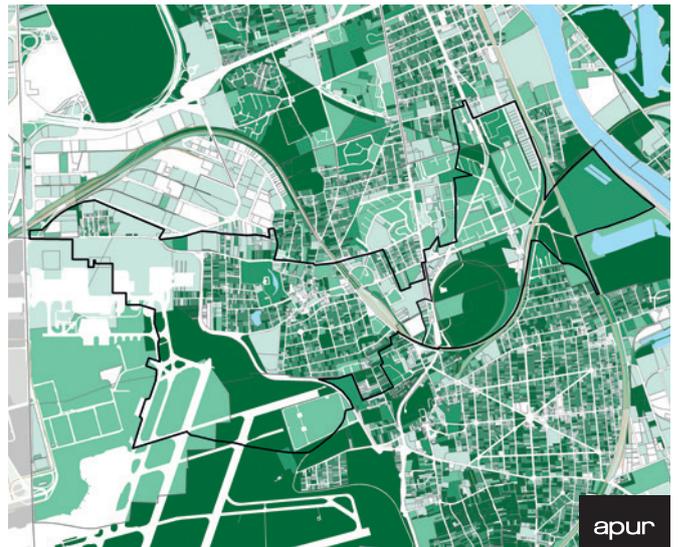
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne

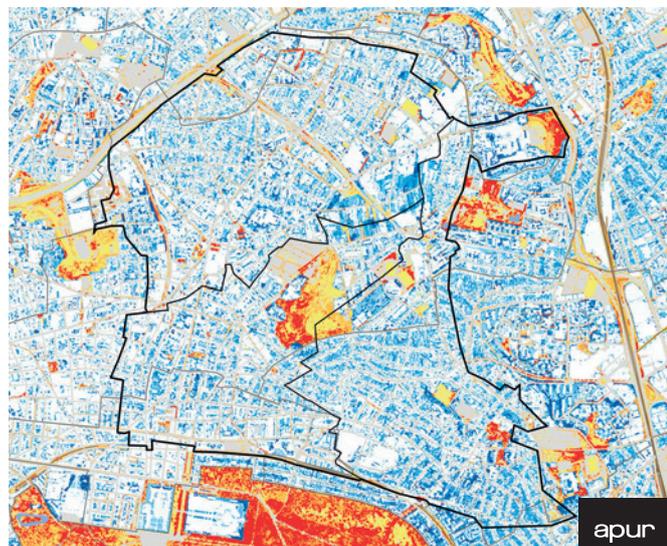


Bassin versant d'Orly

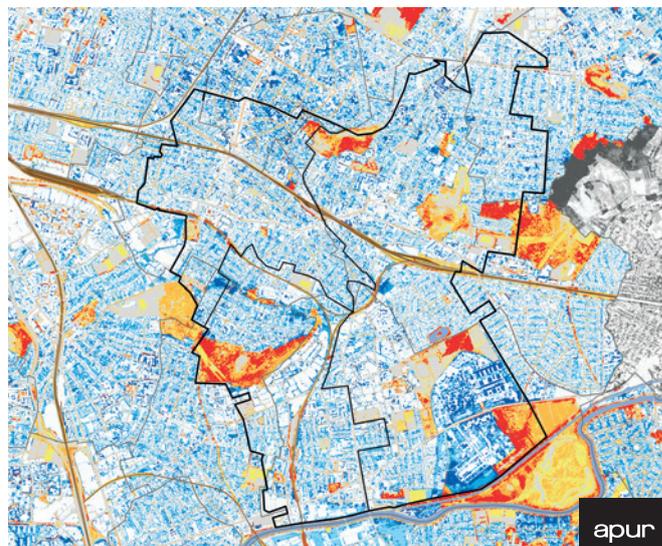


Sources : Apur - DGI  
Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

## HAUTEURS DE LA VÉGÉTATION DANS LE DOMAINE PUBLIC ET PRIVÉ



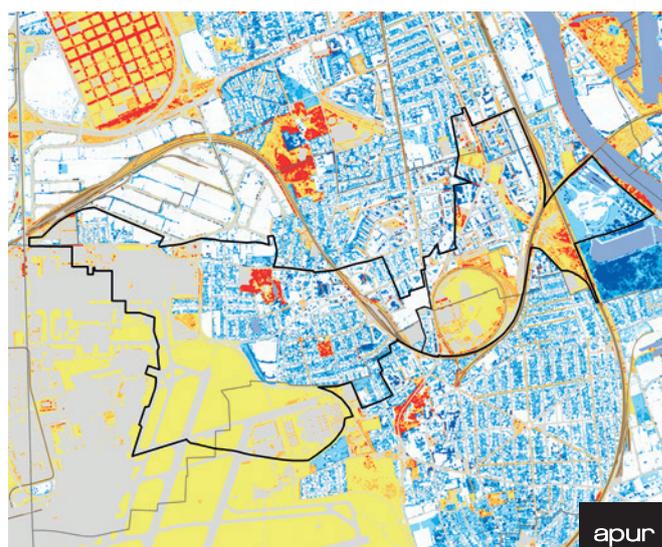
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



Bassin versant d'Orly

### Espaces privés

Hauteurs de la végétation hors des voies publiques, des infrastructures de transport, des terrains de sport, des cimetières, des jardins publics, des espaces de loisirs de plein air publics

En mètres



### Domaine public

Hauteurs de la végétation dans les voies publiques, les infrastructures de transport, les terrains de sport, les cimetières, les jardins publics, les espaces de loisirs de plein air publics

En mètres

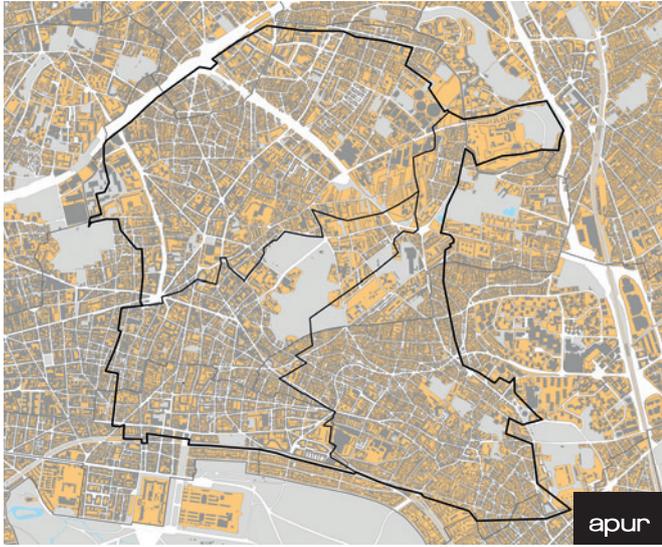
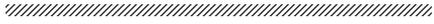


 Bassin versant

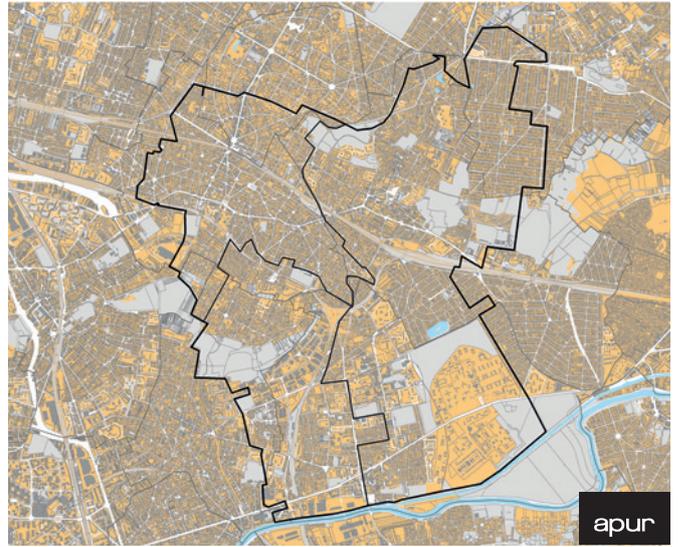
Sources : Apur

Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

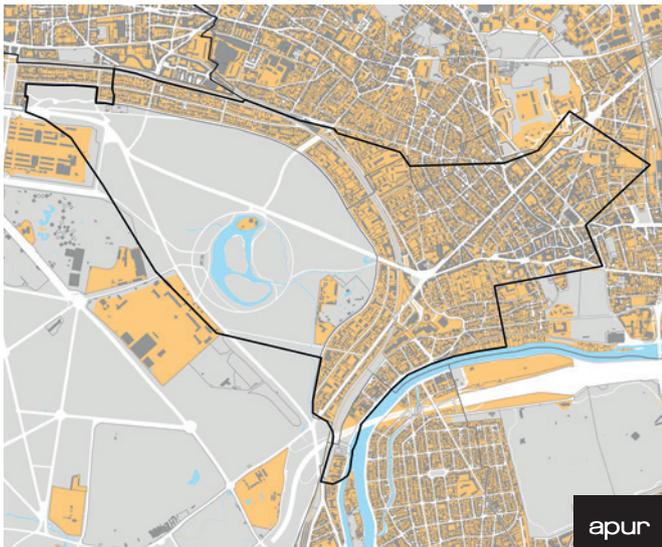
## BÂTIMENTS ET ESPACES LIBRES



Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny

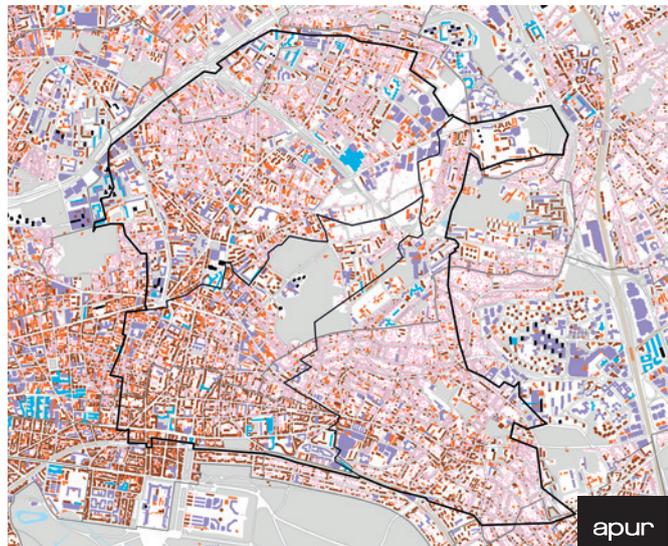
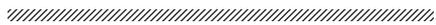


Bassin versant de Nogent-sur-Marne

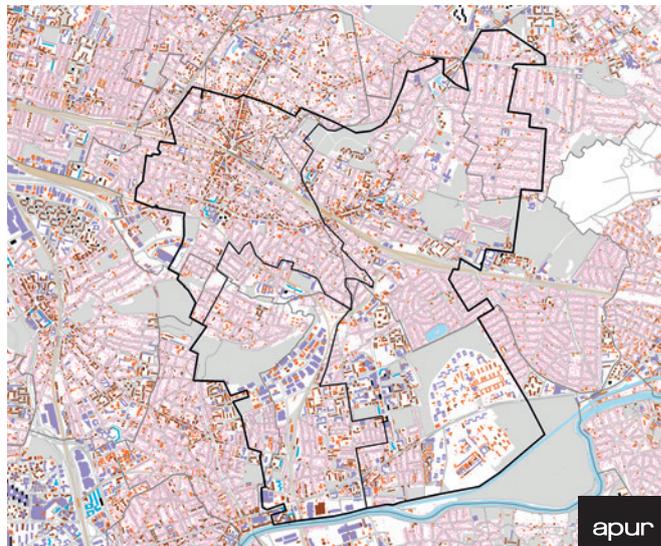
-  Espaces libres
-  Bassin versant

Sources : Apur - DGI

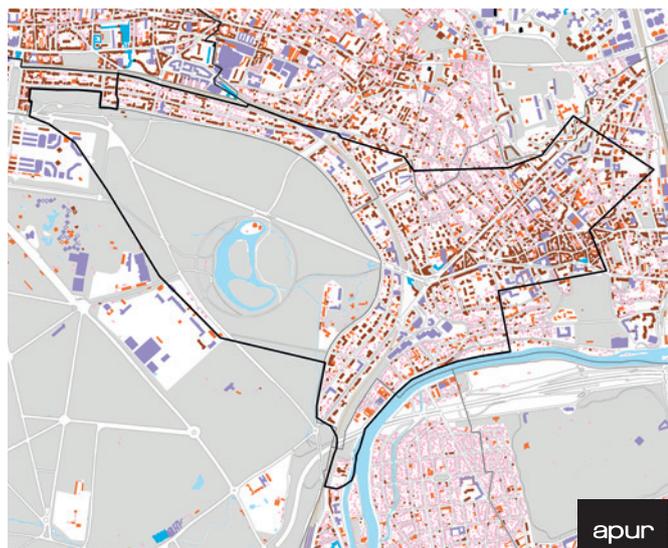
## MORPHOLOGIE URBAINE



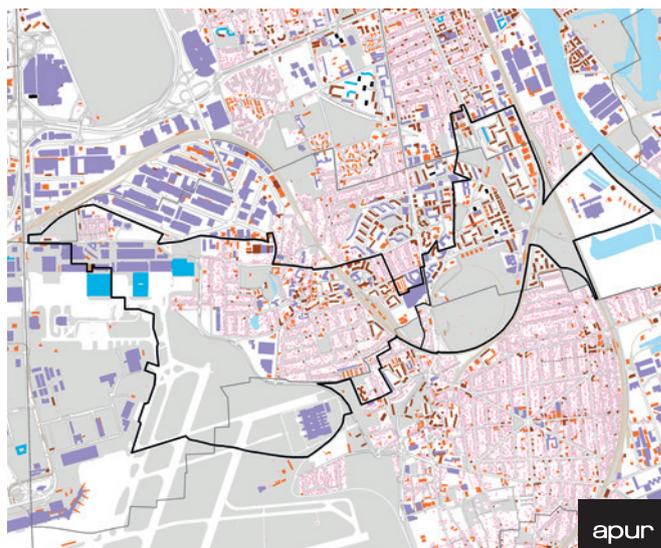
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



Bassin versant d'Orly

### Types de bâtiments

Emprise bâtie de 3 à 190 m<sup>2</sup>, hauteur inférieure à 10 m

Emprise bâtie de 190 à 1 000 m<sup>2</sup>, hauteur inférieure à 10 m

Emprise bâtie inférieure à 1 000 m<sup>2</sup>, hauteur de 10 à 37 m

Emprise bâtie supérieure à 1 000 m<sup>2</sup>, hauteur inférieure à 20 m

Emprise bâtie supérieure à 1 000 m<sup>2</sup>, hauteur de 10 à 37 m

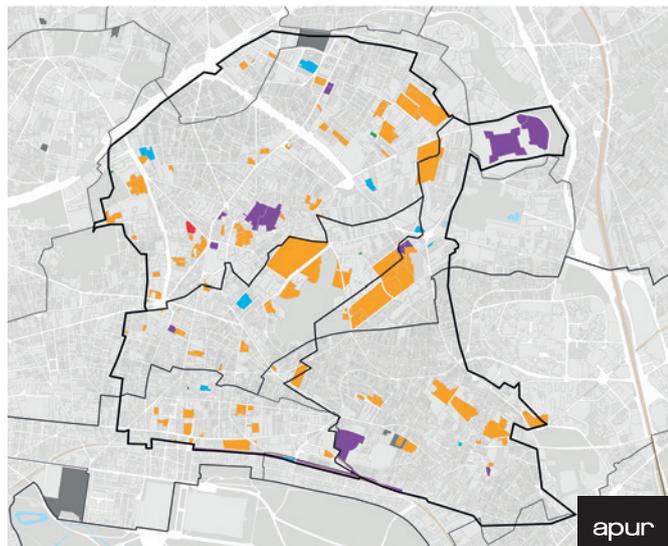
Hauteur supérieure à 37 m

Bassin versant

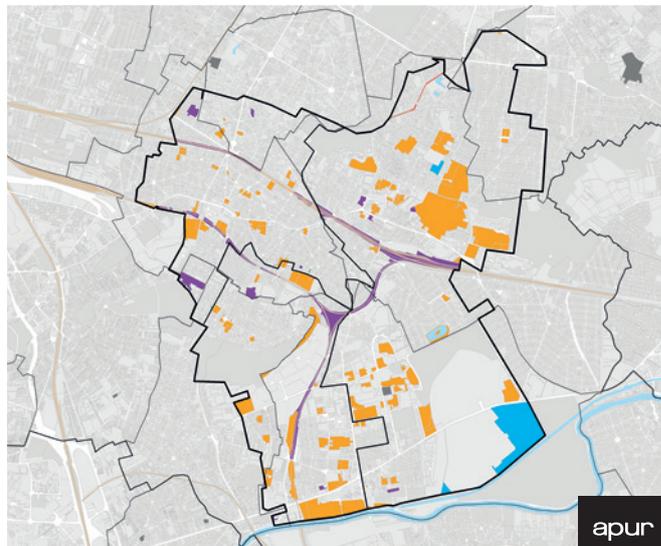
Sources : Apur

Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2015 - (c) Aérodata

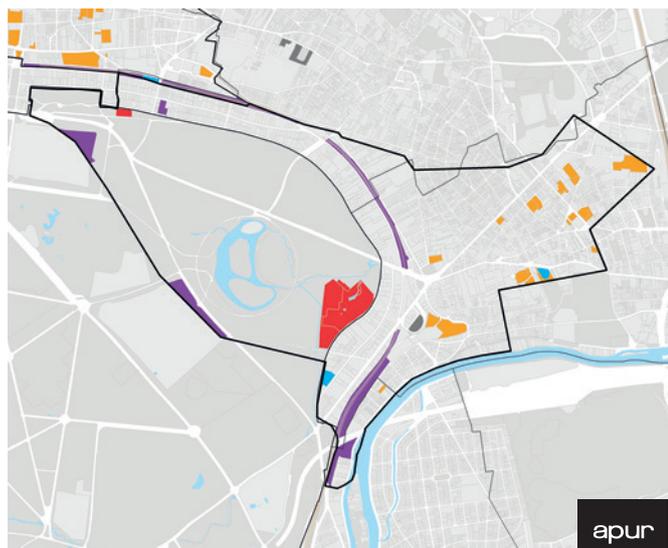
**CONGRÉGATIONS, HÔPITAUX, PARCELLES D'ÉTAT, VILLE DE PARIS, COMMUNE, RÉGION ET DÉPARTEMENT**



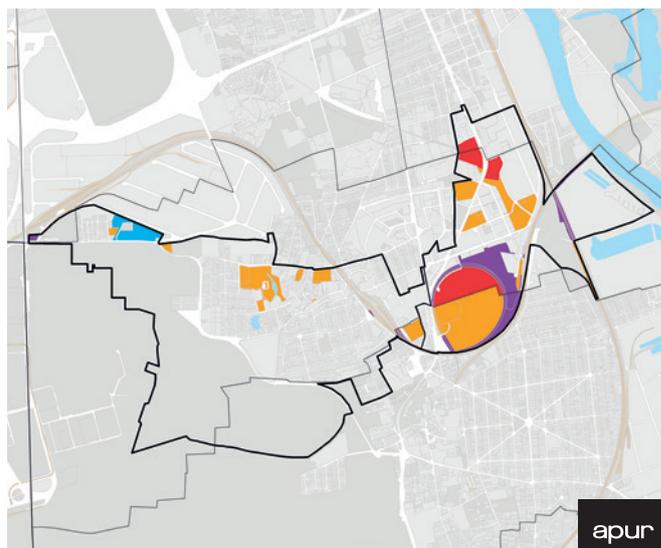
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



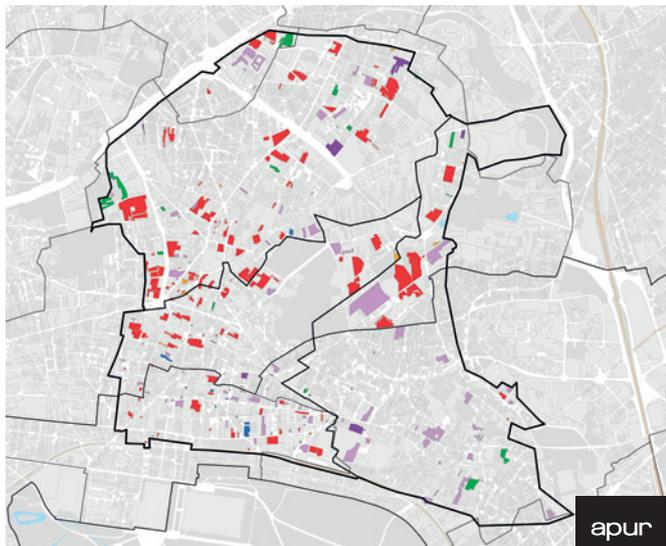
Bassin versant d'Orly

- |   |                        |                       |
|---|------------------------|-----------------------|
| Hôpitaux  | État, Organisme Public | Communes et EPCI      |
| Diocésaines et autres congrégations religieuses | Ville de Paris         | Région et Département |

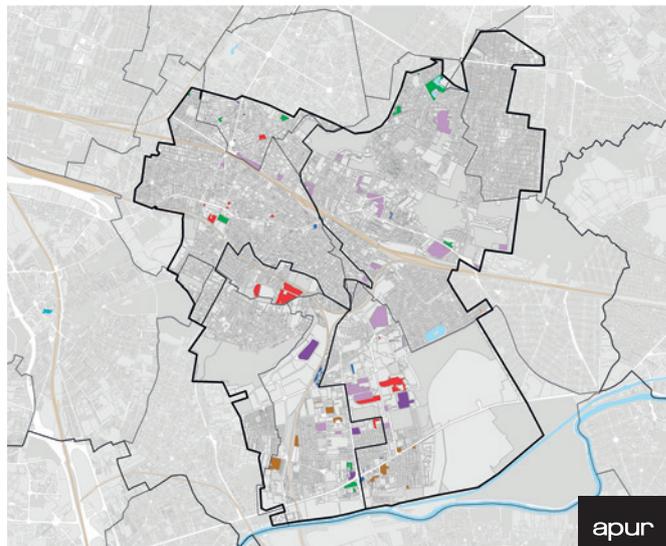
Bassin versant

Sources : Apur - DGI

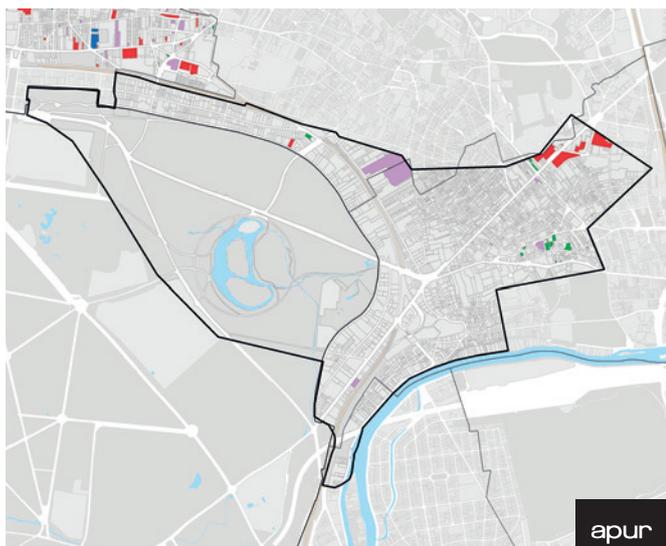
## PARCELLES APPARTENANT À UN BAILLEUR SOCIAL



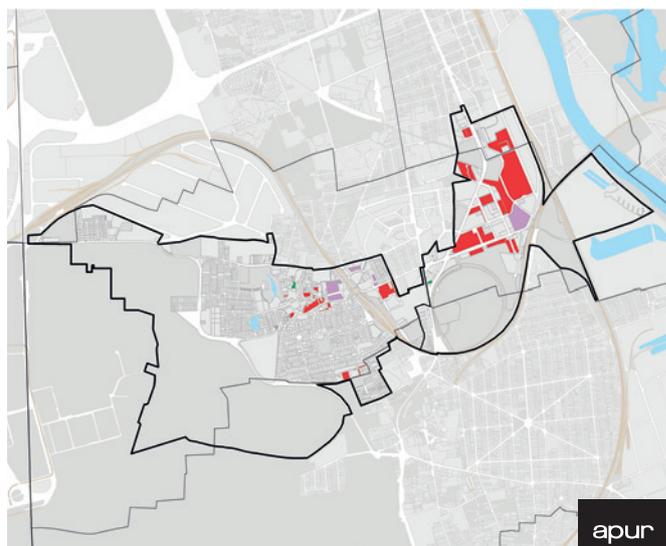
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



Bassin versant d'Orly

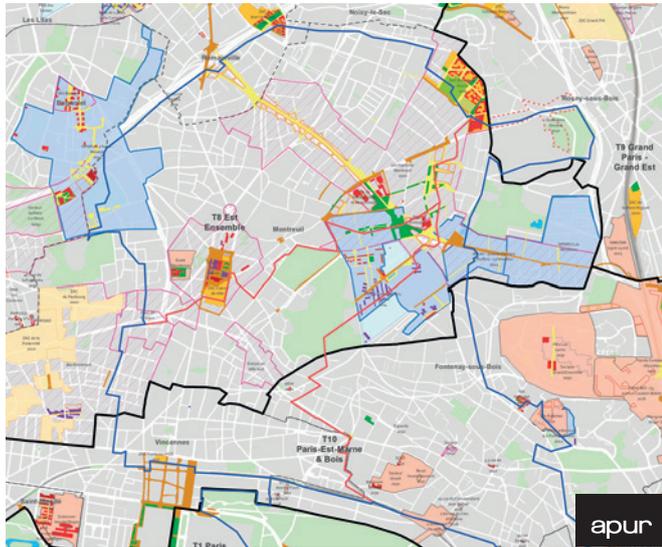
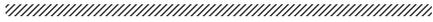
### Type de bailleur social

- France Euro Habitat
- OPH
- SA HLM Antin Résidences
- SA HLM Efidis
- SA HLM Immobilière 3F
- SAEM Nocéenne
- Autre bailleur social

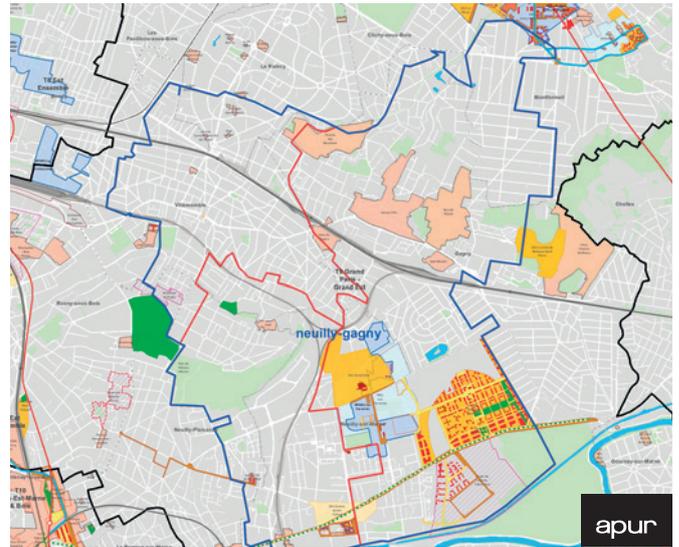
Bassin versant

Sources : Apur - RPLS

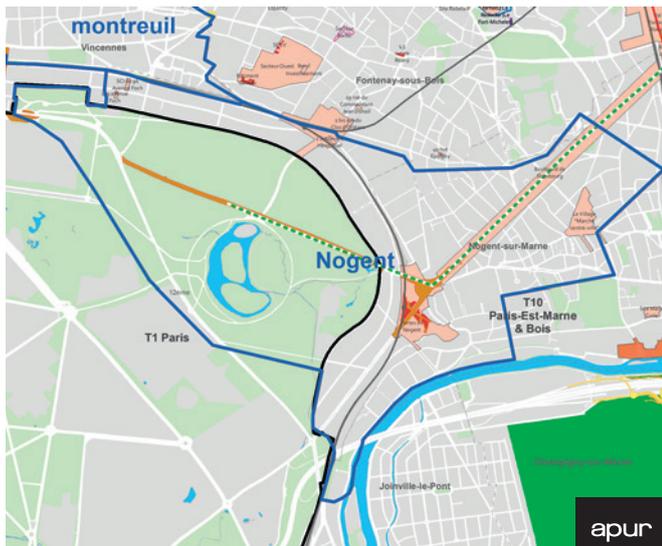
PROJETS URBAINS



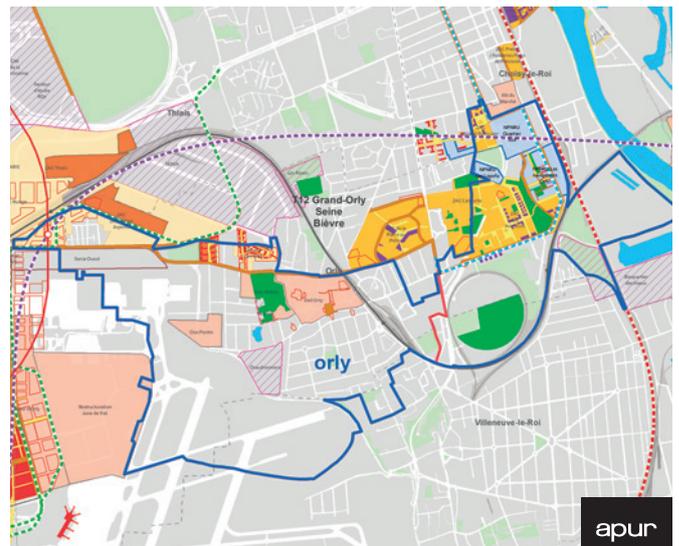
Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne



Bassin versant d'Orly

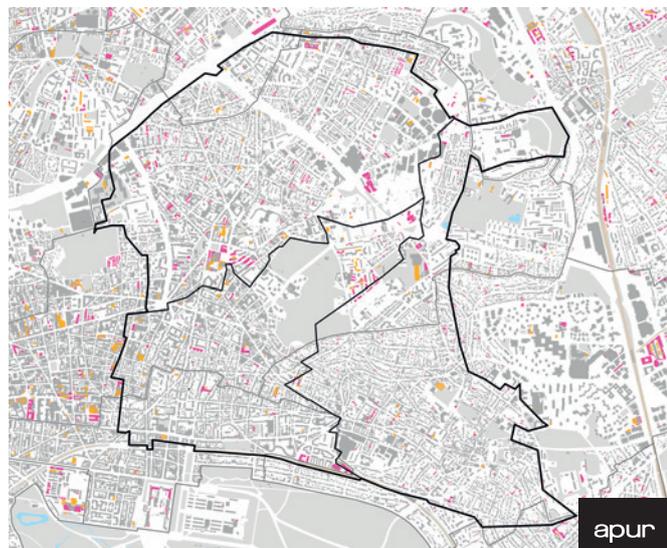
Espace public

- Projeté
- Réhabilité
- Réalisation récente
- Lot
- Espace public à créer
- Espace public requalifié
- Espace vert public projeté

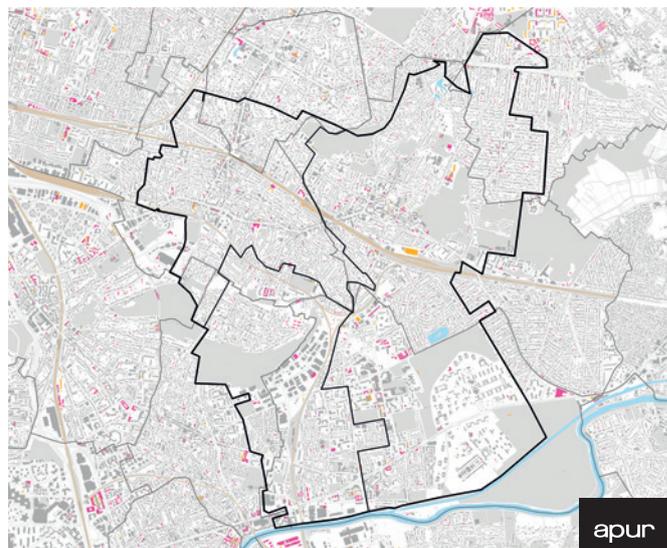
Secteur d'opération en cours et à l'étude

- ZAC à l'étude
- ZAC en cours
- OAP et autre périmètre d'aménagement
- Périmètre d'étude
- ZAE
- Périmètre de réflexion
- PRU
- NPNRU
- bv\_temoins
- sbv\_temoins
- ETP\_MGP

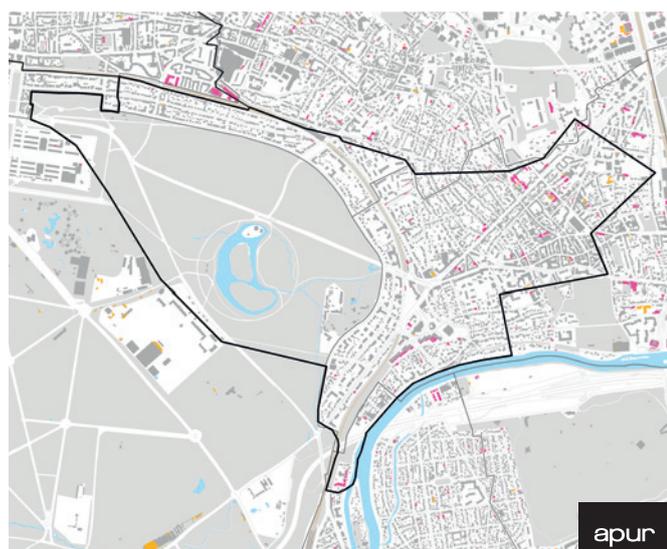
## COMPARAISON DE L'EMPRISE AU SOL DES BÂTIMENTS EN 2005 ET 2015



Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



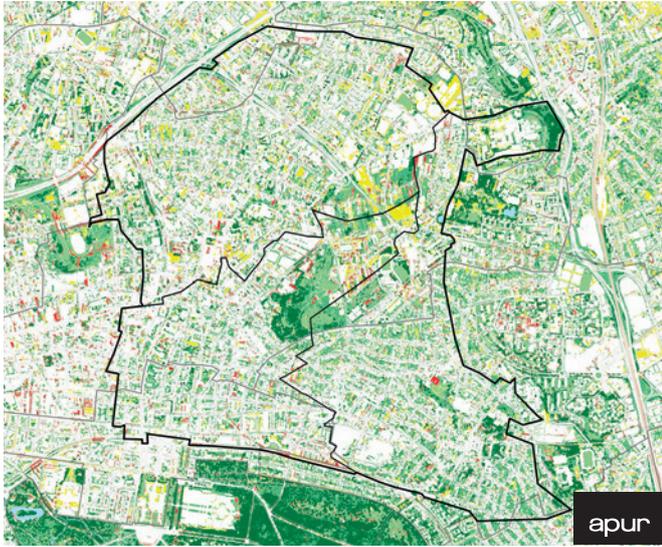
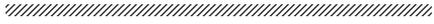
Bassin versant de Nogent-sur-Marne

Présence de bâtiments en 2005, absence de bâtiments en 2015
  Absence de bâtiments en 2005, présence de bâtiments en 2015

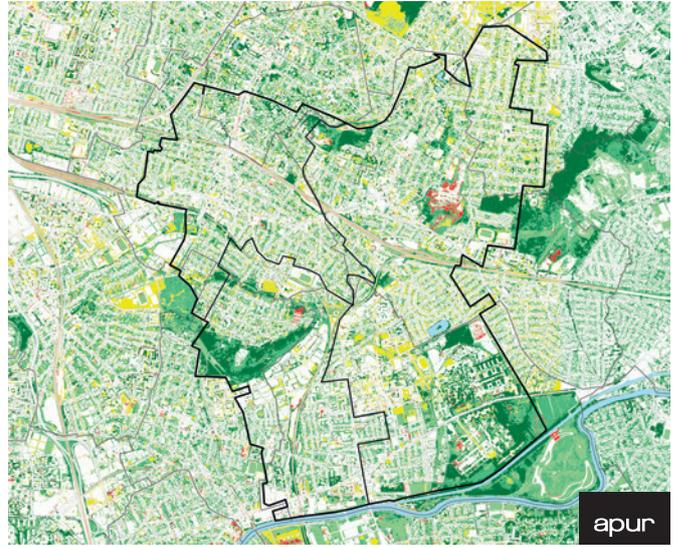
Bassin versant

Sources : Apur  
 Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2005 - (c) InterAtlas  
 2015 - (c) Aérodata

COMPARAISON DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION EN 2005 ET 2015



Bassin versant de Montreuil/Fontenay-sous-Bois



Bassin versant de Neuilly/Gagny



Bassin versant de Nogent-sur-Marne

Présence de végétation en 2005, absence de végétation en 2015
  Absence de végétation en 2005, présence de végétation en 2015

**Végétation inchangée, hauteur**

Moins de 1 m
  Plus de 10 m  
 De 1 à 10 m

Bassin versant

Sources : Apur  
 Photo proche infrarouge - MNE - MNT 2005 - (c) InterAtlas  
 2015 - (c) Aérodata





## Gérer autrement les eaux pluviales : une approche par bassins versants

Les dérèglements liés aux événements pluvieux (inondations, pollution des eaux de surface...) posent la question de la résilience du territoire métropolitain et de sa capacité à s'adapter. Parallèlement, la volonté de restaurer la baignade en Seine et en Marne à horizon 2024 impose de mettre en place des actions pour améliorer la qualité de ces cours d'eau. Les réflexions en cours impliquent une évolution de la gestion de l'eau vers la mise en place de systèmes mixtes et adaptés aux spécificités locales. Un changement de paradigme dans la gestion de l'eau de pluie est donc à l'œuvre : il offre l'opportunité de repenser la place de l'eau dans l'aménagement de la ville.

Une vision émerge progressivement autour d'une gestion locale des eaux de pluie, au plus près du lieu où elles tombent. Chaque goutte de pluie n'allant pas en égouts facilite le traitement des eaux polluées, réduit les risques de débordement du réseau et de déversement en fleuve et rivière. La déconnexion de surfaces urbaines au réseau d'assainissement, par l'infiltration ou d'autres techniques (stockage, utilisation), est donc la solution privilégiée pour la gestion des eaux pluviales.

Dans ce contexte, l'Apur a travaillé à l'élaboration d'une méthode permettant d'identifier les potentiels de déconnexion des surfaces imperméables dans différents bassins versants urbains de la métropole. Le travail d'exploration cartographique, déployé à ce stade sur six bassins versants, ainsi qu'une boîte à outils sont mis à disposition des acteurs de la ville pour aller vers une gestion locale et collective des eaux de pluie en milieu urbain.

L'Apur, Atelier parisien d'urbanisme, est une association loi 1901 qui réunit autour de ses membres fondateurs, la Ville de Paris et l'État, les acteurs de la Métropole du Grand Paris. Ses partenaires sont :

