

# LA COUVERTURE VÉGÉTALE DU CŒUR DE L'AGGLOMÉRATION DE PARIS

## Une approche par la télédétection de précision

par Marie-Thérèse Besse et Paul Rouet

Atelier parisien d'urbanisme Banque de données urbaines

9, rue Agrippa d'Aubigné 75004 PARIS

Courriels : marie-therese.besse@apur.org paul.rouet@apur.org

---

En milieu urbain dense, la végétation sous toutes ses formes, —arbres isolés, massifs et bois, arbustes, pelouses, plantations diverses—, remplit des fonctions essentielles, tant écologiques et paysagères que récréatives et éducatives. Ce qui risque d'être rare, en milieu urbain dense, est d'autant plus précieux : la sensibilité de tous à la présence de la végétation est d'autant plus grande que la ville est plus densément construite. De ce fait, l'importance de la couverture végétale de la ville constitue aujourd'hui une composante majeure de son attractivité et donc de sa valorisation. Ceci dit, la seule comptabilisation des parcs et des jardins publics, largement mise en avant au titre des actions des pouvoirs publics, est loin de rendre compte de la couverture végétale réelle d'une ville. De ce fait, l'action des pouvoirs publics ne saurait se réduire à ce seul aspect de leur action en faveur de l'environnement et du cadre de vie. La couverture végétale, sous toutes ses formes, est aujourd'hui accessible aux calculs, sans distinction du statut des équipements et des espaces, des jardins et terrasses privés aux berges de la Seine et des canaux, en passant par les espaces de voirie ou les équipements publics de toutes sortes (hôpitaux, terrains de sport, cimetières, etc.). En effet, les techniques de télédétection à haute résolution, permettent d'établir de façon très précise, avec une marge d'erreur insignifiante la couverture végétale et même de calculer sa hauteur au dessus du sol et cela avec une précision au moins égale à un mètre.

### 1 Calcul de la couverture végétale et de sa hauteur

Les procédés modernes de télédétection ont permis à l'Apur de réaliser une carte de la couverture végétale réelle sur Paris et ses abords, sur 884km<sup>2</sup>. L'originalité tient dans la très grande résolution utilisée par rapport aux démarches classiques d'occupation du sol.

L'Apur a eu recours à :

- un orthophotoplan dans le proche infrarouge, très précis, au pas de 12,5cm ;
- un modèle numérique de terrain qui donne la hauteur du sol au-dessus du niveau de la mer, au pas de 1 mètre ;
- un modèle numérique d'élévation qui représente la hauteur au dessus du niveau de la mer de toute élévation minérale et végétale, au pas de 1 mètre.

L'ensemble de ces données a été recueilli en août 2005 par la société InterAtlas à partir d'un avion équipé d'une caméra numérique, d'une centrale inertielle, d'un système dynamique GPS et de capteurs. Les traitements réalisés sur l'image proche infrarouge ont permis tout d'abord de séparer la végétation des autres couvertures du sol. Le résultat obtenu est une image simplifiée donnant la séparation du végétal du reste. Ensuite, l'Apur a calculé la hauteur de cette végétation au-dessus du sol, afin de distinguer les pelouses, la végétation arbustive et enfin les arbres. Ces informations ont été obtenues à partir de la différence entre le modèle numérique d'élévation et le modèle numérique de terrain. Enfin, par recoupement avec les résultats précédents, on a pu réaliser une image représentant la végétation avec son épaisseur. Les informations obtenues, très fidèles à la réalité, sont mobilisables dans un SIG aussi bien en mode raster (équivalent des pixels d'une photographie numérique) que vecteur (contour détaillé, formant des polygones fermés, des zones incluant une végétation de taille homogène). La méthode employée pour réaliser ces travaux a été exposée dans un article publié en juin 2008, dans Le Monde des Cartes n° 196 : « Détecter et cartographier la couverture végétale de Paris et de ses abords à grande échelle ».

## 2 Représentations cartographiques de la végétation

Ces résultats permettent de réaliser des cartes sur lesquelles la végétation associée à d'autres informations contribue à enrichir les analyses urbaines que l'Apur effectue sur le territoire parisien et ses environs. En voici quelques exemples.

### 2.1 La carte du secteur nord-est de Paris

Sur la carte du secteur nord-est de Paris (fig. 1) figurent les hauteurs du sol qui sont représentées par un modelé de terrain (réalisé à partir du modèle numérique de terrain) et, sur lequel apparaît en transparence la végétation répartie en trois classes de hauteur : moins d'un mètre, de un mètre à moins de 10 mètres et enfin plus de dix mètres. Cette portion de territoire regroupe plusieurs communes : Pantin, le Pré-Saint-Gervais, les Lilas, Romainville et Noisy-le-Sec, ainsi que le 19<sup>e</sup> arrondissement de Paris. Elle présente une situation topographique particulière en région parisienne, car elle est traversée par des coteaux dont les dénivelés importants créent une coupure géographique. Ces coteaux, relativement escarpés, sont essentiellement orientés nord et sont occupés par une végétation boisée contrastant avec la plaine (au nord) et le plateau (au sud), qui sont plus urbanisés et qui ne bénéficient pas d'une couverture végétale aussi abondante.

A l'ouest de la carte, dans le 19<sup>e</sup> arrondissement, se situe le parc des Buttes-Chaumont qui est l'un des plus grands jardins de Paris (25 hectares). Ce parc se caractérise, entre autres, par une végétation dense : on y recense 12 hectares de pelouses et 6 hectares de massifs plantés.

Au nord, le fort d'Aubervilliers se distingue par ses pentes nord occupées par une végétation importante. Plus au sud, le cimetière parisien de Pantin offre une végétation abondante disposée en damiers caractéristiques : on y recense plus de 8 000 arbres aux essences extrêmement variées.

### 2.2 La carte du sud de Paris

La carte (fig. 2), réalisée dans le cadre d'une étude urbaine sur le territoire sud de Paris, donne une image du paysage. Sur cette zone sont cartographiées :

- les emprises végétales réparties en trois classes de hauteur ;
- les emprises bâties dont la hauteur est supérieure à 31 mètres —les emprises bâties et leur hauteur ont été obtenues en effectuant une démarche similaire à celle utilisée pour la végétation ;

- le relief symbolisé par des courbes de niveau, elles-mêmes issues d'un traitement réalisé sur le modèle numérique de terrain.

La répartition de la végétation sur cette carte montre, d'une part, que l'occupation du sol par la végétation dans la frange limitrophe de Paris est similaire à celle de la capitale, et, d'autre part, qu'elle augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la capitale.

## 3 Traitements statistiques de la couverture végétale

La connaissance précise de la couverture végétale permet non seulement d'illustrer diverses représentations du territoire sous forme de cartes, mais aussi de faire des calculs statistiques et donc des comparaisons chiffrées entre différents types d'espaces.

### 3.1 La répartition spatiale de la végétation

La végétation couvre environ 36% du centre de l'agglomération parisienne (les 884 km<sup>2</sup> que nous avons étudiés) avec d'importantes inégalités entre les communes telles que les montrent la carte et le tableau joints (tableau 1 et fig.3). Paris bénéficie d'une couverture végétale de pratiquement 30% de son territoire, score qui monte à environ 70% dans les bois de Boulogne et de Vincennes et s'établit donc à 21% dans Paris intra-muros (sans les bois). Les quartiers qui présentent la couverture végétale la plus faible sont les quartiers centraux de la rive droite en raison de leur densité bâtie très forte : les 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> arrondissements offrent une couverture végétale inférieure à 15% (et même 3,3% dans le 2<sup>e</sup> arrondissement). En s'éloignant du centre de Paris, la couverture végétale augmente. Les arrondissements les mieux lotis en végétation sont tous situés à la périphérie. Ce sont les 14<sup>e</sup>, 16<sup>e</sup>, 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> arrondissements avec une couverture végétale supérieure à 25%.

Les communes voisines de Paris (incluses dans notre champ) ont une couverture végétale un peu plus importante en moyenne que Paris : 40% pour les Hauts-de-Seine, au lieu de 30% sur Paris, 36% pour la Seine-Saint-Denis et 36% également pour le Val-de-Marne. Certaines communes de banlieue comme Meudon, Chaville, Châtenay-Malabry, Saint-Cloud, Clichy-sous-Bois, se caractérisent par une forte présence de la végétation, avoisinant ou dépassant parfois 50% (fig. 3).

<b>Arrondissement commune</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Végétation (ha)</b>	<b>Couverture végétale (en %)</b>
2e	99	3	3,3
9e	218	13	6,2
3e	117	10	8,5
10e	289	31	10,8
4e	160	20	12,6
1er	182	24	13,0
11e	367	56	15,2
8e	388	63	16,3
17e	567	97	17,0
18e	600	102	17,0
6e	215	42	19,3
15e	850	183	21,6
5e	254	56	21,9
12e	639	140	21,9
13e	715	159	22,3
7e	409	100	24,4
16e	790	210	26,5
19e	679	184	27,1
14e	562	161	28,6
20e	598	172	28,8
<b>TOTAL Hors bois</b>	<b>8698</b>	<b>1825</b>	<b>21,0</b>
Bois de Boulogne	847	591	69,8
Bois de Vincennes	993	704	70,9
<b>TOTAL PARIS</b>	<b>10538</b>	<b>3120</b>	<b>29,6</b>
<b>TOTAL 92</b>	<b>14136</b>	<b>5784</b>	<b>40,9</b>
<b>TOTAL 93</b>	<b>13287</b>	<b>4773</b>	<b>35,9</b>
<b>TOTAL 94</b>	<b>12043</b>	<b>4390</b>	<b>36,5</b>
<b>TOTAL PETITE COURONNE</b>	<b>50005</b>	<b>18068</b>	<b>36,1</b>

Tableau 1 : Statistiques sur Paris et ses trois départements limitrophes

### 3.2 La contribution à la couverture végétale de Paris intra-muros

Grâce au SIG, nous avons pu mettre en relation les informations issues de la télédétection avec un ensemble de données spatiales et attributaires, comme le périmètre des cimetières, des espaces verts, des terrains de sport de plein air, etc. Cela nous permet de savoir quelles sont les fonctions de l'espace, qui contribuent le plus à la couverture végétale en milieu urbain : jardins publics, plantations publiques de voirie, jardins privés (protégés ou non), cimetières, terrains de sport, etc.

La végétation couvre 1825 hectares, soit 21% du territoire parisien hors bois de Vincennes et de Boulogne. Elle se décompose de la façon suivante :

- 365 ha de végétation effective dans les parcs et jardins publics

- 53 ha dans les cimetières
- 52 ha sur les terrains de sport
- 192 ha dans les autres équipements publics (écoles, hôpitaux, ministères, etc.)
- 532 ha sur la voirie et les îlots de voirie, ou sur les bords de la Seine et des canaux,
- 631 ha recensés à l'intérieur des autres îlots bâtis essentiellement occupés par des habitations ou des activités économiques (bureaux, commerces, entrepôts...).

Une partie importante de ces 1825 ha est protégée, au titre par exemple des espaces boisés classés (parcs et jardins publics). Mais la préoccupation de sauvegarder l'environnement a également conduit à créer (dans le PLU, comme c'était d'ailleurs le cas antérieurement dans le POS) des « espaces verts protégés » (EVP), essentiellement dans les

équipements publics et dans les îlots privés (habitat et activités économiques diverses). Ces espaces verts protégés représentent 181 ha de végétation effective.

Le tableau (tableau 2) fait apparaître le taux de végétalisation des différents types d'espaces. Ainsi, sans surprise, ce sont les parcs et jardins parisiens qui apparaissent comme étant les espaces les plus « végétalisés », à hauteur de 68 % (à peu près comme les bois de Boulogne et de Vincennes, ce qui signifie que les allées non couvertes par des arbres, les terrasses, les circulations et les bâtiments représentent 32% des parcs et jardins publics. Dans les cimetières, on atteint 50% de végétation et sur les terrains de sport de plein air 34%. Les autres fonc-

tions de l'espace sont moins végétalisées : les espaces publics de voirie le sont à 20 %, les autres équipements publics (écoles hôpitaux...) le sont à 18%, tandis que les espaces d'habitation et d'activité économique des îlots le sont en moyenne à 15% seulement, ce qui n'est pas négligeable.

Si l'on s'intéresse maintenant aux contributions à la couverture végétale de Paris, on observe que les espaces consacrés à l'habitat et aux activités économiques dans les îlots viennent en tête. On leur doit 35% de la couverture végétale de Paris, bien avant les espaces de voirie (29%) et les parcs et jardins publics (20%) ! Les équipements publics (écoles, hôpitaux) ont une contribution de 10%, les cimetières et terrains de sport de plein air 3% chacun...

	<b>Total en ha</b>	<b>Couverture végétale ha</b>	<b>% Végétation</b>	<b>Répartition végétation</b>	<b>dont EVP (ha)</b>	<b>Proportion en EVP</b>
Parcs et jardins publics	537	365	68%	20%	13,5	4%
Cimetières	105	53	50%	3%	0	0%
Terrains de sport	155	52	34%	3%	0,7	1%
Autres équipements publics	1040	192	18%	10%	59,2	31%
Voirie, Seine, canaux, îlots de voirie	2622	532	20%	29%	0	0%
Autres affectations des îlots bâtis (habitat, emploi...)	4239	631	15%	35%	107,6	17%
<b>TOTAL hors bois</b>	<b>8698</b>	<b>1825</b>	<b>21%</b>	<b>100%</b>	<b>181</b>	<b>10%</b>

Tableau 2 : Statistiques sur la contribution à la couverture végétale de Paris intra-muros

Ces informations statistiques sont des éléments qui contribuent à enrichir la réflexion sur les formes que peuvent prendre la protection et le développement de la couverture végétale de Paris. En particulier, dans une optique qui consiste de plus en plus à favoriser la végétalisation de l'espace, ce type de données autorise à travailler, non seulement au niveau des représentations de synthèse, mais aussi à l'échelle des projets urbains (grande échelle). La liaison avec le SIG permet, par exemple, de s'interroger sur la possibilité de végétaliser les toi-

tures, selon le type de propriétaire des parcelles ou des occupations du bâti, ou encore de repérer les espaces imperméabilisés susceptibles d'être transformés et plantés. Ce type de données est donc aujourd'hui un outil pleinement opérationnel.

L'orthophotoplan a été fourni par InterAtlas, ainsi que le modèle numérique de terrain et le modèle numérique d'élévation. Les traitements d'images ont été menés à l'Apur avec l'assistance technique de Rémi Corfini, de la société Digitech.



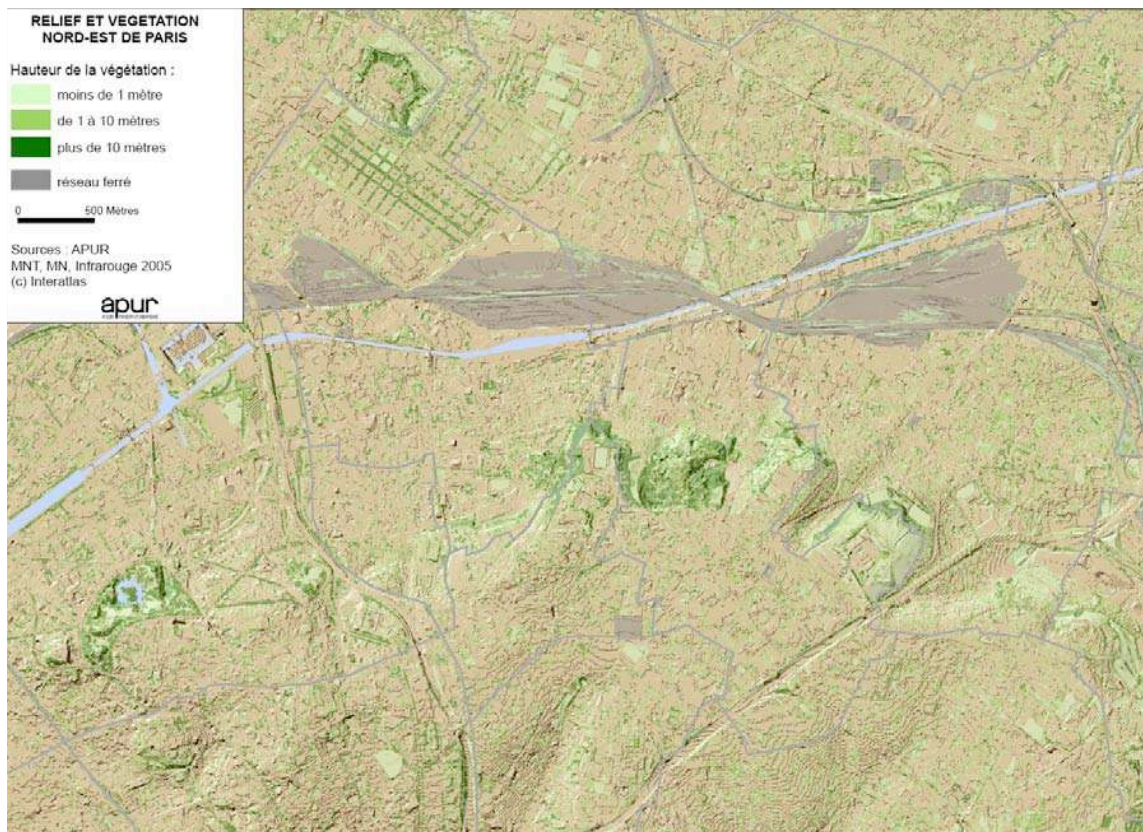


Figure 1 : Carte du relief du nord-est de Paris

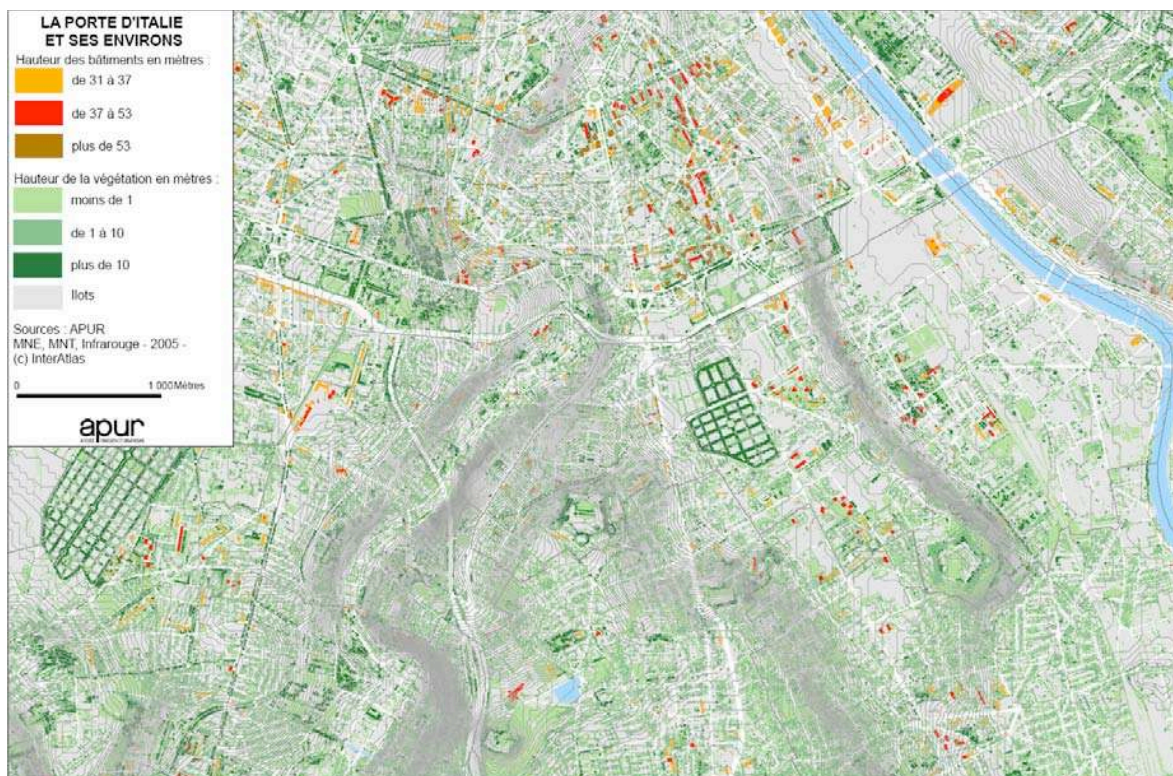


Figure 2 : Carte du secteur sud de Paris



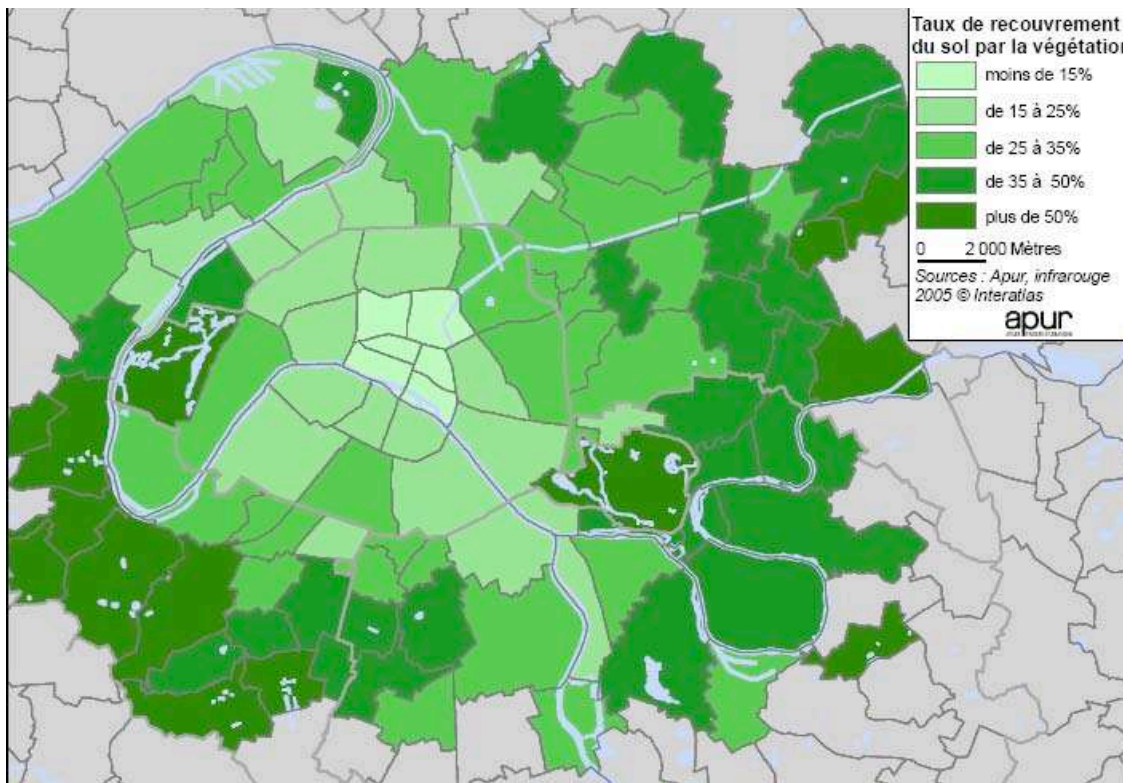


Figure 3 : Taux de recouvrement du sol par la végétation