

Description de l'enjeu de la préservation et de la mise en valeur du patrimoine de Paris

Quartiers anciens, haussmanniens ou de faubourgs, ensembles immobiliers des années soixante et réalisations plus récentes, à l'urbanisme parfois controversé, participent à la diversité du paysage général de Paris, qu'il convient à la fois de préserver et d'enrichir, et, dans certains cas, d'améliorer.

C'est pourquoi, l'harmonie de la ville, de ses couleurs, de ses formes, de ses matériaux, la qualité des bâtiments existants, celle des constructions à venir, la spécificité de ses quartiers, la cohérence de leur organisation le long des rues, la nature des commerces qui font le charme de la rue parisienne nécessitent une attention particulière et un travail soigné de la part des acteurs de la construction.

Les réalisations nouvelles comme les interventions sur les bâtiments existants devront respecter les caractéristiques du paysage parisien.

Ce paysage se caractérise aussi par la fragilité de certains de ses éléments. C'est pourquoi, il est indispensable de préserver les ensembles urbains homogènes, de respecter la typologie et les particularités intéressantes du bâti existant, et de protéger et mettre en valeur les éléments remarquables du patrimoine architectural, notamment quand ils sont susceptibles d'évoluer en raison du rythme des mutations.

Cette démarche s'appuie sur les données fournies progressivement par un inventaire du bâti et des formes urbaines homogènes, fondé sur l'état des connaissances et sur des études historiques, qui sera rendu accessible à l'ensemble des Parisiens au fur et à mesure de son élaboration. Elle s'appuie également sur les milliers de signalements d'immeubles remarquables effectués par les sociétés historiques, associations et conseils de quartier, dans le cadre de la concertation engagée pour l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme.

Sur les territoires peu ou mal urbanisés, situés notamment au pourtour de Paris, la Ville encourage, dans les opérations publiques d'aménagement, l'expression de formes urbaines et architecturales nouvelles afin de poursuivre l'histoire déjà très riche de l'architecture de Paris et d'éviter que la ville ne se transforme progressivement en ville musée. Les projets retenus à la suite de consultations ouvertes doivent permettre d'élaborer les plans d'aménagement dans le cadre d'un large débat public.

Description de l'enjeu des protections réglementaires

Les monuments et les sites les plus remarquables bénéficient de protections réglementaires assurant le contrôle des activités d'aménagement aux alentours ou au sein de ces espaces. Le patrimoine culturel protégé comprend : les monuments historiques classés ou inscrits, les sites classés et inscrits, les secteurs sauvegardés et les Zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP)

⇒ **Monuments historiques classés et inscrits**

La réglementation a introduit la définition du champ de visibilité des monuments historiques et celle du régime d'autorisation auxquels sont soumis les travaux affectant les immeubles situés dans ce champ de visibilité. Est considéré comme étant dans le champ de visibilité tout autre immeuble, nu ou bâti, visible du monument ou visible en même temps que lui et situé dans un périmètre n'excédant pas 500 mètres. Ce périmètre est affecté d'une servitude opposable au tiers. Ainsi, conformément à la réglementation, toute construction nouvelle ou modification située dans le champ de visibilité d'un monument historique doit être autorisée par le Ministre chargé de la culture (après avis de la commission supérieure des monuments historiques) s'il est classé, ou faire l'objet d'une déclaration préalable s'il est inscrit.

⇒ **Sites classés et inscrits**

La loi de 1906, plus connue sous l'appellation Loi 1930, s'intéresse aux monuments naturels et aux sites « dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général ». Comme pour les monuments historiques, la loi prévoit le classement ou l'inscription. La mise en œuvre de cette législation relève de la responsabilité de l'Etat représenté par les DREAL.

Sur le territoire d'un site classé, les projets de travaux sont soumis à autorisation spéciale, soit du ministre chargé des sites après avis de la Commission départementale des sites, perspectives et paysages (CDSPP), soit du préfet de département qui peut saisir la CDSPP mais doit recueillir l'avis de l'Architecte des bâtiments de France.

Sur le territoire d'un site inscrit, les maîtres d'ouvrages ont l'obligation d'informer l'administration de tous projets de nature à modifier l'état ou l'aspect du site. L'Architecte des bâtiments de France émet soit un simple avis sur les projets de construction, soit un avis conforme sur les projets de destruction. La CDSPP peut être consultée.

⇒ **ZPPAUP**

Les travaux de construction, de démolition, de déboisement, de transformation et de modification de l'aspect des immeubles compris dans le périmètre d'une ZPPAUP sont soumis à autorisation spéciale, accordée par l'autorité administrative compétente en matière de permis de construire après avis conforme de l'architecte des bâtiments de France. Le permis de construire et les autres autorisations d'utilisation du sol prévues par le code de l'urbanisme en tiennent lieu sous réserve de cet avis conforme, s'ils sont revêtus du visa de l'Architecte des bâtiments de France.

Par ailleurs, lorsqu'un monument historique est situé sur une zone ZPPAUP, les servitudes d'utilité publique instituées pour la protection de son champ de visibilité ne sont pas applicables.

⇒ **Secteur sauvegardé – Plan de sauvegarde et de mise en valeur (P.S.M.V.)**

Selon l'article L. 313-1 du code de l'urbanisme, Un secteur sauvegardé est une mesure de protection portant sur un « secteur présentant un caractère historique, esthétique ou de nature à justifier la conservation, la restauration et la mise en valeur de tout ou partie d'un ensemble d'immeubles bâtis ou non ». Les secteurs sauvegardés du Marais et du 7^e arrondissement ne sont pas régis par le Plan local d'urbanisme comme le reste du territoire communal, mais par des plans de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV)

Les secteurs sauvegardés ont été spécialement introduits par la loi du 4 août 1962, dite « Malraux », pour la sauvegarde des centres urbains historiques et plus largement d'ensembles urbains d'intérêt patrimonial.

Les mesures de sauvegarde et de mise en valeur s'appliquent dès la création du secteur sauvegardé et indéfiniment par la suite. En effet, « à compter de la décision (...) délimitant un secteur sauvegardé, tout travail ayant pour effet de modifier l'état des immeubles est soumis, soit à autorisation dans les conditions et formes prévues pour le permis de construire, soit à autorisation spéciale pour les travaux qui ne ressortissent pas au permis de construire » (article L.313-2 du code de l'urbanisme). Dès ce moment, il revient à l'architecte des bâtiments de France « d'assurer la surveillance générale du secteur sauvegardé en vue de préserver son caractère esthétique et de conserver les immeubles qui présentent un intérêt historique... » (article R. 313-4, 2^{ème} alinéa du Code de l'Urbanisme).

L'architecte des bâtiments de France, obligatoirement consulté par l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation (en général le maire), émet un avis conforme (c'est-à-dire auquel ladite autorité doit se conformer) dans un délai d'un mois à réception du dossier dans le cadre de l'instruction de ce dernier. Cet avis conforme concerne toutes les autorisations d'urbanisme, permis de construire (y compris déclarations de travaux), de lotir, de démolir, d'installation et travaux divers, de coupe et d'abattage d'arbres, de camping ou stationnement de caravanes.



Figure 116 : le bâti historique à Paris (source APUR)

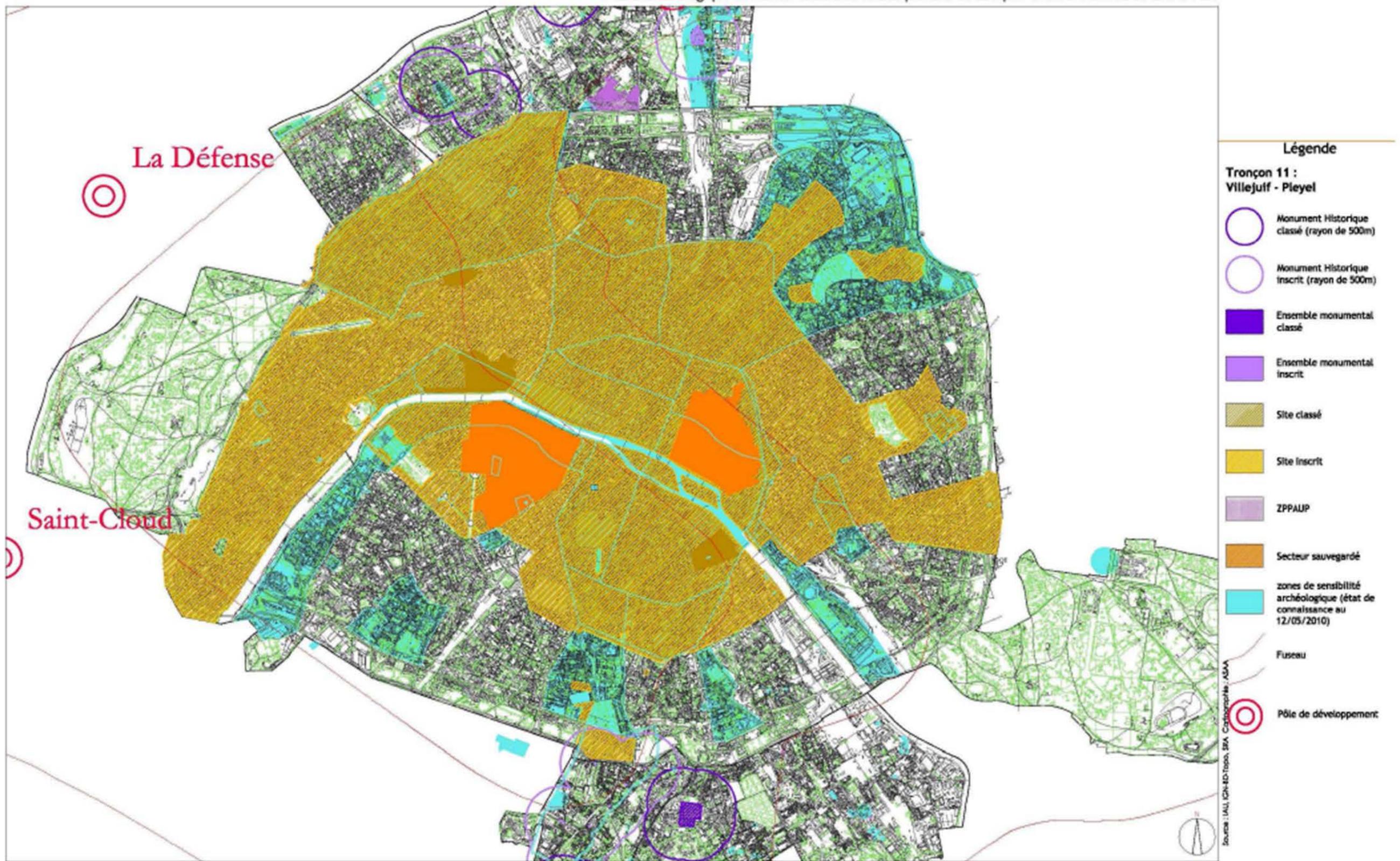


Figure 117 : Cartographie des protections réglementaires concernant le patrimoine à Paris (Source : Etat Initial de l'environnement pour le Grand Paris)

- Protection ville de Paris (PVP)

On pourra noter ici la décision de la Ville de se munir d'un type de protection supplémentaire lui permettant de couvrir ses besoins spécifiques de protection. La Protection ville de Paris (PVP) se rapproche d'une mesure réglementaire prévue au code de l'urbanisme, déjà utilisée par plusieurs communes et qui se rencontrait parfois dans les Plans d'Occupation des Sols fins. Il permet de protéger certains bâtiments non couverts par les protections conventionnelles. Cette nouvelle protection permet ainsi de couvrir plus de 4000 des 8000 bâtiments signalés par les parisiens lors de l'élaboration du PLU.

- Archéologie préventive

La réglementation prévoit des actions de fouille et de diagnostic sur les zones concernées par des présomptions d'existence de vestiges archéologiques à l'amont des projets d'aménagement.

- Synthèse des enjeux parisiens

Sur les 75.000 parcelles de Paris, en 2005, avant la validation du PLU, Paris comptait 1.912 protections au titre des monuments historiques et un millier au titre des plans d'occupation des sols de quartiers, qui protègent essentiellement des façades.

A ces chiffres, le PLU ajoute quelques 9.000 parcelles avec une force de protection variable. La "protection ville de Paris", par exemple, permet de protéger tout au partie - devantures, porches, escaliers, décors... - des immeubles ou des équipements, en interdisant leur démolition.

Le site inscrit Ensemble urbain à Paris, (environ 4400 ha) qui inclut la quasi-totalité des 11 premiers arrondissements, les 16^e et 17^e arrondissements et une partie des autres arrondissements extérieurs.

A cela s'ajoutent les PSMV du Marais et du 7^{ème} arrondissement.

On notera également l'existence de portions importantes du territoire concernée par une sensibilité archéologique.

Perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

La protection du patrimoine revêt une importance particulière au sein de la ville de Paris et doit être pris en compte dans l'application du zonage pluvial. En particulier, un certain nombre d'éléments du patrimoine parisien fait l'objet de protections plus ou moins fortes qui entraînent des contraintes sur les modalités d'aménagement. La question de la faisabilité de certains aménagements (type végétalisation des abords ou des toitures) devra être analysée sous cet angle.

L'extension de la notion de patrimoine à des aspects toujours plus étendus (immobilier, culturel, familial...) et la pression croissante exercée par les populations locales tend à augmenter le nombre d'éléments protégés.



Indicateurs

- ✓ *Nombre et surface de monuments et sites inscrits, classés, ZPPAUP, autres protections (PSMV et PVP)*

2.6.2. Préservation du paysage urbain

Mise en perspective

La ville de Paris constitue quasiment en soi une grande unité paysagère au sein d'une vaste agglomération urbaine du Val de Seine et de la Plaine de France. Elle côtoie les paysages de plateaux agricoles et urbanisés (plateau de Saclay, Plateau de Vélizy...), les grande vallées urbaines qui prolongent l'agglomération parisienne (Vallée de la Bièvre, vallée de la Marne...), les coteaux urbanisés de la Seine et de ses confluences (Coteaux de Chambourcy, coteaux de Seine et d'Oise...), les vallons humides (vallée du Ru de Gally...), les buttes témoins appartenant à la Plaine de France (Montmartre, Butte Chaumont...) et enfin les grands massifs forestiers (Boulogne, Fontainebleau, bois de Saint Martin...).

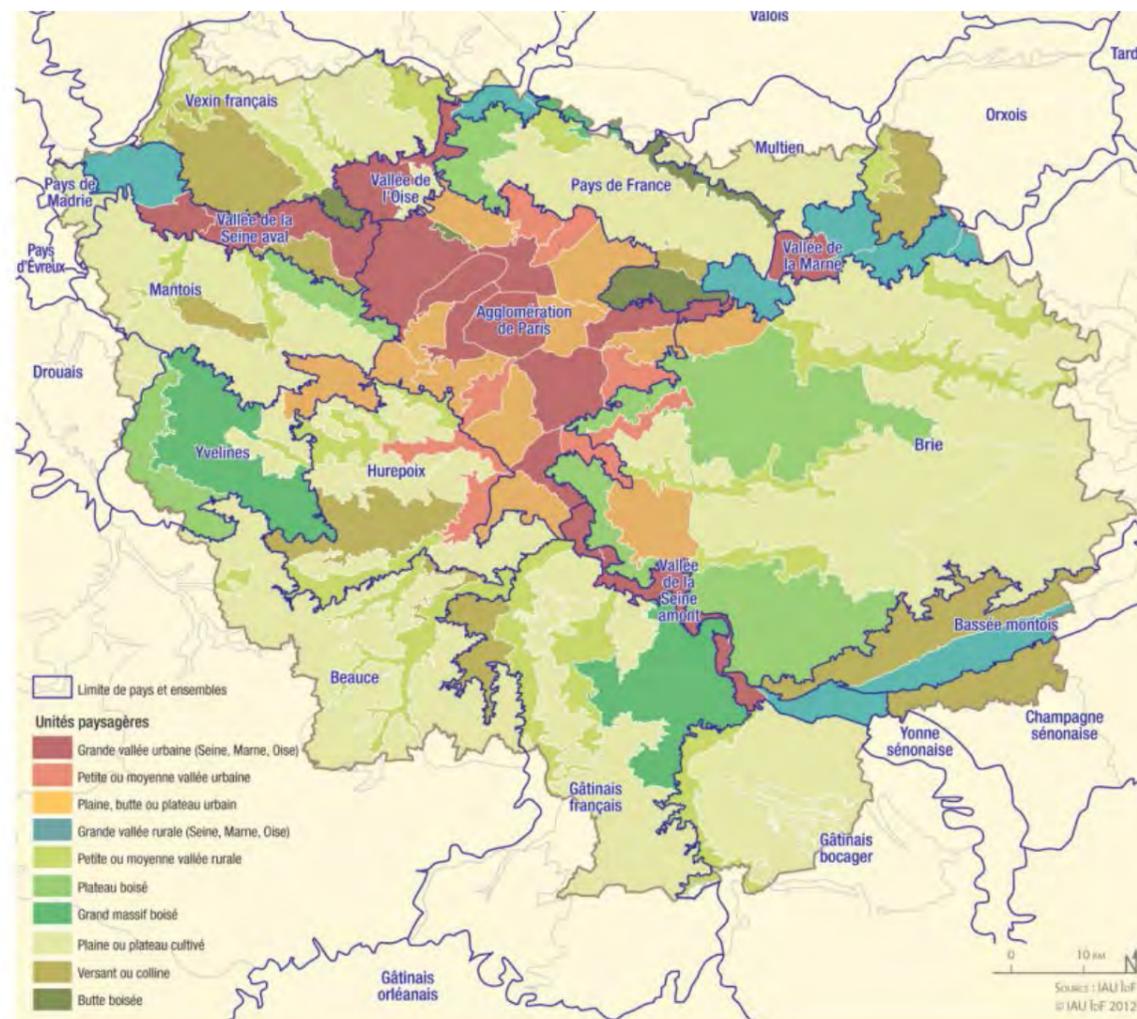


Figure 118 : Carte des grandes unités paysagères en Ile de France (Source Evaluation environnementale du SDRIF)

Sensibilité des enjeux

Le paysage urbain de Paris, largement minéral, constitue un ensemble spécifique de perspectives, d'organisation dans l'espace, de styles (grands boulevards haussmanniens, ruelles sinueuses de quartiers historiques, parcs, etc. La place du végétal est une question de plus en plus importante prévue au PLU et allant dans le sens d'une mise en œuvre possible du zonage d'assainissement et de son intégration au paysage urbain.

Incontournable
Complémentaire
Connexe

Le paysage parisien est très spécifique et comprend de nombreuses composantes très différentes. Le présent chapitre ne détaillera pas ces composantes mais on gardera à l'esprit les grands enjeux correspondant.



Figure 119 vue du Grand Paysage de Paris (source APUR et Atelier de Cergy Pontoise)

On notera le caractère particulièrement minéral du territoire de Paris intra-muros, très marqué par sa compacité et par l'architecture Haussmannienne.

Les protections de sites et monuments historiques qui couvrent une grande partie du territoire de Paris sont très liées aux considérations de paysages.

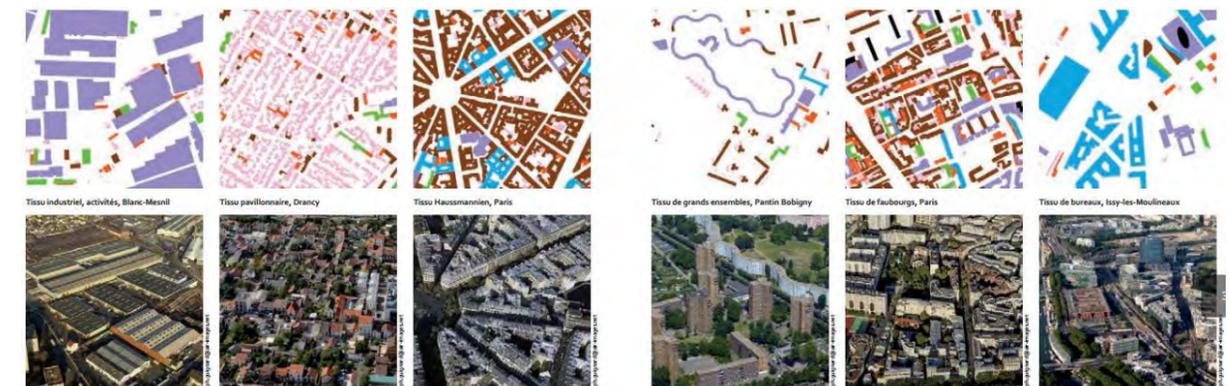


Figure 120 : Paysages et formes urbaines (source : APUR)

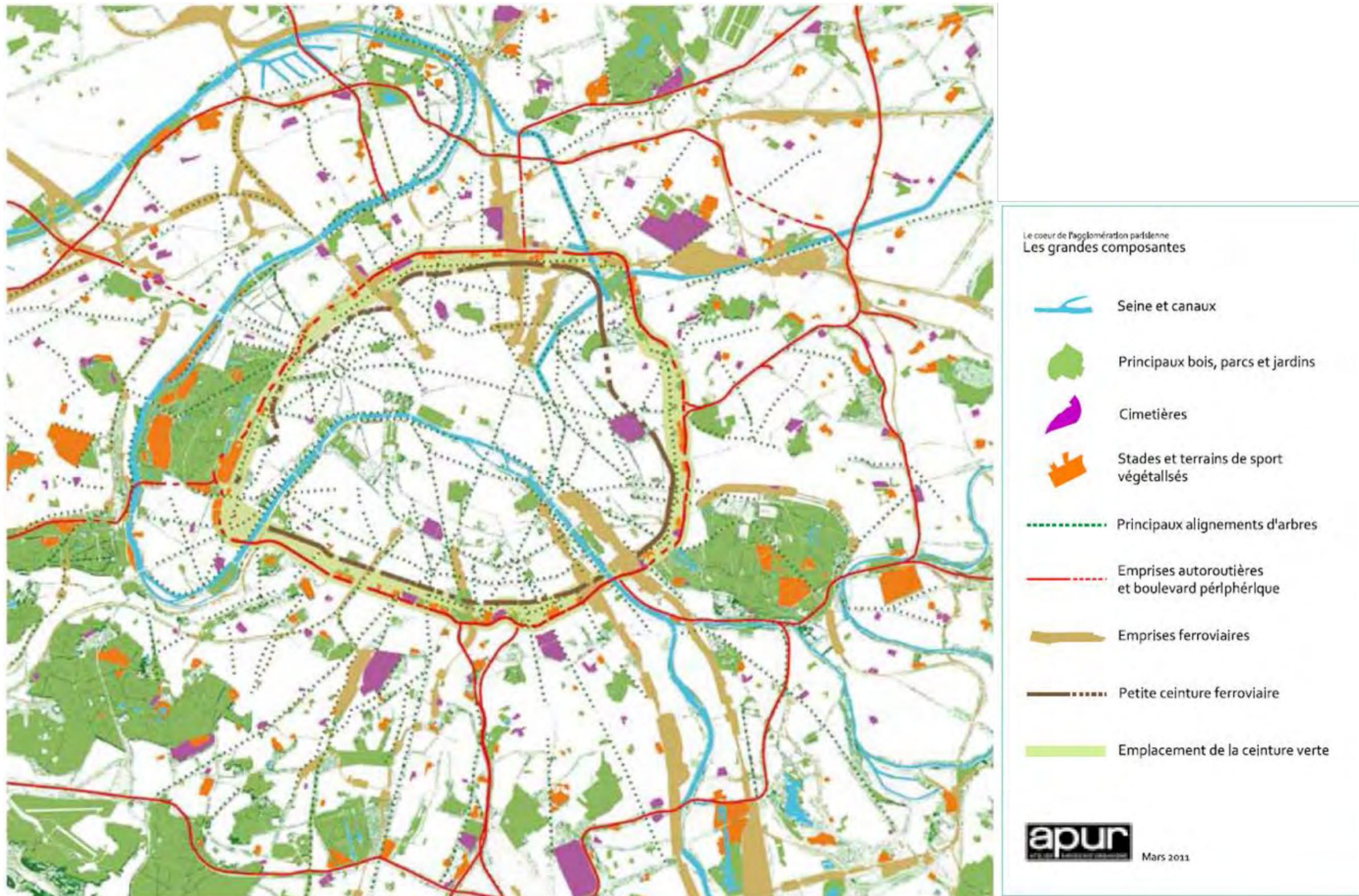


Figure 121 : Carte des grandes composantes paysagères végétales de Paris

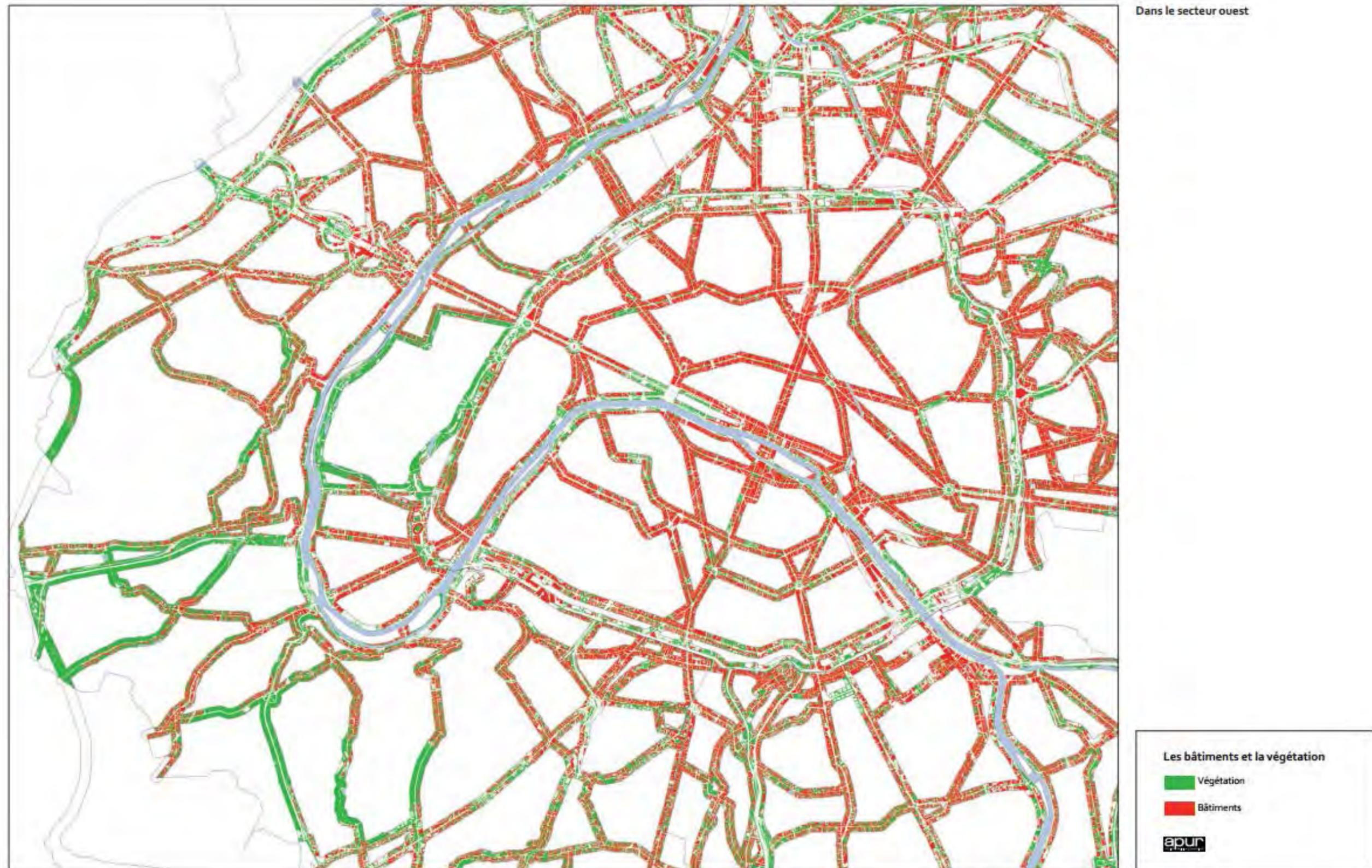


Figure 122 : Carte du partage des abords de voirie à Paris entre végétal et bâti (source APUR)

2.7. Tableau de synthèse de l'état initial

Niveau d'enjeux	incontournable	Figure parmi les objectifs premiers du projet - sans doute sujet d'incidences majeures - Essentiel à la bonne compréhension du public - forte contrainte opérationnelle à prévoir - Donnée d'entrée des études	suppose un niveau de détail quantitatif	Tableau de synthèse - Etat initial de l'environnement
	complémentaire	peut introduire de nouvelles contraintes à prendre en compte en second lieu - le public gagne à avoir une bonne vision du sujet - potentiellement sujet d'incidences importantes - peut impliquer des contraintes opérationnelles	quantitatif si données disponibles - qualitatif dire d'expert	
	connexe	apporte une connaissance générale du territoire indirectement en lien avec le projet - ne doit pas noyer le public à la lecture	qualitatif et succinct	

Thème	Sous thème	Enjeux	Niveau d'enjeu	Motivation Niveau d'enjeu	Source principale de données	Autres Documents de références
Milieu Physique	Géographie générale	Présentation de la géographie générale parisienne et Connaissance des nivellements principaux - organisation des bassins versants principaux	connexe	Décliné à travers les autres thématiques (hydrologie urbaine) - le zonage n'aura aucune incidence à ce niveau	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	
	Climat - air - météorologie	Connaissance de la Pluviométrie et des températures (îlots de chaleur...) qualité de l'air	complémentaire	donnée d'entrée de base au reste de l'étude - incidences possibles sur le micro-climat - essentiel à la compréhension du public	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Météo France
	Hydrologie et hydrogéologie générale	Maîtrise des écoulements / ruissellements (perméabilité des sols, piézométrie : niveau maximal de la nappe et sens d'écoulement)	connexe	Le milieu étant fortement urbanisé, l'hydrologie est quasiment entièrement traitée au paragraphe milieu humain. Le zonage d'assainissement n'a que peu d'interactions avec l'hydrogéologie	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	SDAGE, Plan Bleu de Paris
	Géologie et pédologie	Stabilité des sous-sols - gonflement des argiles - dissolution du gypse Maîtrise des sols urbains (pédologie urbaine)	incontournable	Problématique forte en région parisienne, particulièrement à Paris	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Inventaires et cartographie Inspection Générale des Carrieres, Etudes BRGM
	Pédologie	Maîtrise des sols urbains (pédologie urbaine)	connexe	Approche intéressante dans la considération d'une végétalisation (à titre d'information)	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Complément bibliographie spécialisé
	Risques Naturels	Risque effondrement (naturels : karsts gypseux, talus ou anthropiques : carrières) - Risque inondation (seine - remontées de nappes - débordements...), pluies d'orages	incontournable	Parmi les objectifs premiers de l'étude pour la lutte contre les débordements. Risque effondrement parmi les fortes contraintes	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PPR - PPRI - cartographie IGC
Milieux Humains	Cadre administratif et réglementaire de la planification urbaine	Maîtrise de l'ensemble des contraintes réglementaires pouvant s'appliquer au zonage d'assainissement et réciproquement, identification des textes qui devront prendre en compte le zonage (et administrations concernées)	incontournable	La mise en œuvre du zonage ne pourra se faire sans avoir garanti une conformité avec les réglementations en vigueur et une compatibilités avec les contraintes de toutes les parties prenantes	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PLU - OCSOL - notices techniques, doctrines de voirie
	Bâti, occupation des sols et planification - activités	Gestion de l'imperméabilisation - Préservation du bâti et des espaces publics, prise en compte des contraintes constructives (bâtiments, voiries, etc.) et prise en compte des usages du sol - perspectives d'évolutions	complémentaire	donnée d'entrée de base au reste de l'étude - incidences possibles des mesures du zonage	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PLU - OCSOL - Etudes AUR, Etudes IAU-IDF
	Santé - Nuisances et cadre de vie	Préservation de la santé, Maîtrise des nuisances (sonore, qualité de l'air, visuelles, odeurs) et préservation du cadre de vie (+ loisirs, dont baignade) canicules	incontournable	Sujet majeur mais déjà fortement maîtrisé (assainissement - santé) - incidences faibles sur les nuisances	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PLU - carte du bruit - Plan qualité de l'air
	Aménagements – équipements et infrastructures urbains	Maîtriser l'hydrologie/hydrographie urbaine - les infrastructures et équipements influent le comportement hydrique	incontournable	donnée d'entrée de base - la connaissance des équipements et infrastructures qui participent au comportement hydrologique global du territoire	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PLU - Schéma Directeur Assainissement du SIAAP, doctrines de Voirie, PAVE, CRE, La ville et son assainissement (CERTU)
	Maîtrise de l'énergie et Climat	Connaissance des enjeux énergétiques liés au secteur de l'assainissement et des émissions associées.	connexe	Enjeu prioritaire de la ville de Paris - Mais peu d'incidences anticipées dans le cadre du zonage d'assainissement	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Bilan Carbone de Paris, PCET, SRCAE, Bilan GES du SIAAP, Guide ADEME Assainissement

Milieux Naturels et Biodiversité	Protections réglementaires	Prise en compte des protections éventuelles (Natura2000...)	connexe	nécessité réglementaire - sans objet ici	Evaluation environnementale du PLU, du G	Carto Natura 2000 et périmètres de protection (DRIEE)
	Milieux naturels aquatiques et milieux naturels terrestres	Qualité de l'eau - préservation des habitats aquatiques - lutte contre la pollution. Inventaire des éventuelles zones d'intérêt écologique - Durabilité et menaces liées aux pratiques actuelles et tendances	incontournable	Parmi les objectifs premiers de l'étude - enjeu historique majeur sur un bassin très urbanisé	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Plan Biodiversité - Trame SRCE - Etudes APUR - Etudes IAU IDF
	Biodiversité et corridors écologiques	Préservation de la faune et de la flore, des support de leur diversité - Durabilité et menaces liées aux pratiques actuelles et tendances	complémentaire	enjeu de rétablissement - synergies à creuser avec la végétalisation	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Plan Biodiversité - Trame SRCE - Etudes APUR - Etudes IAU IDF
Préservation de la ressource en eau	Cadre réglementaire - connaissance des acteurs et usages de l'eau	Maîtrise globale du cadre administratif et réglementaire liés à la gestion de l'eau sur le territoire d'application du zonage. Revue des grandes parties prenantes et des usages principaux de l'eau	complémentaire	Simple approfondissement de la revue générale des contraintes réglementaires présentée au chapitre Milieux Humains	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	SDAGE, Plan Bleu de Paris, Schéma Directeur d'assainissement du SIAAP, Plan d'action Paris Proche Couronne 2012-2015
	Eaux superficielles	Maîtrise globale des aspects quantitatifs et qualitatifs pour les eaux de surface Débits caractéristiques et débits de pointe. Aspects qualitatifs - contraintes liées aux usages (zones de captage...)	incontournable	Parmi les objectifs premiers de l'étude (volet déversements et maîtrise de la pollution)	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	SDAGE, Plan Bleu de Paris, Schéma Directeur d'assainissement du SIAAP, Plan d'action Paris Proche Couronne 2012-2015
	Eaux souterraines	Hydrogéologie - Inventaire des nappes et état sanitaire / vulnérabilité générale du milieu. Contraintes liés aux usages.	connexe	Les nappes sont moins sensibles aux contaminations par infiltration. Les volumes infiltrés n'ont que peu d'incidence sur leur niveau	DONNEES STEA, PROLOG - SEPIA Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	SDAGE, Plan Bleu de Paris, Plan d'action Paris Proche Couronne 2012-2015
Patrimoine et Paysage	Préservation du patrimoine	Protections réglementaires - respect des contraintes architecturales et d'aménagement	connexe	Les protections du patrimoine bâti dans Paris pourraient impliquer des contraintes de conception pour les aménagements prévus au zonage	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	Liste des monuments historiques classés PSMV, PLU
	Préservation du paysage urbain	Préservation / promotion des espaces verts	complémentaire	La végétalisation et l'insertion d'espaces verts est un enjeu important dans le contexte paysager minéral de Paris	Evaluation environnementale du PLU, du Grand Paris, du SDRIF, PADD Profil Environnemental IDF	PLU, Etudes IAU-IDF, Etudes APUR

-
-
3. Solution de substitutions raisonnables permettant d'atteindre les objectifs du zonage

3.1. Préambule

3.1.1. Rappel des objectifs à atteindre pour le zonage

Au travers du projet de zonage d'assainissement, la ville de Paris souhaite remplir les objectifs suivants :

- Optimiser le fonctionnement du réseau de collecte et de transport ;
- Réduire les déversements en Seine et limiter les quantités d'eau pluviale envoyées vers les stations du SIAAP ;
- Réduire les risques de débordement sur voirie par la saturation du réseau d'assainissement ;
- Contribuer à lutter contre le réchauffement climatique et à réduire l'îlot de chaleur urbain parisien.

Tableau 4 Prescriptions d'abattement volumique minimal à appliquer aux différents types d'espaces urbains (cf. carte associée)

	ZONE ROUGE : Abattement réduit Règle du seuil de la lame d'eau de 4 mm Règle du pourcentage de 30% d'une pluie de 16 mm
	ZONE ORANGE : Abattement normal Règle du seuil de la lame d'eau de 8 mm Règle du pourcentage de 55% d'une pluie de 16 mm
	ZONE JAUNE : Abattement renforcé Règle du seuil de la lame d'eau de 12 mm Règle du pourcentage de 80% d'une pluie de 16 mm
	ZONE VERTE : Abattement total Règle du seuil de la lame d'eau de 16 mm (équivalent à 100% d'une pluie de 16 mm)
	ZONE VERTE : Zones de rejet vers le milieu naturel Conduit à imposer des installations de collecte, de stockage, de traitement des eaux pluviales pour permettre un rejet vers le milieu naturel
	ZONE HACHUREE : zones de protection au débordement du réseau d'assainissement Des mesures de limitation de débit dans les égouts sont prescrites pour protéger le réseau d'assainissement en cas de forte pluie et de pluie décennale (non exclusive d'un abattement volumique correspondant à la couleur sous-jacente)

3.1.2. Construction des scénarios

Prolog Ingénierie et Sépia Conseil ont été mandatés par la ville de Paris pour réévaluer l'impact hydraulique ainsi qu'étudier l'ensemble des coûts et bénéfices environnementaux du projet de zonage pluvial à partir l'étude de construction des zonages pluviaux réalisée par la société Safège.

Cette étude traite de diverses hypothèses techniques permettant d'évaluer les résultats de mise en œuvre du zonage et des techniques alternatives de végétalisation (toitures végétalisées et jardins de pluie) qu'il induit comparativement à des solutions plus classiques (les équipements de stockage-restitution...) qui permettraient d'atteindre les mêmes objectifs hydrauliques.

Le présent chapitre fait la synthèse de cette étude. Il évoque également la construction des règles et des délimitations du zonage pluvial issues de l'étude primitive précitée. Afin de rendre accessible ce vaste travail d'analyse traitant un grand nombre d'hypothèses et de cas de figures différents, la présente évaluation environnementale établie par la société Artélia rassemble les solutions envisagées en 3 grands scénarios.

3.1.3. Buts de l'étude « Prolog Ingénierie-Sépia Conseil »

L'étude Prolog Ingénierie - Sépia Conseil vise à :

- Évaluer l'impact du projet de zonage pluvial sur les déversements en Seine pour la pluie de projet de 16 mm et sur les risques de débordement du réseau parisien pour la pluie de projet décennale, pour les deux horizons à 20 ans et à 50 ans ;
- Estimer les coûts et bénéfices financiers et environnementaux pouvant être attendus suite à l'application du zonage favorisant les aménagements alternatifs (Scénario « Aménagements végétalisés ») comparativement à la mise en œuvre du scénario « Aménagements hydrauliques classiques »

3.1.4. Démarche générale de l'étude « Prolog Ingénierie-Sépia Conseil »

L'étude d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice comprend 3 phases :

- **Phase 1** : cette phase a permis d'évaluer les dysfonctionnements du réseau unitaire de Paris pour deux hypothèses d'imperméabilisation (état actuel et évolution défavorable de l'imperméabilisation). Dans le cadre de l'évaluation environnementale, cette phase 1 correspond à l'analyse du scénario « Tendanciel » ;
- **Phase 2** : cette phase, objet du présent rapport, évalue l'effet des mesures prises pour respecter le zonage pluvial de Paris aux horizons 20 ans et 50 ans. Dans le cadre de l'évaluation environnementale, cette phase 2 correspond à l'analyse du scénario « Aménagements végétalisés » ;
- **Phase 3** : cette phase construit un scénario de performance hydraulique équivalente à celui des « aménagements végétalisés » sur les bases d'aménagements purement hydrauliques. Dans le cadre de ce scénario sont envisagés tous les aménagements connexes qui seraient nécessaires pour fournir les services environnementaux supplémentaires apportés par le scénario « végétalisation » (sur-climatisation versus rafraîchissement naturel, etc.). Dans le cadre de l'évaluation environnementale, cette phase 3 correspond à l'analyse du scénario « Aménagements hydrauliques classiques ».

3.1.5. Hypothèses de base

Les hypothèses utilisées dans le cadre de cette étude sont ainsi résumées :

- **Trois scénarios étudiés** :
 - Scénario « Tendanciel »,
 - Scénario « Aménagements végétalisés »,
 - Scénario « Aménagements hydrauliques classiques ».
- **Deux horizons d'étude** :
 - 20 ans : application du zonage aux aménagements des espaces scolaires et sportifs + opérations d'aménagement urbain + voiries renouvelées à 20 ans + renouvellement urbain diffus à 20 ans,
 - 50 ans : application du zonage aux aménagements des espaces scolaires et sportifs + opérations d'aménagement urbain + voiries renouvelées à 50 ans + renouvellement urbain diffus à 50 ans.
- **Deux hypothèses de fonctionnement des aménagements de gestion des eaux pluviales** :
 - Rationnel : respect stricte des objectifs minimum du zonage. Le plan de zonage d'assainissement pluvial est soumis à la pluie de 6 mois (16mm) et à celle de 10 ans (48mm) pour en vérifier les performances et l'atteinte des objectifs que la Ville s'est fixée.
 - Réaliste : possible surperformance des aménagements végétalisés réalisés selon l'hypothèse rationnelle. En situation d'activité végétale d'évapotranspiration et racinaire optimale, rencontrée au printemps et en été, il a été vérifié les performances du zonage en tenant compte de ces conditions améliorées de fonctionnement des dispositifs d'abattement pluvial. Les hypothèses considérées sont la déconnexion totale des jardins de pluie et noues / l'abattement pour les toitures végétalisées amélioré pour chaque zone, respectivement de 22 / 33 / 44 mm.

Dans un souci de clarté de l'exposé et de la volonté de le centrer sur la cible du zonage d'assainissement pluvial tel que réglementairement présenté, seul le premier scénario dit "Rationnel" est considéré dans les résultats qui

suivent. Ce scénario représente donc le respect des objectifs à minima du zonage pluvial. Dans la réalité, les études complémentaires ci-dessus menées indiquent que les résultats du zonage dépasseront probablement ces

niveaux de performances minimaux.

3.1.6. Description des scénarios

Tableau 5 : Descriptif des scénarios étudiés

	Scenarion 0 : "Tendancier"	Scenarion 1 : "Gestion à la source & Végétalisation"	Scenarion 2 : "Gestion à l'aval - hydraulique classique"
Hypothèses sur l'évolution de l'imperméabilisation	Suivi hypothèse haute du schéma directeur d'assainissement du SIAAP (prise en compte de la révision en cours)	Maximalisation des mesures de végétalisation - faible imperméabilisation	Suivi hypothèse haute du schéma directeur d'assainissement du SIAAP (prise en compte de la révision en cours)
Mesures hydrauliques proposées	Aucune mesure spécifique	Aucune mesure spécifique requise Abattement à la source avant arrivée au réseau unitaire	Train de mesure permettant d'atteindre les mêmes résultats hydrauliques que le scénario 1
			Insertion de bassins de stockages
			Surdimensionnement des réseaux
Mesures proposées sur l'imperméabilisation des sols	Aucune mesure spécifique - dégradation de l'imperméabilisation (85% à 20ans, 90% à 50 ans)	<p>Train de mesure permettant d'atteindre les objectifs du zonage d'assainissement en privilégiant des</p> <ul style="list-style-type: none"> aménagements végétalisés sur Equipements municipaux aménagements végétalisés sur Opérations d'aménagement urbain aménagements végétalisés sur voiries (2%/an du renouvellement) aménagements végétalisés sur bâti (0.2%/an de renouvellement urbain) 	Aucune mesure spécifique - dégradation de l'imperméabilisation (85% à 20ans, 90% à 50 ans)

3.2. Scenario « Tendanciel »

3.2.1. Synthèse des hypothèses de construction du scenario

Ce chapitre correspond aux travaux réalisés à la phase 1 de l'étude Prolog Ingénierie-Sépia Conseil.

Le scenario « tendanciel » met principalement en avant les dysfonctionnements du réseau unitaire de Paris compte tenu de l'accroissement de l'imperméabilisation anticipée sur le territoire d'ici 20 à 50 ans (tirées de l'étude d'actualisation du schéma directeur d'assainissement de la zone SIAAP). **Il représente l'approche « laisser-faire » ; c'est à dire les perspectives de l'évolution probable de l'environnement si le plan de zonage n'est pas mis en œuvre (au sens de l'alinéa 2 de l'article R.122.20 du Code de l'Environnement).** Ce scénario sert au final de référence pour l'évaluation des performances des autres scenarios.

- **Hypothèse intermédiaire** : aucune évolution de l'imperméabilisation par rapport à l'état actuel. Cette situation représente l'état initial de l'environnement du territoire parisien ;
- **Hypothèse haute** : évolution très défavorable de l'imperméabilisation aux horizons 20 ans et 50 ans.

L'ensemble des hypothèses utilisées pour analyser les incidences de ce scenario est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Hypothèses et critères utilisés pour la phase 1 de l'étude d'impact du projet de zonage pluvial. Source : Prolog Ingénierie

Thèmes	Hypothèses	Critères	Détails-Explications	Remarques
Imperméabilisation	Intermédiaire (66%) (maintient à horizon 20 et 50 ans)	Maintien de l'imperméabilisation actuelle	Maintien des surfaces actives aux horizons 20 et 50 ans	-
	Haute - 85% à 20 ans - 90% à 50 ans	Augmentation du coefficient d'imperméabilisation des bassins-versants : 0,01 point/an	Plafond du coefficient d'imperméabilisation : 0,9	Hypothèse fondée sur le constat général de modification de l'espace urbain
		Augmentation du coefficient d'imperméabilisation des emprises ferroviaires en activité	Plafond du coefficient d'imperméabilisation : 0,9	Rejet direct des eaux pluviales des futurs aménagements (dans les 20 années à venir) dans le réseau municipal
		Imperméabilisation des surfaces cumulées de secteurs d'aménagement	Ratios détaillés en phase 2	Imperméabilisation et raccordement au réseau de secteurs d'aménagement (ZAC, GPRU, ...), surfaces cumulées : 900 ha
Evènements pluvieux étudiés	Pluie 16 mm	-	Définie dans le schéma directeur d'assainissement du SIAAP (2007)	Objectif : évaluer les volumes déversés par le réseau unitaire en Seine au niveau de chaque déversoir parisien et à l'usine de Clichy
	Pluie décennale	-	Pluie décennale d'été de type de Chicago	Objectif : évaluer les risques et volumes de débordements du réseau
Modèle informatique utilisé	MIKE URBAN Paris-06 (Logiciel MIKE URBAN 2012)	-	-	-
Conditions aux limites	Simulations réalisées hors période de crue de la Seine, avec les conditions aux limites du modèle Paris-06	-	-	-
Paramètres temporels des simulations	Durée des simulations : 24h	-	-	-

3.2.2. Principaux résultats

L'application de ce scenario aboutit à d'importantes conséquences sur le réseau unitaire et engendre plusieurs dysfonctionnements (débordements sur voiries, déversement en Seine excessifs).

a) Volumes évacués vers les émissaires du SIAAP pour la pluie de projet 16 mm

Les volumes sur 24 heures évacués vers les émissaires du SIAAP pour la pluie 16 mm sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Volumes sur 24 h évacués vers les émissaires du SIAAP pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie

Nom usuel du point de rejet vers le réseau du SIAAP	Volume (m ³) hypothèse intermédiaire	Volume (m ³) hypothèse haute - horizon 20 ans	Volume (m ³) hypothèse haute - horizon 50 ans
Tête Pantin La Briche	0	52	174
Emissaire Sud 1ère Branche (ES1B)	78 154	103 760	108 595
Liaison Auteuil Saint-Cloud (LAS)	140 148	150 386	130 652
Collecteur du Nord extra-muros	193 774	206 199	224 066
Tête Emissaire Général	241 933	241 934	241 934
Tête émissaire CAA	254 395	257 578	260 065
Tête émissaire CAB	494 408	500 188	506 940
TOTAL	1 402 811	1 460 097	1 472 425

Globalement, par rapport à la situation actuelle (hypothèse intermédiaire), on note une petite hausse de 4 % des flux évacués vers les émissaires du SIAAP en hypothèse haute horizon 20 ans et de 5 % en hypothèse haute horizon 50 ans.

b) Volumes déversés en Seine par le réseau unitaire pour la pluie de projet 16 mm

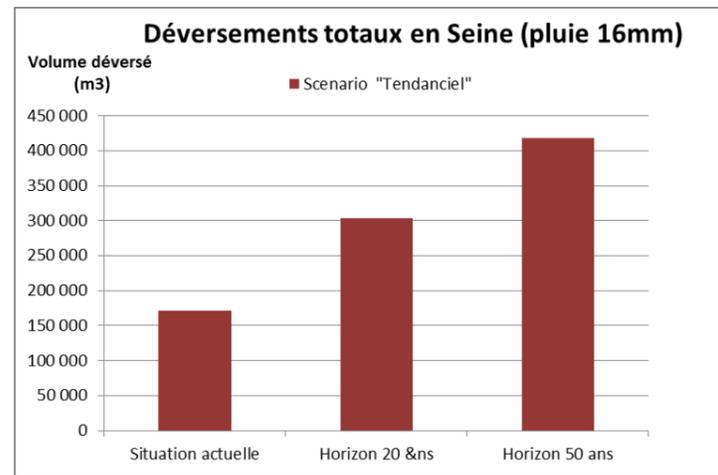
Les volumes déversés en Seine par le réseau unitaire parisien pour la pluie de projet 16 mm sont présentés dans le tableau ci-après pour les 3 cas de simulation (hypothèse intermédiaire et hypothèse haute aux horizons 20 et 50 ans) :

Tableau 8 : Volumes déversés calculés pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie

Nom usuel du déversoir	Deversement (m ³) hypothèse intermédiaire	Deversement (m ³) hypothèse forte- horizon 20 ans	Deversement (m ³) hypothèse forte- horizon 50 ans
VINCENNES CHARENTON B	8 015	9 008	9 319
VINCENNES CHARENTON A	18 530	20 379	20 981
PERIPHERIQUE EST	18 877	19 689	19 760
BIEVRE	24 547	26 307	50 429
Sous-total en tenant compte de la capacité de TIMA	0	0	13 490
Sous-total Déversoirs Parisiens	11 459	50 165	113 870
DEVERSOIR DU CAA32	45 151	56 651	66 710
CLICHY	115 320	196 282	237 487
total	171 930	303 098	418 067

On note que, par rapport à la situation actuelle :

- Le volume global déversé par les déversoirs d'orage parisiens (DO) est augmenté de 54 % en hypothèse haute horizon 20 ans et de 146 % en hypothèse haute horizon 50 ans ;
- Le volume global déversé par les DO parisiens, l'usine de Clichy et le déversoir du CAA32 (en tête de l'émissaire CAA) est augmenté de 56 % en hypothèse haute horizon 20 ans et de 109 % en hypothèse haute horizon 50 ans ;
- 8 déversoirs supplémentaires déversent en Seine en hypothèse haute horizon 20 ans ;
- 14 déversoirs supplémentaires déversent en Seine en hypothèse haute horizon 50 ans.



A noter que les effluents des déversoirs Bièvre, Vincennes-Charenton et Périphérique Est peuvent être repris par le Tunnel Ivry Massena (TIMA) dans la limite de sa capacité fixée à environ 87 000 m³. De ce fait, les rejets en Seine des déversoirs Bièvre, Vincennes-Charenton et Périphérique Est calculés par le modèle pour l'hypothèse intermédiaire et l'hypothèse haute à l'horizon 20 ans peuvent être considérés comme nuls car les volumes cumulés de ces déversoirs sont inférieurs à la capacité de stockage de TIMA.

A noter que tous les déversoirs qui déversent en Seine en hypothèse intermédiaire déversent également dans l'hypothèse haute d'imperméabilisation, pour les horizons 20 et 50 ans.

c) Mise en charge et risque de débordement du réseau parisien pour la pluie décennale

Notons que pour la pluie 16 mm, il n'existe aucun risque de débordement du réseau et les mises en charge du réseau calculées sont très limitées pour l'ensemble des 3 cas de simulation étudiés. L'étude des risques de débordement et des mises en charges du réseau unitaire parisien peut donc être menée uniquement pour la pluie de projet décennale.

- Mise en charge du réseau unitaire :

En hypothèse haute d'évolution de l'imperméabilisation, on note que les mises en charge du réseau s'étendent et que de nombreux collecteurs supplémentaires se mettent en charge, (par rapport à la situation actuelle), en particulier les collecteurs Clichy, Bièvre et Rapp.

- Risque de débordement du réseau :

La figure suivante présente les points de débordement potentiels du réseau modélisé, calculés lors d'une pluie décennale. Nous considérons, étant donné la marge d'incertitude du modèle mathématique, qu'il existe un risque de débordement lorsque la cote piézométrique maximale calculée se situe à moins de 20 cm en dessous du terrain naturel.

Les nœuds à risque de débordement pour la pluie décennale sont localisés sur la figure suivante, avec le code couleur suivant :

- Les 7 regards à risque de débordement en situation actuelle (hypothèse intermédiaire) sont localisés par des ronds bleus ;
- Les 35 regards supplémentaires à risque de débordement en hypothèse haute pour l'horizon 20 ans, par rapport à la situation actuelle sont localisés par des ronds verts ;
- Les 15 regards supplémentaires à risque de débordement en hypothèse haute pour l'horizon 50 ans par rapport à l'horizon 20 ans sont localisés par des ronds rouges.

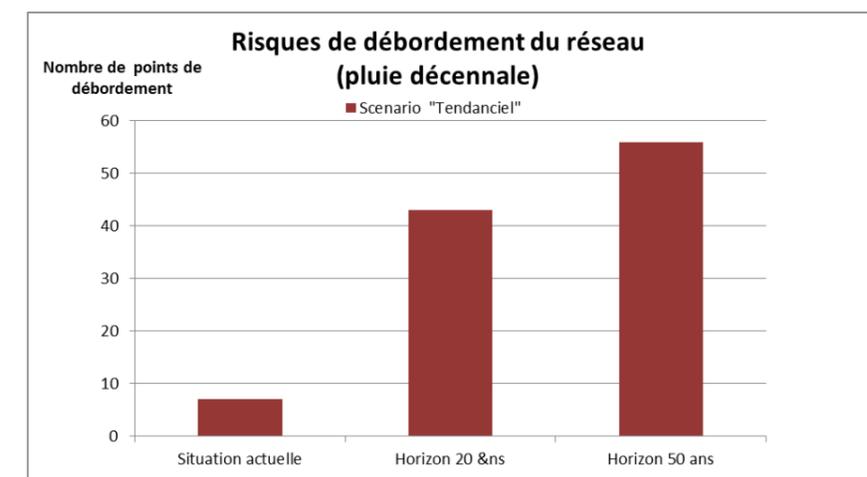
Voir cartographie des résultats ci-après

Pour les hypothèses d'imperméabilisation intermédiaire et haute, le nombre de nœuds à risque par secteur, ainsi que les collecteurs auxquels les regards appartiennent, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Nombre de nœuds à risque de débordement pour l'hypothèse haute et localisation des collecteurs concernés. Source : Prolog Ingénierie

Localisation des nœuds	Arr. de Paris	Situation actuelle	Scenario de référence (tendanciel)	
			Horizon 20 ans	Horizon 50 ans
Tête de l'Egout Rond	13 ^e	6	6	6
Collecteur de la Rue des Pyrénées	20 ^e	1	1	1
Collecteur de la Rue Saint Charles	15 ^e	-	3	3
Collecteur de la Rue de la Convention	15 ^e	-	1	4
Collecteur de la Rue Blomet	7 ^e	-	1	2
Aval collect. Montparnasse, Bd des Invalides	7 ^e	-	0	1
Collecteur Pascal, entre le Bd de Port-Royal et la Rue Claude Bernard	5 ^e	-	4	5
Collecteur au croisement des Rues Eugène Oudiné et Chevaleret et à l'amont du déversoir Watt	13 ^e	-	6	6
Collecteur Rollin	12 ^e	-	3	3
Collecteur Voltaire, à l'amont de la Place Léon Blum	11 ^e	-	4	5
Intercepteur Nord-Jemmapes	10 ^e	-	3	4
Collecteur du Nord, entre la Rue de Ménilmontant et la Rue de Belleville	20 ^e	-	2	3
Collecteur du Nord, à l'amont du Bassin de la Villette	19 ^e	-	1	4
Collecteur de l'Avenue Cariou avant son intersection avec le collecteur du Nord	19 ^e	-	5	6
Aval du collecteur du Nord	19 ^e	-	3	3

On note une augmentation importante du nombre de nœuds à risque de débordement entre les horizons 20 ans et 50 ans, principalement aux niveaux du collecteur de la rue de la Convention (15^{ème} arrondissement) et du collecteur du Nord (19^{ème} arrondissement).



3.2.3. Principales conclusions : situation environnementale parisienne à terme inacceptable

Le modèle MIKE URBAN du réseau d'assainissement Paris-06 transmis par la ville de Paris a été utilisé pour calculer les flux sortants et les hauteurs d'eau dans le réseau en situation de référence actuelle.

Les coefficients d'imperméabilisation des bassins versants du modèle ont été corrigés pour tenir compte d'un accroissement fort tel qu'envisagé par le SIAAP dans le schéma directeur d'assainissement aux horizons 20 ans et 50 ans. Globalement, ces hypothèses conduisent à une hausse du coefficient d'imperméabilisation moyen de 66 % actuellement, à 85 % à l'horizon 20 ans et à 90 % à l'horizon 50 ans.

Pour chacune des 2 pluies de projet étudiées (pluie de projet 16 mm et pluie décennale d'été), les simulations ont été effectuées avec les conditions aux limites du modèle Paris-06 transmises par la ville de Paris.

Les simulations du fonctionnement du réseau mettent en évidence :

- **Une petite hausse de 4 % des flux évacués vers les émissaires du SIAAP** pour la pluie 16 mm en hypothèse haute horizon 20 ans et de 5 % en hypothèse haute horizon 50 ans, par rapport à la situation actuelle ;
- **Une forte hausse du volume global déversé en Seine par les déversoirs d'orage parisiens**, l'usine de Clichy et le déversoir du CAA32 (situé en tête de l'émissaire Clichy-Achères branche d'Argenteuil), pour la pluie 16 mm, en hypothèse haute horizon 20 ans (+56 %) et en hypothèse haute horizon 50 ans (+109 %), par rapport à la situation actuelle ;
- **Une forte hausse du nombre de nœuds à risque de débordement**, pour la pluie décennale, en hypothèse haute à 20 ans (+530 %) et en hypothèse haute à 50 ans (+730 %), par rapport à la situation actuelle.

Cette situation où aucune mesure n'est prise contre l'imperméabilisation des sols et contre le rejet dans le réseau des eaux pluviales est globalement inacceptable au plan de l'environnement pour Paris. Elle est aussi tout à fait incompatible avec les objectifs actuels du SDAGE, a fortiori ceux qui pourront être renforcés lors de l'actualisation en cours de ce schéma. Cependant, elle sert dans la suite de l'étude de point de référence et de comparaison pour la mesure relative des performances hydrauliques des autres scénarios.

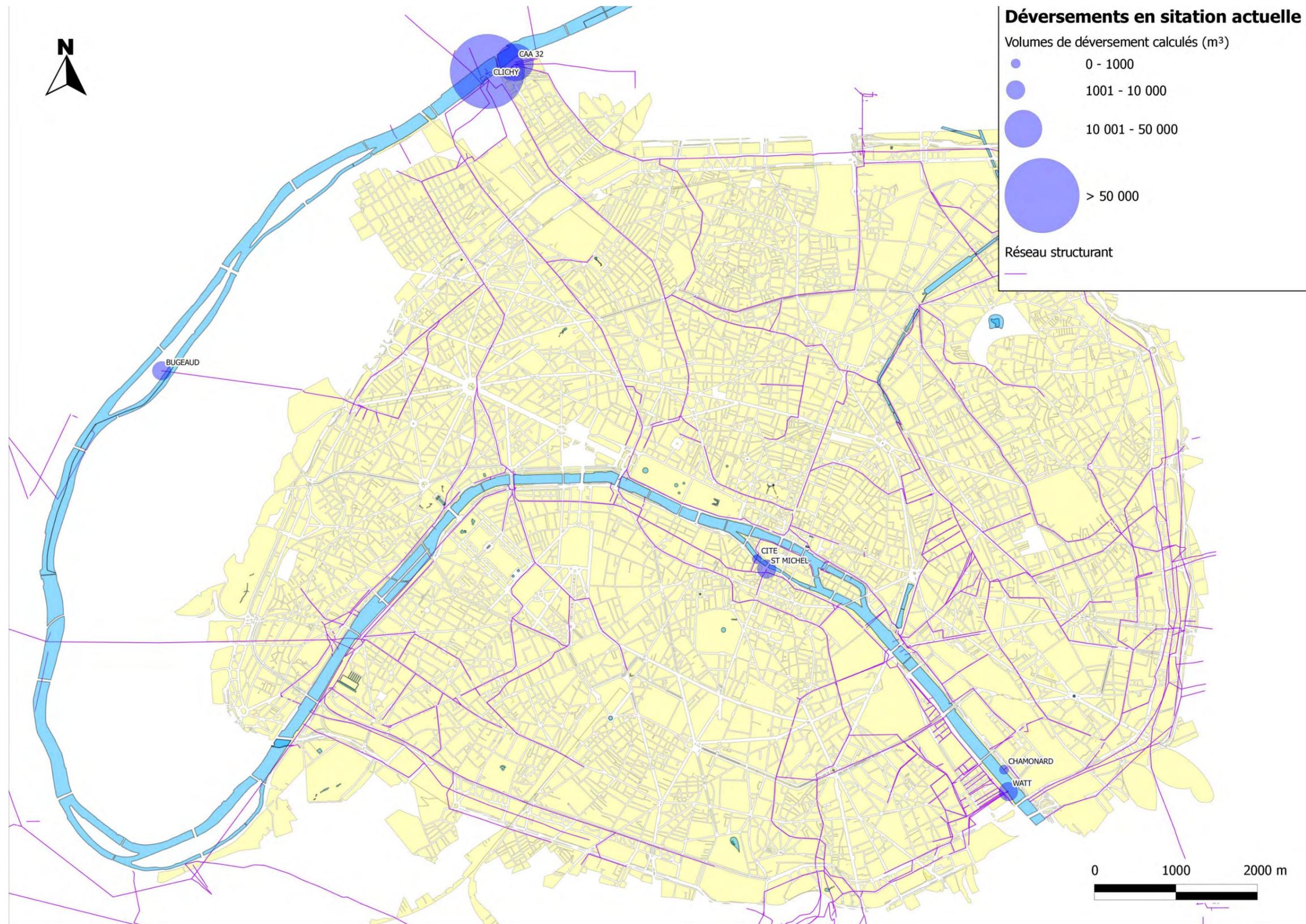


Figure 123 : Cartographie des déversements en Seine - situation actuelle (source : Prolog)

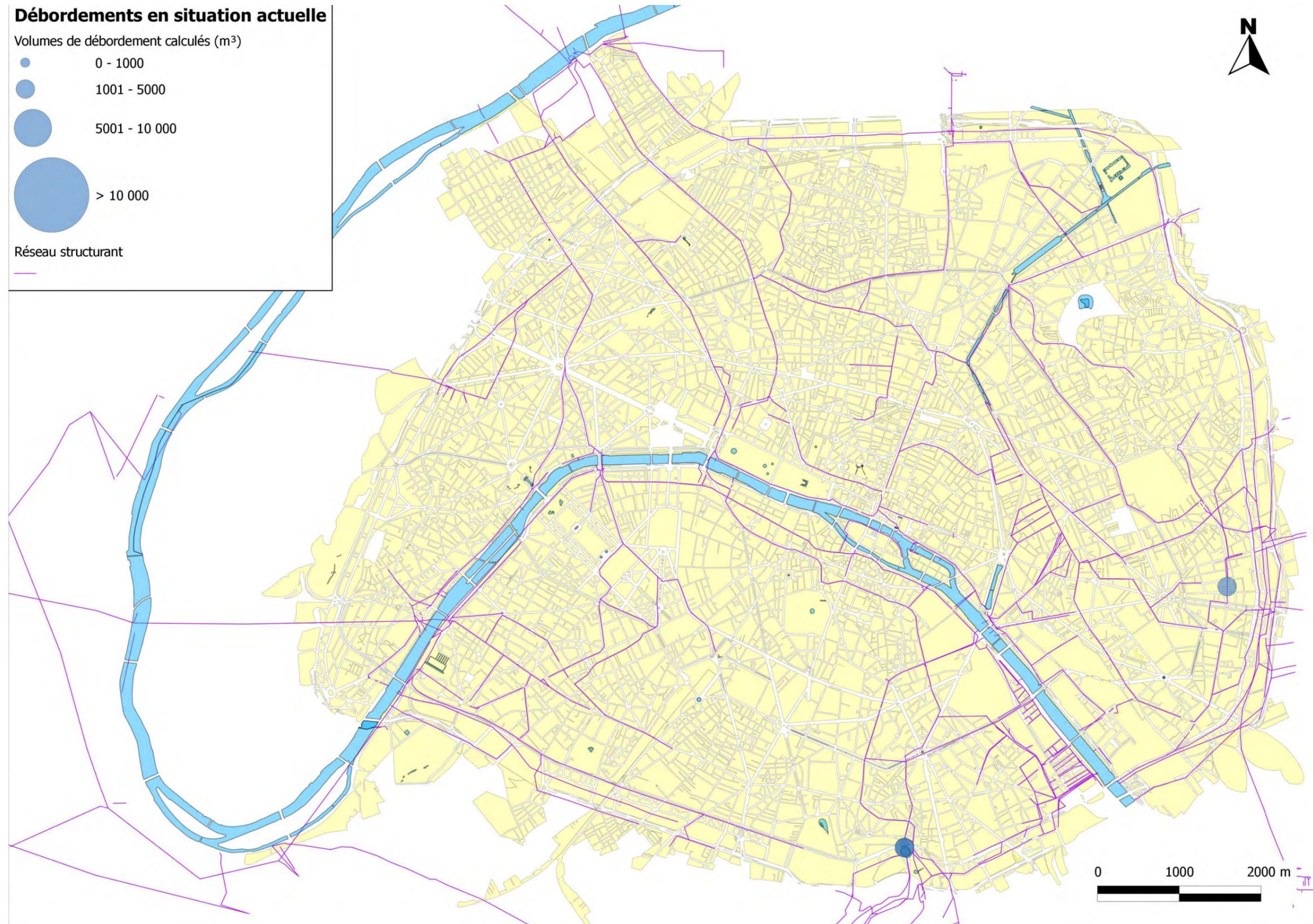
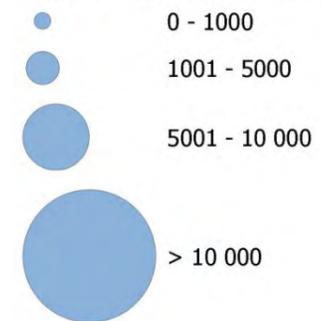


Figure 124 : Cartographie des débordements sur voiries - situation actuelle (source : Prolog)

Débordements pour le scénario tendanciel à l'horizon 20 ans

Volumes de débordement calculés (m³)



Réseau structurant



Figure 125 : Cartographie des débordements sur voiries pour le scénario tendanciel à 20 ans (source : Prolog)

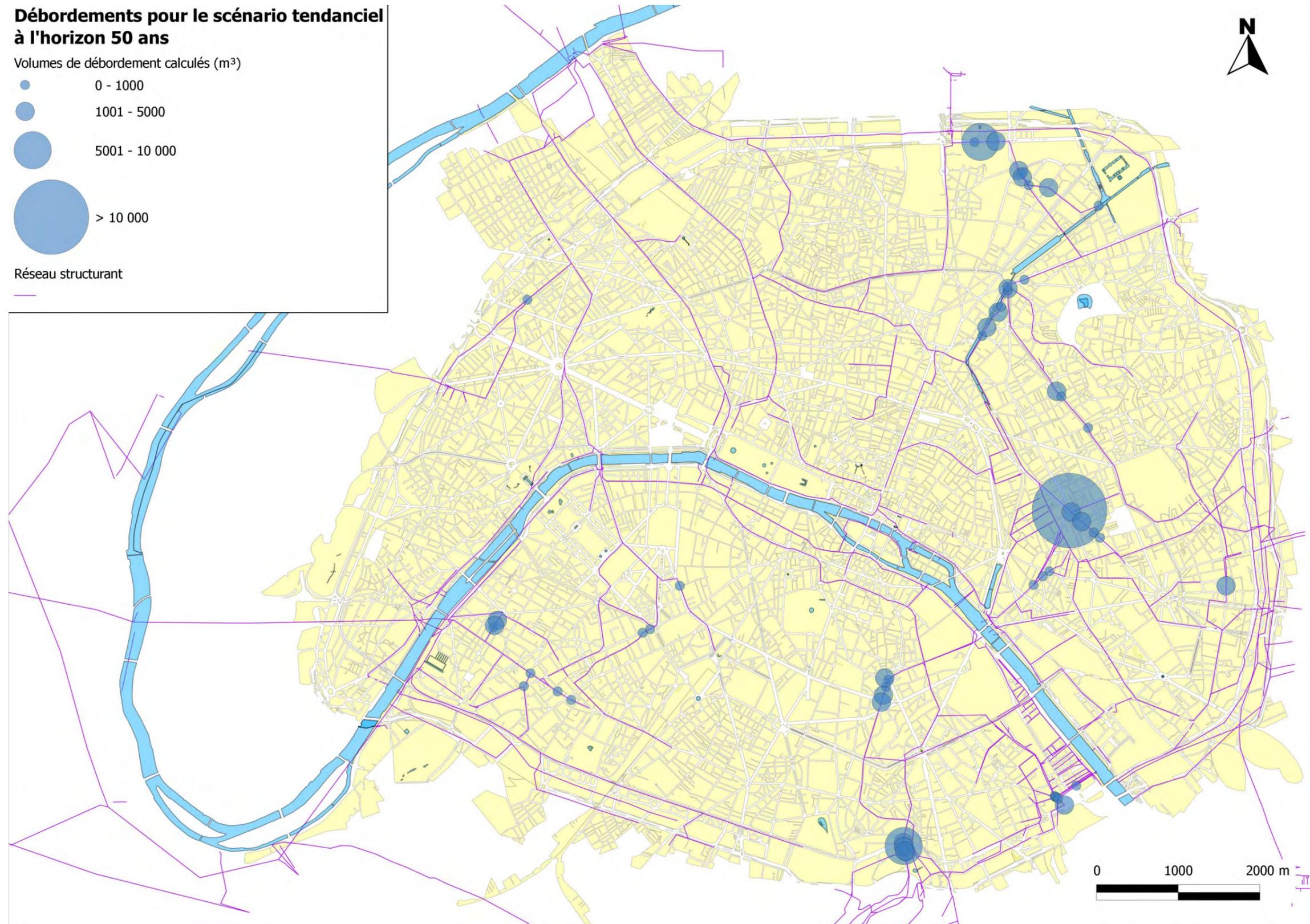


Figure 126 : Cartographie des débordements sur voiries pour le scénario tendanciel à 50 ans (source : Prolog)

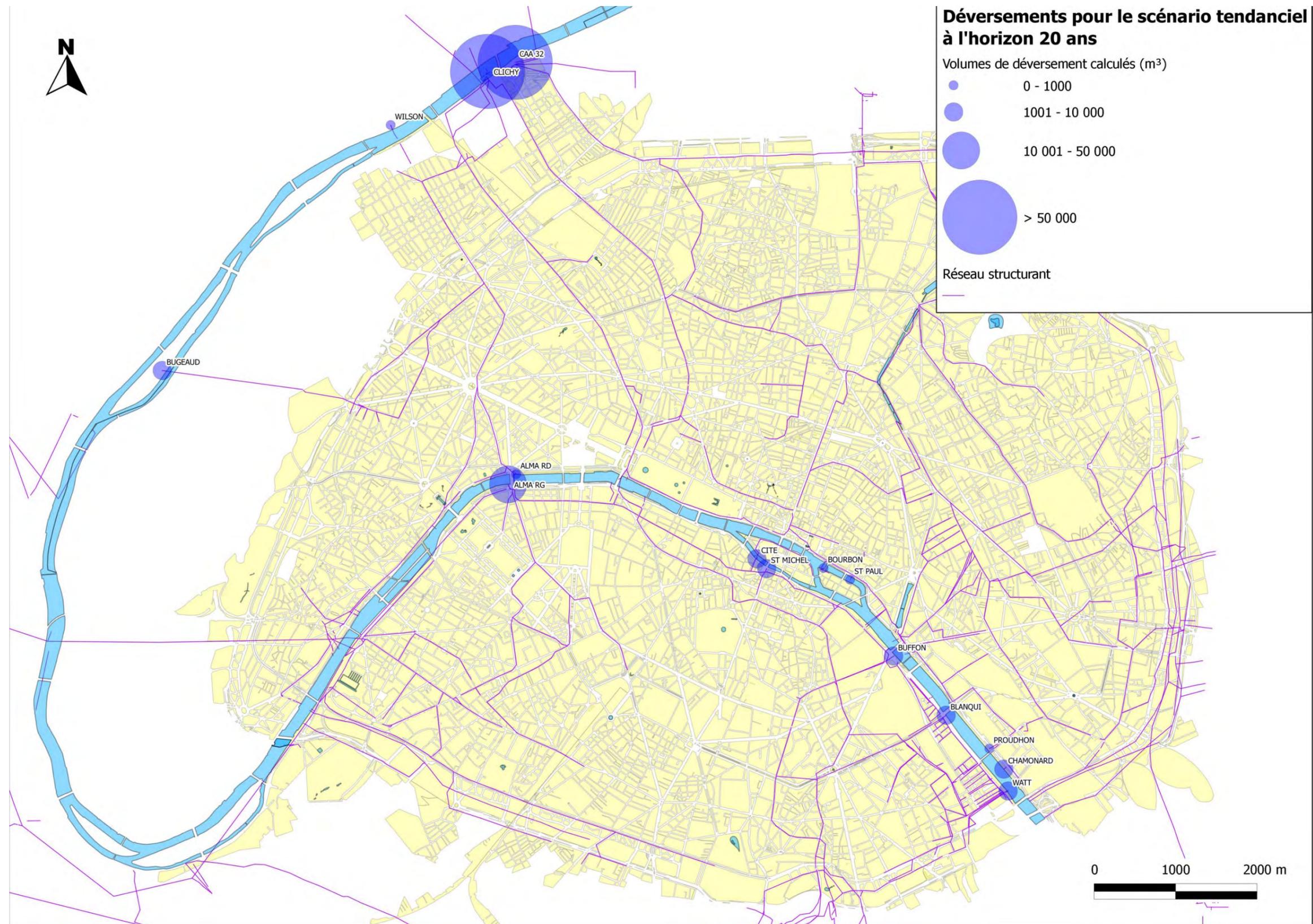


Figure 127 : Cartographie des Déversements en Seine pour le scénario tendanciel à 20 ans (source : Prolog)

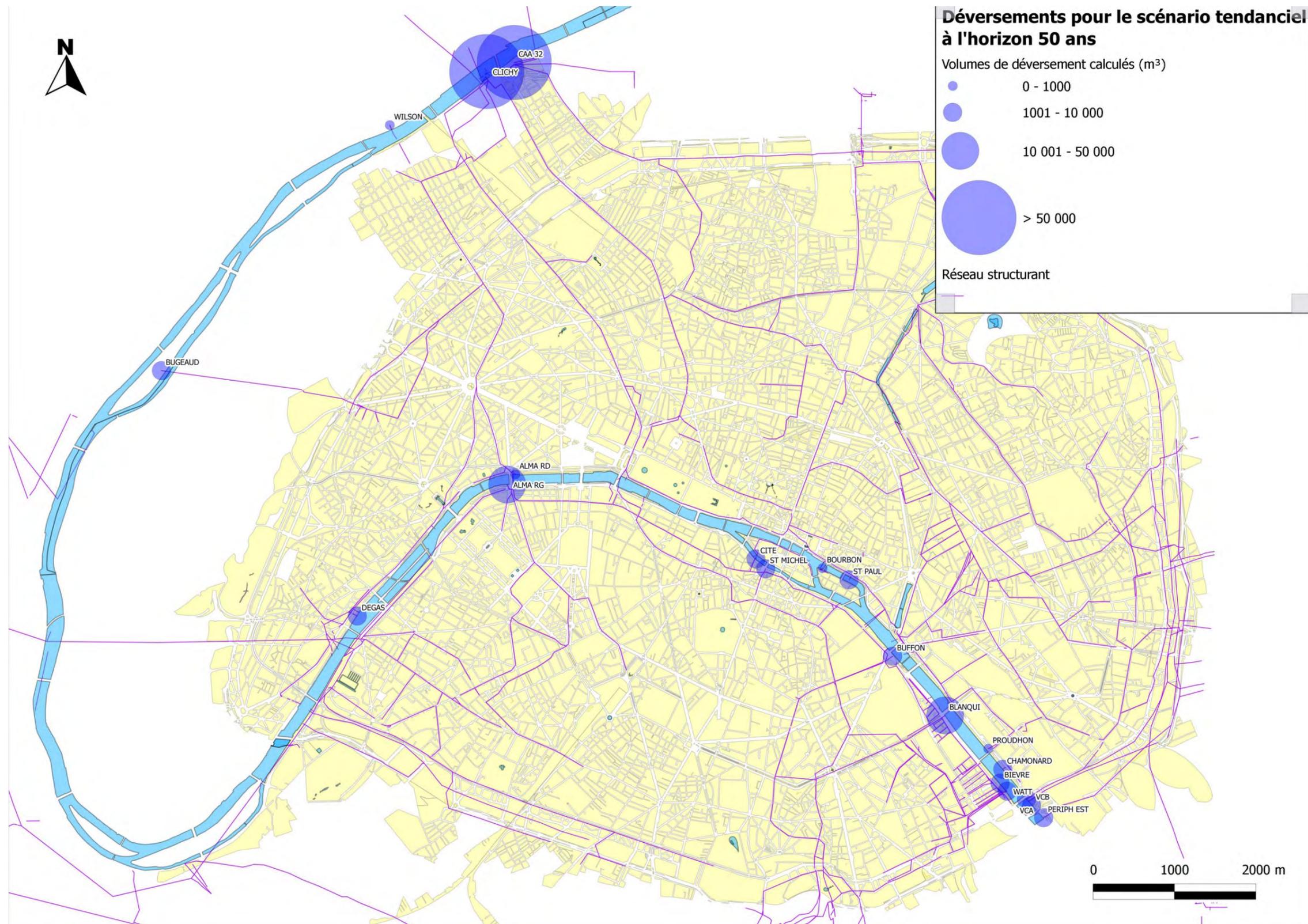


Figure 128 : Cartographie des Déversements en Seine pour le scénario tendanciel à 20 ans (source : Prolog)

3.3. Scénario « Aménagements végétalisés »

3.3.1. Synthèse des hypothèses de construction du scénario

Pour élaborer le scénario « Aménagements végétalisés », il est nécessaire de le dimensionner, c'est à dire de préciser les types d'aménagements végétalisés envisagés et d'évaluer les surfaces auxquels ils devraient s'appliquer (aux horizons 20 et 50 ans) afin de respecter les objectifs techniques du zonage d'assainissement.

Le dimensionnement du scénario « Aménagements végétalisés » a nécessité plusieurs étapes successives :

- Définition des zones du projet** de zonage auxquelles s'applique le scénario « Aménagements végétalisés » et calculs de leurs surfaces ;
- Caractérisation des « surfaces aménageables » (pour les horizons 20 ans et 50 ans)**, c'est-à-dire les surfaces d'équipements municipaux existants, de secteurs d'aménagement, de renouvellement de voiries ou de renouvellement de bâti, sur lesquelles les objectifs d'abattement de la pluie à la parcelle seront appliqués pour les zones rouge, orange et jaune du projet de zonage pluvial ;
- Caractérisation des « surfaces techniquement aménageables »**, au sein des surfaces aménageables. Nous avons pour cela d'abord sélectionné 3 types d'aménagements végétalisés (toitures terrasses, jardins de pluie surélevés et noues) et identifié, pour chacun de ces types d'aménagement, sur quels espaces il est techniquement possible de le mettre en place.
Par exemple, les noues sont particulièrement adaptées aux espaces verts de secteurs d'aménagement et aux voiries (voir pour plus de précision l'annexe n°6 au règlement intitulée « Exemples de dispositifs de gestion des eaux pluviales »). Les emprises de chacune de ces surfaces techniquement aménageables ont été calculées, pour chacun des types de surface aménageables et chacune des zones ;
- Calcul des « surfaces aménagées »**. Pour ce faire nous avons défini, parmi les surfaces techniquement aménageables, celles qui seraient effectivement aménagées de manière à atteindre l'objectif du zonage sur l'intégralité de la surface aménageable.

Ainsi, toutes les surfaces techniquement aménageables ne seront pas nécessairement aménagées si une partie seulement suffit à atteindre l'objectif d'abattement.

Notons que le ratio surface aménagée/surface techniquement aménageable est appelé **taux d'aménagement**.

Les critères et hypothèses utilisés pour les calculs dans cette phase 2 de l'étude sont synthétisés ci-après :

Tableau 10 : Phase 2 – Définition des zones du projet auxquelles s'appliquent le scénario. Source : Sépia Conseil

Surfaces concernées de la zone d'étude		Calcul des emprises des surfaces aménageables	
Types	Emprises totales	Ratio	Emprises calculées
Equipements municipaux et sportifs	275 ha et 65 ha (soit 340 ha)	Répartition équitable de ces équipements sur l'emprise parisienne. Réparties sur les 3 zones au prorata de leurs surfaces respectives	270 ha et 64 ha (soit 334 ha)
Secteurs d'aménagement (horizon 20 ans)	900 ha	Répartition : 80% sur les arrondissements périphériques et 20% sur les arrondissements centraux	882 ha
Surfaces de voiries (horizons 20 et 50 ans)	2 252 ha	Renouvellement des voiries : 2% par an	• Horizon 20 ans : 884 ha • Horizon 50 ans : 2 210 ha
Surfaces de bâti : immeubles et cours associées (horizons 20 et 50 ans)	4 512 ha	Renouvellement urbain : 0,2 % par an	• Horizon 20 ans : 177 ha • Horizon 50 ans : 442 ha
Totaux	<ul style="list-style-type: none"> Emprise de Paris concernée par le zonage : 8 804 ha (hors espaces verts, bois et Seine) Emprise de Paris concernée par le zonage : 8 496 ha (hors bois et Seine ; soit 492 ha d'espaces verts) Emprise de Paris concernée par le zonage : 8 559 ha (hors bois) 	-	<ul style="list-style-type: none"> Horizon 20 ans : 2 277 ha Horizon 50 ans : 3 868 ha

Tableau 11 : Phase 2 – Typologie des aménagements végétalisés étudiés. Source : Sépia Conseil

Typologie des aménagements végétalisés étudiés	
Aménagement type	Surface concernée
Toitures végétalisées	Toitures terrasses de bâti existant (équipements municipaux), de bâti renouvelé et d'opération d'aménagement
Jardins de pluie	Cours d'immeuble, cours d'école, espace vert d'équipement sportif
Noues urbaines	Bordure de voirie, espace vert sur opération d'aménagement
Autres solutions (pour information)	<ul style="list-style-type: none"> des aménagements locaux pouvant bénéficier de la proximité d'espaces verts existants ou de la Seine pour abattre la pluie 16 mm de surfaces imperméabilisées environnantes, <ul style="list-style-type: none"> la mise en place de revêtements poreux, la mise en place de puits d'infiltration là où le sous-sol le permet.

Tableau 12 : Phase 2 – Ratios utilisés pour le calcul des surfaces techniquement aménageables. Source : Sépia Conseil

Ratios utilisés pour le calcul des surfaces techniquement aménageables	
Coefficient surfaces toitures terrasses existantes convertissables en toitures végétalisées	85%
Ratio surfaces toitures terrasses / surfaces totales des équipements sportifs municipaux existants	7,50%
Ratio surfaces espaces verts / surfaces totales des équipements sportifs municipaux existants	7,20%
Ratio surfaces toitures terrasses / surfaces totales des équipements scolaires municipaux existants	18,50%
Ratio surfaces cours / surfaces totales des équipements scolaires municipaux existants	62%
Ratio surfaces toitures / surfaces totales des patés d'immeubles existants	78,50%
Ratio surfaces cours / surfaces totales des patés d'immeubles existants	21,50%
Ratio surfaces toitures / surfaces totales des ZAC en projet	60%
Ratio surfaces toitures terrasses végétalisées / surfaces des toitures des ZAC en projet	60%
Ratio surfaces toitures terrasses végétalisées / surfaces des toitures des immeubles à renouveler	60%

Tableau 13 : Phase 2 – Hypothèses sur les capacités d'abattement de 3 types d'aménagements. Source : Sépia Conseil

Hypothèses sur les capacités d'abattement de 3 types d'aménagements	
Type	Performances
Toitures végétalisées - Extensive avec 5 cm de substrat	Abattement de la pluie : 4 premiers millimètres de la pluie
Toitures végétalisées - Extensive avec 10 cm de substrat	Abattement de la pluie : 8 premiers millimètres de la pluie
Toitures végétalisées - Extensive avec 15 cm de substrat	Abattement de la pluie : 12 premiers millimètres de la pluie
Jardin de pluie (pour une pluie de 4 mm)	Capacité d'infiltration : 12 fois sa propre surface
Jardin de pluie (pour une pluie de 8 mm)	Capacité d'infiltration : 6 fois sa propre surface
Jardin de pluie (pour une pluie de 12 mm)	Capacité d'infiltration : 4 fois sa propre surface
Noues (pour une pluie de 4 mm)	Capacité d'infiltration : 40 fois sa propre surface
Noues (pour une pluie de 8 mm)	Capacité d'infiltration : 20 fois sa propre surface
Noues (pour une pluie de 12 mm)	Capacité d'infiltration : 15 fois sa propre surface

Nota : ces ratios généraux et moyens ne préjugent pas des cas particuliers à adapter selon la nature des contraintes locales rencontrées (gypse, proximité d'habitat fragile, ...). L'approche globale est cependant parfaitement justifiée à l'échelle de la simulation réalisée.

Tableau 14 : Phase 2 – Hypothèses de répartition de l'objectif d'abattement. Source : Sépia Conseil

Calcul des surfaces aménagées		
Hypothèses de répartition de l'objectif d'abattement entre les différentes surfaces "techniquement aménageables"		
Type	Ratio	Surface compatible
Surfaces aménageables "bâties" (équipements scolaires et sportifs, opérations d'aménagement et bâti renouvelé) - Toitures terrasses végétalisées	Ratio d'aménagement : 100%	Toutes
Surfaces aménageables "bâties" (équipements scolaires, opérations d'aménagement et bâti renouvelé) - Jardins de pluie	Ratios d'aménagement : Cours d'écoles : 34%, Cours d'immeubles aménagés : 62%, Espaces non bâtis d'opérations d'aménagement : 11%	Jaune
	Ratios d'aménagement : Cours d'écoles : 23%, Cours d'immeubles aménagés : 41%, Espaces non bâtis d'opérations d'aménagement : 8%	Orange
	Ratios d'aménagement : Cours d'écoles : 11%, Cours d'immeubles aménagés : 21%, Espaces non bâtis d'opérations d'aménagement : 4%	Rouge
Surfaces aménageables "bâties" (équipements sportifs : espaces verts existants non dédiés à une pratique sportive spécifique) - Jardins de pluie	Ratio d'aménagement : 100%	Toutes
Aménagement des voiries via des noues (objectif d'abattement sur l'intégralité de la surface des voiries renouvelées et aménagements exclusifs au niveau des structures de trottoir ou terre-plein central)	Ratio d'aménagement : 2,5%	Rouge
	Ratio d'aménagement : 5%	Orange
	Ratio d'aménagement : 6,7%	Jaune

Les figures suivantes illustrent les termes utilisés pour le dimensionnement :

Exemple 1 : Equipement scolaire

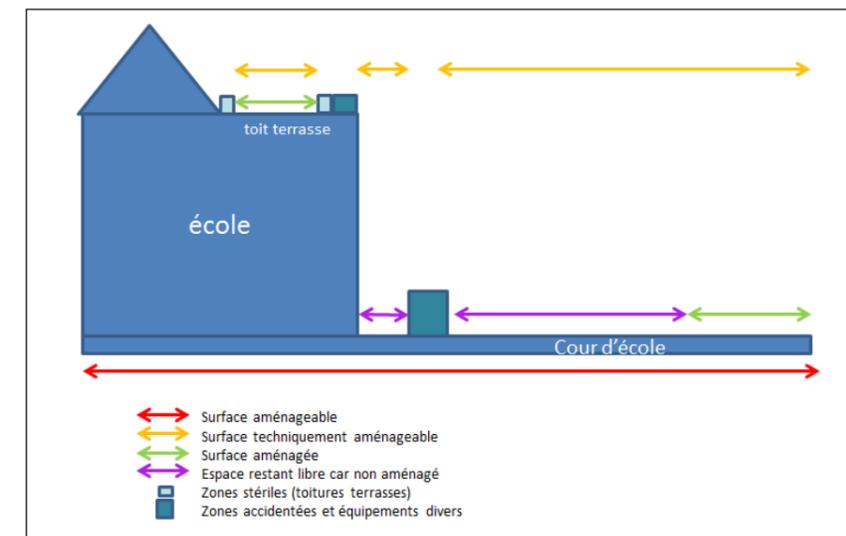


Figure 129 : Illustration des termes utilisés pour le dimensionnement – Exemple équipement scolaire. Source : Sépia Conseil

La surface aménageable est l'intégralité de la surface de l'équipement scolaire (rouge). En enlevant les toitures en pente, les zones stériles des terrasses, les zones accidentées et les équipements, on obtient la surface techniquement aménageable (orange).

Sur la toiture terrasse, le choix d'un taux d'aménagement égal à 100 % implique que la surface aménagée (vert) est égale à la surface techniquement aménageable. Sur la cour, en revanche, le taux d'aménagement est de 34 % maximum, ce qui laisse libre au minimum 66 % d'espace restant pour les usages de récréation (violet).

La mise en place de la solution principale sur ces surfaces aménagées (vertes) permet d'atteindre l'objectif d'abattement sur l'intégralité de la surface aménageable (rouge).

On retrouve des cas de même type pour les secteurs d'aménagement, le bâti renouvelé et les espaces sportifs.

Exemple 2 : Voirie

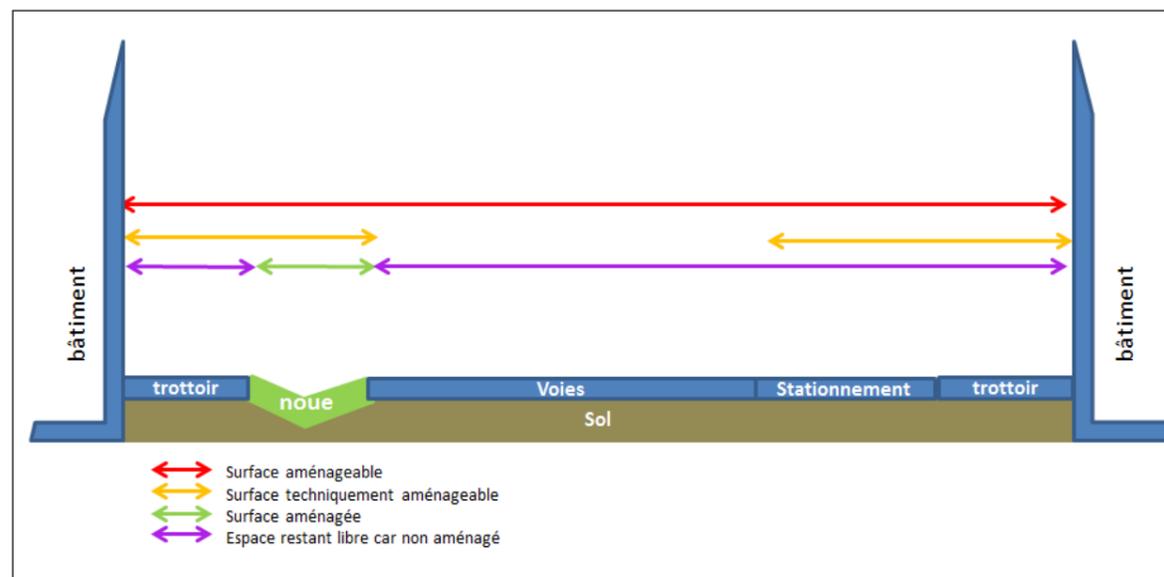


Figure 130 : Illustration des termes utilisés pour le dimensionnement – Exemple voirie. Source : Sépia Conseil

On prend ici l'exemple schématique d'une voirie de 10 mètres de large : la voie elle-même représente 4 à 4,5 m de largeur, les trottoirs deux fois 1,5 m, le stationnement 2 m et la noue un minimum de 0,25 m (zone rouge) à 0,67 m de largeur (zone jaune) selon la zone du zonage considérée. Ce minimum de largeur de noue représente le taux d'aménagement nécessaire pour atteindre l'objectif d'abattement de la zone (cf. partie voiries du chapitre précédent).

Ainsi, les surfaces aménageables considérées dans cette étude sont les suivantes :

Tableau 15 : Total des surfaces aménageables avec objectifs d'abattement. Source : Sépia Conseil

Zones	Objectifs d'abattement	Surface totale de la zone (ha)	Equipements municipaux scolaires	Equipements municipaux sportifs	Secteurs d'aménagement (ZAC...)	Horizon 20 ans	Horizon 50 ans	Horizon 20 ans	Horizon 50 ans
						Voiries renouvelées		Surfaces de bâti renouvelé	
Abattement renforcé	12 mm	1 274	41	10	149	151	377	25	64
Abattement normal	8 mm	4 452	144	34	445	480	1199	94	236
Abattement minimal	4 mm	2 600	84	20	288	254	634	57	142
Total 3 zones		8 326	269	64	882	885	2 210	176	442

A l'horizon 20 ans, les surfaces des équipements municipaux scolaires et sportifs et des secteurs d'aménagement (bleu clair) ainsi que celles des voiries et immeubles renouvelés sur une période de 20 ans (bleu moyen) représentent **2 276 ha de surface aménageable**, c'est-à-dire 2 276 ha sur lesquels les objectifs du projet de zonage sont respectés.

A l'horizon 50 ans, les surfaces des équipements municipaux scolaires et sportifs et des secteurs d'aménagement ainsi que celles des voiries et des immeubles renouvelés sur une période de 50 ans représentent **3 867 ha de surface aménageable**.

La répartition de ces surfaces aménageables avec objectifs d'abattement peut se répartir, sur les deux horizons étudiés, par type d'aménagements mis en œuvre :

Tableau 16 : Surfaces aménagées réparties selon les deux horizons. Source : Sépia Conseil

	Zones	Objectifs d'abattement	Surfaces aménagées (ha)			
			Toitures terrasses végétalisées	Jardins de pluie	Noues	Total
Horizon 20 ans	Abattement renforcé	12 mm	73	13	16	102
	Abattement normal	8 mm	229	31	38	298
	Abattement minimal	4 mm	145	10	11	166
	Total sur Paris		447	54	65	566
Horizon 50 ans	Abattement renforcé	12 mm	91	18	31	140
	Abattement normal	8 mm	296	44	74	414
	Abattement minimal	4 mm	185	14	20	219
	Total sur Paris		572	76	125	773

L'application du scénario « Aménagements Végétalisés » selon les hypothèses de l'étude entraîne donc :

- La création de **120 ha de noues et jardins de pluies** à l'horizon 20 ans, qui atteindront **201 ha** à l'horizon 50 ans,
- En plus de ces espaces verts « au sol », la création de **447 ha de toitures terrasses végétalisées** à l'horizon 20 ans et de **572 ha** à l'horizon 50 ans.

Parmi eux, les noues urbaines construites sur voiries, les jardins de pluie mis en place dans les équipements scolaires et l'ensemble des toitures végétalisées remplacent des espaces qui n'auraient pas été végétalisés par ailleurs. Leur création entraîne ainsi une **augmentation de 6 % du taux de végétalisation de Paris à l'horizon 20 ans et de 8 % à l'horizon 50 ans**.

3.3.2. Evaluation des performances du scénario

a) Evaluation du bénéfice hydraulique

⇒ Hypothèses de performance hydraulique

Les simulations ont été réalisées pour les deux hypothèses de performance hydraulique du scénario « Aménagements végétalisés » soit « rationnelle » et « réaliste ». Pour les motifs exposés précédemment, les résultats présentés sont ceux de l'hypothèse « rationnelle » :

- il est supposé que les techniques alternatives végétales de ce scénario offriront des performances satisfaisant exactement aux objectifs du projet de zonage pluvial : régulation du débit de fuite à 10 l/s/ha dans la zone de stockage-restitution (zone hachurée), abattement volumique des pluies 4 mm en zone rouge, 8 mm en zone orange et 12 mm en zone jaune ;

A noter que sur les zones avec présence avérée de gypse en sous-sol ou de cas particuliers ponctuel de sensibilité de bâti à l'humidité du sol (à vérifier au cas par cas), des solutions spécifiques pourront être mise en place (noues étanches, par exemple) avec les objectifs d'abattement de 4mm (cas de la zone de gypse) ou, ailleurs, selon prescription pour chaque type de zone concernée.

⇒ **Evènements pluvieux étudiés**

Pour chacun des deux horizons d'étude, le fonctionnement du réseau d'assainissement avec mise en œuvre du scénario a été étudié pour les 2 pluies de projet suivantes :

- **La pluie 16 mm définie dans le schéma directeur d'assainissement du SIAAP de 2007**, afin d'évaluer les volumes déversés par le réseau unitaire en Seine au niveau de chaque déversoir parisien et à l'usine de Clichy,
- **La pluie décennale d'été de type Chicago utilisée par la SAP**, afin d'évaluer les risques et volumes de débordements du réseau.

Tableau 17 : Hypothèses de performance hydraulique. Source : Prolog Ingénierie

Hypothèses de performance hydraulique	
Valeurs	Zone compatible
Régulation du débit de fuite à 10L/s/ha	Zone hachurée
Mise en place de noues étanches avec objectifs d'abattement volumique de la pluie 4 mm	Zone hachurée avec présence avérée de gypse en sous-sol
Abattement volumique de la pluie 4 mm	Rouge
Abattement volumique de la pluie 8 mm	Orange
Abattement volumique de la pluie 12 mm	Jaune

⇒ **Hypothèses concernant le type de technique mise en œuvre par type de surface aménagée**

Tableau 18 : Répartition des techniques alternatives selon le type de surfaces aménagées. Source : Prolog Ingénierie

Répartition des techniques alternatives selon le type de surfaces aménagées	
Type	Ratios
Surfaces de bâtis municipaux	Toitures végétalisées : 14% Jardins de pluies ou noues : 86%
Secteurs d'aménagement	Toitures végétalisées : 36% Jardins de pluies ou noues : 64%
Surfaces de bâtis renouvelés	Toitures végétalisées : 47% Jardins de pluies ou noues : 53%
Surfaces de voiries renouvelées	Toitures végétalisées : 0% Jardins de pluies ou noues : 100%

⇒ **Evaluation de l'impact du scénario « Aménagements végétalisés » sur les volumes évacués vers les émissaires du SIAAP (pluie de 16 mm)**

Le tableau suivant permet de comparer les volumes évacués vers les émissaires du SIAAP pour les différentes hypothèses du scénario « Aménagements végétalisés » avec ceux évacués en situations de référence (hypothèses intermédiaire ou forte) :

Tableau 19 : Impact du projet de zonage pluvial sur les volumes évacués vers les émissaires du SIAAP pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie

	Situation actuelle	Scenario de référence (tendanciel)		Application du scenario "aménagement végétalisés"	
		Horizon 20 ans	Horizon 50 ans	Horizon 20 ans	Horizon 50 ans
Volumes journaliers évacués vers le réseau du SIAAP (m3/jr)	1 402 811	1 460 097	1 472 425	1 358 625	1 333 107
Impact par rapport à la situation actuelle	-	4%	5%	-3%	-5%
Impact par rapport à l'hypothèse haute	-	-	-	-7%	-9%

Globalement, on note une faible diminution des flux évacués vers les émissaires du SIAAP en hypothèse rationnelle par rapport à la situation actuelle.

Par rapport à l'hypothèse haute d'imperméabilisation, la baisse des flux évacués vers les émissaires du SIAAP pour le scénario « Aménagements végétalisés » est significative dans les 2 hypothèses du zonage à l'horizon 50 ans.

⇒ **Evaluation de l'impact du scénario « Aménagements végétalisés » sur les déversements en Seine (pluie de 16 mm)**

Le tableau et la figure ci-après mettent en évidence les gains en termes de volumes déversés apportés par le scénario « Aménagements végétalisés », par rapport à la situation actuelle et par rapport à l'hypothèse haute d'imperméabilisation aux horizons 20 et 50 ans (scénario « Tendanciel » si le zonage n'est pas mis en œuvre).

Tableau 20 : Impact du projet de zonage pluvial sur les volumes déversés en Seine pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie

	Situation actuelle	Scenario de référence (tendanciel)		Application du scenario "aménagement végétalisés"	
		Horizon 20 ans	Horizon 50 ans	Horizon 20 ans	Horizon 50 ans
Sous-total Déversoirs Parisiens (m3)	11 459	50 165	113 870	8 829	6 809
Sous-total Déversoir CAA32 / CLICHY (m3)	160 471	252 933	304 197	127 695	108 003
TOTAL	171 930	303 098	418 067	136 524	114 811
Impact par rapport à la situation actuelle	-	76%	143%	-21%	-33%
Impact par rapport à l'hypothèse haute	-	-	-	-55%	-72%

In fine :

- Le scénario « Aménagements végétalisés » avec l'hypothèse rationnelle permet, dès l'horizon 20 ans, une forte baisse globale des volumes déversés en Seine par rapport à la situation actuelle (plus de 20 %) et une très forte baisse par rapport à l'hypothèse haute (plus de 50 %),
- Le scénario « Aménagements végétalisés » avec l'hypothèse réaliste permet, dès l'horizon 20 ans, une très forte baisse globale des volumes déversés en Seine par rapport aux 2 scénarios de référence (plus de 50 %).

La figure suivante illustre ces propos :

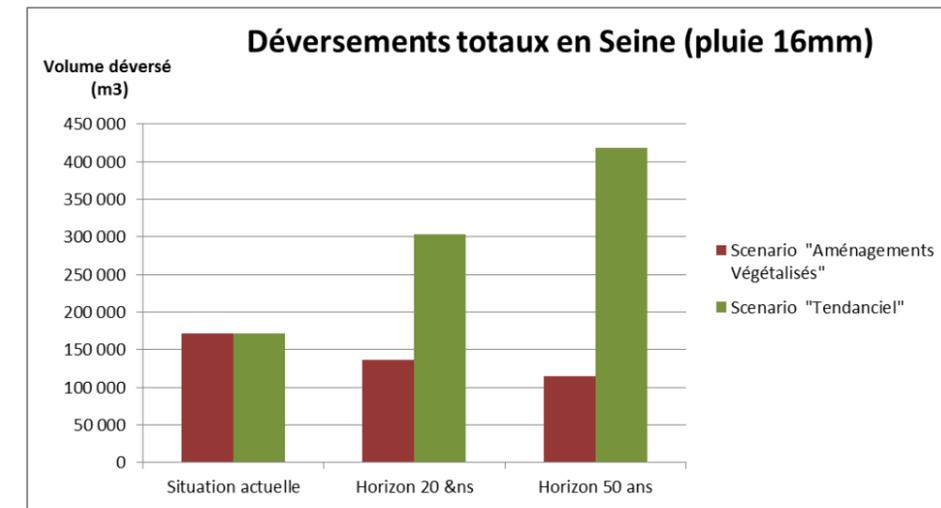


Figure 131 : Impact du projet de zonage pluvial sur les volumes déversés en Seine pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie

⇒ **Evaluation de l'impact du scénario « Aménagements végétalisés » sur les risques de débordements du réseau**

Les nombres de nœuds à risque de débordement pour les différents scénarios simulés sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau 21 : Nombres de nœuds à risque de débordement. Source : Prolog Ingénierie

Localisation des nœuds	Arr. de Paris	Situation actuelle	Scenario de référence (tendanciel)		Application du scenario "aménagement végétalisés"	
			Horizon 20 ans	Horizon 50 ans	Horizon 20 ans	Horizon 50 ans
Tête de l'Egout Rond	13 ^e	6	6	6	5	5
Collecteur de la Rue des Pyrénées	20 ^e	1	1	1	1	1
Collecteur de la Rue Saint Charles	15 ^e	-	3	3	-	-
Collecteur de la Rue de la Convention	15 ^e	-	1	4	-	-
Collecteur de la Rue Blomet	7 ^e	-	1	2	-	-
Aval collect. Montparnasse, Bd des Invalides	7 ^e	-	0	1	-	-
Collecteur Pascal, entre le Bd de Port-Royal et la Rue Claude Bernard	5 ^e	-	4	5	-	-
Collecteur au croisement des Rues Eugène Oudiné et Chevaleret et à l'amont du déversoir Watt	13 ^e	-	6	6	-	-
Collecteur Rollin	12 ^e	-	3	3	-	-
Collecteur Voltaire, à l'amont de la Place Léon Blum	11 ^e	-	4	5	-	-
Intercepteur Nord-Jemmapes	10 ^e	-	3	4	-	-
Collecteur du Nord, entre la Rue de Ménilmontant et la Rue de Belleville	20 ^e	-	2	3	-	-
Collecteur du Nord, à l'amont du Bassin de la Villette	19 ^e	-	1	4	-	-
Collecteur de l'Avenue Cariou avant son intersection avec le collecteur du Nord	19 ^e	-	5	6	-	-
Aval du collecteur du Nord	19 ^e	-	3	3	-	-

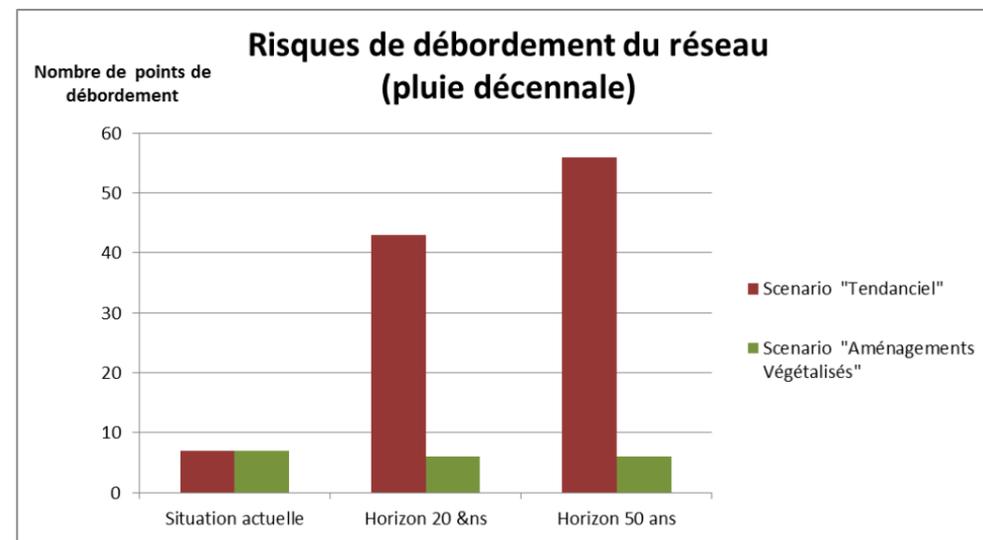


Figure 132 : Risques de débordement sur réseau pour la pluie décennale. Source : Prolog Ingénierie

Ainsi, on constate que le scénario « Aménagements végétalisés » permet de réduire très fortement le nombre de secteurs et de nœuds à risque de débordement par rapport à l'hypothèse haute d'imperméabilisation (scénario « Tendanciel » si le zonage n'est pas mis en œuvre).

Les deux secteurs à risque de débordement dans le scénario « Aménagements végétalisés » sont les secteurs à risque actuels, en particulier la tête de l'Egout Rond qui draine un grand bassin versant en amont de Paris (vallée de la Bièvre entre Cachan et Paris), sur lequel les prescriptions du projet de zonage ne s'appliquent pas.

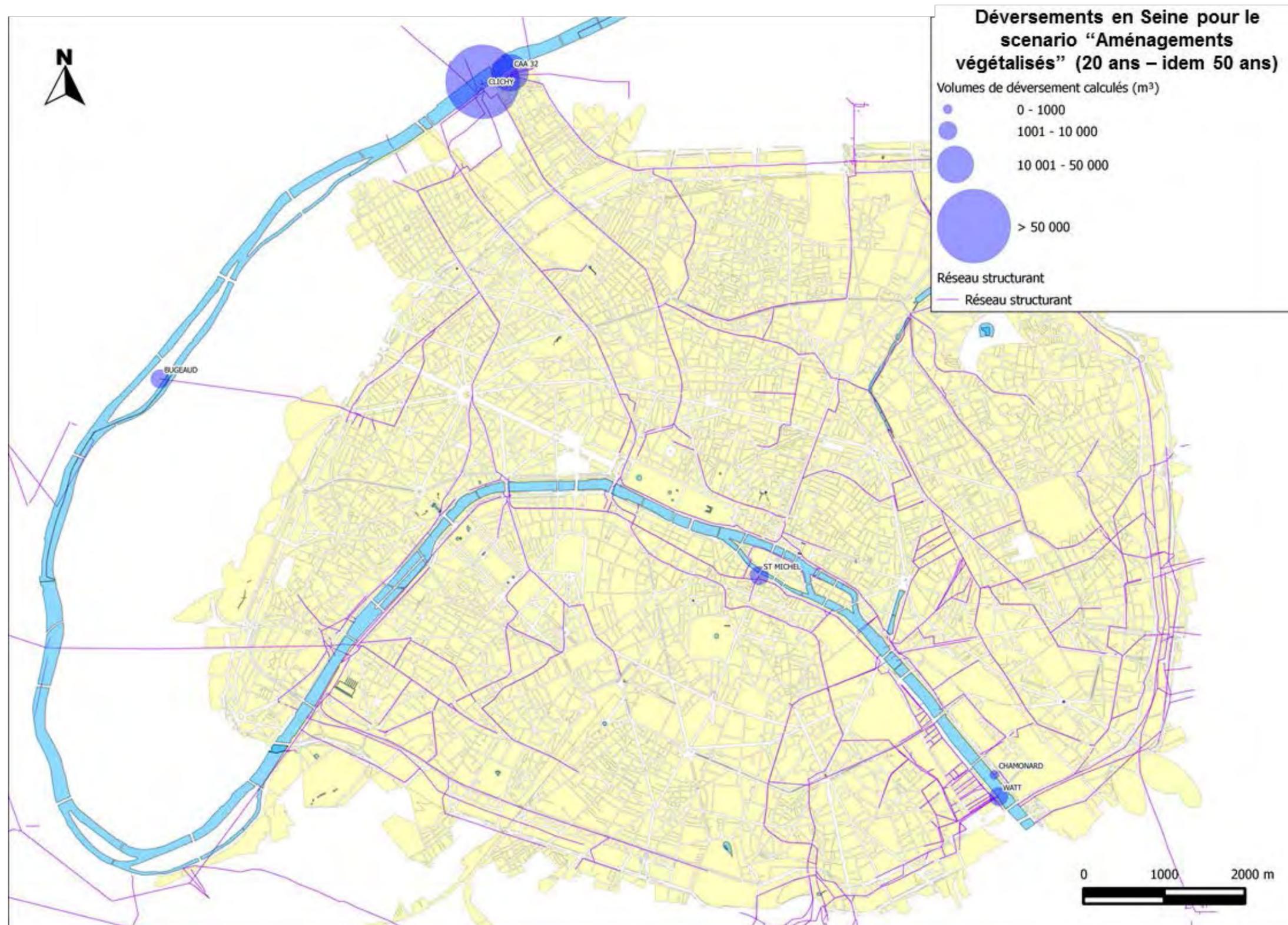


Figure 133 : Carte des déversements en Seine pour le scénario "Aménagements végétalisés" (identique pour les horizon 20 et 50 ans – Source Prolog)

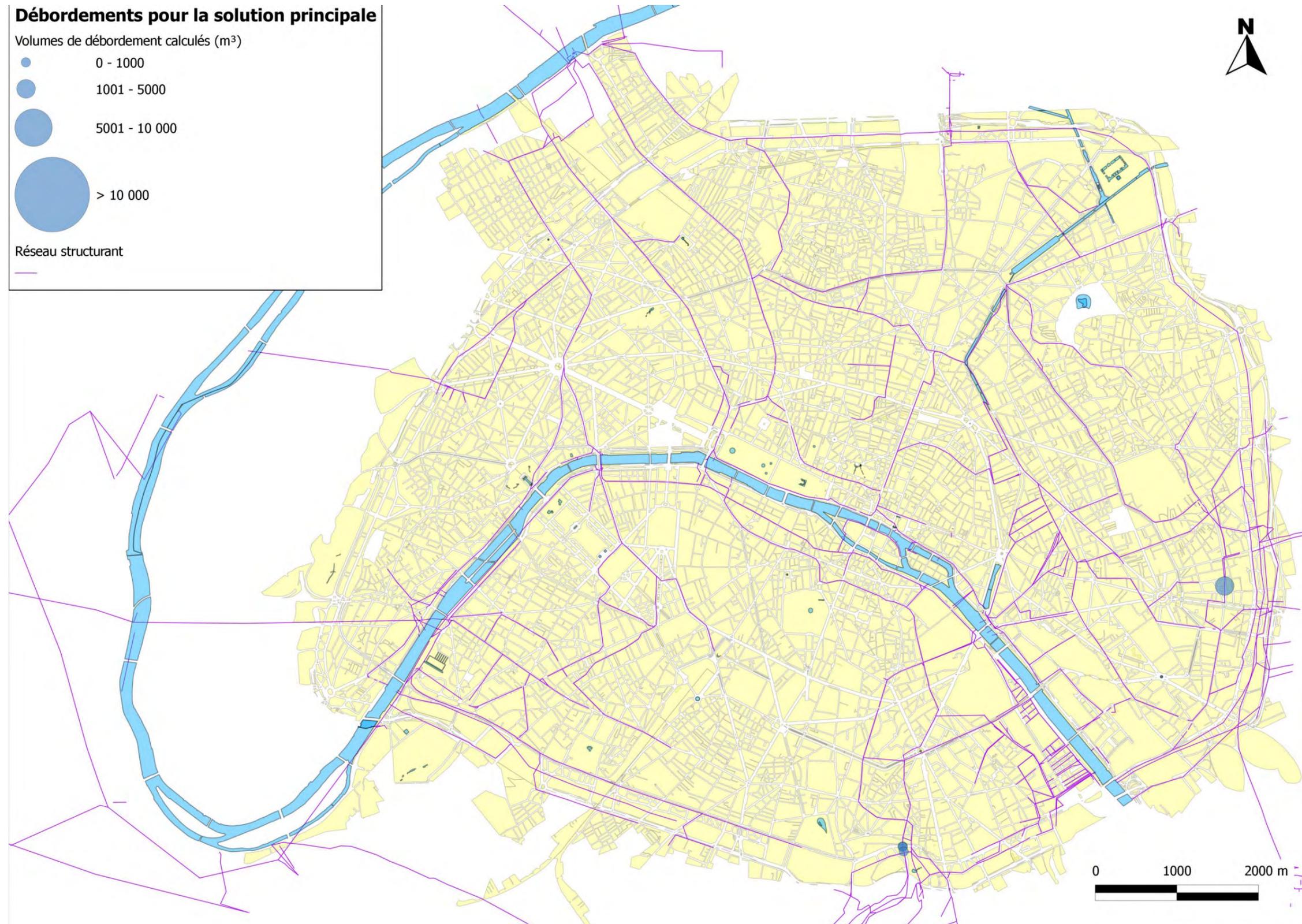


Figure 134 : Carte des débordements de réseaux sur voirie pour le scénario "Aménagements végétalisés" (identique pour les horizon 20 et 50 ans – Source Prolog)

3.3.3. Evaluation des coûts associés

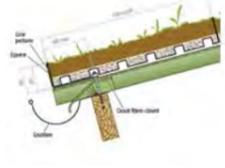
b) Coûts de conception et maintenance

⇒ Méthodologie générale

Cette partie a pour objectif d'estimer les coûts induits par la mise en place et la maintenance des aménagements du scénario « Aménagements végétalisés », sur le plan économique pur et sur les coûts associés aux émissions de gaz à effet de serre (GES).

En fait de coûts, il s'agit plus exactement d'intégrer parmi les coûts/bénéfices un certain nombre d'externalités non prises en compte dans les dimensionnements des systèmes classiques mais bien réels pour les aménagements végétalisés.

Tableau 22 : Analyse de la différence de coûts entre scénario de référence et scénario "Aménagements végétalisés".
Source : Sépia Conseil

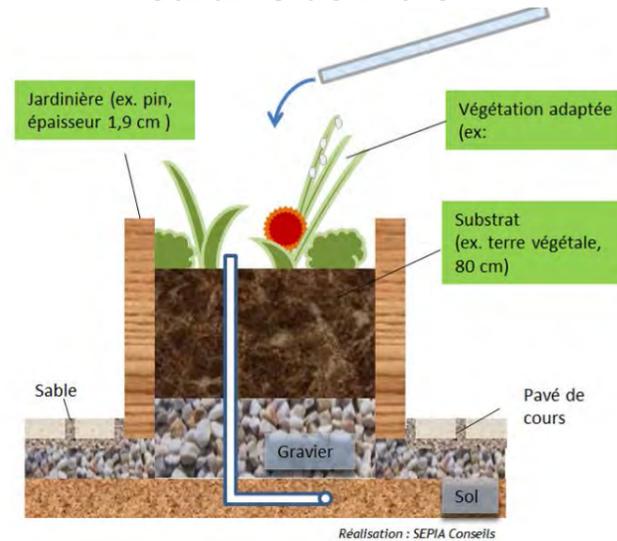
Analyse de la différence de coûts entre scénario de référence et scénario "Aménagements végétalisés"			
Type d'aménagement	Principe de calcul du surcoût	Thème	Hypothèse
Toitures végétalisées 	Associé à la fourniture, la pose et à la maintenance des éléments du complexe de végétalisation	Etanchéité	Etanchéité "anti-racine" considérée identique à classique
		Etanchéité (cas des secteurs d'aménagement et bâti renouvelé)	Complexe de végétalisation "ajouté" après achèvement des travaux
Jardins de pluie 	Lié à leur aménagement et leur maintenance	Aménagement et maintenance	<u>Cas du bâti renouvelé</u> : considéré comme nul par rapport à l'aménagement d'un espace vert normal (inclut dans le nouveau projet de construction)
			<u>Cas des espaces existants (cours d'écoles et espaces verts d'équipements sportifs)</u> : chiffrage de la partie surélevée des jardins de pluie (coût globalement identique / à celui des cours et espaces verts classiques)
Noues urbaines 	Lié à leur aménagement et leur maintenance	Aménagement et maintenance	Surcoût associé à l'entretien des noues en supplément de ceux liés à la voirie (tontes, tailles...)

⇒ Présentation des caractéristiques générales retenues par type d'aménagement

Les aménagements retenus correspondent aux techniques les plus couramment utilisées aujourd'hui, les plus adaptées aux surfaces types à aménager, les moins impactant pour l'environnement et dont le coût est le moins élevé.

La durée de vie de l'ensemble de ces aménagements est considérée de 50 ans.

Jardins de Pluie



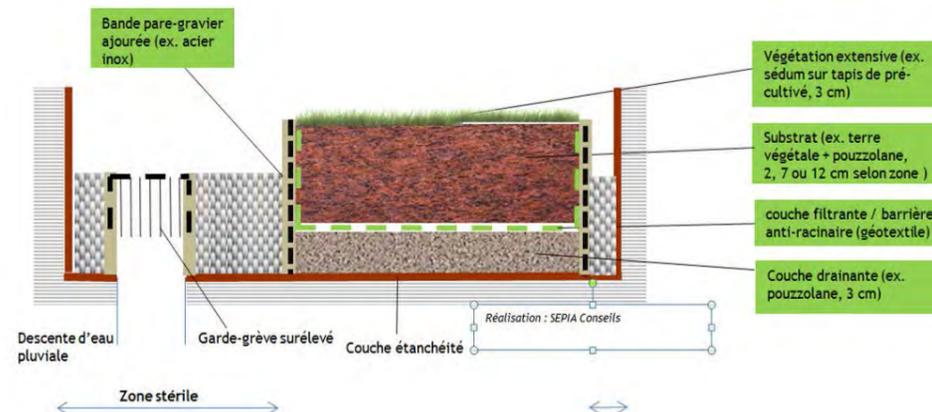
Solution type « Jardin surélevé »

Cette solution a été préférée à une solution de type jardin de pluie « en dépression » car plus simple à réaliser à partir de l'existant. Elle présente également l'avantage d'être plus sécuritaire vis-à-vis des usages récréatifs des cours d'école et des espaces sportifs. Un jardin de pluie surélevé recueille les eaux de pluie des gouttières et permet l'infiltration sur toute la hauteur de l'aménagement.

Postes de surcoûts en vert sur le schéma ci-joint.

Aménagement unitaire retenu : 300m² (30x10)

Toitures végétalisées



Solution type « Toiture végétalisée extensive » composée de sédums

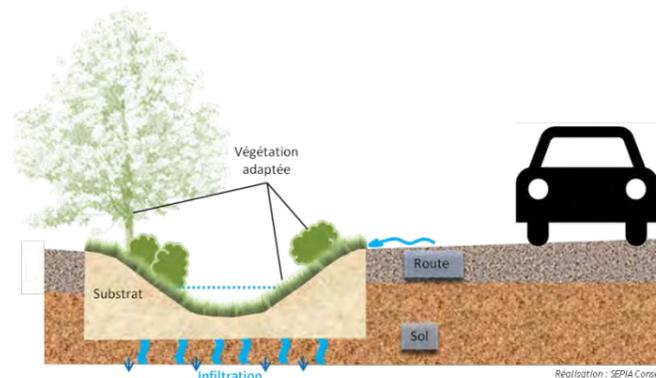
L'avantage d'une végétation de type extensif consiste en le peu d'entretien qu'elle nécessite : arrosage uniquement en conditions climatiques extrêmes (trois fois par an), aucun apport d'engrais, deux visites d'entretien par an. C'est par ailleurs le type de toiture végétalisée le plus fréquemment mis en place actuellement. En France notamment il représente près de 95% des toitures végétalisées existante.

Technique de végétalisation : **assemblage sur place par tapis pré-cultivés**. solution intermédiaire du point de vue coût et main d'œuvre, adaptée aux toitures terrasses de taille réduite et qui permet de choisir l'épaisseur de substrat. Il présente également l'avantage d'une période de reprise courte, de 3 à 6 mois, identique à celle des bacs prêt à poser, durant laquelle l'entretien nécessaire est peu contraignant.

Postes de surcoûts en vert sur le schéma ci-joint.

Aménagement unitaire retenu : 300m² (30x10) sans pente

Noues paysagères



Pas de solution type retenue. Techniques libres.

nous avons considéré que le surcoût associé à leur aménagement et à leur maintenance est nul par rapport à la construction et à la maintenance d'espaces verts ou de chaussées à revêtement classique. En effet, les impacts environnementaux comme économiques des travaux de terrassement et de végétalisation des noues sont supposés équivalents à ceux nécessaires pour refaire la voirie à l'identique.

Dans la pratique, l'économie sur la pose de matériaux bitumineux pourrait même s'avérer bénéfique pour le bilan environnemental et économique de l'aménagement des noues par rapport au scénario de référence. Par ailleurs, en pratique, la maintenance d'un jardin de pluie ou d'une noue urbaine peut s'avérer plus importante que celle du revêtement inerte et imperméable d'une cour classique ou d'une voirie. Ce surcoût est cependant à nuancer par la rusticité des végétaux utilisés pour les jardins de pluie et l'absence d'arrosage (sauf conditions climatiques extrêmes) en comparaison à la maintenance que nécessitent des espaces vert classiques.

Figure 135 : Synthèse des caractéristiques des aménagements unitaires retenus. Source : Sépia Conseil

⇒ **Evaluation des coûts économiques**

L'évaluation des coûts d'investissement et de maintenance a été obtenue à travers des échanges avec la ville de Paris et le département des espaces verts et de l'environnement (DEVE) ainsi qu'avec divers constructeurs.

Type d'aménagement	Méthode d'évaluation des coûts
Toitures végétalisées	Ratios de coût au mètre carré (investissement et maintenance). Sources : base de données publiques et privées. Ratios identiques pour les 3 types car le changement de l'épaisseur du substrat a une influence négligeable
Jardins de pluie	Ratios de coût au mètre carré (Investissement et maintenance). Sources : base de données publiques et privées
Noues	Sans surcoûts

Les surcoûts obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

Aménagement concerné	Investissement (€HT/m2)	Maintenance (€HT/m2/an)
Toitures terrasses végétalisées (3 types)	70	1.2
Jardins de pluie sur équipements municipaux existants	45	2
Jardins de pluie dans le cadre de renouvellement urbain	0	0
Noues urbaines dans le cadre de secteurs d'aménagement ou renouvellement de voiries	0	0

⇒ **Evaluation de l'empreinte carbone et monétarisation**

Un outil d'évaluation des coûts de l'empreinte carbone a été élaboré. Il permet :

- D'obtenir une vision synthétique de la chaîne de calcul depuis les hypothèses de base (masses volumiques, facteur d'émissions issus de l'outil Bilan Carbone®, distance de transport,...) jusqu'aux résultats finaux (tonnes d'équivalent CO2 émises et coûts) ;
- De réduire le risque d'erreur de calcul en minimisant les paramètres d'entrée des calculs (hypothèses de dimensionnement) et en automatisant l'ensemble de la chaîne de calcul ;
- De visualiser directement l'impact d'une modification d'une hypothèse sur les résultats finaux, sans avoir à vérifier la cohérence de l'ensemble de la chaîne de calcul.

Les critères et hypothèses utilisés sont résumés ci-dessous :

- Les émissions de GES sont calculées pour les 4 types d'aménagement (1 jardin de pluie et 3 toitures végétalisées)
- Distinction est faite entre émissions liées à l'investissement initial et à la maintenance
- Cohérence avec la méthodologie "Bilan Carbone ADEME" et les facteurs d'émission associés

- Les sources d'informations sont multiples : Bilan Carbone, ACV "Bilan Produit", base de donnée "EcolInvent", fournisseurs et bibliographie

Les « surcoûts carbone » des aménagements type sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau 23 : Surcoûts carbone des aménagements type. Source : Sépia Conseil

Type d'aménagement	Investissement (t eq CO2/ha)	Investissement €/ha (CO2 à 14€/t)	Maintenance (t Eq CO2/ha)	Maintenance €/ha (CO2 à 14€/t)
Toitures terrasses végétalisées (3 types)	132	1 848	63	877
Jardins de pluie sur équipements municipaux existants	1 300	18 200	0	0
Jardins de pluie dans le cadre de renouvellement urbain	0	0	0	0
Noues urbaines dans le cadre de secteurs d'aménagement ou renouvellement de voiries	0	0	0	0

Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'impact économique et environnemental du scénario « Aménagements végétalisés » aux deux horizons d'aménagement 20 ans et 50 ans.

Tableau 24 : Impact économique et carbone du scénario « Aménagements végétalisés ». Source : Sépia Conseil

	Aménagements type envisagés	Poste Investissement		Poste Maintenance		TOTAL		TOTAL en € (en considérant le coût de la tonne de CO2 à : 14 €)
		(en €)	(en t. eq.CO2)	(en €)	(en t. eq.CO2)	(en €)	(en t. eq.CO2)	
Horizon 20 ans	Toitures terrasses végétalisées	313 000 000	59 000	5 400 000	28 000	318 400 000	88 000	319 600 000
	Jardins de pluie	17 800 000	52 000	800 000	0	18 600 000	52 000	19 300 000
	Noues urbaines	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL 20 ans	330 800 000	112 000	6 200 000	28 000	337 000 000	140 000	338 900 000
Horizon 50 ans	Toitures terrasses végétalisées	400 400 000	76 000	6 900 000	36 000	407 300 000	112 000	408 800 000
	Jardins de pluie	17 800 000	52 000	800 000	0	18 600 000	52 000	19 300 000
	Noues urbaines	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL 50 ans	418 200 000	128 000	7 700 000	36 000	425 800 000	165 000	428 100 000

Remarque : les totaux présentés constituent des montants arrondis.

3.3.4. **Evaluation des bénéfices supplémentaires**

a) **Bénéfice lié à la réduction des îlots de chaleurs urbains (ICU)**

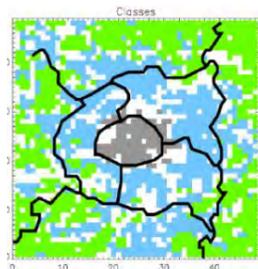
L'évaluation de l'impact de la végétalisation de Paris sur la réduction des ICU est principalement basée sur une étude récente concernant Paris et sa région : le projet EPICEA de la ville de Paris (rapports parus en 2011-2012).

Les 3 volets de cette étude ont ainsi été mobilisés :

- les mesures de températures minimale et maximale à différents horizons en milieu urbain, périurbain et rural, présentées dans le volet 1 ;
- les résultats de simulation à une résolution spatiale plus fine (250 m), notamment autour des espaces verts urbains dans le volet 2 ;
- les résultats de modélisation du climat urbain dans différentes situations d'évolution de la ville de Paris, dont des scénarios de végétalisation de l'espace urbain, présenté dans le volet 3.

⇒ **Conséquences du scénario « Aménagements végétalisés » sur le caractère urbain des surfaces parisiennes**

Dans ce paragraphe, les hypothèses du projet EPICEA concernant les caractéristiques des espaces urbain et périurbain sont comparées aux conséquences du scénario « Aménagements végétalisés » sur le taux de végétalisation de Paris intra-muros (bois exclus). EPICEA considère 3 grandes classes de couverts :



- **Classe urbaine** (taux de végétalisation : 10%)
- **Classe périurbaine** (taux de végétalisation : 40%)
- **Classe rurale** (taux de végétalisation : 100%)

Le tableau suivant présente les hypothèses utilisées pour la détermination du taux de végétalisation futur, induit par le scénario « Aménagements végétalisés » :

Tableau 25 : Hypothèses utilisées pour la détermination du taux de végétalisation futur. Source : Sépia Conseil

Taux de végétalisation total de Paris actuel	Surface végétalisée actuelle considérée (Intra-muros)	Surfaces végétalisées supplémentaires induites par les aménagements (Intra-muros)	Taux de végétalisation atteint (Intra-muros)	Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Intra-muros (hors bois) : 21%, dont 1/3 constitué par les parcs et jardins publics • Intra-muros + bois Boulogne et Vincennes : 30% • Moyen (bois inclus) en petite couronne (92, 93, 94) : 36% 	<p>1 797 ha (21% des 8 559 ha de l'emprise parisienne concernée, hors bois, Seine incluse)</p> <p>dont Espaces verts : 492 ha</p>	<p>Horizon 20 ans :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Noues et jardins de pluie : 120 ha • Toitures végétalisées : 447 ha <p>Horizon 50 ans :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Noues et jardins de pluie : 201 ha • Toitures végétalisées : 572 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 20 ans : 27% (soit une augmentation de 6%) • Horizon 50 ans : 29% (soit une augmentation de 8%) 	<p>Caractéristiques futures de Paris intra-muros seront plus proches de celles de la classe périurbaine</p> <p>En incluant les bois, le taux de végétalisation futur serait de 35% (H20ans) et 37% (H50ans), soit taux de végétalisation moyen de la petite couronne</p>

Le taux de végétalisation futur de Paris découlant du scénario « Aménagements végétalisés » permet de prendre pour hypothèse un passage du couvert parisien de type "urbain" à "périurbain". On pourra ainsi se référer aux résultats de l'étude EPICEA

⇒ **Evaluation de l'impact de la végétalisation de Paris sur la réduction des ICU**

A partir de l'étude EPICEA, SEPIA a évalué l'incidence de la végétalisation sur la réduction des ICU :

Tableau 26 : Impact de la végétalisation de Paris sur la réduction des îlots de chaleurs urbains. Source : Sépia Conseil

Gain thermique urbain en passant de la classe urbaine à périurbaine	Répartition spatiale du gain thermique
Baisse globale d'environ 1,5 °C	<p>La végétation impacte positivement les températures sur l'ensemble du territoire parisien (même à l'échelle d'un parc)</p> <p>L'impact de la Seine et des grands espaces verts sont identifiables distinctement</p> <p>La diminution peut atteindre 2°C localement, de jour comme de nuit</p>

L'ensemble des résultats présentés ci-avant nous amènent à retenir un impact de la végétalisation de Paris liée à la solution principale évalué à une **diminution des îlots de chaleur urbains (ICU) d'environ 1°C sur Paris, porté à 2°C localement, de jour comme de nuit.**

b) Bénéfice lié à la sur-isolation thermique des toitures végétalisées

L'installation de toitures végétalisées permet d'améliorer l'efficacité thermique des bâtiments et donc de réduire la consommation d'énergie (chauffage l'hiver et climatisation l'été).

L'évaluation de ces bénéfices varie selon les études. Les hypothèses retenues sont les suivantes :

Tableau 27 : Hypothèses de sur-isolation thermique des toitures végétalisées. Source : Sépia Conseil

Objectif	Hypothèse retenue d'économie d'énergie
Améliorer l'efficacité thermique des bâtiments, donc réduire la consommation d'énergie (chauffage l'hiver et climatisation l'été)	4,54 kWh/m2/an, soit économie d'énergie de 3,3%/an

Il s'en suit une évaluation du gain thermique et économique sous-jacent résumé ci-après :

Tableau 28 : Gains thermique et environnemental de la sur-isolation thermique. Source : Sépia Conseil

Gain thermique	Gain environnemental
Economie de 0,64 €HT/m2/an (sur la base de 0,1405 €HT/kWh)	Economie de 0,38 kg éq.CO2/m2/an (sur la base d'un facteur d'émission de 0,084 kg éq.CO2/kWh)

c) Bénéfice lié à l'extension de la durée de vie des toits par les toitures végétalisées

La végétalisation des toitures accroît sensiblement leur durée de vie. A travers une étude bibliographique extensive, Sépia Conseil a retenu les critères et hypothèses suivants :

Tableau 29 : Critères et hypothèses liés à l'extension de la durée de vie des toits. Source : Sépia Conseil

Hierarchisation des bénéfices économiques (par ordre d'importance décroissante)	Durée de vie de l'étanchéité considérée
1. Augmentation de la durée de vie du toit	Environ 2 fois plus longue en présence d'une toiture végétalisée (soit environ 50 ans)
2. Evitement d'investissements obligatoires pour la régulation des eaux pluviales	
3. Economies d'énergie	
4. Amélioration de la qualité de l'air par absorption de polluants atmosphériques	

Dans l'étude du scénario « Aménagements végétalisés », nous avons considéré une durée de vie de 50 ans pour les toitures végétalisées. C'est sur cette durée que sont estimés les différents coûts et bénéfices d'exploitation présentés précédemment.

On peut par ailleurs estimer le surcoût lié à la reprise supplémentaire de l'étanchéité deux fois plus fréquente.

Un état de l'art a permis d'estimer le coût moyen d'une reprise de l'étanchéité à 80 -100 €/m² de toiture.

Ainsi, sur la base d'un coût de 90 €/m², le surcoût compensatoire lié à une reprise d'étanchéité supplémentaire sur les toitures aménagées est de 402 300 000 € à l'horizon 20 ans, et 514 800 000 € à l'horizon 50 ans.

d) Bénéfice lié à la sur-isolation phonique des toitures végétalisées

La littérature et les retours d'expérience montrent que la végétation en ville peut jouer un rôle important dans la lutte contre les nuisances sonores.

Les noues et jardins de pluie n'ont pas, à notre connaissance, été étudiés sous l'aspect atténuation du bruit. Ceci étant, si un effet des noues et jardins de pluie reste envisageable, il sera a priori très modeste car la densité de végétation arbustive et arborée de ces aménagements est relativement réduite.

Les toitures-végétalisées en revanche ont une fonction d'isolant acoustique reconnue. Comme dans le cas des façades végétalisées, et contrairement aux revêtements en dur, le substrat et la végétation absorbent une partie des ondes sonores. Ce rôle est mis en évidence par différentes études.

Dans le cas présent, les hypothèses retenues sont les suivantes :

Tableau 30 : Hypothèses de sur-isolation phoniques. Source : Sépia Conseil

Type d'aménagement	Rôle et valeurs de l'atténuation
Noues et jardins de pluie	Effet d'atténuation modeste et non démontrées
Toitures végétalisées	Fonction d'isolant acoustique reconnue <ul style="list-style-type: none"> • Isolement / bruits de voisinage, bruits intérieurs et activités industrielles ou aéroportuaires : 5 dB • Isolement / bruit d'infrastructure terrestre : 6 dB (Source : CSTB)

Cependant, si ce rôle isolant est avéré, il est difficile d'en évaluer le bénéfice pour les parisiens. En effet, en dehors des nuisances liées au trafic aérien, non applicables au cas de Paris, peu d'information sont disponibles concernant le bruit transféré à l'intérieur des bâtiments par le biais des toitures terrasses.

En particulier la transmission du bruit lié au trafic routier, source principale de nuisances sonores dans les grandes villes, a été étudiée concernant les façades et les toitures en pente, mais aucun élément n'est donné concernant les toitures de pente nulle.

e) Bénéfice lié à l'épuration naturelle des sols

Il est reconnu que le sol présente l'un des meilleurs pouvoirs épuratoires et que les substances piégées dans les premiers centimètres du sol ne migrent pas jusqu'aux nappes si le sous-sol n'est pas trop fracturé. Dans le cas d'une forte pollution, la solution consiste à décaper et mettre en « décharge » les premiers centimètres de sol contaminé.

Pour estimer le bénéfice lié à l'épuration par les jardins de pluies et noues du scénario « Aménagements végétalisés », nous avons utilisé le coût compensatoire d'interception des pollutions accidentelles estimées par le STEA.

Ce surcoût, estimé sur la base d'une solution « compensatoire » d'équipement et entretien de séparateurs à hydrocarbures est de :

- 1 €HT/m² d'impluvium en investissement,
- 0,4 €HT/m² d'impluvium/an en fonctionnement.

Il est difficile de délimiter le périmètre raisonnable de la surface l'impluvium qui pourrait être concernée, mais ce bénéfice, s'il était monétarisé pourrait représenter des montants importants.

f) Bénéfice lié au développement de la biodiversité en ville

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude spécifiquement dédiée à la contribution des noues et jardins de pluie à la biodiversité urbaine. Il est cependant communément admis qu'ils jouent un rôle non négligeable. En effet, on peut en première approche les assimiler à des espaces verts ou jardins « classiques » qui sont l'une des composantes incontournables de la biodiversité en ville. Mieux encore, l'humidité importante liée à leur fonction vis à vis des eaux pluviales et le type de végétation utilisée pourrait créer un écosystème spécifique, complémentaire aux espaces verts « classiques » et susceptible d'abriter d'autres espèces végétales et animales.

Les toitures végétalisées, par leur localisation (en hauteur, exposé au vent et au soleil, accessibilité limitée) et leur composition (substrat et végétation particuliers) sont assez spécifiques et nécessitent une analyse dédiée.

A la différence des noues et jardins de pluie, la biodiversité des toitures végétalisées a fait l'objet de diverses études à l'international, dont les résultats soulignent le bénéfice pour la biodiversité, y compris dans le cas de toitures extensives. In fine, les résultats de cette évaluation peuvent être résumés comme suit :

Tableau 31 : Objectifs et résultats du bénéfice lié au développement de la biodiversité. Source : Sépia Conseil

Type d'aménagement	Facteurs favorisant la biodiversité	Conclusion
Noues et jardins de pluie	Pas de donnée spécifique	Rôle non négligeable, assimilable à des espaces verts ou jardins "classiques". Création d'un écosystème spécifique complémentaire aux espaces verts
Toitures végétalisées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substrat relativement épais (15 cm) ▪ Utilisation de substrats d'origine naturelle, voire endémique ▪ Taille de toiture terrasse de 500 m2 ou plus ▪ Combinaison de sédums et plantes herbacées au moment de la conception de la toiture (semi-extensives) ou par colonisation spontanée de toitures extensives 	Bénéfice pour la biodiversité, intérêt non négligeable (notamment pour les espèces d'insectes et oiseaux)

g) Bénéfice lié aux aménités récréatives apportées par les jardins de pluie

Cette partie a pour but d'évaluer les aménités récréatives apportées par la solution principale, grâce à la contribution des aménagements végétalisés à l'amélioration du cadre de vie des parisiens. Afin d'évaluer ce bénéfice, nous nous sommes basés sur plusieurs sources d'information sur l'importance accordée par les habitants à la présence d'un espace vert ou d'un jardin à proximité de leur logement.

Dans le cas présent, les avantages suivant ont été considérés :

- Agréments liés à l'usage et à la proximité
- Agréments liés à la création d'un cadre de vie plus "naturelle"
- Contribution à l'esthétique générale (vue depuis les immeubles, image de la rue, paysage urbain général...)

Une vaste bibliographie a été consultée dans le cadre de la présente étude. Aucune étude ne traite spécifiquement le cas des noues ou des jardins de pluie. Il est donc difficile de conclure quantitativement mais il convient de noter qu'une plus-value sur la valeur de l'immobilier est communément observée du fait de la proximité d'un espace vert de qualité.

h) Bénéfice lié à l'absorption de certains polluants atmosphériques

Les végétaux ont la capacité d'absorber certains polluants atmosphérique. L'étude Sépia évalue ces bénéfices de la manière suivante :

Tableau 32 : Hypothèses à l'absorption de certains polluants atmosphériques pour les toitures végétalisées. Source : Sépia Conseil

Type d'aménagement	Hypothèses considérées
Toiture végétalisée	Efficacité pour dépolluer l'atmosphère des villes et option économiquement intéressante (lorsque l'on prend en compte les autres bénéfices environnementaux apportés)

A noter que les bénéfices d'absorption par les sédums (dépollution de l'air), de quelques-uns des polluants atmosphériques (SO₂, NOx, CO₂), ont été retranscrits en gain économique, de manière pondérée (ratios de pondération de 1 à 3 pour relativiser les bénéfices apportés), sur la base des gains économiques induits par les toitures végétalisées elles-mêmes. Le tableau suivant illustre ces propos ;

Tableau 33 : Résultats du bénéfice lié à l'absorption de certains polluants atmosphériques. Source : Sépia Conseil

Type d'aménagement	Ratio d'abattement de la pollution de l'air	Gain économique	Bénéfice économique
Toiture végétalisée	Rapport de 1 à 3, à partir du bénéfice évalué au titre des économies d'énergie	0,21 €/an/m2 (source : marchés d'émission américains de 2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 20 ans : 46 935 000 € • Horizon 50 ans : 60 060 000 €

Ainsi, nous retiendrons dans le cadre de cette étude ce **rapport de un à trois pour évaluer le bénéfice lié à l'abattement de la pollution de l'air**, à partir du bénéfice évalué au titre des économies d'énergie. On estime ainsi un bénéfice de 0,21€/an/m2 de toiture végétalisée aménagée, **soit un coût global de 46 935 000 € à l'horizon 20 ans et 60 060 000 € à l'horizon 50 ans.**

Ce ratio est certainement sous-évalué dans la mesure où il ne prend pas en compte l'abattement de tous les polluants et se base sur des marchés d'émission américains de 2005.

3.4. Scénario « aménagements hydrauliques classiques »

3.4.1. Synthèse des hypothèses de construction du scénario

Les hypothèses étudiées pour le scénario « Aménagements hydrauliques classiques » correspondent aux mêmes horizons d'étude et concernent les mêmes surfaces du territoire parisien que le scénario « Aménagements végétalisés ».

Dans le cas du scénario « Aménagements hydrauliques classiques », les aménagements mis en place doivent permettre :

- D'atteindre, pour la pluie 16 mm (pluie de référence du SIAAP servant au dimensionnement des aménagements prévus dans le schéma d'assainissement de la zone centrale de la région Ile de France), la même baisse des déversements unitaires en Seine que celle permise par le scénario « Aménagements végétalisés ». Cette baisse des déversements est obtenue dans le scénario « Aménagements hydrauliques classiques », par la mise en place d'ouvrages de stockage-restitution au niveau des déversoirs en Seine ;
- De compenser les effets de la surcharge hydraulique des systèmes d'assainissement liée aux eaux de ruissellement qui ne sont pas infiltrées ou évapo-transpirées, comme elles le sont dans le scénario « Aménagements végétalisés ». Les effets de la surcharge hydraulique dans le scénario « Aménagements hydrauliques classiques » par rapport à la solution de zonage ont été estimés sur les trois points suivants : le pompage des effluents, le curage des réseaux et le traitement en station d'épuration ;
- D'atteindre, pour la pluie décennale, la même diminution des débordements des réseaux que celle observée dans le scénario « Aménagements végétalisés ».

Afin de pouvoir comparer ce scénario avec le scénario « Aménagements végétalisés », des aménagements connexes ont été envisagés pour engendrer des bénéfices similaires. Le poste le plus tangible est celui des gains thermiques. Les aménagements connexes doivent donc permettre également :

- D'atteindre les mêmes niveaux de confort thermique que le scénario « Aménagements végétalisés » via des installations de génie climatique.

⇒ Dimensionnement des aménagements hydrauliques

Afin de réduire les déversements en Seine pour la pluie 16 mm, deux types d'aménagements ont été envisagés, selon les déversoirs :



Stocker les effluents dans le déversoir d'orage avant restitution au réseau en fin de pluie.



Créer des bassins enterrés de stockage-restitution au niveau des déversoirs d'orage.

Sur l'ensemble des déversoirs qui rejettent en Seine, seul le Déversoir d'Orage Bugeaud sera équipé d'une solution de stockage en DO. Pour l'ensemble des autres volumes supplémentaires déversés dans les scénarios de référence par rapport au scénario « Aménagements végétalisés », la création d'un ouvrage de stockage enterré est retenue car il n'existe pas de capacité de stockage importante dans les déversoirs.

Pour information, les données techniques liées aux calculs et dimensionnements sont à consulter dans l'étude Prolog-Sepia d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice.

3.4.2. Evaluation des performances du scénario

a) Evaluation du bénéfice hydraulique

⇒ Hypothèses de performance hydraulique

Le bénéfice hydraulique du scénario « Aménagement hydraulique classiques » est identique à celui du scénario « Aménagement végétalisés ».

Ce scénario permet, comme le précédent, de réduire sensiblement les déversements en Seine ainsi que les débordements sur voirie lors de la pluie décennale :

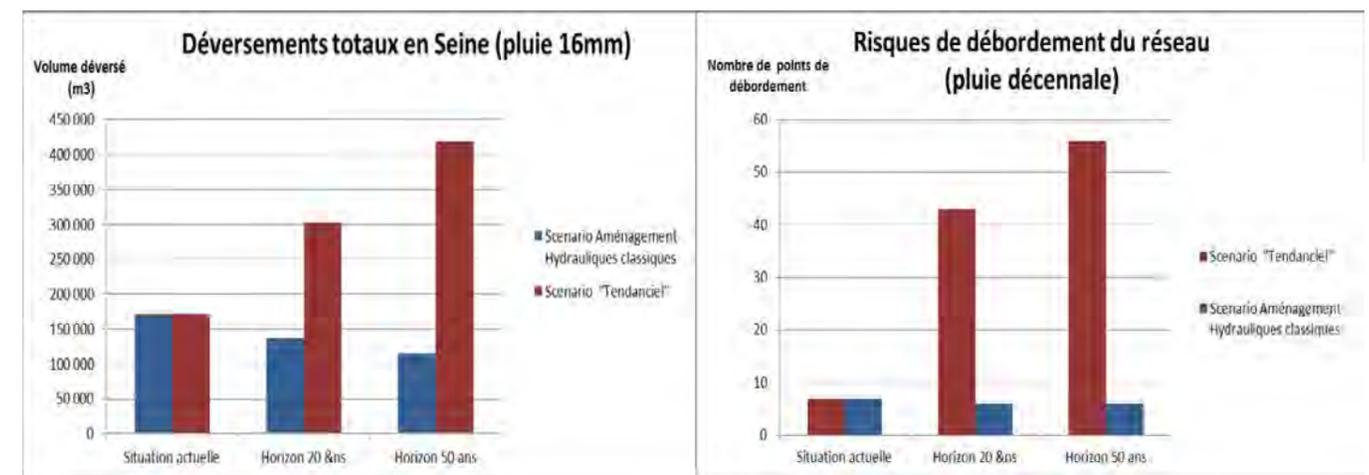


Figure 136 : Déversements en Seine pour la pluie 16mm et débordements pour la décennale. Source : Prolog Ingénierie

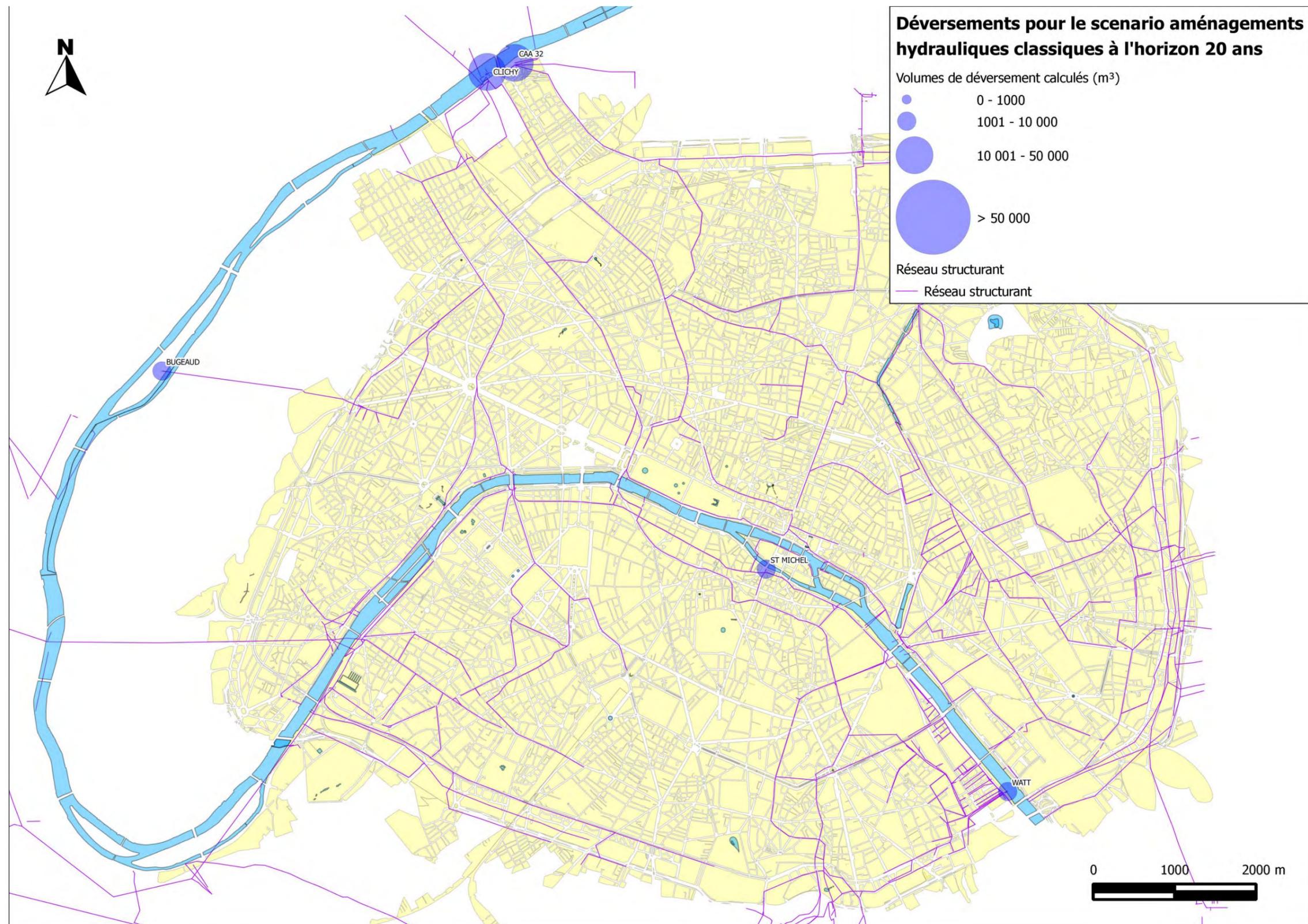


Figure 137 : Carte des déversements scénario Hydraulique classique à 20 ans (source Prolog)

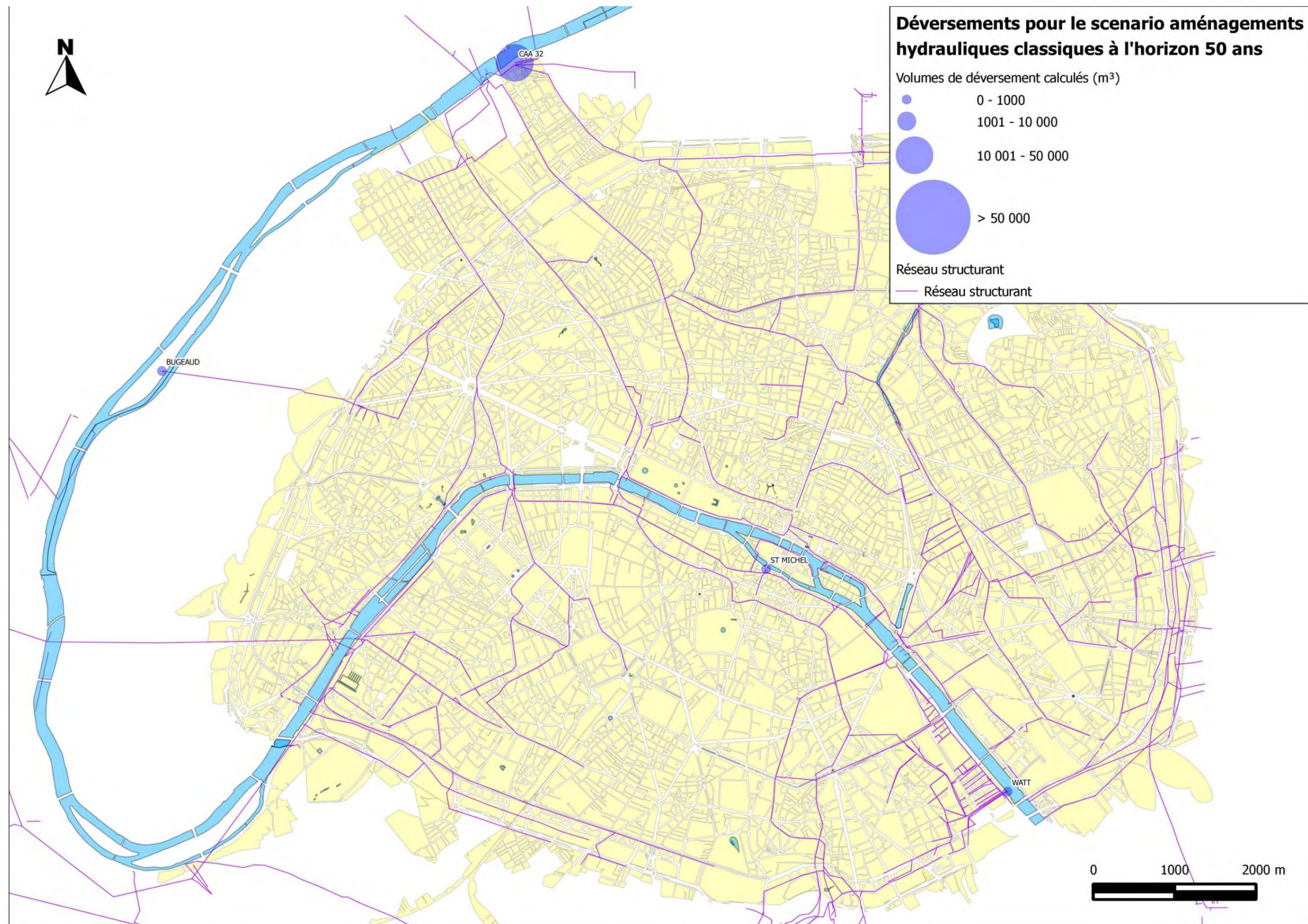


Figure 138 : Carte des déversements scénario Hydraulique classique à 50 ans (source Prolog)

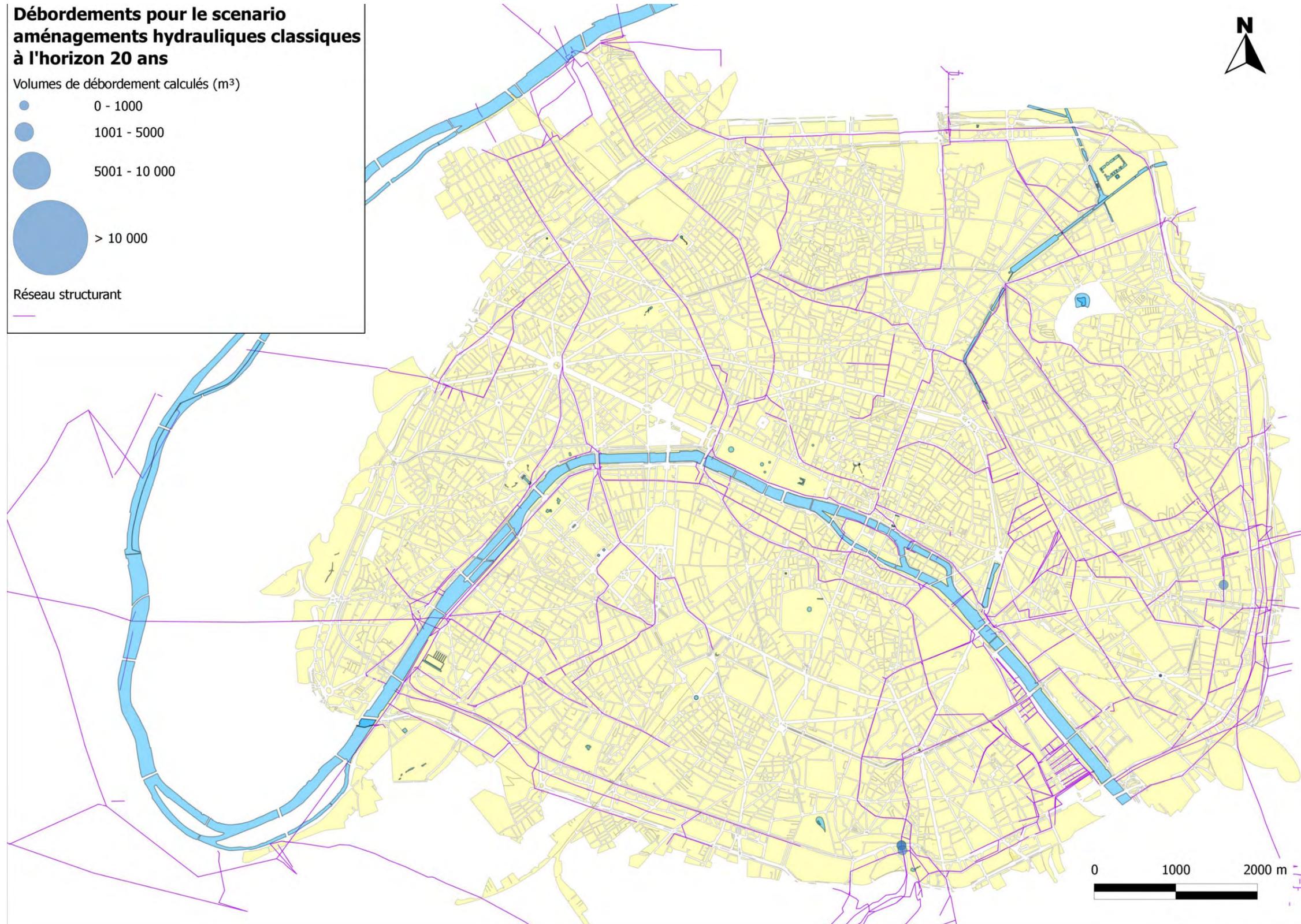


Figure 139 : Carte des débordements scénario Hydraulique classique à 20 ans (source Prolog)

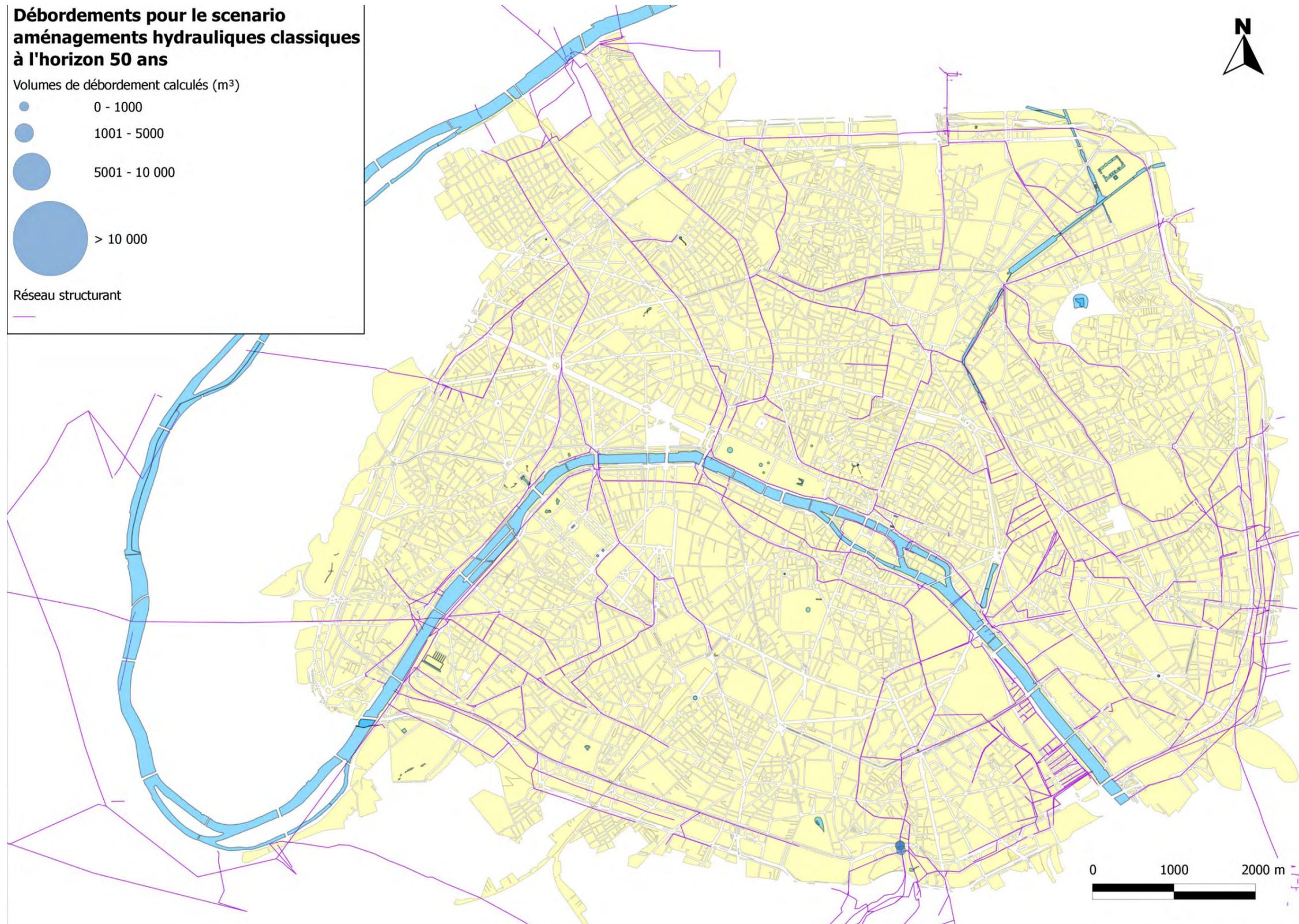


Figure 140 : Carte des débordements scénario Hydraulique classique à 50 ans (source Prolog)

3.4.3. Evaluation des coûts associés

a) Hypothèse de calcul des coûts économiques et carbone

⇒ Hypothèses pour les coûts économiques

Pour estimer le coût économique des ouvrages de stockage-restitution du scénario « Aménagements hydrauliques classiques », il a été utilisé :

- Concernant les bassins de stockage : des ratios de coût au m³ d'eau stocké, à la fois pour l'investissement et pour l'exploitation. Il a été distingué trois groupes de ratios selon la capacité de stockage de l'ouvrage ;
- Concernant le stockage dans le DO Bugeaud : les estimations des coûts de l'étude de faisabilité réalisée en 2011, qui ont été actualisées.

Les ratios retenus permettent de tenir compte des contraintes de réalisation en zone urbaine dense et du coût des équipements nécessaires pour assurer le prétraitement des eaux stockées et le nettoyage des ouvrages :

- Bassin > 25 000 m³ :
 - Coût d'investissement : 1.000 €/m³,
 - Coût d'exploitation: 5 €/ m³ /an.
- Bassin 2000 < V < 25 000 m³ :
 - Coût d'investissement : 1.500 €/ m³,
 - Coût d'exploitation: 10 €/ m³ /an.
- Bassin < 2 000 m³ :
 - Coût d'investissement : 2.000 €/ m³,
 - Coût d'exploitation: 10 €/ m³ /an.

⇒ Monétarisation de l'empreinte carbone

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la construction des ouvrages de stockage-restitution mis en place pour le scénario « aménagements hydrauliques classiques » ont été estimées en adoptant la méthodologie suivante :

- Un bilan de construction en tonnes équivalent CO₂ a été réalisé en prenant l'exemple concret du bassin de Demidoff de 40 000 m³ au Havre (travaux suivis par PROLOG INGENIERIE). Il en a été déduit un ratio tEqCO₂/m³ utile de stockage, qui a été utilisé pour calculer les émissions en GES des ouvrages de stockage-restitution envisagés en fonction de leur volume utile de stockage.
- Pour les aménagements de stockage dans le DO Bugeaud, des aménagements type simplifiés ont été pris en compte pour l'estimation des émissions en tEqCO₂, basés sur la connaissance des travaux prévus dans l'étude de faisabilité de 2011.
- Les postes pris en compte dans l'évaluation des émissions en tEqCO₂ de la construction des bassins et des aménagements en DO sont les suivants:
 - Immobilisation des engins de chantier (négligeable),
 - Consommation de carburant des engins de chantier,
 - Transport des engins sur le chantier (négligeable),
 - Transport des personnes sur le chantier,
 - Transport et mise en décharge des déblais et excédents de chantier,
 - Matériaux GC et équipements (béton et acier),
 - Transport des matériaux.

Le coût environnemental de la phase de construction est ici estimé à **0,167 tEqCO₂/m³**.

Le coût environnemental intègre les émissions liées au pompage pour la vidange des ouvrages (variable selon les ouvrages en fonction de leur sollicitation) et au déplacement du personnel de maintenance (1,81 tEqCO₂/ouvrage/an).

d) Estimation des coûts liés au volume supplémentaire d'eaux pluviales dans les réseaux

⇒ Impacts des surcharges hydrauliques considérés

Les aménagements mis en place dans le cadre du scénario « Aménagements végétalisés » permettent d'infiltrer une part des premiers millimètres de chaque pluie (variable selon les zones d'abattement) et ainsi de réduire les volumes d'eaux pluviales dans les réseaux et en station d'épuration.

Il est considéré que la surcharge hydraulique du système d'assainissement du scénario « Aménagements hydrauliques classiques » par rapport au scénario « Aménagements végétalisés » a un effet significatif sur :

- Le pompage des effluents pluviaux supplémentaires en réseau et au niveau des usines d'épuration,
- Les dépôts de sables dans les réseaux et chambres à sable du réseau d'assainissement parisien.

Comme dans l'étude coût-bénéfice de l'application d'un zonage pluvial (PROLOG INGENIERIE / SEPIA Conseils – 2011), l'impact de la surcharge hydraulique de la solution compensatoire sur les charges polluantes traitées par l'usine d'épuration Seine Aval et sur le niveau de rejet de l'usine a été négligé car les apports pluviaux parisiens ne représentent que 5 % environ des débits traités à l'échelle annuelle par les usines du SIAAP et les eaux pluviales sont moins chargées que les eaux usées.

Il est ainsi considéré que les volumes supplémentaires d'eaux pluviales dans la solution compensatoire par rapport à la solution principale sont envoyés pour traitement vers l'usine Seine Aval.

Pour information, les données techniques liées aux calculs et dimensionnements sont à consulter dans l'étude Prolog-Sepia d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice

⇒ Evaluation économique

Les critères et hypothèses utilisés sont les suivants :

- Pompage : on considère un coût du kWh de 0,14 € (HT – Source : EDF Option Base pour des puissances souscrites de 9kVA et plus en date du 23/03/13),
- Curage : on considère un coût de curage de 161 € par tonne de sable extraite (Données SEVESC - Chantier de curage CD92 2011-2013).

⇒ Empreinte carbone et monétarisation

Concernant le bilan des émissions en tEqCO₂ liées à la gestion des volumes supplémentaires en réseau dans le scénario « Aménagements hydrauliques classiques », ont été pris en compte à la fois les émissions liées au pompage et au curage des collecteurs.

Pour le pompage, seule la consommation énergétique supplémentaire a été prise en compte. Le coût environnemental estimé s'élève à **0,0843 tEqCO₂/kWh**.

Pour le curage les postes suivants ont été comptabilisés :

- Consommation énergétique pendant l'intervention,
- Transport des personnes sur le chantier,
- Transport des sables jusqu'aux CET (centre de traitement),
- Traitement des sables en CET.

L'empreinte carbone s'élève à 0,037 tEqCO₂/t de sable extraite.

Pour information, les données techniques liées aux calculs de l'empreinte carbone sont à consulter dans l'étude Prolog-Sépia d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice.

e) Estimation des coûts des aménagements de lutte contre les débordements du réseau d'assainissement

⇒ **Type d'aménagement considéré pour éviter les débordements du réseau**

Afin de supprimer les volumes supplémentaires débordés pour la pluie décennale, calculés par le modèle hydraulique dans la situation de référence (actuelle et tendancielle) par rapport au scénario « Aménagements végétalisés », la mise en place d'ouvrages de stockage-restitution enterrés à proximité des zones de débordement a été considérée.

Pour information, les données techniques liées aux calculs et dimensionnements sont à consulter dans l'étude Prolog Ingénierie-Sépià Conseil d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice.

⇒ **Evaluation économique**

Le chiffrage du coût économique et environnemental des aménagements est identique à celui proposé pour les ouvrages de stockage-restitution liés aux volumes supplémentaires déversés en Seine.

⇒ **Evaluation environnementale**

Le coût environnemental de la réalisation des ouvrages de stockage est ici estimé à **0,167 tEqCO2/m³**.

f) Synthèses des coûts économiques et monétarisation carbone

Les tableaux présentés ci-après synthétisent les différents coûts du scénario « Aménagements hydrauliques classiques » pour retrouver les mêmes effets hydraulique que le scénario « Aménagements végétalisés », selon les 2 horizons d'étude et les 2 hypothèses de performance hydraulique ce dernier :

Tableau 34 : Synthèse des coûts du scénario « Aménagements hydrauliques classiques » par rapport à la situation actuelle. Source : Prolog Ingénierie

	Poste	Application du scénario "aménagement hydrauliques classiques"			
		Horizon 20 ans		Horizon 50 ans	
		Investissement	Exploitation (/an)	Investissement	Exploitation (/an)
Déversement en Seine	Coût éco(€)	204 090 000	1 170 000	357 270 000	1 990 000
	Coût Carbone (teq CO2)	28 900	30	53 800	40
Pompage supplémentaire	Coût éco(€)		65 800		114 000
	Coût Carbone (teq CO2)		40		70
Curage supplémentaire	Coût éco(€)		177 100		273 000
	Coût Carbone (teq CO2)		40		60
Débordement des réseaux	Coût éco(€)	145 220 000	960 000	357 320 000	2 090 000
	Coût Carbone (teq CO2)				
total	Coût éco(€)	349 310 000	2 372 900	714 590 000	4 467 000
	Coût Carbone (teq CO2)	28 900	110	53 800	170

3.4.4. Evaluation des mesures compensatoires à mettre en œuvre pour atteindre des performances environnementales équivalentes à celles du scénario « Aménagements végétalisés »

On rappelle ici que les objectifs du zonage d'assainissement ne se limitent pas à de simples performances hydrauliques mais qu'il vise également une amélioration de la qualité des milieux naturels dans Paris, dont la Seine, ainsi qu'une diminution de l'effet « îlot de chaleur urbaine ».

A ce titre, pour mettre en compatibilité le scénario « aménagements hydrauliques classiques » avec les objectifs du zonage, il convient d'envisager des compléments d'aménagements non hydrauliques.

a) Atteindre les objectifs de réduction de l'îlot de chaleur urbain

Il a été mis en évidence que les techniques alternatives, toitures végétalisées, jardins de pluie et noues, utilisées dans le scénario « Aménagements végétalisés » pour l'application du zonage pluvial engendrent des bénéfices en termes de diminution de la température en été, bénéfices initiés à l'extérieur avec une répercussion à l'intérieur des bâtiments.

Dans le scénario « Aménagements hydrauliques classiques », nous avons envisagé deux solutions complémentaires pour compenser ces bénéfices :

- **En extérieur, une solution d'épandage d'eau non potable sur les voiries**, qui permet de diminuer sensiblement la température sur l'espace public,
- **En intérieur, une solution de sur-climatisation des bâtiments.**

A noter que cette combinaison, si elle est complémentaire en termes de comportement et de résultats visés, présente l'effet pervers mais réaliste dans les faits du réchauffement de l'extérieur indissociable des systèmes de climatisation généralement utilisés.

⇒ **Action 1 : Epandage d'eau non potable en ville**

Le scénario « Aménagements hydrauliques classiques » envisagé en extérieur consiste à utiliser les capacités rafraichissantes de l'évaporation d'eau épandue sur les voiries. En effet, l'arrosage des chaussées en journée permet de limiter le réchauffement de la route en utilisant le rayonnement reçu pour évaporer l'eau présente sur la chaussée au lieu de le laisser stocker par la chaussée. La nuit, la libération de chaleur est alors réduite puisqu'une quantité moindre de chaleur a été stockée pendant la journée.

Pour la mise en œuvre de cette solution technique, on suppose l'utilisation du réseau d'eau non potable de la ville de Paris, qui dispose de 12 000 bouches de lavage réparties sur l'ensemble des voiries parisiennes.

Nous nous sommes basés sur une revue des résultats d'études et expériences menées sur le sujet, que nous avons complétés par des échanges avec le STEA qui mène actuellement des essais pour évaluer le potentiel de rafraichissement de cette solution et identifier les modalités d'épandage les plus efficaces.

Les volumes d'eau à épandre et la fréquence d'épandage ont été définis afin d'obtenir une baisse de température proche de celle **estimée à proximité des aménagements de la solution principale c'est à dire 3°C au sol en journée et 2°C la nuit.**

Les charges en investissement, eau et en main d'œuvre ont ensuite été estimées de manière à calculer les surcoûts.

Les critères et hypothèses retenus dans le cas présent sont les suivants :

- Définitions des volumes à épandre : 3 L/m²/jour,
- Estimation de la surface d'épandage : 405 ha dans l'horizon 20 ans et 782 ha à 50 ans,
- Estimation de nombre de jours d'épandage annuel : calculs effectués selon ces deux options dites « canicule » et « confort » afin d'obtenir une fourchette de coûts.

Les surcoûts d'investissement (aménagement des bouches de lavage, acquisition d'équipement d'épandage dédié voire nivellement des voiries) ainsi que les surcoûts de fonctionnement en main d'œuvre et énergie n'ont pas pu être évalués. En effet, les tests actuels du STEA portent sur les résultats en termes de température. Les réflexions sur les modalités de mise en œuvre de la solution à grande échelle ne sont pas encore à l'ordre du jour. Nous n'avons ainsi aucun élément pour choisir l'une ou l'autre de ces modalités.

Nous avons donc évalué uniquement les surcoûts liés à la consommation d'eau non potable, sur la base :

- De 1,6338 € HT/m³ d'eau non potable consommée (tarifs Eau de Paris 2013),
- Du bilan carbone d'Eau de Paris ramené au volume moyen d'eau potable distribuée, pondéré par le ratio prix de l'eau non potable/prix de l'eau potable, soit 0,09 € HT/m³.

On obtient ainsi les surcoûts présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 35 : Surcoûts de la solution compensatoire d'épandage d'eau non potable sur 50 ans. Source : Sépia Conseil

	option "canicule"				option "confort"			
	nombre de jours d'épandage annuels	Coût financier (€)	coût environnemental (T. eq CO2)	TOTAL en € (avec 1Teq.CO2=14 €)	nombre de jours d'épandage annuels	Coût financier (€)	coût environnemental (T. eq CO2)	TOTAL en € (avec 1Teq.CO2=14 €)
horizon 20 ans	4	3 970 134	214	3 973 134	38	37 716 273	2 036	37 744 773
horizon 50 ans	9	17 248 027	931	17 261 060	53	101 571 712	5 482	101 648 463

Par la suite, **nous retiendrons les résultats de l'option dite « canicule »** qui est la plus réaliste en termes de politique publique bien qu'elle ne permette pas d'atteindre les mêmes résultats que la solution principale sur les jours chauds hors canicule.

Mise en perspective de l'approche :

La limite dans l'évaluation des surcoûts implique que la solution d'épandage retenue ici (type EPICEA avec 3 l/m²/j) est la moins chère puisque la plus économe en eau. Dans les faits, elle pourrait s'avérer plus chère qu'une solution d'épandage qui semble moins complexe à mettre en œuvre, ou encore consommer plus d'eau par manque de précision au niveau du réglage des débits épandus.

En plus de se limiter aux seuls jours de canicule, le bénéfice de rafraichissement est également **plus localisé, à proximité des voiries, alors que dans le scénario « Aménagements végétalisés », il est plus homogène** puisque réparti sur les voiries, les cours et espaces publics ainsi que les toits.

Cette solution technique soulève par ailleurs d'autres questions :

- Le développement des usages du système d'eau non potable de Paris est actuellement l'objet de réflexions,
- L'arrosage des voiries, par ailleurs exposées à la pollution urbaine, peut soulever des questions relatives à la santé des passants et des riverains, questions sur lesquelles il existe cependant peu d'information,
- Une autre limite de cette solution réside dans la disponibilité des ressources en eau. L'étude commanditée actuellement par le STEA sur la sécurisation de l'AEP parisien pourra apporter des compléments d'information, sur l'évolution de cet aspect face aux changements climatiques.

⇒ **Action 2 : Sur-climatisation des bâtiments**

Le scénario « Aménagements hydrauliques classiques » envisagé en complément est la sur-climatisation des bâtiments afin de compenser la différence de température intérieure que l'on obtiendrait par répercussions de la baisse de température extérieure liée à la solution principale.

Pour l'estimation de cette sur-climatisation, nous avons repris l'hypothèse que le scénario « Aménagements végétalisés » fait passer Paris d'une classe de végétalisation urbaine à périurbaine. Ainsi, **la différence de climatisation entre ces deux classes d'urbanisation** a été considérée comme la part de sur-climatisation imputable au scénario « Aménagements hydrauliques classiques ».

Afin d'estimer cette différence de climatisation, nous nous sommes basés sur les résultats mis en évidence par le Volet 1 de l'étude EPICEA sur les besoins en climatisation actuels et futurs. Nous avons ensuite repris et adapté les données et formules thermodynamiques transmises par le STEA (note de calcul du rafraichissement d'un jardin de pluie) afin d'estimer la consommation électrique impliquée par cette sur-climatisation. La dernière étape a consisté à évaluer les coûts financiers et environnementaux liés à cette surconsommation électrique.

Pour information, les données techniques liées aux calculs et dimensionnements sont à consulter dans l'étude Prolog-Sépia d'impact du projet de zonage pluvial avec volet coût-bénéfice.

Les critères et hypothèses retenus dans le cas présent sont les suivants :

Le choix de compenser le scénario « Aménagements végétalisés » uniquement par une sur-climatisation des bâtiments déjà équipés de climatiseurs implique qu'**aucun surcoût d'investissement n'est envisagé dans cette approche.**

Les surcoûts financiers d'exploitation sont ceux liés à la **surconsommation électrique**, dont le coût est estimé sur la base du tarif EDF de 0,14€ HT/kWh.

Le bilan carbone établi pour l'estimation du surcoût environnemental d'exploitation prend en compte les **émissions liées à la consommation d'électricité. Il ne prend pas en compte les fuites de gaz réfrigérant** dans la mesure où la méthode Bilan Carbone considère que l'évaluation de ces fuites est proportionnelle à la puissance de climatisation installée, et celle-ci ne varie pas dans le scénario « Aménagements hydrauliques classiques ».

On obtient ainsi les résultats suivants :

Tableau 36 : Surcoûts de la solution compensatoire de sur-climatisation sur 50 ans. Source : Sépia Conseil

	surcoûts financiers (€)	surcoûts environnementaux (T eq. CO2)		total surcoûts (€) (avec 1 Teq. CO2=14€)
	surconsommation électricité	surconsommation d'électricité	fuites de gaz réfrigérant	
horizon 20 ans	468 870	281	0	472 810
horizon 50 ans	1 732 214	1 040	0	1 746 770

Mise en perspective de l'approche :

Cette solution permet le rafraîchissement des bâtiments, ce qui est suffisant pour permettre aux habitants d'améliorer leur confort pour reposer les organismes en période de chaleur estivale.

Toutefois la sur-climatisation des bâtiments aura pour effet un réchauffement de l'atmosphère extérieure en ville (qui n'est pas dans cette approche compensé).

De plus, par souci de réalisme, L'étude n'applique cette solution qu'aux bâtiments déjà équipés de climatiseur soit respectivement 15% et 35% des bâtiments parisiens aux horizons 20 et 50 ans, les autres ne bénéficieront donc d'aucune compensation en terme de température intérieure.

3.5. Comparaison des scenarios

Au final, le scenario « Aménagements végétalisés » se démarque comme étant le seul permettant de répondre réellement aux ambitions affichées du zonage d'assainissement. Le scénario tendanciel est écarté d'emblée car incompatible avec les objectifs du zonage et en particulier avec ceux du SDAGE. Le scénario « aménagements hydrauliques », même moyennant des mesures connexes ne permet pas de rattraper les bénéfices que la végétalisation apporte du point de vue des objectifs environnementaux pour Paris.

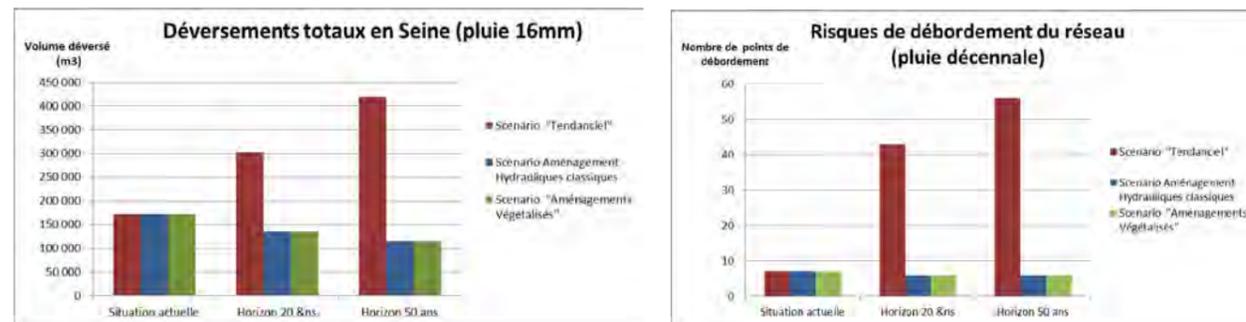


Figure 141 : Synthèse et comparaison des performances hydrauliques des scenarios

Le scenario « végétalisation » représente de plus un coût inférieur à celui du scenario « hydraulique classique » en termes d'investissements sur 20 ans (devient même deux fois inférieurs à 50ans) et équivalents en termes d'exploitation lorsque l'on tient compte des mesures connexes employées dans le scenario « hydraulique classique » pour gérer le phénomène îlot de chaleur qui figure aussi parmi les objectifs du zonage d'assainissement (cela même en ne considérant que l'hypothèse la moins ambitieuse ne traitant que le cas « canicule »).

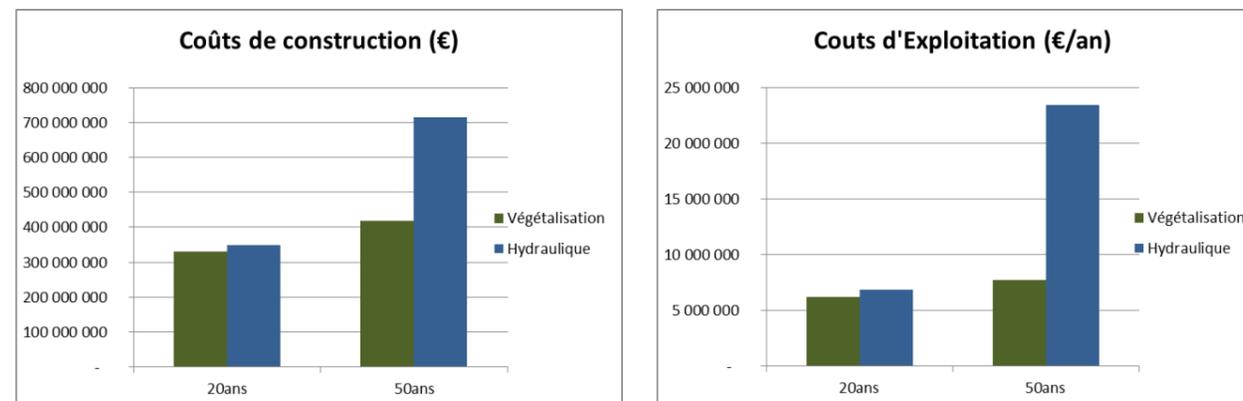


Figure 142 : Synthèse et comparaison des performances économiques des scenarios

Dans les graphes et les tableaux présentés le scénario "Aménagements hydrauliques" tiens compte du coût des aménagements connexes nécessaires à l'atteinte des objectifs du zonage d'assainissement sur la lutte contre l'effet îlot de Chaleur : soit coût total = coût économique + surcoût épandage (mouillage des voies) situation de canicule + surcoût climatisation)

Du point de vue de l'empreinte carbone, les bilans détaillés effectués ne permettent pas de comparaison. En effet, il n'existe pas de méthode officielle pour évaluer le bénéfice carbone (capacité de stockage) des végétalisations pérennes (ces méthodes n'existent que pour les bois). Or ce bénéfice n'est pas neutre. Ainsi, le Plan Climat Energie Territorial (PCET) de Paris considère que les parcs et jardins sont neutres (empreinte d'entretien équivalent à leur bénéfice de stockage). Les végétalisations de toiture constitue un stockage négligeable, en revanche les jardins de pluie et noues paysagères lorsqu'elles intègrent des végétalisations denses, des arbres, etc. constituent un puits de carbone probablement non négligeable.

En revanche, l'étude SEPIA-Conseil permet d'identifier des postes d'émissions importants liés aux procédés constructifs et à l'exploitation des aménagements végétalisés qui sont autant de voies d'optimisation du bilan carbone du zonage d'assainissement.

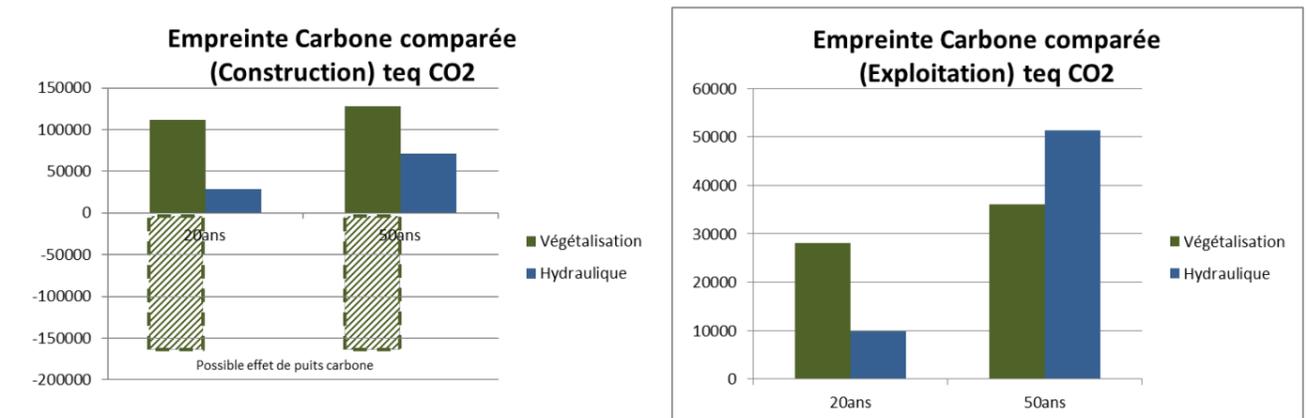


Figure 143 : Synthèse et comparaison des empreintes carbone des 2 scenarios

	Scenario « Tendanciel »	Scenario « Aménagements végétalisés »	Scenario « Aménagements hydrauliques »
Atteinte des objectifs hydrauliques du zonage	Non atteint	Atteint	Atteint
Coûts directs associés	Sans objet car abandonné	330 M€ à 20 ans (invest) 6,2 M€/an (exploit)	418 M€ à 20 ans (invest) 2,4 M€/an (exploit)
Atteinte des objectifs environnementaux du zonage (biodiversité et îlot de chaleur)	Non atteint	Excellent	Partiel
Coûts associés	Sans objet car abandonné	Bénéfice indirect Pas de surcoûts	3,9 M€/an (épandage extérieur) 0,5M€/an (sur-climatisation)
Bénéfices supplémentaires	Aucun	Nombreux	Aucun

Enfin, le scenario Aménagement végétalisé présente de nombreux bénéfices supplémentaires (isolation phonique, isolation thermique, durée de vie des toitures, agrément...).



Le scenario « Aménagements Végétalisés » retenu correspond bien à la meilleure alternative technico-économique et environnementale

4. Exposé des motifs du plan de zonage d'assainissement

4.1. Rappel du contexte

Lors de la communication sur l'eau, présentée au Conseil de Paris des 19 et 20 mars 2012, le Maire de Paris a dressé le bilan du plan de modernisation de l'assainissement parisien 1990-2010 et présenté les orientations pour la période 2010 – 2030. Il a ainsi souhaité que le réseau d'assainissement soit partie prenante d'une ville plus résiliente, plus durable.

Parmi les mesures répondant à cet objectif, le Maire a souhaité l'engagement d'une nouvelle politique de gestion des eaux pluviales pour Paris, plus respectueuse de l'environnement. L'enjeu premier est de diminuer les rejets d'eaux unitaires vers le milieu naturel.

Comme énoncé en début de ce rapport, la qualité de la Seine s'améliore depuis les années quatre-vingt-dix, sous l'effet de l'application de la directive sur les eaux résiduaires urbaines du 21 mai 1991 (DERU), de la Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 (DCE), des objectifs fixés par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021, par les actions inscrites au schéma directeur d'assainissement du SIAAP, par le Plan local d'Urbanisme et le règlement d'Assainissement de Paris.

Le livre bleu établi en 2012 par la ville de Paris a présenté les nouvelles orientations de modernisation de l'assainissement et marqué la volonté de la Ville d'élaborer un zonage pluvial. Ce dernier doit fédérer les orientations municipales en matière de politique pluviale et les rendre opérationnelles. La Maire de Paris souhaite poursuivre cette orientation et en faire l'une de ses priorités. La réalisation de ce zonage est confiée à la Direction de la Propreté et de l'Eau. Ce plan est cependant intimement lié aux politiques d'urbanisme et environnementale de la ville de Paris. Il est transverse à toutes les Directions de la Ville et s'applique ainsi au premier plan à l'urbanisme, la voirie, les espaces verts et l'habitat.

La création du zonage d'assainissement a pour vocation de permettre au dispositif d'assainissement de Paris de poursuivre sa modernisation dans le cadre des nouvelles exigences sanitaires et environnementales et de prendre en compte les enjeux qu'imposent une nécessaire maîtrise de l'imperméabilisation des sols et une volonté d'améliorer la qualité de la Seine.

Notamment, le zonage d'assainissement de Paris répond à plusieurs des huit défis du SDAGE2016-2021 visant notamment à la réduction des rejets au milieu naturel. Il s'intègre dans la stratégie de révision du Schéma Directeur d'Assainissement du SIAAP qui fédère les politiques interdépartementales en matière de transport et d'épuration des eaux usées de temps sec et de temps de pluie.

Il trouve également une justification dans l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes et aux installations d'assainissement préconisant un traitement prioritaire de la pluie à la source dans le cas de systèmes de collecte en tout ou partie unitaire, comme c'est le cas à Paris.

Les échéances visées par ces textes mettent en perspective le plan d'action du zonage d'assainissement de Paris sur le moyen et le long terme.

Le plan de zonage d'assainissement de Paris sera réglementaire. Il s'établit conformément à l'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) qui stipule que le Maire délimite après enquête publique quatre types de zones d'assainissement sur son territoire :

1. Le zonage d'assainissement collectif,
2. Le zonage d'assainissement non collectif,

3. Le zonage délimitant les zones d'imperméabilisation des sols et de maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,
4. Le zonage délimitant les zones de collecte, de stockage, éventuellement de traitement des eaux de pluie et de ruissellement avant rejet dans le milieu aquatique

Les zonages relatifs aux points 1 et 2 concernent principalement les eaux usées et représentent la zone unique couvrant tout Paris, les Bois de Boulogne et de Vincennes.

Les zonages des points 3 et 4 concernent le volet pluvial, dit plus simplement zonage pluvial. Représentant une orientation et des concepts nouveaux dans les politiques d'urbanisme, d'assainissement et d'environnement, la présente évaluation environnementale y concentre son analyse.

Le zonage d'assainissement de Paris est destiné à satisfaire aux objectifs suivants :

- Poursuivre l'optimisation par temps sec et par temps de pluie du réseau de collecte et de transport des effluents vers les unités de traitement des eaux usées ;
- Réduire les déversements d'eaux unitaires dans la Seine lors de pluies courantes pour améliorer la qualité du milieu naturel ;
- Réduire les risques de débordement par saturation du réseau en certains points de la capitale, lors de pluies d'orage ;
- Contribuer à réduire l'îlot de chaleur parisien (ICU) et ses effets négatifs sur la santé publique.

Ils ont guidés tout au long du processus d'élaboration la construction du zonage d'assainissement, lequel est présenté ci-après.

4.2. La carte du zonage d'assainissement collectif

Le zonage d'assainissement collectif relatif aux eaux unitaires comporte une seule zone d'assainissement collectif.

Cette zone comprend l'ensemble du réseau d'assainissement unitaires (mélange d'eaux usées et pluviales) où sont appliquées les techniques d'assainissement historiques à Paris (réseau d'assainissement, branchements particuliers, autorisations de rejets, transport, épuration, cas particuliers d'assainissement non collectif).

Ces techniques font l'objet de dispositions stables dans le Plan Local d'Urbanisme et dans le règlement d'assainissement de Paris approuvé. Les principes d'assainissement en conception et en exploitation suivis dans ces zones s'inscrivent dans le cadre de l'arrêté du 21 juillet 2015 et répondent aux exigences du Règlement Sanitaires Départemental. Ne présentant pas intrinsèquement d'alternatif mais une continuité des actions de modernisation (optimisation du fonctionnement du réseau régulé et supervisé, optimisation des stockages, meilleure protection de la Seine par modernisation de certains déversoirs d'orage), l'évaluation environnementale se limite dans la présente partie à définir la zone unique, sa justification et ses principales caractéristiques.

Les impacts de la collecte des eaux usées sont par ailleurs largement connus au travers de l'obligation faite au PLU des branchements particuliers pour les eaux usées domestiques, de l'évaluation des bilans d'autosurveillance établis selon l'arrêté précité ou des dispositions du règlement d'assainissement de Paris pour ce qui concerne les déversements interdits, les eaux usées domestiques et non domestiques (prétraitement d'eaux usées d'activités commerciales particulières, eaux d'exhaure, rejets de chantier, surveillance des rejets, ...)

Il convient de souligner que le réseau d'assainissement parisien est maillé, supporte les extensions nécessaires aux opérations nouvelles d'aménagement, dispose d'une logique hydraulique de territoire vis-à-vis de ses exutoires vers les centres d'épuration ou le milieu naturel. Il doit respecter en tous points les mêmes obligations réglementaires environnementales, sanitaires et de sécurité. Ses caractéristiques en font donc un patrimoine

municipal indivisible, cohérent et interdépendant tant dans son exploitation et sa surveillance qu'à travers les actions et travaux d'amélioration.

De ce fait, les dispositions prévues au présent zonage d'assainissement collectif se limitent à la définition d'une zone unique couvrant le territoire de Paris y compris les bois de Boulogne et de Vincennes.

Par dérogation au raccordement obligatoire au réseau d'assainissement collectif de Paris, quelques rares installations existent dans les bois de Boulogne et de Vincennes lorsqu'aucun réseau de collecte n'existe à proximité.

Cette situation concerne des constructions isolées, pour l'essentiel, municipales, dans les parties centrales des bois, représentant un très petit nombre d'équivalent-habitants (voir description ci-avant) et pour lesquelles le développement d'un réseau n'est pas prévu dans la mesure où il induirait un coût excessif au regard de la faible charge polluante à transporter et serait d'une exploitation délicate en raison du risque d'ensablement liés aux très faibles débits transportés.

Les quelques installations de ce type sont conformes à la réglementation relative à l'assainissement autonome.

Aucune zone d'assainissement non-collectif n'est en conséquence définie.

Une notice justifiant la zone unique d'assainissement collectif figure en annexe 2 au règlement de zonage, conformément aux dispositions de l'article R.2224-9 du CGCT.

Les modalités techniques de rejet des eaux domestiques et non domestiques et de branchement au réseau sont définies par le règlement d'assainissement de Paris.

4.3. La carte du zonage pluvial

La carte du zonage pluvial délimite plusieurs zones couvrant Paris et les bois de Boulogne et de Vincennes.

Pour sa mise en œuvre, le règlement du zonage d'assainissement expose un ensemble de définitions et de règles importantes. Il est accompagné d'un plan de caractérisation général du sous-sol parisien, d'une illustration des notions d'abattement et d'exemples de dispositifs de gestion des eaux pluviales. A partir de ces éléments, les modalités d'application des objectifs d'abattement pluvial vont s'appliquer aux constructions et aménagements privés (sur le parcellaire parisien) et publics (voirie, espaces verts, espaces non bâti d'équipements sportifs).

Le zonage pluvial était jusqu'alors traité comme une zone unique calquée sur celle du réseau d'assainissement collectif et les eaux pluviales étaient évacuées exclusivement vers le réseau. Ce concept traditionnel est destiné à évoluer par la création de plusieurs zones géographiques où des mesures différenciées de traitement à la source de la pluie pourront s'imposer aux opérations de constructions et d'aménagement. Ces zones tiennent compte de la capacité du réseau d'assainissement en temps de pluie, de la qualité du sous-sol parisien et de la volonté d'optimiser la limitation des rejets au milieu naturel.

La délimitation de ces zones a fait l'objet d'une étude spécifique réalisée par la société SAFEGE, dont la méthodologie est résumée à l'article suivant. D'autres résultats de simulations établis ultérieurement par les sociétés Prolog Ingénierie et Sépia Conseil ont permis de comparer les divers scénarios entre eux, c'est-à-dire le zonage pluvial face à d'autres solutions hydrauliques classiques.

Dans son principe, la gestion des eaux pluviales à la source conduit à mettre en œuvre un ou plusieurs dispositifs « d'abattement volumique pluvial ». Cela revient à soustraire du réseau d'assainissement unitaire une part plus ou moins importante du volume de pluie tombé sur un terrain, de telle sorte que les conditions de déclenchement des délestages d'un mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales vers la Seine, depuis les déversoirs d'orage, deviennent moins fréquents ou en quantité moindre, si cela ne peut être évité.

Les mesures applicables dans certaines zones, proches ou en rapport avec la Seine, peuvent aussi consister à collecter les eaux pluviales dans un réseau séparatif ou dans un déversoir suivi d'un rejet en Seine après un traitement adapté leur donnant une qualité compatible avec ce rejet.

Compte tenu de la nature des pluies à Paris, les mesures du zonage pluvial sont efficaces pour les pluies courantes. En effet, les occurrences de pluies moyennes (en dessous de 12mm de hauteur de pluie) représentent plus de 80% des cas).

Concrètement, une partie de l'eau de pluie tombée sur un terrain ou un ensemble de terrains devra s'infiltrer dans le sol, s'évaporer, s'évapotranspirer ou être réutilisée sur place. En fonction de la zone pluviale considérée, la carte prescrit une hauteur minimale de pluie correspondant à un volume d'eau à abattre sur place tous les 24 heures sous la forme de la « règle du seuil ». Selon la zone, ce seuil vaut 4, 8, 12 ou 16 millimètres de pluie (1mm = 1 litres de pluie par m²).

Tout projet de gestion des eaux pluviales sur un terrain doit être capable d'abattre à la source un volume de pluie compris entre ce seuil minimum et un optimal correspondant à tous types de pluies (donc au-delà de la pluie de 16mm et au moins jusqu'à la pluie d'orage décennal). Dans ce cas, il n'y a plus de rejet d'eaux de pluie au réseau d'assainissement.

Une autre approche d'abattement volumique minimale est autorisée dans le règlement sous la forme de la « règle du pourcentage » d'abattement d'une pluie de 16mm. Sans supprimer totalement, comme dans la règle du seuil, le rejet des premières pluies, elle permet un partage au prorata d'une pluie entre l'abattement sur le terrain et le rejet au réseau d'assainissement. Dans cette règle, le prorata dépend de chaque zone, soit 30%, 55% ou 80% de la pluie de 16mm. Les deux règles du seuil et du prorata se confondent pour la zone prescrivant l'abattement de 16mm.



Figure 144 : Réseau d'assainissement de Paris – ouvrage principaux – Edition 2006 (source SAP)

Toutefois, la règle du prorata est moins performante que la règle du seuil pour les faibles pluies qui représentent la cible prioritaire du zonage pluvial. Elle est cependant plus performante pour les pluies plus fortes. Comme il n'y a pas d'effet de seuil, la déconnexion à l'égout pour les petites pluies n'est que partielle. Cette règle présente tout de même l'intérêt de répondre aux contraintes de disponibilité d'espace ou de configurations particulières rencontrées à Paris et d'éviter ainsi de multiplier les adaptations du zonage pluvial au cas par cas qui conduirait au final à une dégradation de son efficacité. L'application de cette seconde règle doit être néanmoins motivée et soumise à l'accord du service en charge de l'assainissement pluvial.

Comme déjà énoncé, le zonage pluvial concerne autant les terrains privés que les espaces publics. Le règlement du zonage pluvial définit une surface de référence servant au calcul des volumes d'eau de pluie à gérer sur le terrain concerné ainsi qu'au dimensionnement des solutions techniques à mettre en œuvre. Cette surface de référence se définit comme la projection sur un plan horizontal des parties en élévation, au sol ou en sous-sol modifiées par les travaux de construction neuve ou restructurée, d'aménagement ou de réaménagement de terrains ou d'espaces publics ou privés.

Dans certains cas, comme lors d'aménagement urbain en ZAC, présentant de fortes contraintes (constructions en sursol, imbrication de bâtiments neufs et existants, par exemple), il sera possible, sous certaines conditions, de mutualiser l'abattement pluvial requis à plusieurs parcelles, chacune ayant un objectif d'abattement qui lui est propre, pour qu'au global la conformité au zonage pluvial soit atteinte. Cette disposition qui prend en compte la forte densité de l'urbanisation parisienne permet d'accroître l'efficacité du zonage sur les sites les plus contraints.

Les conditions de mise en œuvre de cette possibilité nécessitent de définir au préalable un document reconnu opposable par la ville de Paris : le schéma global d'assainissement et de gestion des eaux pluviales (SGAGEP). Il précise un périmètre à l'intérieur duquel un ou plusieurs secteurs hydrauliques cohérents (SHC) sont créés. Par définition, ces secteurs englobent plusieurs parcelles qui rejettent leurs eaux pluviales sur une même branche d'égout. Dès lors, le SGAGEP fixe pour chaque SHC l'abattement volumique global requis pour la zone et la répartition des abattements volumiques unitaires pour chaque terrain, pouvant être différenciés, selon leurs possibilités optimales d'y traiter les pluies recueillies. Ainsi, le cumul des abattements volumiques unitaires est égal à l'abattement volumique global.

Ce volume global dépend de la zone d'abattement dans laquelle se trouve l'ensemble des terrains concernés. Un meilleur compromis a été recherché entre l'efficacité d'abattement de cette approche et l'intérêt pratique de sa mise en œuvre. Il a conduit à établir une règle d'abattement basée sur l'application simultanée des deux règles énoncées ci-dessus, à hauteur de 30% pour la règle du seuil de la lame d'eau et de 70% pour la règle du pourcentage de la pluie de 16mm.

L'approche globale sur un secteur hydraulique cohérent est en général moins performante vis-à-vis des objectifs du zonage que l'approche unitaire sur un seul terrain. Elle peut être cependant, et sous certaines conditions, une réponse en cas de fortes contraintes empêchant d'atteindre les objectifs du zonage pluvial à l'échelle de chaque terrain pris individuellement.

Ce mode particulier d'application du zonage pluvial doit être motivé et soumis à l'accord du service en charge de l'assainissement pluvial.

La liste des entités habilitées à établir un Schéma Global d'Assainissement et de Gestion des Eaux Pluviales est définie et approuvée par la ville de Paris.

Des zones proches de la Seine comme la ZAC Seine Rive Gauche sont aussi intégrées dans un zonage particulier. Ces secteurs disposent d'un réseau séparatif qui permet un rejet dans le fleuve après dépollution des eaux de pluie recueillies.

La recherche d'une diminution significative des rejets en Seine et de l'efficacité de ce zonage a conduit la ville de Paris à réaliser des simulations d'impact hydraulique à partir de données prospectives et descriptives prenant en compte des hypothèses d'évolution urbaine sur les 20 prochaines années (voir chapitre précédent).

Si les opérations d'aménagement urbain et le réaménagement des espaces publics (voiries, espaces verts) constituent des opportunités à court et moyen terme, le renouvellement du bâti diffus progresse à un rythme très lent et ne contribuera à l'amélioration des rejets en Seine qu'à plus long terme.

Le règlement du zonage et sa cartographie délimitant les zones d'abattement de la pluie définit les conditions dans lesquelles celui-ci s'applique obligatoirement ainsi que les situations dérogatoires où des contraintes majeures, de nature réglementaire, sanitaire, ou technique devront conduire à adapter l'objectif d'abattement à la source aux possibilités réellement supportables par le terrain.

Un autre objectif est recherché par le zonage d'assainissement. Il s'agit de la prévention des inondations locales par résurgence d'eaux unitaires liées à la saturation du réseau d'assainissement sous l'effet de fortes pluies. Il est aussi défini par un zonage graphique particulier qui concerne pour l'essentiel le croissant Nord et Est des arrondissements périphériques allant du 17^{ème} au 20^{ème} arrondissement. Une petite zone en limite sud de Paris (13 et 14^{èmes} arrondissement) est également concernée.

Comme le zonage pluvial a vocation à gérer les petites pluies, ce type de zonage visant les fortes pluies est d'un type particulier car il combine ses mesures avec celles du zonage pluvial principal.

Ces zones connaissent lors d'orages des mises en charge des réseaux d'assainissement avec débordement induisant une gêne locale pour les habitants, des inondations de caves, divers dégâts aux biens publics et privés.

Pour ce type de zonage, les mesures à privilégier font appel à la réalisation de volumes de stockage. Ils peuvent se présenter comme des espaces verts paysagers permettant le développement d'activités ludiques. Ce peut être aussi des égouts ou conduites surdimensionnées, équipés de dispositifs limitant le débit de restitution dans les réseaux d'égouts à l'aval à une faible valeur. Celle-ci est fixée pour Paris à 10 litres/seconde/hectare. La capacité d'écoulement dans les égouts à l'aval est ainsi préservée et les risques de débordement s'en trouvent diminués.

D'une façon générale, l'application du zonage d'assainissement doit veiller à ne pas apporter d'effet aggravant vis-à-vis des risques d'inondation, ni vis-à-vis des conditions d'application du plan de prévention des risques d'inondation (PPRI).

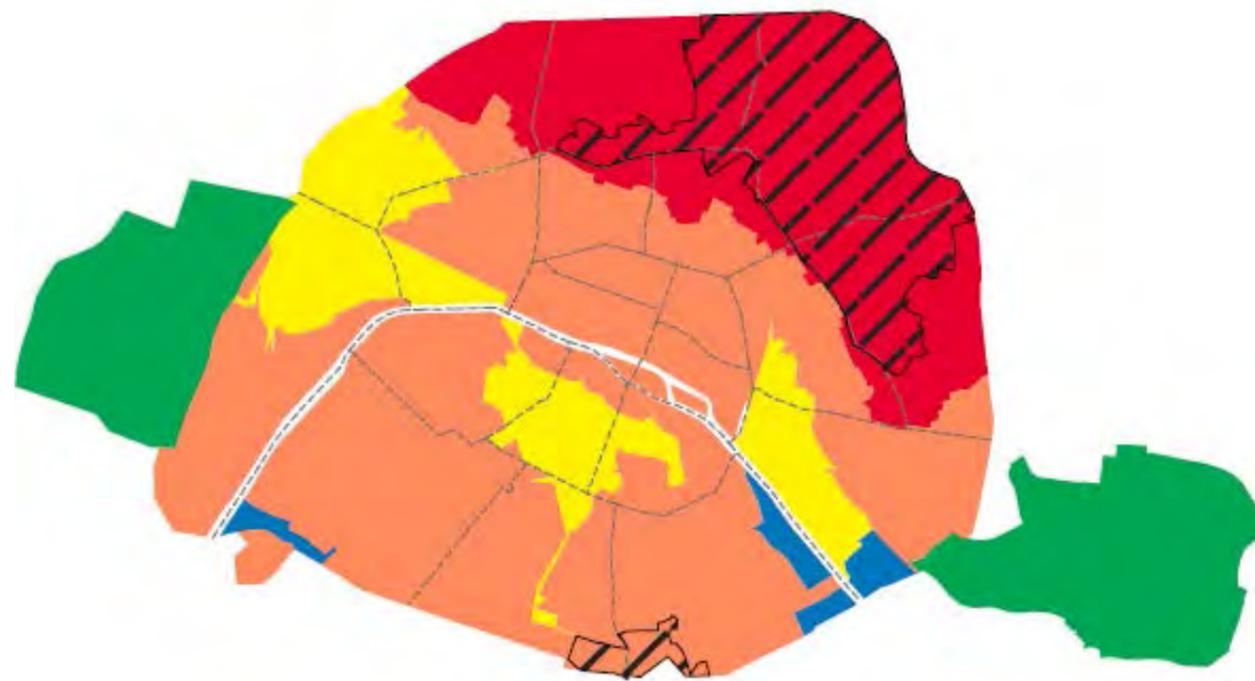
La lutte contre l'îlot de chaleur parisien est aussi recherchée par le zonage pluvial. Cet objectif est mis en œuvre en favorisant plutôt les solutions végétalisées de gestion des eaux pluviales, comme les noues, les jardins de pluie et celles autorisant la persistance locale de la présence de l'eau ou d'une humidité propre à créer des espaces de rafraîchissement.

Le règlement du zonage prend en compte les situations particulières du contexte parisien très urbanisé, de la protection du patrimoine, de la vulnérabilité de bâtiments existants conservés sur le terrain ou contigus au terrain, ainsi que des aspects économiques. Dans ces cas, l'adaptation des niveaux d'abattement des eaux de pluie à la source peut être décidée au moyen de mesures dérogatoires, en recherchant à approcher au plus près les objectifs d'abattement minimum, compte-tenu des différents cas de figure rencontrés.

Ces dispositions particulières d'adaptation dérogatoire aux objectifs standards sont le résultat d'une large concertation avec les différents services concernés de la Ville et d'une volonté de compatibilité du règlement de zonage avec les dispositions du PLU.

4.4. Justification des règles et des délimitations du zonage pluvial

L'étude SAFEGE, mentionnée ci-avant, a permis de définir les caractéristiques essentielles du zonage pluvial. Cette étude a porté sur l'ensemble des 348 bassins versants constituant le territoire de Paris soumis à des pluies faibles de fréquence allant de 1 mois à 1 an et aux pluies d'orage de 10 et 20 ans



Légende

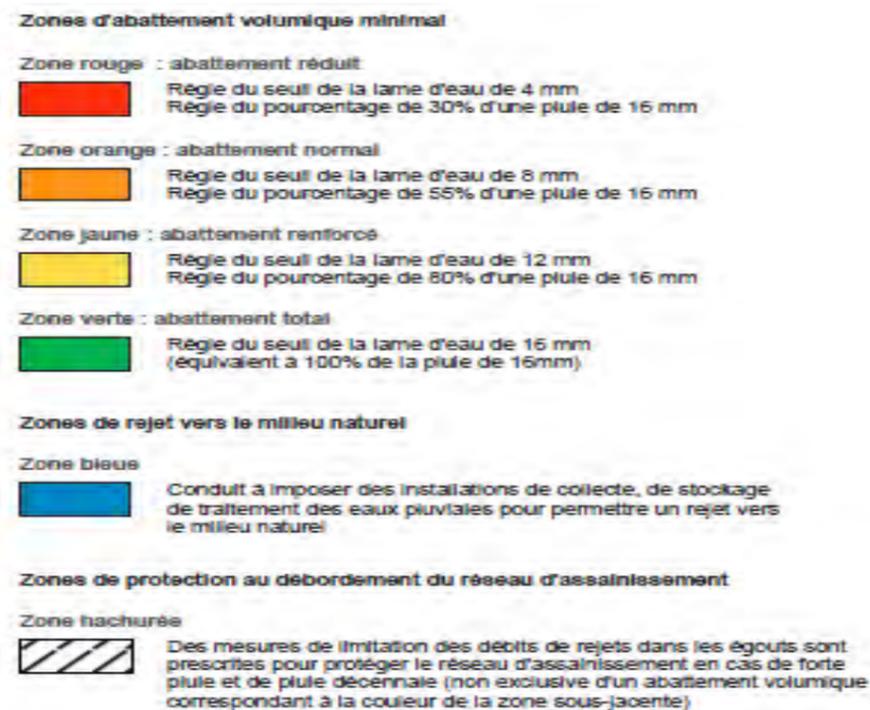


Figure 145 : Carte simplifiée du zonage pluvial (version en aplat)

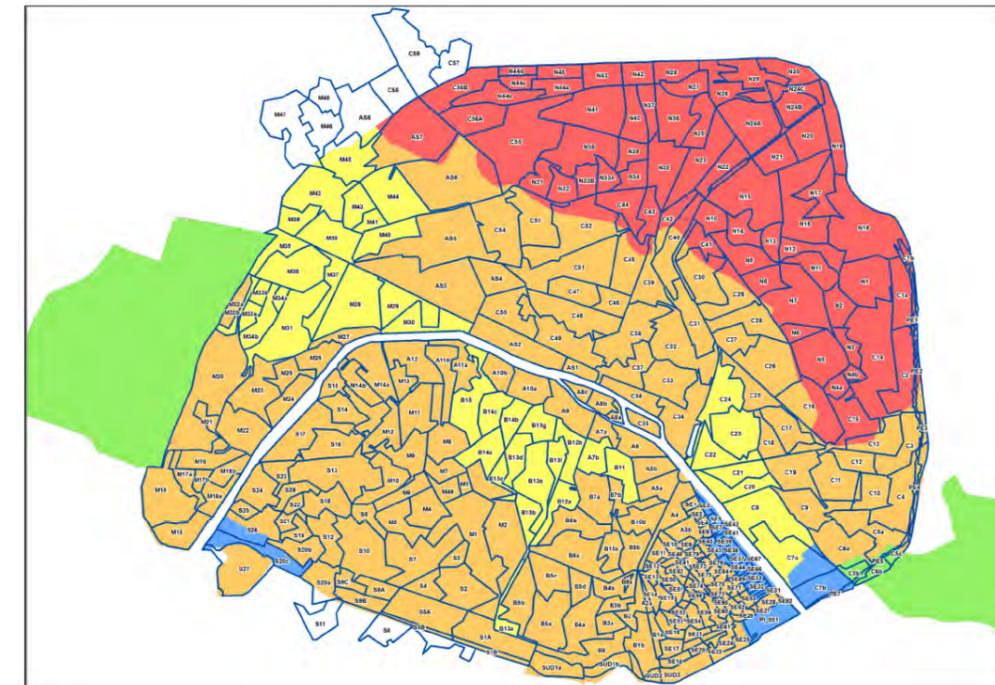


Figure 146 : Carte des bassins versants. En superposition, la délimitation des zones pluviales

Un diagnostic hydrologique (définition des coefficients d'imperméabilisation et des débits de ruissellement) et un diagnostic hydraulique du réseau d'assainissement (taux de remplissage des égouts, recherche des points de débordement) ont été établis. Cela a permis d'identifier les bassins versant (BV) qui ont un impact significatif sur le taux de remplissage des branches du réseau, et ceux, dit critiques, pour lesquels la rétention à la parcelle a une influence significative sur les rejets en Seine. Ainsi trois groupes de bassins versants critiques ont pu être localisés, ceux qui provoquent un débordement de réseau, ceux dont la pointe de débit de ruissellement est proche de la pointe de débit de l'égout immédiatement situé à l'aval, ceux pour lesquels la rétention à la parcelle a le plus fort impact sur la réduction des rejets en Seine.

L'ensemble de ces résultats a conduit à modéliser plusieurs scénarios capables de répondre aux objectifs du zonage pluvial. Il a été ainsi démontré l'inefficacité de la limitation du débit pour le cas des petites pluies inférieures à une fréquence de 6 mois. Pour la pluie de 10 ans, plusieurs niveaux de stockage à restitution à débits limités ont été testés, celui correspondant à 10l/s/ha paraissant l'optimum, bien que ne permettant pas de supprimer la totalité des points de débordement. En ce qui concerne l'infiltration, il est apparu qu'une zone unique sur Paris, permettant d'abattre une lame d'eau de 16 mm, aurait produit le maximum d'effet.

Cependant, l'approche d'une zone unique d'abattement a été évaluée comme étant extrêmement ambitieuse car difficilement tenable dans sa réalisation aux plans économiques et techniques, compte tenu de la diversité des situations urbaines et d'aptitude à l'infiltration rencontrées.

L'étude s'est donc orientée vers des mesures d'abattement différenciées, à partir d'un classement par priorité d'efficacité sur les rejets en Seine. Trois niveaux d'infiltration à la parcelle, fort, moyen et modéré (tenant compte de la présence de gypse), ont ainsi été défini comme optimum. Ce travail a abouti à la production de la carte de base

du zonage pluvial et aux valeurs préconisées d'abattement volumique (lames d'eau de 4, 8 ou 12mm). Un mode dégradé a aussi été proposé (respectivement 30%, 55% ou 80% de la pluie de 16mm).

Enfin, ce travail a été complété par plusieurs ajustements de délimitation à la marge dont les principales en 2014 ont porté sur une plus grande prise en compte des incidences de la carte géologique 2013 de l'Inspection Générale des Carrières. En particulier, la zone pluviale d'abattement réduit (zone rouge hachurée sur la carte) a été superposée strictement au nord et à l'est de Paris à la zone géologique très sensible de présence de gypse ludien.

Compte tenu de ces modifications, une nouvelle simulation hydraulique de leur effet a été réalisée et a montré au final un impact très négligeable par rapport aux simulations déjà réalisées antérieurement, tant sur les rejets en Seine que sur les flux envoyés vers les émissaires du SIAAP.

Il s'en est déduit les principes généraux de conception du zonage pluvial de Paris qui sont mise en application au travers de la carte du zonage pluvial et du règlement associé.

4.5. Principe de gestion des eaux pluviales à Paris

Le zonage pluvial consiste à soustraire tout ou partie d'une pluie moyenne du réseau d'assainissement. C'est le principe de l'abattement volumique pluvial à la source.

Une pluie moyenne est une pluie survenant statistiquement deux fois par an. Cette pluie peut être mesurée grâce à un pluviomètre par une hauteur d'eau recueillie de 16mm sur 24 heures.

On entend par source de la pluie le ou les terrains sur lesquels tombe la pluie incidente.

Le traitement de l'eau de pluie à la source peut prendre la forme d'une infiltration ou d'une rétention d'eau en vue de son utilisation ou sa restitution à débit limité dans le réseau ou pour favoriser une évapotranspiration.

Ce traitement de l'eau de pluie peut aussi consister à améliorer sa qualité avant rejet dans le milieu naturel.

Les dispositifs permettant ce traitement sont rassemblés sous les termes génériques de techniques alternatives ou de dispositifs de gestion des eaux pluviales. Plusieurs types de techniques alternatives peuvent être mis en œuvre simultanément si nécessaire. Des exemples de dispositifs de gestion de la pluie se trouve en annexe 6 au règlement

Des techniques alternatives éprouvées peuvent être réalisées à Paris, comme les surfaces poreuses végétales (noues), minérales (tranchées d'infiltration), les puits, les voiries infiltrantes ou voiries-réservoir, mais également les aménagements où l'eau pluviale reste visible de façon temporaire (jardin de pluie) ou permanente (trame d'eau). La réutilisation des eaux pluviales est aussi un moyen de gérer l'eau de pluie, de même que le principe d'évapotranspiration des végétaux avec les toitures terrasse végétalisées ou les noues étanches. L'annexe n°6 au règlement du zonage d'assainissement expose des exemples de dispositifs techniques de gestion des eaux pluviales.

La nécessité de gérer la ressource en eau autrement, dans son grand cycle, s'oriente vers des techniques imposant de nouvelles façons d'aborder les projets de construction du bâti ou d'aménagement des espaces publics de voirie et d'espaces verts.

La réalisation du zonage d'assainissement apparaît ainsi intimement liée à l'urbanisme, aux règles de construction, aux politiques durables d'environnement et de l'eau à Paris, aux doctrines et aux pratiques d'aménagement des espaces publics. Entre également en compte les enjeux liés au respect du patrimoine ou à la valorisation du paysage parisien mais aussi les coûts comparés entre un projet classique du « tout-à-l'égout » ou un projet conforme au zonage pluvial, en y incluant les bénéfices écologiques et éco-systémiques.

4.6. Impacts du zonage pluvial

Les simulations hydrauliques réalisés par la ville de Paris ont permis d'une part de déterminer les zones géographiques du zonages pluvial, d'autre part de définir les effets de ce zonage sur les rejets en Seine, sur les débordements de réseaux lors de fortes pluies, sur les flux émis vers les stations d'épuration, enfin de déterminer globalement les surfaces des dispositifs de gestion des pluies nécessaires à l'atteinte des performances attendues. C'est l'objet de la présente évaluation environnementale que de présenter l'ensemble des résultats des études de simulations.

En synthèse, pour ce qui concerne les rejets en Seine et par rapport à la situation actuelle prise comme référence, le zonage pluvial permet à terme de réduire ces rejets de 21% sous la pluie de 16mm et de 16% par rapport au volume déversé annuellement en Seine (ce dernier résultat est obtenu par simulation d'une chronique de pluies réelles sur la région parisienne, observée sur plusieurs années).

Ces performances sont significatives. Elles s'accompagnent d'un changement de culture important dans la conception des projets urbains et prend en compte les nombreuses contraintes d'une ville extrêmement dense comme Paris. Ces mesures permettent bien de stopper et même de diminuer l'imperméabilisation des sols. Des simulations hydrauliques complémentaires ont pu montrer que l'objectif zéro rejet en Seine était trop ambitieux et pas réaliste pour Paris. D'autres moyens que le zonage pluvial devront être mis en œuvre pour concourir à cet objectif (amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement en temps de pluie, nouvelles mesures au schéma directeur du SIAAP, ...).

L'évaluation environnementale présente aussi les effets et mesures environnementales qu'induit le zonage pluvial ainsi qu'une comparaison par rapport aux solutions de substitution qui permettraient d'atteindre les mêmes objectifs que ceux que poursuit le zonage pluvial.

Enfin, le zonage pluvial réglementaire de Paris sera associé, conformément au Code de l'Environnement, à la mise en place d'indicateurs de suivi dans toute sa phase de réalisation. Le présent document détaille les indicateurs dont certains seront retenus après étude.

4.7. Effets du zonage d'assainissement

Le zonage d'assainissement pluvial est un outil réglementaire, un document de planification au service d'une politique environnementale et de développement durable et un document opérationnel. Il est composé d'un document graphique délimitant les zones d'assainissement pluvial et d'un règlement permettant de le mettre en œuvre.

Une fois approuvé par le Conseil de Paris, le zonage d'assainissement sera opposable aux tiers.

Il aura pour effet de rendre obligatoire une autorisation de rejet des eaux pluviales dans le réseau d'assainissement, qui sera instruite par le service en charge de l'assainissement pluvial, conformément aux dispositions du zonage d'assainissement. La demande d'autorisation de rejet exposera les dispositifs de gestion des eaux pluviales envisagés dans le projet concerné.

Les contraintes encadrant la conception d'un dispositif de gestion des eaux pluviales devront être identifiées au plus tôt lors de la conception du projet de construction, de rénovation ou d'aménagement. La demande d'autorisation de rejet devra être déposée lors de l'élaboration du projet ou de l'aménagement, et au plus tard au moment du dépôt du permis de construire ou d'aménager.

Le zonage d'assainissement sera annexé au Plan Local d'Urbanisme afin de lui donner une visibilité supplémentaire pour les acteurs de la construction et de l'aménagement à Paris.