

Zonage d'assainissement de la ville de Paris

Projet soumis à enquête publique

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

ARTICLES R.122-20 ET R.122-21 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

RAPPORT ENVIRONNEMENTAL

DÉCEMBRE 2016

SOMMAIRE

Glossaire	1	2.6.1. PRÉSERVATION DU PATRIMOINE	93
Préambule	2	2.6.2. PRÉSERVATION DU PAYSAGE URBAIN	98
1. Présentation générale du zonage d'assainissement	3	2.7. TABLEAU DE SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL	101
1.1. CONTEXTE GÉNÉRAL	3	3. Solution de substitutions raisonnables permettant d'atteindre les objectifs du zonage	103
1.2. LES OBJECTIFS DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT DE PARIS	4	3.1. PRÉAMBULE	104
1.3. L'ARTICULATION DU ZONAGE AVEC LES AUTRES DOCUMENTS DE PLANIFICATION	4	3.1.1. RAPPEL DES OBJECTIFS À ATTEINDRE POUR LE ZONAGE	104
1.4. MISE EN ŒUVRE DU PLAN DE ZONAGE D'ASSAINISSEMENT DE PARIS	6	3.1.2. CONSTRUCTION DES SCENARIOS	104
2. Description de l'état initial de l'environnement et son évolution probable	7	3.1.3. BUTS DE L'ÉTUDE « PROLOG INGÉNIERIE-SÉPIA CONSEIL »	104
2.1. PRÉAMBULE	7	3.1.4. DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE « PROLOG INGÉNIERIE-SÉPIA CONSEIL »	104
2.1.1. APPROCHE	7	3.1.5. HYPOTHÈSES DE BASE	104
2.1.2. SOURCE DES DONNÉES	7	3.1.6. DESCRIPTION DES SCÉNARIOS	105
2.1.3. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE	7	3.2. SCENARIO « TENDANCIEL »	106
2.1.4. THÉMATIQUES INVESTIGUÉES	9	3.2.1. SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES DE CONSTRUCTION DU SCENARIO	106
2.2. MILIEU PHYSIQUE	10	3.2.2. PRINCIPAUX RÉSULTATS	106
2.2.1. GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE	11	3.2.3. PRINCIPALES CONCLUSIONS : SITUATION ENVIRONNEMENTALE PARISIENNE À TERME INACCEPTABLE	108
2.2.2. CLIMAT – AIR - MÉTÉOROLOGIE	13	3.3. SCÉNARIO « AMÉNAGEMENTS VÉGÉTALISÉS »	115
2.2.3. GÉOLOGIE ET PÉDOLOGIE	19	3.3.1. SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES DE CONSTRUCTION DU SCENARIO	115
2.2.4. HYDROGÉOLOGIE ET HYDROLOGIE	24	3.3.2. EVALUATION DES PERFORMANCES DU SCENARIO	117
2.2.5. RISQUES NATURELS	28	3.3.3. EVALUATION DES COÛTS ASSOCIÉS	123
2.3. MILIEU HUMAIN	36	3.3.4. EVALUATION DES BÉNÉFICES SUPPLÉMENTAIRES	125
2.3.1. POPULATION – BÂTI – ACTIVITÉS – OCCUPATION DES SOLS - PLANIFICATION	37	3.4. SCÉNARIO « AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES CLASSIQUES »	129
2.3.2. SANTÉ – NUISANCES ET CADRE DE VIE	40	3.4.1. SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES DE CONSTRUCTION DU SCENARIO	129
2.3.3. AMÉNAGEMENTS – ÉQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES URBAINS	46	3.4.2. EVALUATION DES PERFORMANCES DU SCENARIO	129
2.3.4. MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ET CLIMAT	57	3.4.3. EVALUATION DES COÛTS ASSOCIÉS	134
2.4. MILIEU NATUREL	60	3.4.4. EVALUATION DES MESURES COMPENSATOIRES À METTRE EN ŒUVRE POUR ATTEINDRE DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES ÉQUIVALENTES À CELLES DU SCENARIO « AMÉNAGEMENTS VÉGÉTALISÉS »	135
2.4.1. PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES	61	3.5. COMPARAISON DES SCENARIOS	138
2.4.2. MILIEUX AQUATIQUES ET MILIEUX TERRESTRES LIÉS À L'EAU	63	4. Exposé des motifs du plan de zonage d'assainissement	139
2.4.3. BIODIVERSITÉ ET CORRIDORS ÉCOLOGIQUES	69	4.1. RAPPEL DU CONTEXTE	139
2.5. RESSOURCE EN EAU	77	4.2. LA CARTE DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT COLLECTIF	139
2.5.1. ACTEURS ET USAGES DE L'EAU	78	4.3. LA CARTE DU ZONAGE PLUVIAL	140
2.5.2. LES DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES OU PRESCRIPTEURS	79	4.4. JUSTIFICATION DES RÈGLES ET DES DÉLIMITATIONS DU ZONAGE PLUVIAL	142
2.5.3. EAUX SUPERFICIELLES	80	4.5. PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES À PARIS	143
2.5.4. EAUX SOUTERRAINES	88	4.6. IMPACTS DU ZONAGE PLUVIAL	143
2.6. PATRIMOINE ET PAYSAGE	92	4.7. EFFETS DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT	143
		5. Présentation des effets notables	144

5.1. APPROCHE _____	145	7.4. INDICATEURS ET MODALITÉS DE SUIVI CONCERNANT LA RESSOURCE EN EAU _____	180
5.2. MILIEU PHYSIQUE _____	146	7.5. INDICATEURS ET MODALITÉS DE SUIVI CONCERNANT LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE _____	181
5.2.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE _____	146	8. Conclusions générale : une démarche de développement durable	182
5.2.2. CLIMAT - AIR – MÉTÉOROLOGIE _____	146	8.1. ETAT INITIAL : UNE PRISE EN COMPTE DE L'ENSEMBLE DES CARACTÉRISTIQUES DU TERRITOIRE _____	183
5.2.3. PÉDOLOGIE – HYDROLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE _____	146	8.2. CONSTRUCTION ITÉRATIVE DE SCENARIOS : ÉCO-CONCEPTION DU ZONAGE ET VALIDATION TECHNIQUE _____	183
5.2.4. RISQUES NATURELS _____	147	8.3. EVALUATION DES INCIDENCES – PROPOSITION DE MESURES ET SUIVIS : LA MISE EN ŒUVRE OPÉRATIONNELLE D'UNE VÉRITABLE DÉMARCHE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE _____	183
5.2.5. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE _____	148	8.4. MISE EN PERSPECTIVE ET SUITES À DONNER _____	185
5.3. MILIEU HUMAIN _____	150	9. Exposé motivé des méthodes retenues pour établir l'évaluation environnementale _____	186
5.3.1. CADRE ADMINISTRATIF ET RÉGLEMENTAIRE _____	150	9.1. ETAT INITIAL _____	186
5.3.2. POPULATION, BÂTI, ACTIVITÉS, OCCUPATION DES SOLS, MORPHOLOGIE _____	150	9.1.1. SOURCE DES DONNÉES _____	186
5.3.3. SANTÉ, NUISANCES ET CADRE DE VIE _____	151	9.1.2. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE _____	186
5.3.4. AMÉNAGEMENTS, ÉQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES URBAINES _____	152	9.1.3. THÉMATIQUES INVESTIGUÉES _____	187
5.3.5. MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT _____	154	9.2. L'ÉTUDE D'IMPACT DU PROJET DE ZONAGE PLUVIAL AVEC VOLET COÛT-BÉNÉFICE _____	188
5.3.6. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LE MILIEU HUMAIN _____	155	9.2.1. CONTEXTE GÉNÉRAL _____	188
5.4. MILIEU NATUREL _____	158	9.2.2. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE « PROLOG INGÉNIERIE-SÉPIA CONSEIL » _____	188
5.4.1. PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES _____	158	9.2.3. DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE « PROLOG INGÉNIERIE-SÉPIA CONSEIL » _____	188
5.4.2. MILIEUX NATURELS TERRESTRES ET AQUATIQUES _____	158	9.3. ANALYSE MULTICRITÈRES DES SCENARIOS ALTERNATIFS _____	188
5.4.3. BIODIVERSITÉ ET CORRIDORS ÉCOLOGIQUES _____	159	9.4. EVALUATION DES INCIDENCES _____	188
5.4.4. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LES MILIEUX NATURELS _____	159	9.5. PROPOSITION DE MESURES ENVIRONNEMENTALES _____	189
5.5. RESSOURCE EN EAU _____	161	9.6. INDICATEURS DE SUIVI ET MODALITÉS _____	189
5.5.1. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES OU PRESCRIPTEURS _____	161	9.7. PRÉSENTATION PAR FICHES _____	189
5.5.2. EAUX SUPERFICIELLES _____	161		
5.5.3. EAUX SOUTERRAINES _____	162		
5.5.4. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LA RESSOURCE EN EAU _____	163		
5.6. PAYSAGE ET PATRIMOINE _____	165		
5.6.1. PRÉSERVATION DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL _____	165		
5.6.2. PRÉSERVATION DES GRANDS PAYSAGES URBAINS _____	165		
5.6.3. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE _____	166		
6. Présentation des mesures environnementales _____	168		
6.1. MESURES CONCERNANT LE MILIEU PHYSIQUE : _____	169		
6.2. MESURES CONCERNANT LE MILIEU HUMAIN: _____	170		
6.3. MESURES CONCERNANT LE MILIEU NATUREL : _____	172		
6.4. MESURES CONCERNANT LA RESSOURCE EN EAU : _____	173		
6.5. MESURES CONCERNANT LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE _____	174		
7. Présentation des critères, indicateurs et modalités _____	175		
7.1. INDICATEURS ET MODALITÉS DE SUIVI CONCERNANT LE MILIEU PHYSIQUE _____	176		
7.2. INDICATEURS ET MODALITÉS DE SUIVI CONCERNANT LE MILIEU HUMAIN _____	177		
7.3. INDICATEURS ET MODALITÉS DE SUIVI CONCERNANT LE MILIEU NATUREL _____	179		

TABLEAUX

Tableau 1 : Table des niveaux de sensibilités (source : Artelia).....	7	Tableau 37 : Incidences – Critères de notation.....	145
Tableau 2 : Synthèse des données quantitatives. Source : Banque Hydro.....	83	Tableau 38 : Incidences – Classes d'incidences.....	145
Tableau 3 : Synthèse des données qualitatives. Source : DRIEE.....	84	Tableau 39 : Milieu physique – Synthèse de l'évaluation environnementale.....	149
Tableau 4 : Prescriptions d'abattement volumique minimal à appliquer aux différents types d'espaces urbains (cf. carte associée).....	104	Tableau 40 : Milieu humain – Synthèse de l'évaluation environnementale.....	155
Tableau 5 : Descriptif des scénarios étudiés.....	105	Tableau 41 : Milieu naturel – Synthèse de l'évaluation environnementale.....	159
Tableau 6 : Hypothèses et critères utilisés pour la phase 1 de l'étude d'impact du projet de zonage pluvial. Source : Prolog Ingénierie.....	106	Tableau 42 : Ressource en eau – Synthèse de l'évaluation environnementale.....	163
Tableau 7 : Volumes sur 24 h évacués vers les émissaires du SIAAP pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie.....	106	Tableau 43 : Paysage et patrimoine – Synthèse de l'évaluation environnementale.....	166
Tableau 8 : Volumes déversés calculés pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie.....	106	Tableau 44 : Milieu physique – Mesures associées.....	169
Tableau 9 : Nombre de nœuds à risque de débordement pour l'hypothèse haute et localisation des collecteurs concernés. Source : Prolog Ingénierie.....	107	Tableau 45 : Milieu humain – Mesures associées.....	170
Tableau 10 : Phase 2 – Définition des zones du projet auxquelles s'appliquent le scénario. Source : Sépia Conseil.....	115	Tableau 46 : Milieu naturel – Mesures associées.....	172
Tableau 11 : Phase 2 – Typologie des aménagements végétalisés étudiés. Source : Sépia Conseil.....	115	Tableau 47 : Ressource en eau – Mesures associées.....	173
Tableau 12 : Phase 2 – Ratios utilisés pour le calcul des surfaces techniquement aménageables. Source : Sépia Conseil.....	115	Tableau 48 : Patrimoine et paysage – Mesures associées.....	174
Tableau 13 : Phase 2 – Hypothèses sur les capacités d'abattement de 3 types d'aménagements. Source : Sépia Conseil.....	116	Tableau 49 : Milieu physique – Indicateurs environnementaux.....	176
Tableau 14 : Phase 2 – Hypothèses de répartition de l'objectif d'abattement. Source : Sépia Conseil.....	116	Tableau 50 : Milieu humain – Indicateurs environnementaux.....	177
Tableau 15 : Total des surfaces aménageables avec objectifs d'abattement. Source : Sépia Conseil.....	117	Tableau 51 : Milieu naturel – Indicateurs environnementaux.....	179
Tableau 16 : Surfaces aménagées réparties selon les deux horizons. Source : Sépia Conseil.....	117	Tableau 52 : Ressource en eau – Indicateurs environnementaux.....	180
Tableau 17 : Hypothèses de performance hydraulique. Source : Prolog Ingénierie.....	118	Tableau 53 : Patrimoine et paysage – Indicateurs environnementaux.....	181
Tableau 18 : Répartition des techniques alternatives selon le type de surfaces aménagées. Source : Prolog Ingénierie.....	118	Tableau 54 : Outil d'aide à la décision – Exemple de grille d'analyse pour la mise en œuvre technique du zonage d'assainissement.....	185
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.....	119	Tableau 55 : Table des niveaux de sensibilités (source : Artelia).....	186
Tableau 20 : Impact du projet de zonage pluvial sur les volumes déversés en Seine pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie.....	119		
Tableau 21 : Nombres de nœuds à risque de débordement. Source : Prolog Ingénierie.....	119		
Tableau 22 : Analyse de la différence de coûts entre scénario de référence et scénario "Aménagements végétalisés". Source : Sépia Conseil.....	123		
Tableau 23 : Surcoûts carbone des aménagements type. Source : Sépia Conseil.....	125		
Tableau 24 : Impact économique et carbone du scénario « Aménagements végétalisés ». Source : Sépia Conseil.....	125		
Tableau 25 : Hypothèses utilisées pour la détermination du taux de végétalisation futur. Source : Sépia Conseil.....	126		
Tableau 26 : Impact de la végétalisation de Paris sur la réduction des îlots de chaleurs urbains. Source : Sépia Conseil.....	126		
Tableau 27 : Hypothèses de sur-isolation thermique des toitures végétalisées. Source : Sépia Conseil.....	126		
Tableau 28 : Gains thermique et environnemental de la sur-isolation thermique. Source : Sépia Conseil.....	126		
Tableau 29 : Critères et hypothèses liés à l'extension de la durée de vie des toits. Source : Sépia Conseil.....	127		
Tableau 30 : Hypothèses de sur-isolation phoniques. Source : Sépia Conseil.....	127		
Tableau 31 : Objectifs et résultats du bénéfice lié au développement de la biodiversité. Source : Sépia Conseil.....	128		
Tableau 32 : Hypothèses à l'absorption de certains polluants atmosphériques pour les toitures végétalisées. Source : Sépia Conseil.....	128		
Tableau 33 : Résultats du bénéfice lié à l'absorption de certains polluants atmosphériques. Source : Sépia Conseil.....	128		
Tableau 34 : Synthèse des coûts du scénario « Aménagements hydrauliques classiques » par rapport à la situation actuelle. Source : Prolog Ingénierie.....	135		
Tableau 35 : Surcoûts de la solution compensatoire d'épandage d'eau non potable sur 50 ans. Source : Sépia Conseil.....	136		
Tableau 36 : Surcoûts de la solution compensatoire de sur-climatisation sur 50 ans. Source : Sépia Conseil.....	137		

FIGURES

Figure 1 : Rappel du cadre réglementaire motivant l'élaboration d'une Evaluation Environnementale (Evaluation Environnementale du SDRIF)	2	Figure 46 : Evolution du régime d'écoulement des nappes de 1858 à 1981 : (source Comité Français d'Hydrogéologie) : En haut carte de Delesse, dite situation hydrogéologique « naturelle » de Paris. En dessous les évolutions liées aux prélèvements industrielles en 1969 et en 1982	33
Figure 2 : Principe de fonctionnement de l'évaluation environnementale (source Artelia)	2	Figure 47 : Cartographie des carrières, vue d'effondrement généralisé à Clamart en 1961 (source ina.fr).....	34
Figure 3 : Illustration des périmètres géographiques et sectoriels concernés par le zonage d'assainissement	4	Figure 48 : Zones possibles d'infiltration des eaux pluviales sur Paris (Source : IGC – Mars 2013)	35
Figure 4 : Synthèse des interactions entre services	5	Figure 49 : Occupation des sols (source : Profil Environnemental Régional).....	37
Figure 5 : Principe de mise en perspective des enjeux, exemple de la ressource en eau (source : montage Artelia)	7	Figure 50 : Densités de population, bâti et emplois à Paris (source: APUR).....	38
Figure 6 : Périmètre d'application du zonage d'assainissement – Territoire de la ville de Paris (source : PLU et IAU-IDF).....	8	Figure 51 : Répartition du PIB par secteur (source préfecture d'IDF).....	38
Figure 7 : Synthèse des thématiques et familles d'enjeux considérés (source : Artelia)	9	Figure 52 : Morphologie du bâti (hauteur des bâtiments) sur la ville de Paris (Source: APUR)	38
Figure 8 : Topographie générale de l'Île de France (Source : Etat initial du SDRIF).....	11	Figure 53 : Représentation de la trame viaire parisienne (comparaison avec la trame des développements récents typiques) : une trame dense et fine. (source : CSTB, laboratoire des morphologies urbaines)	39
Figure 9 : Occupation des sols générale de l'Île de France	11	Figure 54 : Répartition de l'occupation des sols à Paris (source: IAU-IDF).....	39
Figure 10 : Synthèse comparative des données climatiques parisiennes	13	Figure 55 : Cartographie des projets de ZAC en cours ou à l'étude (Source : Mairie de Paris Urbanisme)	39
Figure 11 : Cartographie de l'îlot de chaleur en IDF (source APUR)	13	Figure 56 : Cartographie de l'ensemble des aménagements futurs planifiés : ZAC, équipements, etc. (source IAU-IDF).....	40
Figure 12 : Carte des précipitations moyennes en France 1981-2010 (source : météo France)	13	Figure 57 : illustration de la problématique bruit en Île de France	40
Figure 13 : Cumul de précipitation 2014– normale (1981-2010) (source météo-France).....	13	Figure 58 : illustration de la problématique air en Île de France	40
Figure 14 : Moyenne mensuelle des précipitations (source : Etat initial de l'environnement du PLU)	14	Figure 59 : Illustration de l'enjeu Espaces verts à l'échelle du territoire Francilien	40
Figure 15 : Courbe type "Intensité Durée Fréquence (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA).....	14	Figure 60 : Valeurs guides de l'OMS pour le bruit dans les collectivités (source : OMS).....	41
Figure 16 : Principe des profils de pluies (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA).....	15	Figure 61 : Carte du bruit de Paris (source Mairie de Paris).....	42
Figure 17 : Modélisation des pluies de projet (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA).....	15	Figure 62 : illustration de procédés de végétalisation anti-bruit.....	43
Figure 18 : Schéma de principe de l'alternative de modes d'abattement volumique proposée par le zonage.....	15	Figure 63 : Situation des espaces verts à Paris.....	44
Figure 19 : Illustration îlot de chaleur et canicule d'Aout 2003 (source EPICEA)	16	Figure 64 : Gauche : Schéma d'occupation du sous-sol parisien. Droite : vue générale de la trame viaire de Paris (source : Apur).....	46
Figure 20 : Température de l'air à 2m du sol le 10 aout 2003 (Source EPICEA)	16	Figure 65 : Densité du réseau viaire de Paris. Gauche : par de la voirie sur l'occupation des sols. Droite : zoom sur la trame viaire du sud-est parisien (source APUR).....	46
Figure 21 : Influence du végétal sur l'effet îlot de chaleur : exemple du champs de mars vers 20h en 2010 (source : APUR).....	16	Figure 66 : Illustration des contraintes à prendre en compte concernant la conception (doctrines de voirie), la construction (sous-couches routières historiques à Paris), l'exploitation (salage...) et l'entretien (nids de poule...) ..	46
Figure 22 : illustration des services de climatisation naturelle par les arbres	17	Figure 67 : Vue en coupe de la connexion type au réseau d'assainissement et vue d'une galerie technique dans les égouts de Paris (source : SIAAP).....	47
Figure 23 : Concentration moyenne annuelle de NO2 en 2008 (source : Profil environnemental de l'IDF).....	17	Figure 68 : Carte des sous-systèmes du réseau d'assainissement de Paris (Source Prolog)	49
Figure 24 : Synthèse des émissions atmosphériques de NO2 et de particules (source évaluation environnementale du Schéma Directeur Régional IDF)	17	Figure 69 : Carte générale des réseaux d'assainissement de Paris (collecteurs, déversoirs d'orage, usines de pompage). Source: Mairie de Paris.....	50
Figure 25 : illustration de l'épuration de l'air et de stockage de CO2 par les plantes	18	Figure 70 : Carte des ouvrages d'assainissement de la région parisienne	51
Figure 26 : Carte Géologique simplifiée du bassin de Paris (à droite).....	19	Figure 71 : Principe du stockage des eaux pluviales (source SIAAP).....	52
Figure 27 : Coupe géologique traversant la France d'Ouest en Est (en bas).....	19	Figure 72 : Principe des bandes d'usage sur trottoirs (source : Charte d'aménagement des espaces civilisés). Droite : statistiques de largeurs de voirie dans Paris.....	52
Figure 28 : Coupe géologique de Paris (source : ENS Architecture Paris-Malaquais).....	21	Figure 73 : Plantations portées par la trame viaire de l'agglomération parisienne (source : APUR).....	53
Figure 29 : Carte géologique de Paris (source : ENS Architecture Paris-Malaquais)	21	Figure 74 : Exemple de prescriptions techniques pour l'intégration des espaces verts sur voirie.....	54
Figure 30 : Illustration de l'exploitation des carrières souterraines en région parisienne	22	Figure 75 : vue d'un trottoir encombré par des arbustes en pot (source Plan de mise en accessibilité de la voirie et des espaces publics).....	54
Figure 31 : Gauche : vue d'artiste du sous-sol parisien (source: http://armagnacjuliette.hautefort.com/). Droite : vue en coupe type du sous-sol parisien.....	22	Figure 76 : Organisation et structure des îlots haussmanniens à Paris	55
Figure 32 : Triangle de classification des textures de sol	23	Figure 77 : Organisation et structure des îlots, XIIIème arrondissement et quartiers nord-est de Paris.....	55
Figure 33 : Schéma de l'organisation des sols en milieu urbain (source : la lettre de l'arboriculture n°38).....	23	Figure 78 : Approche des îlots ouverts (source UTC Compiègne - approche de Christian de Portzamparc)	55
Figure 34 : Coupe hydrogéologique du bassin Seine-Normandie	24	Figure 79 : Vision de la notion d'îlots ouverts par Christian de Portzamparc (source : UTC Compiègne)	55
Figure 35 : Vue en coupe du fonctionnement des nappes parisiennes (source : Agence de l'eau Seine Normandie)	25	Figure 80 : Photo d'un ruissellement intensif sur les pentes de Montmartre - Episode orageux exceptionnel du 5 août 2011 (source: web).....	56
Figure 36 : Réseau hydrographique de l'Île de France (source Profil Environnemental de l'Île de France).....	26	Figure 81 : Stations de pompage	57
Figure 37 : Débits de la Seine (source : Agence de l'eau Seine Normandie).....	27	Figure 82 : Émissions de GES en IDF (source : Evaluation environnementale Projet Grand Paris)	57
Figure 38 : Carte des risques naturels en IDF (source Etat Initial Environnemental SDRIF)	28	Figure 83 : illustration de la répartition thermique au niveau des espaces bâtis et non bâtis.....	57
Figure 39 : Débordement de réseaux dans Paris (source : Web).....	29	Figure 84 : Bilan carbone de la ville de Paris (source ville de Paris). Droite : mécanisme d'émission de GES par le secteur de l'eau et de l'assainissement (source: ADEME).....	58
Figure 40 : Cartographie des débordements sur voirie sur pluie de modèle 10 ans	29	Figure 85 : Cartographie des sites de protection des milieux naturels en Île de France (source : SDRIF).....	61
Figure 41 : PPRI de la ville de Paris.....	30	Figure 86 : Sites de protection Paris et petite couronne (source DRIEE IDF)	62
Figure 42 : Table des niveaux de risque inondation et services attendus (sources "la ville et son assainissement", CERTU)	31	Figure 87 : Occupation des sols - aire urbaine - aire métropolitaine de Paris (source SDRIF).....	63
Figure 43 : illustration d'un fontis (source: ville de Paris).....	31	Figure 88 : Occupation du sol et fleuve (source IAU-IDF)	63
Figure 44 : Schéma d'effondrement de carrière (source : BRGM).....	32	Figure 89 : Zones naturelles réglementées. Source : DRIEE	64
Figure 45 : Exemples de dégradations liés à des fontis (place de l'Alma, 1915, Malakoff 1928).....	32	Figure 90 : Qualité des eaux de la Seine (IID). Source : DRIEE	64
		Figure 91 : Zones et milieux humides. Source : DRIEE.....	65

Figure 92 : Etat écologique de la Seine et de la Marne de 2007 à 2010 (source DRIEE).....	67	Figure 141 : Synthèse et comparaison des performances hydrauliques des scenarios.....	138
Figure 93 : Biogéographie de l'Île de France: un carrefour écologique (source évaluation environnementale du SDRIF).....	69	Figure 142 : Synthèse et comparaison des performances économiques des scenarios.....	138
Figure 94 : Principe d'une trame verte et bleue et des corridors écologiques (source : SRCE IDF). Droite : principales voies de migration de l'avifaune (source Evaluation environnementale, projet du Grand Paris).....	69	Figure 143 : Synthèse et comparaison des empreintes carbone des 2 scenarios	138
Figure 95 : Inventaire des espèces végétales et animales à Paris (Source Etat initial de l'environnement - PLU) ...	70	Figure 144 : Réseau d'assainissement de Paris – ouvrage principaux – Edition 2006 (source SAP)	140
Figure 96 : Inventaire des espaces ouverts de Paris (source Etat Initial de l'Environnement – PLU).....	71	Figure 145 : Carte simplifiée du zonage pluvial (version en aplat)	142
Figure 97 : Carte de principe des grands axes de continuité écologique à développer en région Île de France (Source Evaluation environnementale SDRIF)	72	Figure 146 : Carte des bassins versants. En superposition, la délimitation des zones pluviales.....	142
Figure 98 : Patrimoine Végétal et aquatique parisien (Source APUR)	73	Figure 147 : Présentation d'une fiche type d'incidence.....	145
Figure 99 : Actions stratégique pour la réalisation d'une trame verte et bleue	74	Figure 148 : Table de synthèse des incidences du zonage d'assainissement - Démarche de développement durable	184
Figure 100 : Carte des continuités écologiques sur le territoire parisien (source DEVE et APUR).....	75	Figure 149 : Principe de mise en perspective des enjeux, exemple de la ressource en eau (source : montage Artelia).....	186
Figure 101 : Chiffres clés de l'eau à Paris (source : Mairie de Paris)	78	Figure 150 : Synthèse des thématiques et familles d'enjeux considérés (source : Artelia).....	187
Figure 102 : Acteurs de l'eau à Paris. Source : Mairie de Paris.....	78	Figure 151 : Présentation d'une fiche type d'incidence.....	189
Figure 103 : Partenaires de la collectivité parisienne. Source : Mairie de Paris.....	78		
Figure 104 : Illustration de la territorialité de la gestion de la ressource en eau.....	80		
Figure 105 : Alimentation en eau potable de Paris	81		
Figure 106 : Carte des points de captage AEP et des zones de protection associées (Source : ARS).....	82		
Figure 107 : Logigramme de définition du « bon état » des eaux superficielles. Source : DRIEE	83		
Figure 108 : Carte de l'état écologique des eaux de Seine et principaux affluents de 2007 à 2010 (source DRIEE) 85	85		
Figure 109 : Etat chimique des cours d'eau sur le territoire de Paris et voisinage (source : DRIEE).....	86		
Figure 110 : Etat des masses d'eau et des eaux de surface en Île de France (Source DRIEE)	88		
Figure 111 : Graphique du piézomètre Paris 8ème. Source : ADES.....	89		
Figure 112 : Graphique du piézomètre Paris 13ème. Source : ADES.....	89		
Figure 113 : Logigramme de définition du « bon état » des eaux souterraines. Source : DRIEE	89		
Figure 114 : Etat qualitatif des masses d'eau souterraines (nappes concernées : 3104 et 3102 (Source DRIEE)....	91		
Figure 115 Carte des sites classés et inscrits en IDF (Source Région IDF).....	93		
Figure 116 : le bâti historique à Paris (source APUR)	95		
Figure 117 : Cartographie des protections réglementaires concernant le patrimoine à Paris (Source : Etat Initial de l'environnement pour le Grand Paris).....	96		
Figure 118 : Carte des grandes unités paysagères en Île de France (Source Evaluation environnementale du SDRIF).....	98		
Figure 119 vue du Grand Paysage de Paris (source APUR et Atelier de Cergy Pontoise).....	98		
Figure 120 : Paysages et formes urbaines (source : APUR)	98		
Figure 121 : Carte des grandes composantes paysagères végétales de Paris.....	99		
Figure 122 : Carte du partage des abords de voirie à Paris entre végétal et bâti (source APUR)	100		
Figure 123 : Cartographie des déversements en Seine - situation actuelle (source : Prolog).....	109		
Figure 124 : Cartographie des débordements sur voiries - situation actuelle (source : Prolog)	110		
Figure 125 : Cartographie des débordements sur voiries pour le scenario tendancier à 20 ans (source : Prolog) ..	111		
Figure 126 : Cartographie des débordements sur voiries pour le scenario tendancier à 50 ans (source : Prolog) ..	112		
Figure 127 : Cartographie des Déversements en Seine pour le scenario tendancier à 20 ans (source : Prolog)	113		
Figure 128 : Cartographie des Déversements en Seine pour le scenario tendancier à 20 ans (source : Prolog)	114		
Figure 129 : Illustration des termes utilisés pour le dimensionnement – Exemple équipement scolaire. Source : Sépia Conseil	116		
Figure 130 : Illustration des termes utilisés pour le dimensionnement – Exemple voirie. Source : Sépia Conseil... 117	117		
Figure 131 : Impact du projet de zonage pluvial sur les volumes déversés en Seine pour la pluie 16 mm. Source : Prolog Ingénierie	119		
Figure 132 : Risques de débordement sur réseau pour la pluie décennale. Source : Prolog Ingénierie	120		
Figure 133 : Carte des déversements en Seine pour le scenario "Aménagements végétalisés" (identique pour les horizon 20 et 50 ans – Source Prolog).....	121		
Figure 134 : Carte des débordements de réseaux sur voirie pour le scenario "Aménagements végétalisés" (identique pour les horizon 20 et 50 ans – Source Prolog).....	122		
Figure 135 : Synthèse des caractéristiques des aménagements unitaires retenus. Source : Sépia Conseil.....	124		
Figure 136 : Déversements en Seine pour la pluie 16mm et débordements pour la décennale. Source : Prolog Ingénierie.....	129		
Figure 137 : Carte des déversements scenario Hydraulique classique à 20 ans (source Prolog)	130		
Figure 138 : Carte des déversements scenario Hydraulique classique à 50 ans (source Prolog)	131		
Figure 139 : Carte des débordements scenario Hydraulique classique à 20 ans (source Prolog).....	132		
Figure 140 : Carte des débordements scenario Hydraulique classique à 50 ans (source Prolog).....	133		

Glossaire

ABF : Architectes des Bâtiments de France	IGC : Inspection Générale des Carrières
ADEME : Agence De l'Environnement Et de la Maîtrise de l'Énergie	Impluvium : surface sur laquelle tombe l'eau de pluie, ruisselle puis converge vers un exutoire
ADIVET : association française des toitures et façades végétales	IPR : Indice Poisson Rivière
AESN : Agence de l'Eau Seine Normandie	Lame d'eau : valeur d'un débit exprimée en millimètres
AEP : Adduction en Eau Potable	LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
Anoxie : Insuffisance d'apport en oxygène aux organes et aux tissus vivants	PCET : Plan Climat Energie Territorial
ANRU : Agence National de Rénovation Urbaine	Pluie de projet : cette pluie constitue la référence pour le zonage d'assainissement de Paris (Pluie de projet « 16 mm ») ; profil type de pluie représentatif de la zone étudiée
APUR : Atelier Parisien D'Urbanisme	ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
ARS : Agence Régionale de Santé	PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières	PLU : Plan Local d'Urbanisme
BV : Bassin Versant	PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
Captage AEP : captage pour l'Adduction en Eau Potable	PSMV : Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur
CDSPP : Commission Départementale des Sites, Perspectives et Paysages	QMNA5 : débit moyen mensuel sec de récurrence cinq ans
CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques	RAP : Règlement d'Assainissement de Paris
CGCT : Code Général des Collectivités Territoriales	Réseau séparatif : réseaux distincts, récupérant et évacuant soit des eaux usées soit des eaux pluviales
Coefficient d'imperméabilisation : rapport entre la surface imperméabilisées et la surface totale étudiée	Réseau unitaire : réseau récupérant et évacuant un mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales
CORIF : Centre Ornithologique d'Ile de France	Risques anthropiques : risques induits par l'activité humaine
CPCU : Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain	SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment	SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale
DCE : Directive Cadre sur l'Eau	Scénario : cas d'étude (regroupant hypothèses et principes d'aménagements)
DERU : Directive Eaux Résiduaire urbaines	Sédums : plantes vivaces succulentes
DO : Déversoir d'orage. Ouvrage hydraulique permettant l'évacuation du surplus d'eaux, vers un autre exutoire, lors d'un épisode pluvieux donnée	SDA : Schéma Directeur de l'Assainissement
DRIEA : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Equipement et de l'Aménagement	SDAGE : Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux
DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie	SDIRF : Schéma Directeur de la Région Ile de France
EDP : Eau De Paris	SIAAP : Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne
ENP : Eau Non Potable	Sol artificialisé : sol modifié (imperméabilisation, changement de nature) par l'action de l'homme
EPICEA (projet) : Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement Climatique à l'Echelle de l'Agglomération	STEA : Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement
GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations	STEP : Station d'Épuration
GES : Gaz à Effet de Serre	Surface active : surface théorique issue de la pondération de la surface étudiée par le coefficient de ruissellement ; surface impliquant le ruissellement des eaux pluviales,
IAU : Institut de l'Aménagement Urbain	SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique
IBD : Indice Biologique Diatomée	SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie
IBG : Indice Biologique Global	SRU : Loi relative à la Solidarité et de Renouveau Urbain
ICU : Ilot de Chaleur Urbain	ZNIEFF type I et type II : Zones Naturelles d'Intérêt Faunistiques et Floristiques
	ZPPAUP : Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager

Préambule

L'évaluation environnementale du zonage d'assainissement répond à la directive européenne dite «Plans et programmes» et à sa transposition en droit français par ordonnance 2004-489 du 3 juin 2004 et le décret 2012-995 du 23 août 2012 relatif à l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme, dont l'objectif est, en agissant au niveau de la planification et de la programmation d'assurer une intégration des considérations environnementales très en amont des politiques publiques.

En particulier, la DRIEE a été sollicitée dans le cadre de la procédure de l'article L.2224-10 de création du zonage d'assainissement du Code Général des Collectivités Territoriales et de l'article R.122-17 du Code de l'Environnement. Dans ce cadre, le zonage d'assainissement fait l'objet d'une procédure au cas par cas de réaliser une évaluation environnementale.

Au-delà du contexte réglementaire, la procédure d'évaluation environnementale est une méthode novatrice d'aide à la décision et de pilotage environnemental des projets. Elle assure une mise en cohérence des démarches engagées dans le zonage au regard des grandes contraintes environnementales du territoire et des incidences possibles des aménagements prescrits. A travers un effort de synthèse et de lisibilité, l'évaluation environnementale rend accessible au plus grand nombre ces problématiques complexes et constitue à ce titre un document précieux pour l'enquête publique.

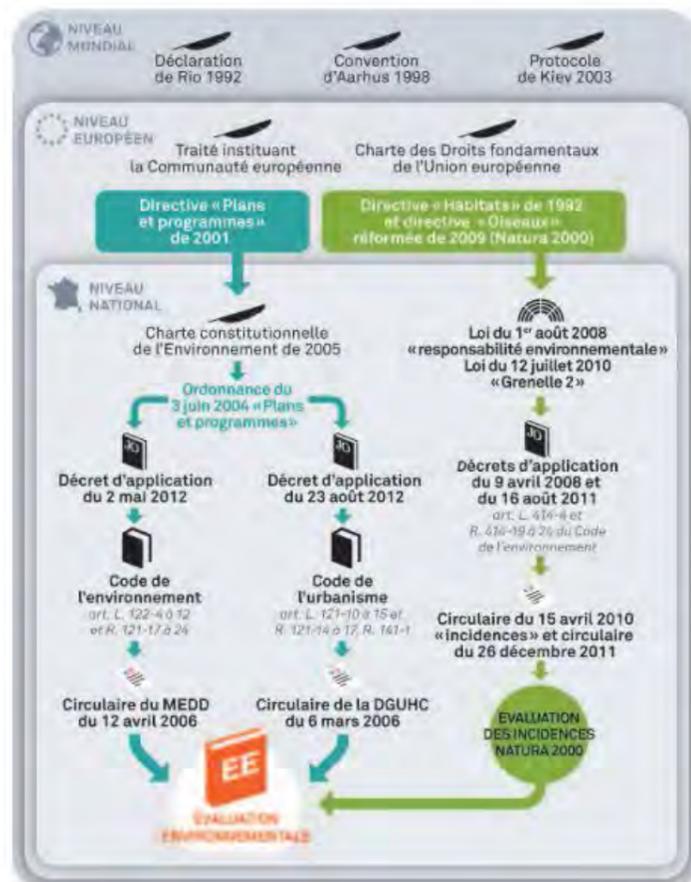


Figure 1 : Rappel du cadre réglementaire motivant l'élaboration d'une Evaluation Environnementale (Evaluation Environnementale du SDRIF)

Plus généralement, comme indiqué dans la Note Méthodologique relative à l'évaluation environnementale des plans du 23 juin 2010, de la Préfecture de la région Ile de France, l'évaluation environnementale doit satisfaire 4 objectifs :

- **Réglementaire** : On y évalue qualitativement et quantitativement si nécessaire l'incidence de ces alternatives sur les thématiques environnementales sensibles. L'ensemble des éléments apportés seront conformes à l'article R122-20 du Code de l'Environnement,
- **Environnementale** : Il s'agit de mettre à profit le travail réalisé lors des études menées par Prolog Ingénierie-Sépia Conseil et réciproquement de consolider les réflexions en cours. L'évaluation environnementale est une part intégrante du processus de conception du zonage d'assainissement garantissant les meilleures performances environnementales possibles,
- **Pédagogique** : Il faut insister sur la lisibilité et l'accessibilité de l'évaluation environnementale : le document doit être appréhensible par le grand public. Pour ce faire, une attention particulière sera portée sur la clarté de l'expression, son caractère vulgarisant et pédagogique, moyennant un niveau d'illustration et d'explication suffisant notamment pour les notions clés,
- **Opérationnelle** : Enfin, les conclusions de l'évaluation environnementale et, en particulier, la mise en place d'indicateurs et de procédures de suivi doivent correspondre à une réalité opérationnelle visant à garantir des résultats de performance lors de la mise en œuvre du zonage d'assainissement.

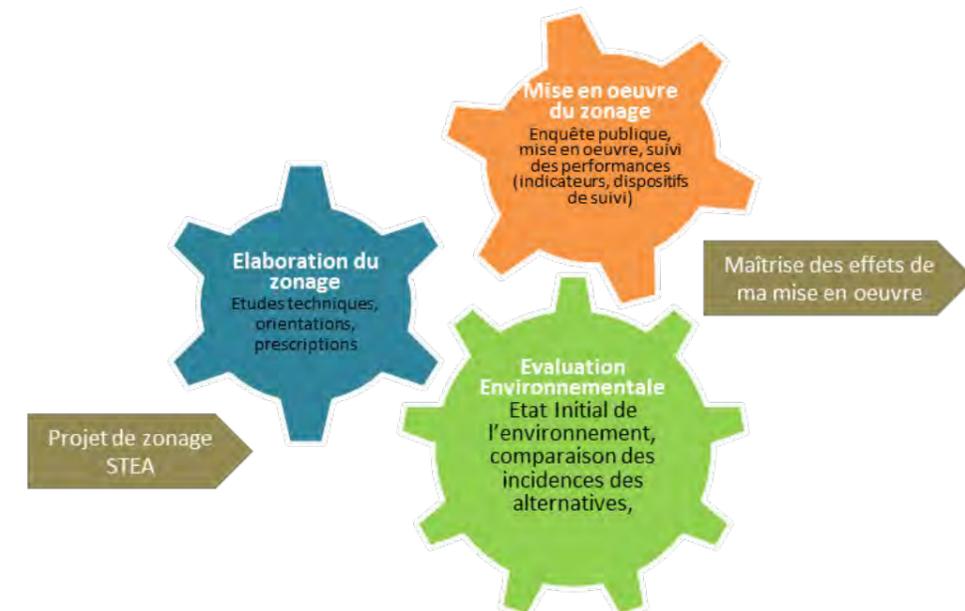


Figure 2 : Principe de fonctionnement de l'évaluation environnementale (source Artelia)

IMPORTANT : la présente évaluation environnementale couvre le zonage d'assainissement qui inclue d'une part le zonage d'assainissement collectif et non collectif et d'autre part le zonage pluvial. Etant donné le contexte de Paris, sa densité, le caractère historique et mature de ses réseaux d'assainissement, on considérera que seul le volet de la gestion des eaux pluviales présente des alternatives et des évolutions potentielles notables à l'avenir. A ce titre, la présente évaluation se concentre quasiment exclusivement sur le sujet du zonage pluvial.

1. Présentation générale du zonage d'assainissement

1.1. Contexte général

Depuis le 19^{ème} siècle et jusqu'à la fin du 20^{ème} siècle, le principe du réseau unitaire a été la règle sur laquelle s'est développé l'assainissement de l'agglomération parisienne. Ainsi, les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées par le même réseau et acheminées vers les stations d'épuration.

L'urbanisation parisienne a conduit au fil du temps à une imperméabilisation progressive des sols, et implique le transport de plus en plus d'eaux pluviales vers les stations d'épurations du Syndicat Interdépartementale d'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP). Cette évolution a entraîné la saturation des réseaux d'égouts, impliquant le déversement des surplus en Seine par les déversoirs d'orage (sorte de soupape de sécurité) et induisant localement des inondations lors de certaines pluies d'orages.

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.

Depuis les années 1990, grâce aux actions déjà menées sur le réseau d'assainissement, la qualité de la Seine s'améliore dans le cadre des objectifs fixés par la Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines du 21 mai 1991 (DERU) transposée en droit français dans la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, de ses décrets et arrêtés d'application, en particulier de l'arrêté du 21 juillet 2015 se substituant à l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement. Cette amélioration de la qualité de la Seine s'inscrit aussi au travers des actions induites par la Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 (DCE) transposée en droit français dans la loi LEMA du 30 décembre 2006 sur la gestion équilibrée de l'eau et des milieux aquatiques.

Cependant, jusqu'en 2006, peu de contraintes ont été imposées aux opérations d'aménagement et aux constructions nouvelles quant à la gestion locale de leurs eaux pluviales. Dans la continuité des techniques "réseaux", le SIAAP a développé un important programme d'équipement de stockage et de restitution à débit limité des eaux de pluies. Les stations d'épuration ont été également modernisées pour leur permettre de faire face aux débits importants d'eaux unitaires en temps de pluie. Ces eaux étaient traitées au prix d'une dégradation acceptable des normes de rejets en Seine par rapport à celles de rejets par temps sec. Cependant, bien que soumis à des normes de traitement très poussées, les rejets de temps de pluie des stations représentent pour la Seine un flux résiduel de pollution de par leurs volumes importants, par ailleurs dilués, particulièrement sensible lorsque la Seine est en étiage et par température élevée.

A partir de 2006, le Plan Local d'Urbanisme introduit, dans le cadre des autorisations de construire, la possibilité pour la Ville d'imposer des prescriptions pour limiter le débit des eaux pluviales rejetées à l'égout. Cette disposition vise les travaux sur le parcellaire privé qui évolue très lentement. Cependant, elle est progressivement prise en compte dans les opérations d'aménagement qui représentent des surfaces plus conséquentes. Toutefois, cette mesure reste de portée qualitative et induit une approche au cas-par-cas.

S'agissant des eaux usées collectées sur l'ensemble du territoire, le réseau d'assainissement atteint sa maturité et répond pleinement aux objectifs sanitaires et de service aux usagers. Le réseau est aussi adapté aux risques de crues importantes. En revanche, il est nécessaire de revoir sa caractéristique historique de réseau unitaire qui le conduit à prendre en charge la totalité des eaux pluviales au prix de certains dysfonctionnements.

En effet, le réseau parisien n'a pas la capacité suffisante pour transporter ces eaux pluviales vers les unités aval de traitement. Pour une pluie moyenne, a fortiori pour de fortes pluies, et par ses déversoirs d'orage, le réseau doit être délesté en certains points vers la Seine. Elle reçoit ainsi un mélange d'eaux d'égout et d'eaux pluviales qui dégrade sa qualité chimique et bactériologique. En période estivale, à l'étiage de la Seine, l'impact de ce mode de fonctionnement peut être très défavorable sur la vie piscicole par réduction brutale de l'oxygène dissout dans l'eau. La dégradation de la qualité sanitaire de la Seine entre également en contradiction avec l'objectif de baignades ouvertes au public dans le cadre de l'héritage de la candidature de Paris aux Jeux Olympiques. Celle-ci implique

que les rejets d'eaux usées soit les plus minimales possibles pour ne pas dégrader le paramètre bactériologique du fleuve.

En regard des nouveaux défis pour un environnement durable, ce constat a induit une réflexion à plusieurs échelles, celle du bassin parisien de la Seine, celle de la zone d'assainissement de l'agglomération parisienne, celle de la ville de Paris.

L'amélioration continue du milieu naturel va se poursuivre au cours de la prochaine décennie vers les objectifs écologiques fixés par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021, en vue d'atteindre le bon état écologique dès 2021 (caractérisé par un faible impact des activités humaines permettant le fonctionnement des écosystèmes aquatiques) et le bon état chimique en 2027 (apprécié sur les concentrations maximales d'une liste de 41 substances établie au niveau européen).

Le SIAAP révisé son schéma directeur d'assainissement pour les années 2016 – 2027 de façon à répondre à la Directive Cadre Européenne et aux défis du SDAGE et à y intégrer l'amélioration des paramètres sanitaires capables de rendre possible les sports nautiques en Seine, particulièrement dans le cadre de la candidature de Paris aux Jeux Olympiques 2024 ;

Dans le cadre de son livre bleu établi en 2012, la ville de Paris a dressé un constat et fixé de nouvelles orientations de modernisation de l'assainissement en marquant sa volonté d'élaborer un zonage pluvial. Cette orientation demeure l'une des composantes fortes de la politique environnementale de la ville de Paris.

Le défi est important. Paris se caractérise en effet, historiquement, par une urbanisation très dense et une imperméabilisation moyenne à forte. Paris dispose encore de moyens et grands secteurs à urbaniser, ainsi qu'un tissu urbain qui se renouvelle au fil du temps. Les hypothèses de poursuivre les principes antérieurs de construction, conduisant inéluctablement à une imperméabilisation extrême à 20 ou à 50 ans ont été simulées et sont présentées dans ce rapport environnemental. Les conséquences en sont un accroissement très substantiel des volumes d'eaux pluviales à collecter, qu'aucun dispositif traditionnel par réseaux ne saura traiter en satisfaisant aux nouvelles exigences de développement durable. La situation actuelle, que la réglementation impose d'améliorer, serait par ailleurs très fortement dégradée.

Ce constat impose une vraie rupture par rapport aux pratiques antérieures et la mise en place d'un changement de paradigme. Le projet de zonage d'assainissement de Paris permettra d'atteindre l'amélioration du milieu naturel et d'une façon générale les objectifs que la Ville se fixe et qui sont détaillés dans cette évaluation.

Le zonage d'assainissement a aussi valeur de plan, il doit compléter et amplifier sur les échéances visées les dispositions du Plan Local de Paris 2016. Il est aussi partie prenante dans le schéma directeur du SIAAP. Ce plan doit permettre également de remettre en valeur le cycle naturel de l'eau, tenir compte d'une nécessaire économie de cette ressource et participer au défi de préparer Paris à l'évolution du climat.

Le zonage pluvial est également un document de planification transversal. Il concerne toutes les grandes fonctions d'aménagement du territoire parisien que sont l'urbanisme, la voirie, les espaces verts et l'habitat. Un plan d'action, le « Plan Pluie à Paris », doit y être associé afin de lui donner toute son efficacité pratique.

Le zonage d'assainissement de Paris revêt un caractère réglementaire. Il est élaboré conformément à l'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) qui dispose que le maire délimite après enquête publique quatre typologies de zones d'assainissement sur son territoire. La ville de Paris a ainsi défini son zonage d'assainissement comme suit :

1. Une zone unique d'assainissement collectif visant le territoire de Paris et les bois de Boulogne et de Vincennes,
2. Aucune zone n'est prescrite pour l'assainissement non collectif,
3. Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;

4. Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations de collecte, de stockage, éventuellement de traitement des eaux de pluie et de ruissellement avant rejet dans le milieu aquatique

Les zones délimitées au titre des points 1 et 2 concernent la gestion des eaux usées sur le territoire parisien et dans les Bois de Boulogne et de Vincennes où sont appliquées les techniques traditionnelles d'assainissement à Paris (réseau d'assainissement, branchements particuliers, autorisations de rejets, transport, épuration, cas dérogatoires d'assainissement non collectif).

Ces techniques font l'objet de dispositions non modifiées dans le Plan Local d'Urbanisme 2016 (approuvé par le Conseil de Paris des 13 et 14 juin 2016) et dans le règlement d'assainissement de Paris en vigueur. Parallèlement, les principes d'assainissement en matière de conception et d'exploitation pour ces zones s'inscrivent dans le cadre de l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015.

Ces zones traitant des eaux usées, bien que reprises dans le zonage d'assainissement de Paris conformément aux dispositions précitées du CGCT, ne sont évoquées dans l'évaluation environnementale que sous l'angle de leur principales caractéristiques. L'état des lieux et les incidences de ce système sont prises en compte dans les prescriptions imposées au PLU et au règlement d'assainissement de Paris concernant les branchements particuliers pour les eaux usées domestiques, l'évaluation des bilans d'autosurveillance établis selon l'arrêté ministériel précité ou les dispositions de service. Ces prescriptions portent également sur 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, ...).

La zone d'assainissement non collectif n'est pas autorisée à Paris. Le règlement de zonage précise ce point. L'assainissement non collectif peut toutefois être admis dans le cadre de dérogation provisoire au zonage d'assainissement collectif, dans les bois de Vincennes et de Boulogne).

Les zonages délimités au titre des points 3 et 4 concernent la gestion des eaux pluviales ou « zonage pluvial », lequel a pour vocation de favoriser et de mettre en œuvre de nouveaux principes de gestion des eaux pluviales sur le territoire de Paris, au plus près du point de chute de la pluie.

Ces zonages sont des définitions nouvelles à Paris et concentrent l'essentiel de l'évaluation environnementale.

Le plan de zonage délimite des grands secteurs du territoire parisien où sont fixées des performances minimales de gestion locale de la pluie, imposées à un terrain ou un ensemble de terrains publics ou privés, lors d'opération de construction, de réhabilitation ou d'aménagement.

La délimitation des différentes zones relatives aux eaux pluviales a été définie en conclusion de plusieurs études hydrauliques. Les particularités prises en compte pour chacun des secteurs parisiens ainsi délimités sont pour l'essentiel la capacité hydraulique du réseau d'assainissement, la limitation des rejets en Seine et la qualité des sous-sols

1.2. Les objectifs du zonage d'assainissement de Paris

Le zonage d'assainissement s'appuie sur les 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.

Ces objectifs sont aussi à mettre en relations avec les enjeux de maîtrise des risques de crues, de santé publique, de préservation des milieux naturels et d'amélioration du cadre de vie

1.3. L'articulation du zonage avec les autres documents de planification

Le zonage d'assainissement pourrait avoir des incidences sur plusieurs compartiments environnementaux, notamment les nuisances sonores, la qualité de l'air, les risques géologiques, le maintien de la biodiversité, le respect de l'accessibilité pour tous, les équilibres sociaux (valeur du foncier...). Ainsi, il semble pertinent que ces éventuelles incidences soient mises en perspectives avec les plans associés à ces thématiques : plan pour la biodiversité, plan pour la qualité de l'air, plan bruit, plan climat et énergie, PPRI, plan de mise en valeur du patrimoine...

Le zonage d'assainissement s'inscrit dans un contexte réglementaire et administratif de planification territoriale. Il convient qu'il soit compatible avec les documents connexes.

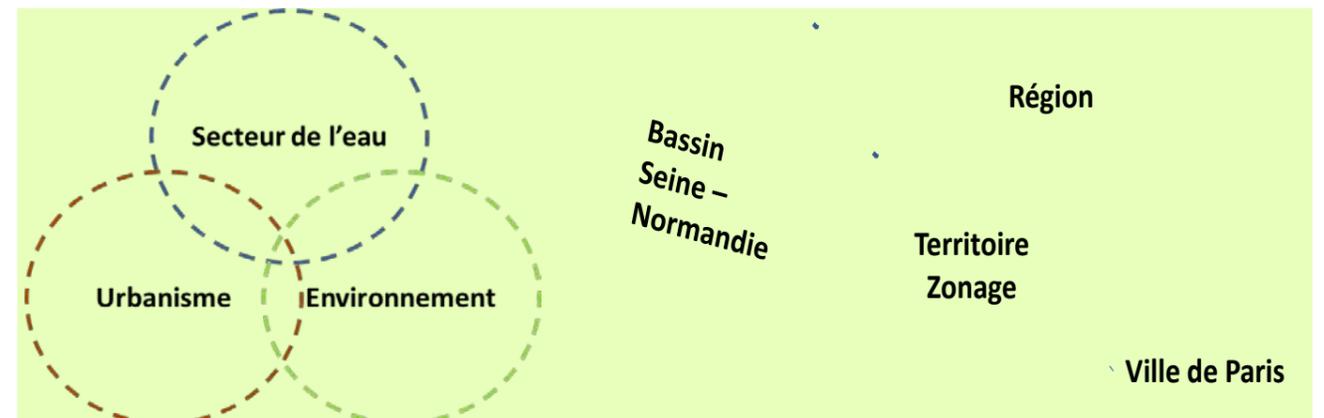


Figure 3 : Illustration des périmètres géographiques et sectoriels concernés par le zonage d'assainissement

L'appareil administratif potentiellement concerné par le zonage est en effet relativement vaste et complexe. Il recouvre diverses échelles de territoires et plusieurs secteurs administratifs de compétence.

A l'échelle régionale, le zonage d'assainissement s'intègre à la stratégie de la zone d'assainissement parisienne du SIAAP et à celle d'amélioration de la qualité des masses d'eau du bassin hydrologique Seine Normandie que vise le SDAGE. Il respecte l'ensemble des documents, code, schémas définissant les politiques, les orientations, les actions en matière d'aménagement, d'environnement et de gestion de l'eau, notamment les textes déjà énoncés que sont la DERU, la loi LEMA, et la DCE.

La figure suivante, sans être exhaustive, donne une vision des entités avec lesquelles une articulation ou relation est souhaitable, si ce n'est obligatoire.

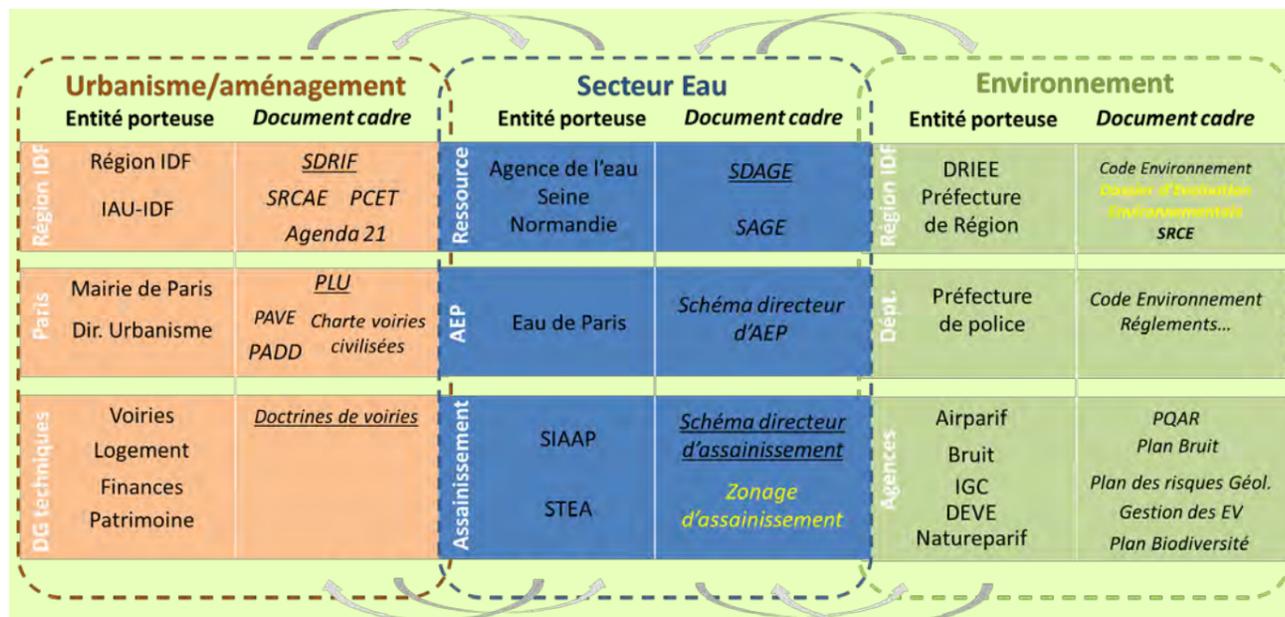


Figure 4 : Synthèse des interactions entre services

⇒ **Urbanisme et aménagement :**

Le zonage pluvial assure en particulier un lien étroit avec le plan local d'urbanisme de Paris modifié, approuvé par le Conseil de Paris des 13 et 14 juin 2016 (PLU), et les plans de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV) du 7^{ème} arrondissement et du Marais (4^{ème}). Ils mentionnent que des dispositions peuvent être imposées pour limiter le débit des eaux pluviales rejetées dans le réseau unitaire d'assainissement, sans préjudice des dispositions prises au titre de l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales. Il existe de nombreuses relations possibles entre ces documents, parmi les plus importantes, on pourra citer celles des articles 13 (obligations en matière de réalisation d'espaces libres végétalisés ou plantés favorable à l'objectif de perméabilisation des sols) et 15 (Gestion des eaux pluviales dans un objectif de performances environnementales) du PLU 2016 et des PSMV. Tout en étant opposable aux tiers par sa nature réglementaire, le zonage d'assainissement sera aussi joint aux annexes du PLU, une fois approuvé par le Conseil de Paris, lui donnant une visibilité supplémentaire.

Le zonage d'assainissement est aussi cohérent avec le Projet d'Aménagement et du Développement durable (PADD) du PLU de Paris qui vise notamment une conception durable de l'urbanisme.

Il se trouve en outre renforcés avec les dispositions mentionnées au décret n°2015-1783 du 28 décembre 2015 relatif à la partie réglementaire du livre 1er du code de l'urbanisme et à la modernisation du contenu du plan local d'urbanisme et en particulier aux articles R.111-23 (dispositifs de récupération de l'eau pluviale), R.151-43 (équilibre entre les espaces construits et libres permettant d'imposer les installations nécessaires à la gestion des eaux pluviales et de ruissellement) et R.151-49 qui fixe les conditions pour limiter l'imperméabilisation des sols au titre de l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales.

Le zonage devrait avoir des incidences indirectes positives sur le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie d'Ile de France (SRCAE) et le Plan Climat-Énergie Territorial (PCET) et participer à la poursuite des objectifs de l'agenda 21 (programme d'actions pour le 21^{ème} siècle adopté lors du sommet de la terre à Rio en 1992 et plus particulièrement son chapitre 28 concernant les collectivités territoriales).

Les prescriptions du zonage d'assainissement concerne des aménagements ayant trait à la voirie, à l'équipement, à l'habitat, aux bois et aux jardins publics, à certaines infrastructures accueillant du public et a donc été établi en lien avec les administrations et services techniques concernés.

Étant donné l'importance du territoire parisien à l'échelle de la Région Ile de France et compte tenu de la très forte interaction entre les réseaux pluviaux et d'assainissement à l'échelle de l'agglomération et au-delà, les prescriptions du zonage d'assainissement de Paris sont élaborées en cohérence avec les actions des territoires limitrophes, en particulier dans le cadre de la mise à jour du schéma directeur du SIAAP.

⇒ **Environnement :**

Le zonage d'assainissement fait l'objet d'une procédure d'évaluation environnementale au cas par cas au titre de l'article R.122-17 du Code de l'Environnement. Le présent document constitue une obligation réglementaire. Le Préfet de Paris a en effet notifié cette obligation à la Ville le 18 juin 2013, vu l'enjeu d'amélioration que doit procurer le zonage pluvial sur la qualité de la Seine dans Paris et à l'aval.

Le zonage d'assainissement pourrait avoir des incidences sur plusieurs compartiments environnementaux, notamment les nuisances sonores, la qualité de l'air, les risques géologiques, le maintien de la biodiversité, le respect de l'accessibilité pour tous, les équilibres sociaux (valeur du foncier...). Ainsi, il semble pertinent que ces éventuelles incidences soient mises en perspectives avec les plans associés à ces thématiques : plan pour la biodiversité, plan pour la qualité de l'air, plan bruit, plan climat et énergie, PPRI, plan de mise en valeur du patrimoine...

⇒ **Secteur de l'eau**

Le zonage d'assainissement s'inscrit évidemment dans le cadre de la gestion du cycle de l'eau du territoire parisien dont au premier plan celui du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'EAU (SDAGE) établi par l'agence de l'eau du bassin Seine Normandie. Ses objectifs doivent donc être conformes aux attentes du SDAGE en termes de préservation de la qualité des eaux de la Seine (limitation des rejets directs, etc.). Le SDAGE révisé pour la période 2016-2021, qui poursuit les mêmes objectifs d'amélioration des masses d'eau, va inciter plus fortement encore à la mise en œuvre de zonages pluviaux réglementaires.

Le SIAAP est un acteur majeur interdépartemental pour l'épuration des eaux usées. Il a mis en place dans le cadre des objectifs du SDAGE des solutions permettant le traitement des volumes importants d'eaux pluviales collectés traditionnellement par les réseaux d'égouts ou via les déversoirs d'orage. Ces solutions utilisent les capacités des réseaux des départements et de Paris, complétées par des ouvrages de stockages, par des configurations particulières des usines d'épuration garantissant une moindre dégradation de la qualité des rejets de temps de pluie et par un outil interdépartemental de gestion des flux (MAGE).

Dans le cadre de la mise à jour du schéma directeur d'assainissement du SIAAP, les volumes d'eaux résiduelles de temps de pluies amenés par les réseaux départementaux sur les ouvrages d'épuration devront être davantage maîtrisés à la source de leur production. C'est donc dans un contexte interdépartemental coordonné que le projet de zonage d'assainissement de Paris se conçoit.

Comme déjà énoncé, le SIAAP achève la mise à jour de son schéma directeur d'assainissement pour la période 2016 – 2027. Il est destiné à définir les équipements d'assainissement qui permettront d'atteindre, pour les rejets des stations d'épuration et des déversoirs d'orage, la conformité à la Directive Cadre sur l'Eau ainsi qu'un objectif d'amélioration bactériologique des rejets. Les zonages pluviaux de Paris et des départements inclus dans le territoire SIAAP y joue un rôle très important par le traitement à la source d'une partie des volumes d'eaux pluviales. En effet, La réalisation du zonage pluvial doit permettre une maîtrise à moyen terme du taux global d'imperméabilisation du territoire parisien. Cette diminution des surfaces actives est inscrite, pour ce qui concerne Paris, dans le schéma Directeur d'Assainissement du SIAAP, schéma qui contribue à fédérer les politiques interdépartementales en matière de transport et d'épuration des eaux d'assainissement par temps sec et par temps de pluie.

Il convient de mentionner également la complémentarité du zonage d'assainissement avec le Plan de Protection contre les risques d'inondation (PPRI) qui prescrit des mesures pour la protection des biens et des personnes en cas d'inondation par débordement des fleuves ou par les pluies exceptionnelles. A cet égard, la loi du 27 janvier 2014 relative à la modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles attribue à la commune ou à ses établissements publics, comme c'est le cas pour la gestion des eaux pluviales, la compétence relative à la gestion des milieux aquatiques et à la prévention des inondations (GEMAPI). Par complémentarité, il faut comprendre que le domaine d'action du zonage d'assainissement pluvial vise, quant à lui, la préservation du milieu naturel, en traitant des situations de pluies courantes, y compris des pluies d'orages (de type décennal). Le plan de zonage doit veiller cependant à ne pas apporter d'effet négatif vis-à-vis des risques d'inondation, ni vis-à-vis des conditions d'application du PPRI.

A l'échelle opérationnelle de la gestion du réseau d'assainissement parisien, le zonage met également en application l'article 5 de l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015 spécifiant que le système de collecte des eaux

pluviales ne doit pas être raccordé au système de collecte des eaux usées, sauf justification expresse du maître d'ouvrage et à la condition que le dimensionnement du système de collecte et celui de la station de traitement des eaux usées le permettent.

Enfin, le zonage d'assainissement ne fait pas obstacle à l'application des dispositions prévues au règlement sanitaire départemental (RSD) et renvoie au règlement d'assainissement de Paris (RAP) pour les dispositions pratiques et conventionnelles relatives aux modalités de raccordement au réseau d'assainissement des eaux domestiques et de l'excédent des eaux pluviales qui n'est pas géré à la source de la pluie.

1.4. Mise en œuvre du plan de zonage d'assainissement de Paris

La procédure d'élaboration du zonage d'assainissement réglementaire prévue à l'article L.2224-10 du CGCT impose une enquête publique et l'approbation du plan. Cette procédure se déroule conformément aux dispositions des articles R.123-1 à R.123-27 du code de l'environnement. Conformément à l'article R.122-17 du code de l'environnement, l'Autorité Environnementale a imposé à la Ville de produire une évaluation environnementale de son plan pour lequel elle émet un avis.

La délimitation et les règles du zonage d'assainissement pluvial de Paris s'appuient sur la réalisation d'études hydrauliques et la prise en compte des caractéristiques du sous-sol. Le but est de minimiser les impacts de la pluie sur le réseau d'assainissement, sur les rejets en Seine, sur les flux dirigés vers les stations d'épuration et sur les débordements lors des pluies d'orage. Les hypothèses et résultats de ces études sont présentés dans la présente évaluation environnementale ainsi que déclinés dans le règlement de zonage.

Le zonage d'assainissement approuvé en Conseil de Paris sera opposable lors de la réalisation d'un projet de construction, de restructuration, d'aménagement ou de réaménagement d'un espace public ou privé occasionnant le rejet direct ou indirect des eaux de pluie au réseau d'assainissement.

Il aura pour effet d'imposer au propriétaire le dépôt d'une demande d'autorisation de rejet des eaux pluviales dans le réseau d'assainissement. Cette demande sera instruite par le service en charge de l'assainissement pluvial, conformément aux dispositions du zonage d'assainissement.

Selon le dernier alinéa de l'article 5 de l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015, les solutions de gestion des eaux pluviales sont étudiées le plus en amont possible dans la conception des projets. Dans ce cadre, la demande d'autorisation de rejet des eaux pluviales dans le réseau sera déposée au plus tôt au stade de l'avant-projet et au plus tard lors du dépôt de la déclaration ou de l'autorisation d'urbanisme, si celui-ci est imposé.

Les solutions de gestion des eaux pluviales à la source proposées par un maître d'ouvrage peuvent 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. Ces solutions peuvent aussi consister à améliorer la qualité des eaux pluviales recueillies 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. En relation avec les objectifs fixés pour le zonage d'assainissement, les techniques alternatives végétalisées sont à privilégier.

Ces techniques doivent être adaptées aux contraintes de sol, de la vulnérabilité éventuelle du bâti et des espaces disponibles et être d'un coût d'investissement et de fonctionnement raisonnable, pour assurer leur viabilité tout au long de leur exploitation. Ces solutions se substituent progressivement et plus ou moins partiellement au principe antérieur de gestion centralisée des rejets d'eaux pluviales. Il faut donc aussi que le Maître d'Ouvrage de ces équipements les intègre dans ses charges d'exploitation et ses programmes de maintenance.

Ainsi, dès la conception des nouvelles opérations d'aménagement ou en cas de rénovation urbaine, pour des constructions nouvelles, des restructurations d'immeubles, l'application des prescriptions du zonage pluvial viseront à réduire le débit et le volume de ruissellement générés par l'aménagement vers le réseau d'assainissement.

Le présent document présente l'ensemble de ces problématiques, appliquées aux cas de la situation existante, au cas d'une continuité des pratiques d'urbanisations actuelles imperméabilisant inéluctablement les sols et au cas de mise en œuvre du zonage pluvial. Dans chacun de ces cas, sont évalués leurs impacts, leurs coûts et leurs

bénéfices. Une comparaison de ces scénarios est présentée, qui démontre clairement que le projet de zonage pluvial proposé est justifié et permet de répondre aux objectifs d'une ville durable en même temps qu'à la préservation du milieu naturel et de la ressource en eau.

2. Description de l'état initial de l'environnement et son évolution probable

2.1. Préambule

2.1.1. Approche

L'état initial de l'environnement (EI) a pour objet d'acquies une compréhension suffisante des grands équilibres environnementaux qui pourront être concernés directement ou indirectement par le zonage d'assainissement.

Il s'agit, avec un minimum d'a priori, de rassembler et, au besoin, d'approfondir la connaissance des différentes composantes de l'environnement du territoire étudié pour en identifier les forces et les faiblesses.

Cette étape de diagnostic amont est essentielle et sert de base à l'évaluation des incidences environnementales du projet de zonage d'assainissement.

L'état initial commence par une définition de l'aire d'étude incluant le territoire directement ou indirectement concerné par le projet, la définition des temporalités et une première identification des compartiments environnementaux potentiellement concernés. Certaines thématiques nécessitent une mise en perspective et une vision dépassant le strict territoire de mise en œuvre du zonage (bassins versants...)

L'état initial s'articule ensuite autour de la description synthétique des thématiques environnementales. Dans le cas présent, une simple approche bibliographique a été retenue.

Enfin, chaque famille d'enjeux identifiée fait l'objet d'une analyse qualitative du niveau de sensibilité. Ce niveau de sensibilité induit un traitement plus ou moins fin lors des étapes suivantes de l'évaluation environnementale. Les enjeux majeurs feront l'objet d'une attention toute particulière à l'évaluation des incidences.

Tableau 1 : Table des niveaux de sensibilités (source : Artelia)

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	Incontournable
Peut introduire de nouvelles contraintes de nouvelles incidences positives à prendre en compte - le public gagne à avoir une bonne vision du sujet - peut impliquer des contraintes opérationnelles - apporte un éclairage intéressant	Complémentaire
Apporte une connaissance générale du territoire indirectement en lien avec le projet - doit rester synthétique pour ne pas noyer le public sous l'information	Connexe

2.1.2. Source des données

L'approche bibliographique retenue permet de capitaliser sur les informations disponibles et récemment validées par l'autorité environnementale sur un périmètre similaire ou imbriqué (Evaluation environnementale du PLU, du projet de la société du Grand Paris...), l'évaluation environnementale du SDRIF (Schéma Directeur Régional d'Ile de France), le Profil Environnemental de l'Ile de France.

Ces informations ont été complétées et/ou ajustées par la collecte générale d'information dans le cadre des études préliminaires d'élaboration du zonage d'assainissement, par la prise en compte de documents connexes tels que le schéma directeur d'assainissement du SIAAP, les bases de données du service technique de l'eau et de l'assainissement (STEA) et les informations rendues disponibles par l'Inspection générale des carrières, le Plan Biodiversité, le Plan Bleu, le PCET, etc.

2.1.3. Périmètre d'étude

⇒ Périmètre géographique

Le périmètre géographique de mise en œuvre du zonage est le territoire de la ville de Paris et couvre plus de 10 000 hectares dont environ 2 000 ha couverts par les bois de Boulogne et de Vincennes (carte page suivante).

Cependant, les incidences environnementales peuvent largement dépasser ce périmètre et l'état initial devra considérer les enjeux à une échelle plus vaste (bassin versant pour la ressource en eau, grand territoire et axes migratoires pour la préservation de la biodiversité, etc). Certains enjeux devront être considérés à une échelle macroscopique (changement climatique), d'autre à une échelle plus fine (réduction de l'effet îlot de chaleur urbaine). Les périmètres d'analyse retenus sont rappelés plus loin.

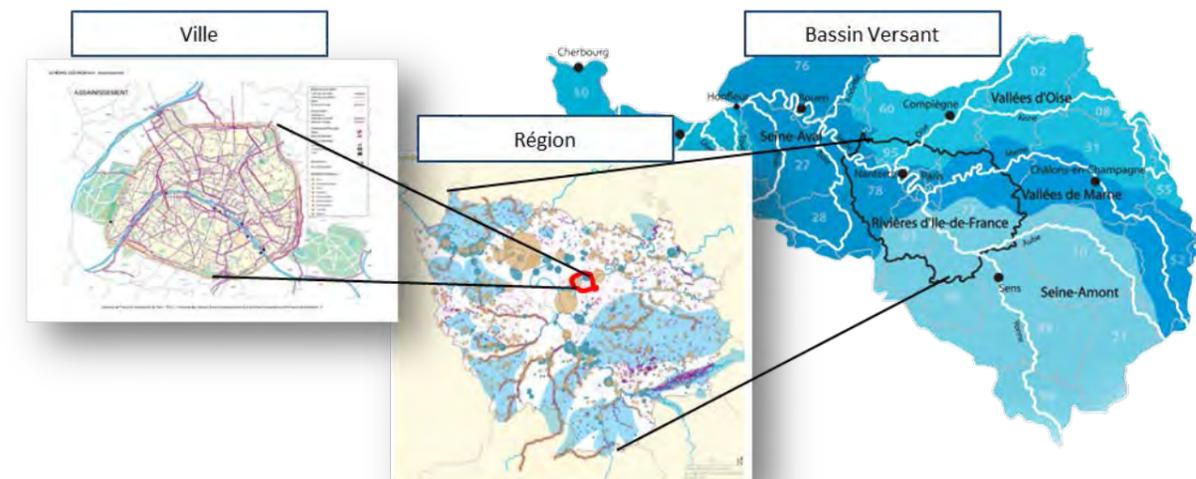


Figure 5 : Principe de mise en perspective des enjeux, exemple de la ressource en eau (source : montage Artelia)

On rappelle ici que l'objet de l'évaluation environnementale est d'accompagner les décisions dans le processus de conception du zonage d'assainissement. L'état initial de l'évaluation environnementale ne vise donc pas l'exhaustivité d'une étude d'impact environnementale mais concentre les efforts sur la clarté et la maîtrise des priorités.

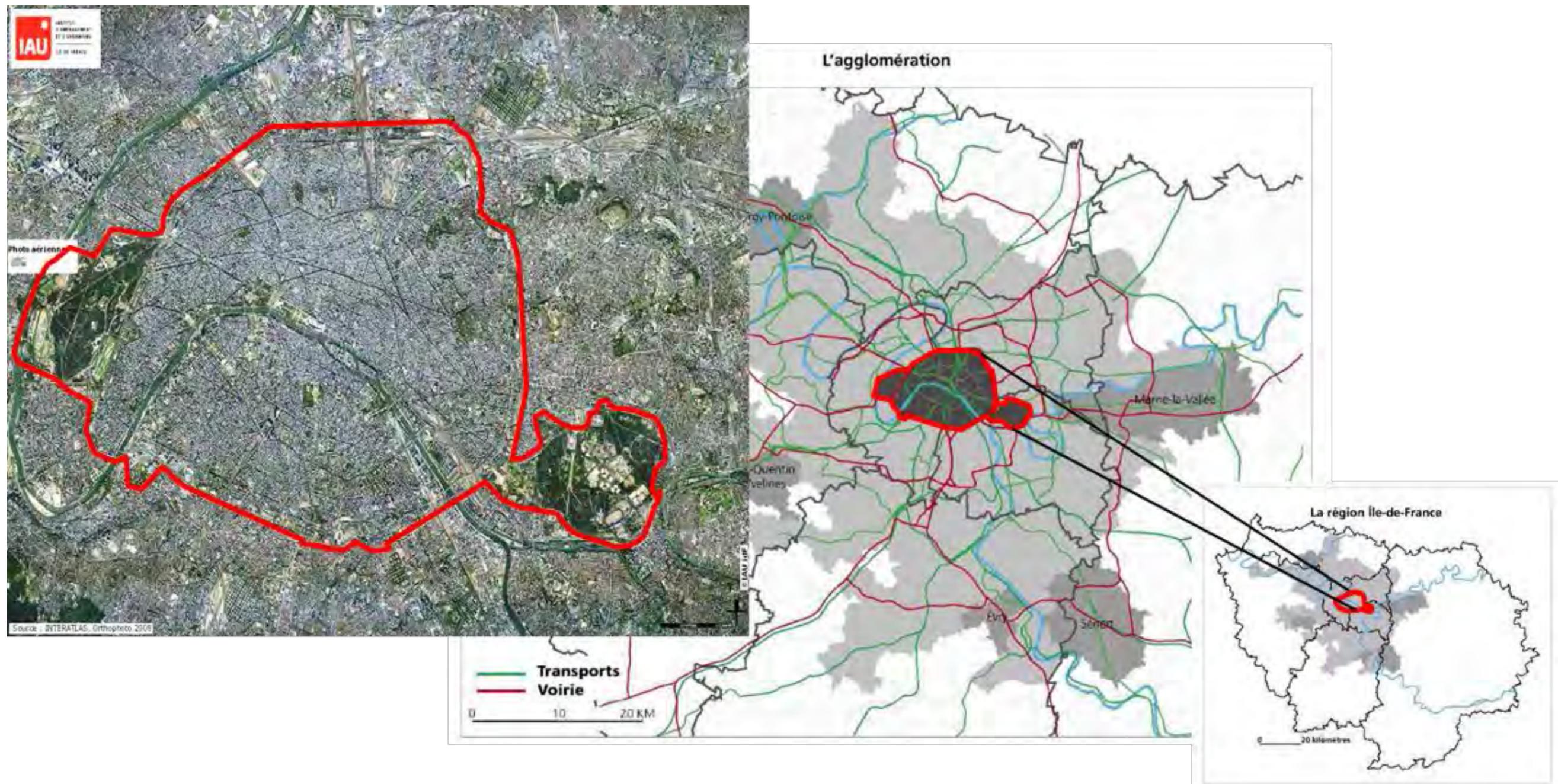
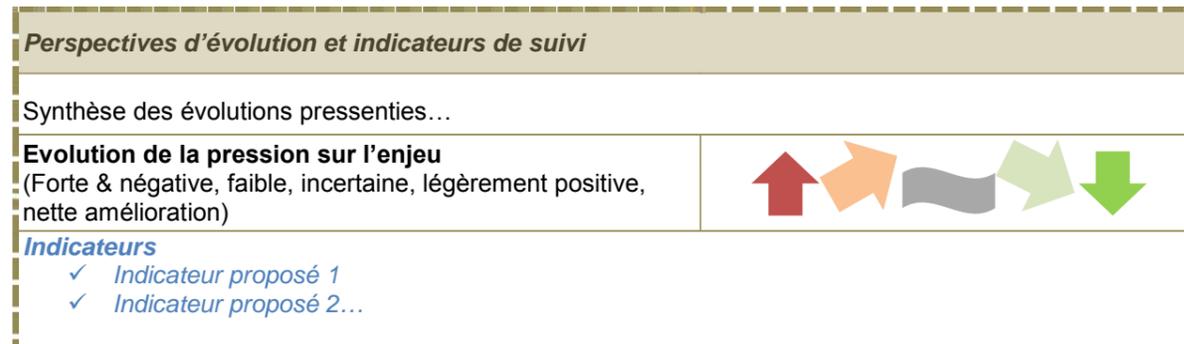


Figure 6 : Périmètre d'application du zonage d'assainissement – Territoire de la ville de Paris (source : PLU et IAU-IDF)

⇒ **Temporalité et indicateurs de suivi**

La mise en œuvre du zonage s'étalant dans le temps (certains aménagements se feront sous 20 ans), et certaines incidences ne pouvant être mesurées qu'après plusieurs années, les enjeux doivent être inventoriés dans leur état actuel et de manière prospective sur une durée raisonnable. Sauf mention spécifique, nous avons choisi une projection sur 20 ans.

Les évolutions des enjeux dans le temps sont exposées en fin de chapitre pour chaque famille d'enjeux sous forme d'un tableau de synthèse organisé comme suit :



⇒ **Périmètre thématique**

Afin de pouvoir évaluer au mieux les incidences de la mise en œuvre du zonage, il convient d'étendre l'état initial à l'ensemble des thématiques et enjeux concernées directement ou indirectement par :

- Le respect des objectifs principaux du zonage : la maîtrise des rejets en Seine (milieux naturels, préservation de la ressource en eau...),
- Les conséquences indirectes des aménagements sous-jacents (la végétalisation impacte les paysages, constitue un nouveau support à la biodiversité...),
- Les risques inhérents aux caractéristiques du territoire sur lequel s'appliquera le zonage et ses aménagements (sous-sols fragiles...).

Un ensemble d'enjeux a ainsi été identifié et réparti en grandes thématiques environnementales (décrits ci-après).

2.1.4. **Thématiques investiguées**

Les investigations couvrent 5 grandes thématiques pour lesquelles 17 familles d'enjeux ont été identifiées :

- Les enjeux liés au milieu physique et en particulier au risque inondation (la maîtrise des débordements sur voirie, et des points d'accumulation figurent parmi les objectifs principaux du zonage) et à la géologie (incidences possibles des techniques d'infiltration des eaux de pluie sur sous-sols fragiles). En sus, on considérera les incidences du changement climatique sur le projet (remédiation et adaptation),
- Les enjeux liés au milieu humain : en particulier, les aménagements consentis au titre du zonage peuvent avoir un impact fort sur la morphologie urbaine (végétalisation, procédés constructifs...) et pourront avoir des incidences indirectes positives sur le cadre de vie. Enfin, la nature presque totalement urbaine du périmètre d'étude impose en prise en compte du patrimoine d'infrastructures et d'équipement structurant (grands réseaux d'égouts, stations de relevages, déversoirs...) et de leur fonctionnement (hydraulique urbaine),
- Les enjeux liés aux milieux naturels : en particulier, la qualité des eaux de la Seine, dont découlent la pérennité des habitats naturels, de la faune et de la flore. Certains choix d'aménagement pourront également avoir des incidences sur le maintien de la biodiversité en ville (végétalisation),
- Les enjeux liés à la préservation de la ressource en eau : en particulier, les eaux superficielles constituent une source d'approvisionnement pour l'eau potable pour des prélèvements à l'aval. De même les nappes souterraines peuvent constituer une ressource que certains procédés d'abattement (infiltration) pourraient impacter,

- Les enjeux liés au patrimoine culturel, architectural et au paysage : en particulier, se pose la question de l'intégration paysagère de certains types d'aménagement vis-à-vis du patrimoine classé important en région parisienne. Réciproquement, les aménagements végétalisés pourront aller dans le sens du verdissement du paysage parisien.

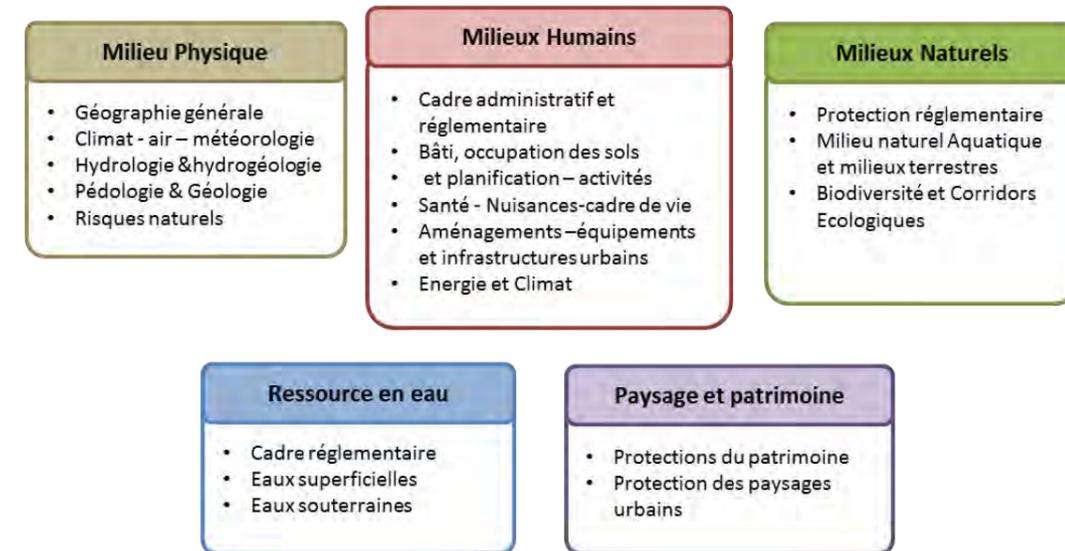
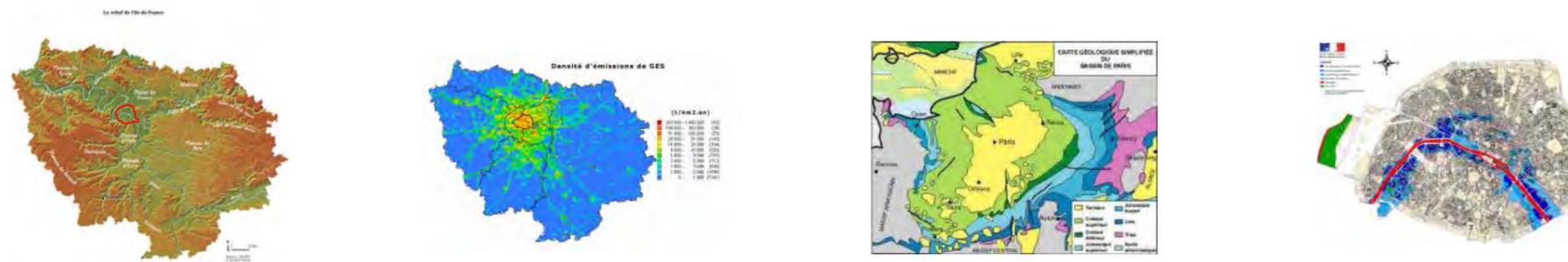


Figure 7 : Synthèse des thématiques et familles d'enjeux considérés (source : Artelia)

Il faut cependant garder à l'esprit que le cloisonnement des familles d'enjeux ne sert qu'à offrir une grille de lecture simple, certains sujets sont très liés (risques et bâti, ressource en eau & milieux naturels, cadre de vie et paysage... Il peut d'ailleurs être nécessaire de mettre en avant des enjeux « consolidés » fruits du cumul de plusieurs enjeux. On mettra en avant certains de ces effets de cumuls au niveau de l'état initial :

- **Qualité de l'eau** : cumul des enjeux d'hydrologie, de maîtrise de l'hydraulique urbaine (infrastructures et équipements), des usages (activités et occupation des sols) et de la maîtrise générale des ressources superficielles et souterraines,
- **Gestion des inondations** : (débordements des réseaux) cumul de enjeux d'hydrologie et hydraulique urbaine (infrastructures et équipements), du bâti et de la planification urbaine, des activités,
- **Végétalisation** : cumul d'enjeux paysagers, de gestion du bâti, du cadre de vie général et des nuisances, de la biodiversité et des fonctionnalités écologiques et ayant des incidences sur le risque inondation.



2.2. Milieu physique

2.2.1. Géographie générale

2.2.2. Climat – Air – Météorologie

2.2.3. Géologie et pédologie

2.2.4. Hydrologie et hydrogéologie

2.2.5. Risques naturels

2.2.1. Géographie générale

Mise en perspective

La ville de Paris s'insère dans l'ensemble géomorphologique du Bassin Parisien. Cet ensemble a été façonné par des siècles d'histoire humaine et des millions d'années d'histoire naturelle.

Paris s'insère dans la géographie naturelle de l'Île de France, classique d'un relief de plateaux entaillés par les cours d'eau. La ville est logée dans la vallée large à fond plat résultant du comblement par les alluvions et drainée par la Seine et la Marne.

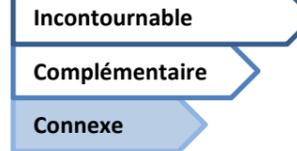


Figure 8 : Topographie générale de l'Île de France (Source : Etat initial du SDRIF)

Sensibilité des enjeux

La géographie générale du territoire ne présente qu'un enjeu relatif au regard du zonage d'assainissement et n'est présentée ici qu'à titre informatif.

Les enjeux inhérents à la géomorphologie du site sont détaillés plus loin (hydrogéologie, géologie, risques, milieux humains et naturels)



La géographie francilienne est marquée par une urbanisation concentrée autour de l'agglomération parisienne et des vallées de la Seine, de l'Oise et de la Marne et entourée de grandes étendues agricoles productives (Brie, Beauce...) et de quelques grands massifs boisés.

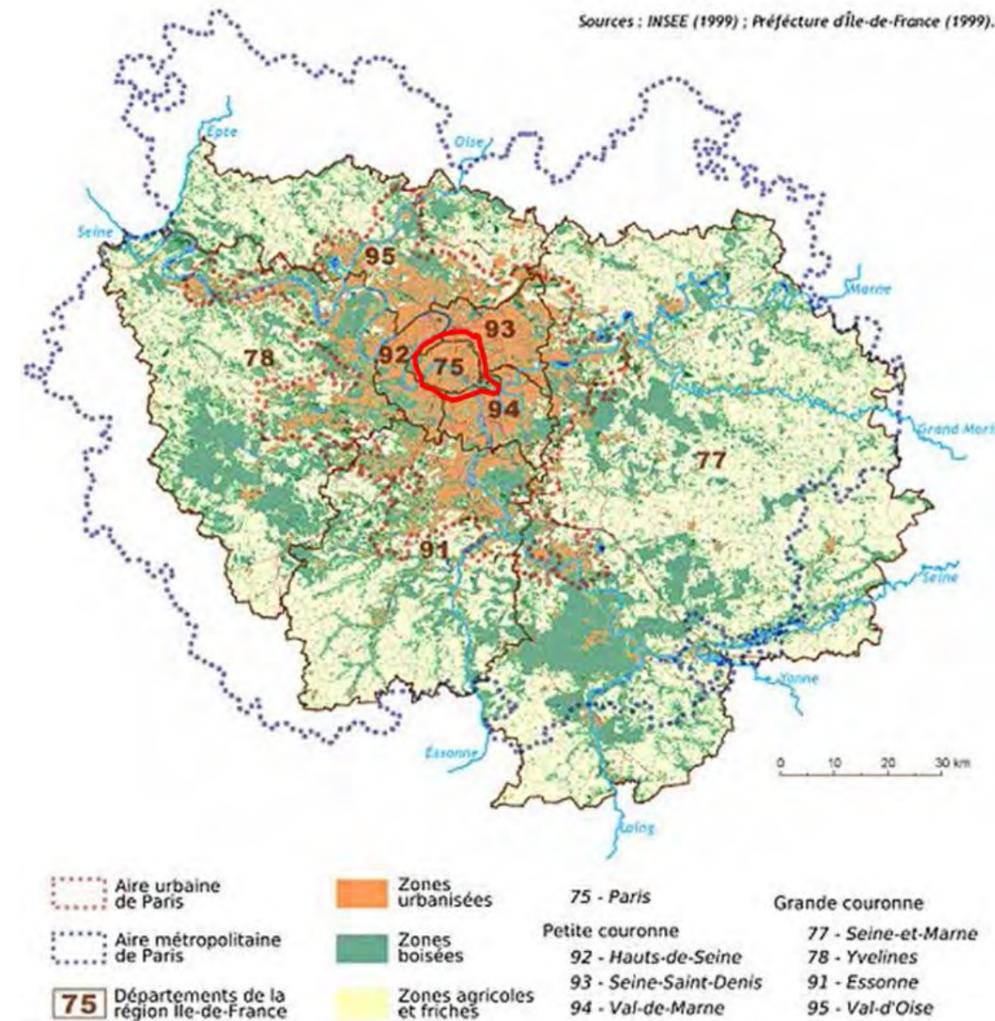


Figure 9 : Occupation des sols générale de l'Île de France

Description des enjeux liés à la géographie générale

Les caractéristiques géomorphologiques font du Bassin Parisien un espace particulièrement propice à l'épanouissement des activités humaines. Les rivières y ont ouvert un quadrillage de vallées convergeant vers cet abaissement qui est joint à la mer par la vallée ample et accueillante de la Seine. Paris s'est implanté sur une île légèrement en aval du confluent de la Seine et de la Marne, au milieu d'une large plaine alluviale, dans le lit majeur du fleuve et entourée d'un cercle de faibles hauteurs, dernières avancées des plateaux tertiaires occupant le centre du Bassin Parisien.

A l'abri des eaux et dominant le fangeux berceau de la capitale, les collines périphériques, creusées par l'érosion dans les dernières avancées des hautes plaines sédimentaires, ont des caractéristiques bien différentes. Au sud, les assises calcaires se terminent brusquement, à une faible distance du fleuve et de l'île originelle, par un promontoire couronnant de fortes pentes, où les Romains édifièrent une nouvelle Lutèce. Au nord, les plaines de France, établies sur les couches alternées de calcaire, d'argile et de sable, se fractionnent en plusieurs massifs offrant souvent une dénivellation d'une cinquantaine de mètres au-dessus du marais colmaté où la ville s'étale largement.

Les points les plus élevés sur la voie publique, exprimés en système orthométrique, sont situés à gauche de l'entrée de l'église Saint-Pierre de Montmartre, à 128,21 mètres et rue du Télégraphe, devant le cimetière de Belleville, à 128,16 mètres.

Les points les plus élevés du sol naturel sont situés à l'intérieur du cimetière jouxtant l'église Saint-Pierre de Montmartre, à 130,53 mètres, et à l'intérieur du cimetière de Belleville à 128,64 mètres.

Le point le plus bas est le niveau moyen de la Seine, au Point du Jour, en limite de Paris, de Boulogne et d'Issy les Moulineaux, à 26 mètres.

Quelques altitudes du relief de Paris :

- Ménilmontant : 118 mètres,
- Belleville : 115 mètres,
- Buttes Chaumont : 101 mètres,
- Montsouris : 78 mètres,
- Montagne Sainte-Geneviève : 65 mètres,
- Charonne : 65 mètres,
- Butte aux Cailles : 60 mètres,
- Maison Blanche : 53 mètres.

Le périmètre du territoire administratif de Paris est de 54,74 km. Ce périmètre est calculé en faisant bien sûr le tour des bois. La longueur du boulevard périphérique est, elle de 35,5 km.

Les bois de Boulogne et de Vincennes ont respectivement des superficies de 843 et 992 hectares.

Les quelque 400 jardins intra-muros représentent une superficie de 373 hectares.

La superficie de Paris est passée de 2 hectares (Paris en 56 avant J.C.) à 53 hectares (Lutèce gallo-romaine, IER au IIIème siècle), à 10 539 hectares de nos jours.

La population est passée de 7 000 habitants (Lutèce gallo-romaine, 1^{er} au 3^{ème} siècle) à 2 230 000 habitants aujourd'hui, après un pic à 2 800 000 habitants en 1936. La voirie représente une longueur de quelque 1710 km et une superficie de près du ¼ de Paris.

Paris compte 6 290 voies publiques ou privées, dont 875 voies privées fermées, et 180 voies privées ouvertes à la circulation publique (selon données de l'observatoire des déplacements 2012).

Conclusions Perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

Pas de remarques spécifiques sur la géographie générale du site.

Pas d'évolution attendue

Pas d'indicateur proposé

2.2.2. Climat – Air - Météorologie

Mise en perspective

Lorsqu'on le compare aux autres climats français, le climat de l'Île-de-France est caractérisé par une certaine modération, pratiquement dans tous les domaines. L'Île-de-France se trouve en effet dans un bassin, en limite des influences océaniques, à l'ouest et continentales, légèrement prépondérante à l'est.

Ville	Ensoleillement (h/an)	Pluie (mm/an)	Neige (j/an)	Orage (j/an)	Brouillard (j/an)
Moyenne nationale	1 973	770	14	22	40
Paris ²	1 630	642	15	19	13
Nice	2 668	767	1	31	1
Strasbourg	1 633	610	30	29	65
Brest	1 492	1 109	9	11	74

Figure 10 : Synthèse comparative des données climatiques parisiennes

On notera que la très forte densité urbaine génère un vaste effet d'îlot de chaleur urbaine à l'échelle de l'agglomération parisienne. Les températures dans Paris sont en général de 2,5°C plus élevée qu'en périphérie.

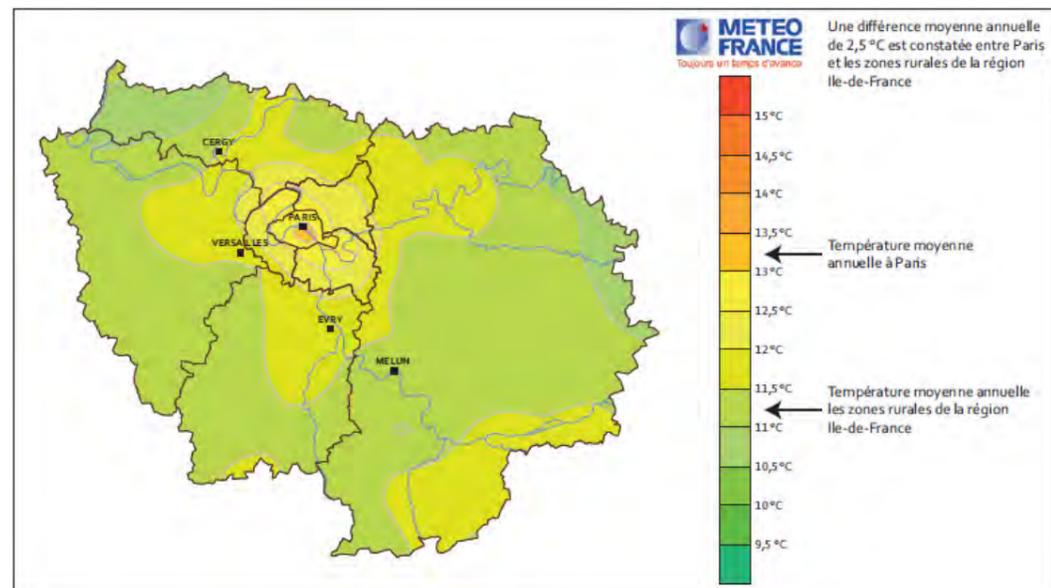


Figure 11 : Cartographie de l'îlot de chaleur en IDF (source APUR).

Sensibilité des enjeux

La météorologie est évidemment un facteur essentiel dans l'élaboration du zonage d'assainissement. Il est en particulier important de comprendre les périodicités et les intensités des événements pluvieux qui seront dimensionnant pour les prescriptions techniques.

La température nous intéresse également, car les pratiques de végétalisation pouvant être mises en œuvre pour la gestion des eaux pluviales ont une incidence possible sur l'effet îlot de chaleur.

Enfin, à échelle globale, la prise en compte du changement climatique s'impose, à minima pour évaluer les tendances d'évolutions et leurs incertitudes à long terme. Ces sujets étant traités de manière plus opérationnelle dans les chapitres suivants, ce chapitre est donné en introduction pour permettre une meilleure compréhension générale des phénomènes impliqués.

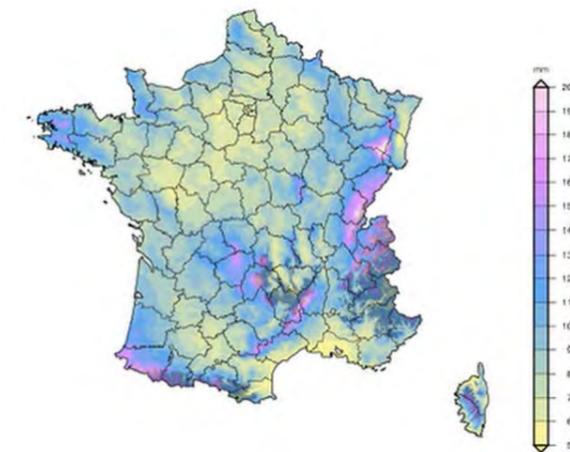
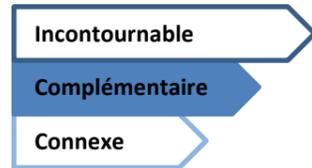


Figure 12 : Carte des précipitations moyennes en France 1981-2010 (source : météo France)

A l'échelle globale, le changement climatique méritera d'être pris en compte pour anticiper les évolutions possibles de températures et de régimes de précipitation. Les influences du changement climatique varie selon les régions, Météo France anticipe une hausse des températures de 3 à 4 °C en région parisienne, les phénomènes extrêmes risquent de gagner en fréquence et en intensité.

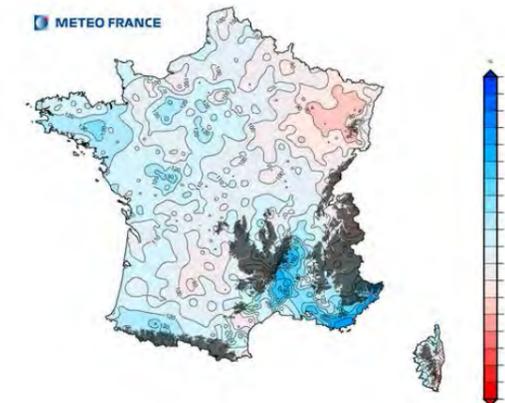


Figure 13 : Cumul de précipitation 2014- normale (1981-2010) (source météo-France).

Description du contexte météorologique

Selon la terminologie officielle des services météorologiques internationaux, dont Météo-France, Paris connaît un climat local de type « semi-continental ».

Géographiquement, Paris est en effet à la jonction de deux influences climatiques opposées : une influence continentale marquée par des arrivées de masses d'air de nord et d'est généralement froides, et une influence océanique de masses d'air plus douces. Le climat parisien est donc principalement marqué par des étés chauds et des hivers froids.

La climatologie parisienne est déduite d'un long historique de 130 ans. En effet, on doit rappeler que les premières observations et relevés météorologiques datent à Paris de 1873. Le schéma suivant rappelle quelques données de températures et de précipitations, moyennes et extrêmes, observées depuis cette date et donc caractéristiques du climat parisien.

Les températures moyennes mensuelles varient entre + 4,7°C en janvier, mois le plus froid, et +20,0°C en juillet et en août, mois les plus chauds. La température moyenne annuelle à Paris est de 12,0°C.

⇒ Les précipitations

Ceci peut paraître assez paradoxal mais l'Ile-de-France est l'une des régions les plus sèche de France; du moins si l'on tient compte de la quantité de précipitations qui tombe sur l'ensemble d'une année (642 mm d'eau par an à Paris alors que la moyenne nationale est d'environ 750 mm). Le nombre moyen de jours de pluie ou de neige est en revanche beaucoup plus important et au-dessus de la moyenne nationale et oscille entre 160 et 170 par an, ce qui représente en moyenne un jour sur deux...

Remarque : Les précipitations représentent, en terme de pollution de l'air un facteur favorable, « nettoyant » l'atmosphère des divers polluants.

La hauteur maximale de précipitations enregistrée sur 24 heures a été de 95,7 mm, le 24 août 1987. Les précipitations, ce jour-là, ont représenté pratiquement les précipitations moyennes observées normalement en deux mois !

Comme pour les températures, on pourra noter que l'année la plus sèche est ancienne (1921) et que l'année la plus humide est très récente (2000).

En durée de précipitations mesurables, c'est-à-dire supérieures ou égales à 1 mm sur 24 heures, Paris connaît en moyenne 111,4 jours de pluie par an (moyenne sur la période 1981 – 2010). Les statistiques de jours d'orages s'établissent à 17,9 jours par an. Sur la période 1986-2000, des précipitations neigeuses ont été observées en moyenne 11 jours par an.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
53,7	43,7	48,5	53,0	64,9	54,6	63,2	43,0	54,7	59,7	52,0	58,7

Figure 14 : Moyenne mensuelle des précipitations (source : Etat initial de l'environnement du PLU)

⇒ Pluviométrie urbaine : « pluies de projets »

La description générale des pluies ne suffit pas à bien appréhender les enjeux de la pluviométrie urbaine. En effet le comportement des réseaux, la forme et l'intensité des ruissellements, la réponse des milieux récepteurs dépend de plusieurs caractéristiques beaucoup plus fines qu'une simple hauteur d'eau moyenne reçue par un territoire donné.

Il convient de connaître à la fois la durée, le volume et l'intensité des épisodes. Une même hauteur d'eau (par exemple 10mm) peut tomber en quelques minutes ou en plusieurs épisodes répartis sur plusieurs heures. Les conséquences sur le ruissellement et le réseau sont évidemment très différentes.

Pour caractériser les épisodes pluvieux, on établit d'une part des courbes dites « Intensité Durée Fréquence » (IDF) qui donnent les « temps de retour » (fréquence d'occurrence ou probabilité statistique qu'à un tel événement pluvieux de se produire) des événements pour une intensité et une durée donnée :

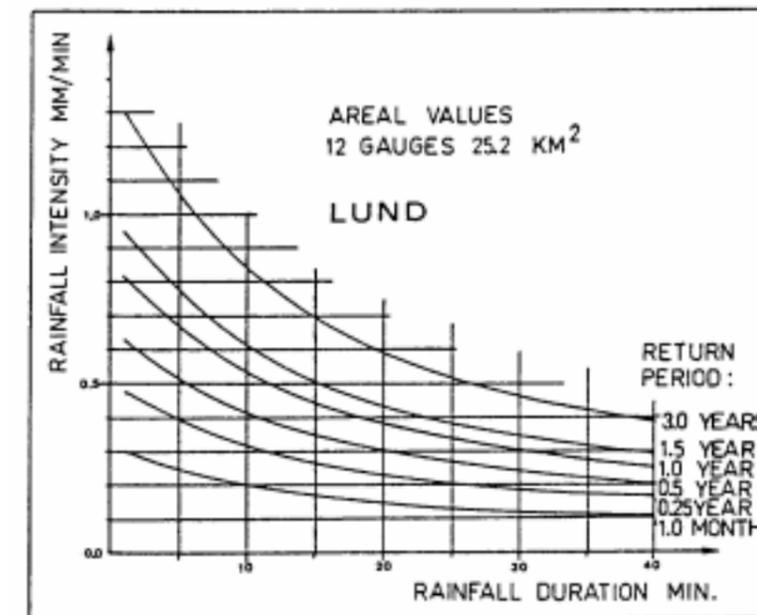


Figure 15 : Courbe type "Intensité Durée Fréquence (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA)

Les épisodes intenses et concentrés sont les plus problématiques (orages, pluies tropicales) mais sont également heureusement relativement rares dans nos régions au-delà d'un certain niveau (temps de retours décennal ou centennal). Ces événements majeurs sont dimensionnant pour certains types d'équipements et niveaux de service.

Derrière ces courbes IDF, se cache des « profils » de pluie. Une pluie à un début, une fin, connaît des évolutions d'intensité dans sa durée, peut se répartir en événements successifs plus ou moins indépendants.

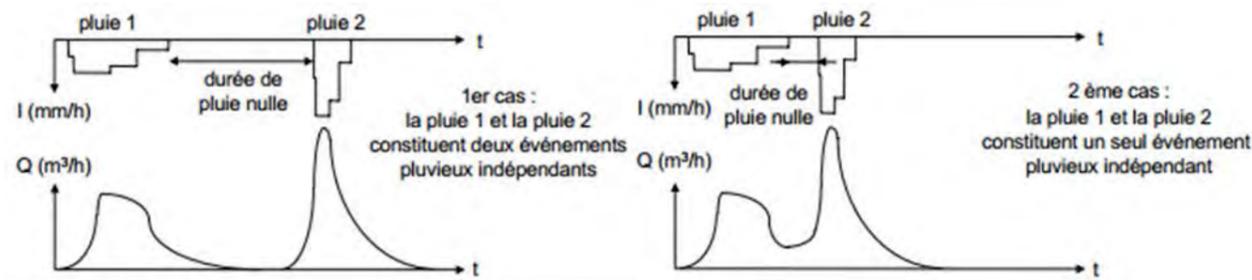


Figure 16 : Principe des profils de pluies (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA)

Afin de modéliser la réponse des réseaux et pour formuler des prescriptions (débits de fuite en sortie de bassin versant, vitesses d'écoulement, volumes de stockage tampon, taux limites d'infiltration, etc.), il faut artificiellement convenir d'un profil type de pluie représentatif ou « **pluie de projet** ».

Les experts utilisent communément 2 types de pluies de projet : le type « **Chicago** » et le type « **double triangle** ».

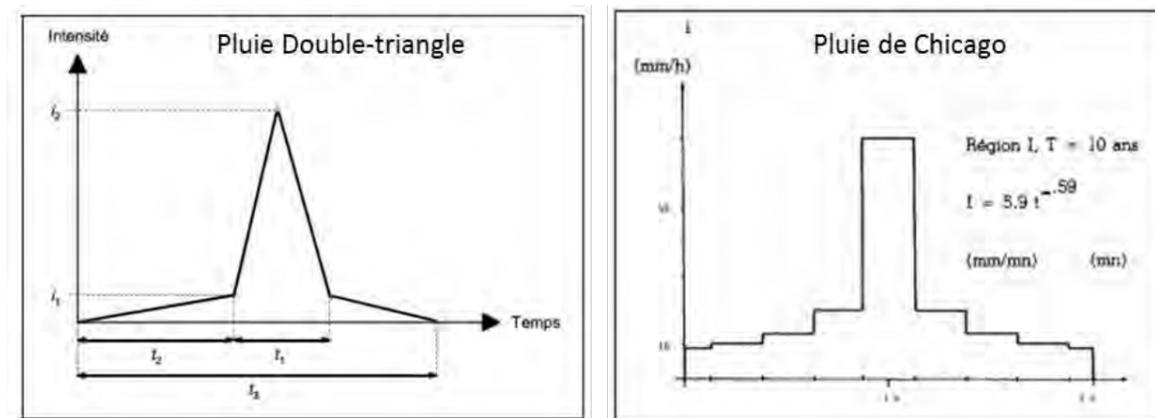


Figure 17 : Modélisation des pluies de projet (Source : cours de gestion des eaux pluviales, INSA)

- De ces deux approches, on pourra simplement retenir ici qu'ils sont mieux adaptés la sensibilité des modèles de ruissellement utilisés par l'ingénierie d'hydraulique urbaine. Dans le cas présent, les études hydrauliques utilise le type « simple triangle », suffisante à l'échelle de travail du zonage d'assainissement (A noter que la pluie décennale d'été de type Chicago est utilisée par la Section de l'Assainissement de Paris, afin d'évaluer les risques et volumes de débordements du réseau).

La pluie de projet « 16 mm »

Cette pluie constitue la référence pour le zonage d'assainissement de Paris. Cette pluie bisannuelle avait été retenue dans l'étude de schéma directeur d'assainissement de la zone centrale de l'agglomération parisienne de 1997 et constitue la pluie de dimensionnement des aménagements prévus dans le schéma directeur du SIAAP actualisé en 2007.

Il s'agit d'une pluie généralisée, de forme simple triangle, de durée 4 heures, d'intensité de pointe 8 mm/h. Sa période de retour est de 6 mois (selon les statistiques Météo France du poste de Paris-Montsouris).

Le rapport de phase A2 de l'étude zone centrale de 1997 justifie ainsi le choix de la pluie bisannuelle comme référence à la préfiguration des scénarios : « Il est important de rappeler que la pluie bisannuelle est considérée comme représentant le seuil de contrôle permettant d'éviter l'anoxie en certains secteurs de Seine. Ce seuil d'intervention est considéré le même pour tous les sites. L'efficacité recherchée (% d'abattement de la pollution) est différente selon que l'on parle des déversements en amont du secteur de Paris ou en au droit de celui-ci, ou plus en aval ; mais, cette distinction d'efficacité se traduit plutôt dans le type d'interventions retenues, que dans le seuil de contrôle à maintenir. »

Ainsi, au stade de la préfiguration des scénarios, la pluie bisannuelle est retenue puisque l'interprétation des déficits en oxygène dissous mesurés et modélisés, montre qu'une réduction de moins de 50 % des charges rejetées pourrait permettre d'éviter les seuils critiques en oxygène dissous et nous maintenir très près des normes. »

Comme il s'agit, dans le zonage pluvial, de traiter d'une problématique d'abattement volumique, il a été décidé de s'affranchir des données de durée et d'intensité, pour ne se limiter qu'à une lame d'eau.

Dans le cadre spécifique du zonage pluvial, il faut noter que le plus important n'est pas nécessairement l'abattement de la totalité de ces 16mm (même s'il reste préférable) mais plutôt l'absorption de la « lame d'eau ». Pour laisser une certaine souplesse dans la mise en œuvre des aménagements nécessaires et prendre en compte les contraintes sur les terrain concernés, le règlement du zonage d'assainissement impose une approche de l'abattement volumique minimum sous la forme de deux règles, la règle du seuil (4, 8, 12 ou 16mm), cible privilégiée du zonage, et la règle du pourcentage (30%, 55%, 80%) à motiver et soumis à l'accord du service en charge de l'assainissement pluvial, en cas de difficulté à l'application de la première règle.

Les modalités d'aménagements possibles ne sont pas les mêmes selon le profil d'abattement volumique retenu. A noter que les conséquences sur la réponse hydraulique du réseau ne sont pas non plus les mêmes et que les deux possibilités de cette alternative ne sont pas équivalentes.

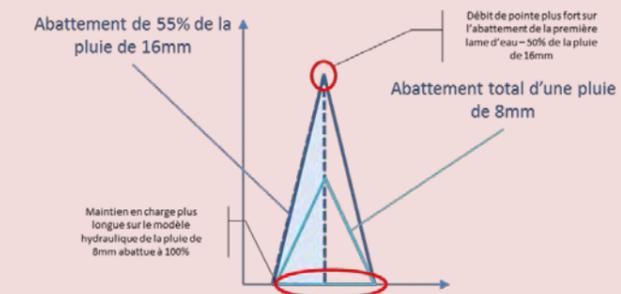


Figure 18 : Schéma de principe de l'alternative de modes d'abattement volumique proposée par le zonage

Par ailleurs, notons que cette approche s'applique à des superficies données et que les % d'abattement s'entendent « en moyenne » sur la zone concernée. Ainsi 55% d'abattement d'une pluie de 16mm peut aussi bien signifier 100% d'abattement sur 55% de la surface que 55% d'abattement sur toute la surface. Ainsi la souplesse de modalité de mise en œuvre est beaucoup plus importante.

A noter que le niveau attendu d'abattement (16mm, 12mm, 8mm, 4mm) varie en fonction des contraintes du sol (zone à risque gypse...) et des besoins techniques des réseaux à l'aval (risque élevé de saturation du réseau à l'aval).

Enfin, il faut également noter que le modèle considère une durée d'abattement volumique de pluie de 24h. Cela correspond au temps de retour en capacité d'abattement initial des dispositifs végétalisés (évacuation de l'eau en cours de percolation / évapotranspiration de l'eau accumulée...).

⇒ **Les températures**

Les températures moyennes mensuelles sous abri, exprimées en degré Celsius (°C), sont données dans le tableau ci-dessous.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
4,7	5,5	8,4	10,8	14,8	17,5	20,0	20,0	16,6	12,5	7,9	5,7

Les records du mois d'août 2003

De nombreux records de chaleur datant de 1947, ont été battus en août 2003. Il a fait par exemple 42°5 à St Maur (94), 41°0 à Maule (78), 40°2 au Bourget (93), 40°0 à Orly (94)...mais seulement 39°5 à Paris-Montsouris, à cause de l'arrosage quotidien (il avait fait 40°4 en 1947).

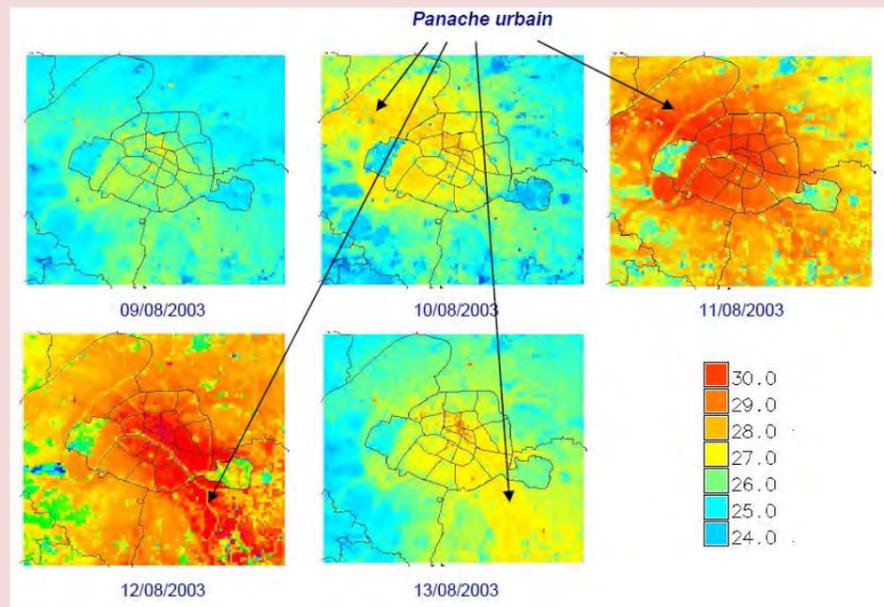


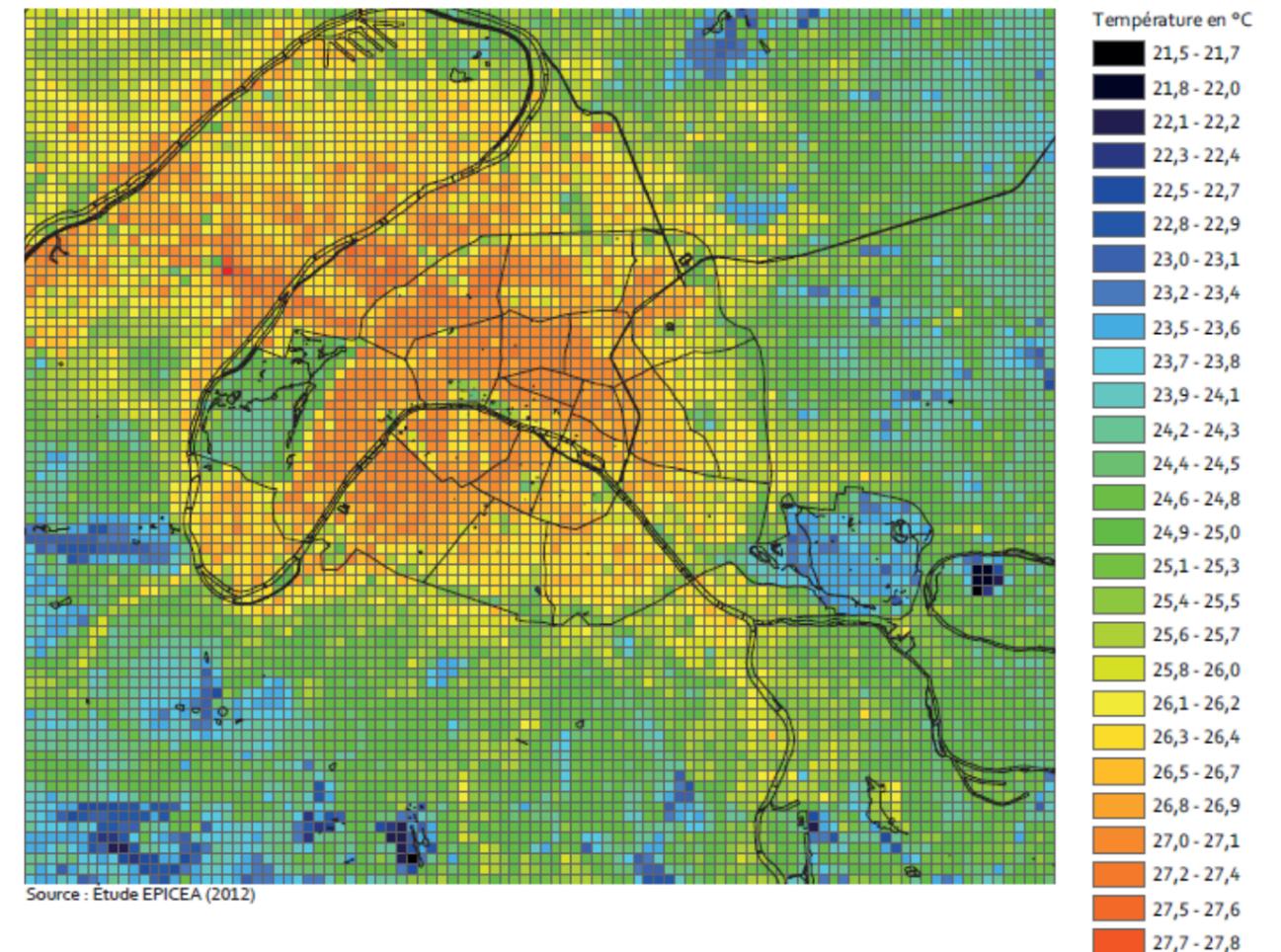
Figure 19 : Illustration îlot de chaleur et canicule d'Août 2003 (source EPICEA)

On notera que, depuis 1873, l'année la plus froide est très ancienne (1879) et que l'année la plus chaude est récente (1994). Peut-être, doit-on y voir là une conséquence locale du changement climatique.

Description de l'enjeu « Ilot de chaleur urbaine »

⇒ **L'effet îlots de chaleur**

La carte des températures moyennes annuelles met très bien en valeur l'îlot de chaleur produit par l'agglomération parisienne et provoqué par l'omniprésence des surfaces bétonnées, des chauffages urbains, de l'asphalte...etc. La différence de température entre le centre de Paris St-Germain des Prés ou la Tour-St-Jacques peut être considérée comme étant le centre de l'îlot de chaleur) et la lointaine banlieue (Trappes ou Toussus-le-Noble) dépasse 2°5 en moyenne annuelle, ce qui est considérable.



Source : Etude EPICEA (2012)

Figure 20 : Température de l'air à 2m du sol le 10 août 2003 (Source EPICEA)

Le phénomène a tendance à s'accroître au fil des années. La différence de température avec la banlieue et surtout la campagne, est notamment sensible en fin de nuit. Lorsque le vent est faible et que la nuit a été étoilée, elle peut atteindre 7 à 8°C et même plus de 12°C lorsque le sol est couvert de neige ! En revanche, elle ne dépasse généralement pas 1 à 3° l'après-midi.

⇒ **Les grands facteurs d'influence, le rôle de la végétation**

Les grands facteurs d'influence du climat de Paris sont la présence de l'eau, de la végétation, le choix des revêtements du sol, des murs et des toits, la forme urbaine.

A ce titre, la diminution de l'imperméabilisation des sols à travers un passage de revêtements artificiels sombres (de type bitume ou bétons) à des surfaces végétalisées a un impact direct sur les mécanismes d'absorption et de diffusion de la chaleur.

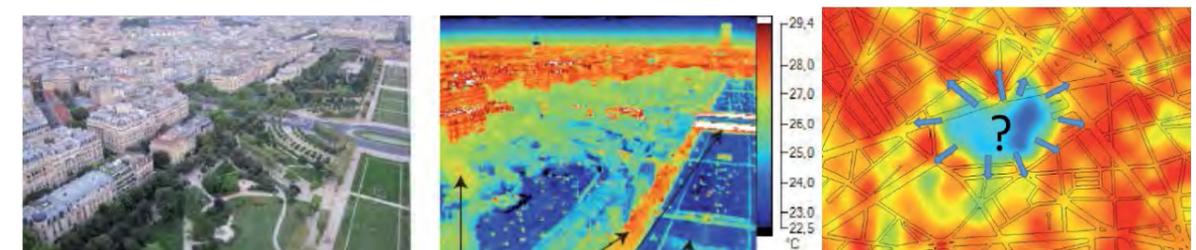


Figure 21 : Influence du végétal sur l'effet îlot de chaleur : exemple du champs de mars vers 20h en 2010 (source : APUR). Droite schématisation du mécanisme de diffusion de brise thermique générée par un parc urbain

Plusieurs phénomènes sont en jeu avec la végétation. Le premier est l'évapotranspiration, elle concerne tous les types de végétaux : pelouses, arbustes, arbres à grand développement, etc.

L'évapotranspiration qualifie la transformation d'eau liquide en vapeur d'eau lors de la photosynthèse ou lors de la régulation thermique des plantes. Ce processus consomme de l'eau liquide puisée dans le sol et évacuée sous forme de vapeur par le feuillage. Ce processus consomme de l'énergie prélevée dans l'environnement, plus précisément dans la chaleur ambiante. Le végétal se comporte dans l'espace urbain comme un climatiseur passif.

Le second phénomène est lié au volume et à la hauteur de végétation. Les plantes hautes généreront de l'ombre qui diminuera le réchauffement par rayonnement direct le jour et atténuera les restitutions de chaleur la nuit sur les zones qui n'ont pas été exposées et n'ont donc pas stocké de chaleur.

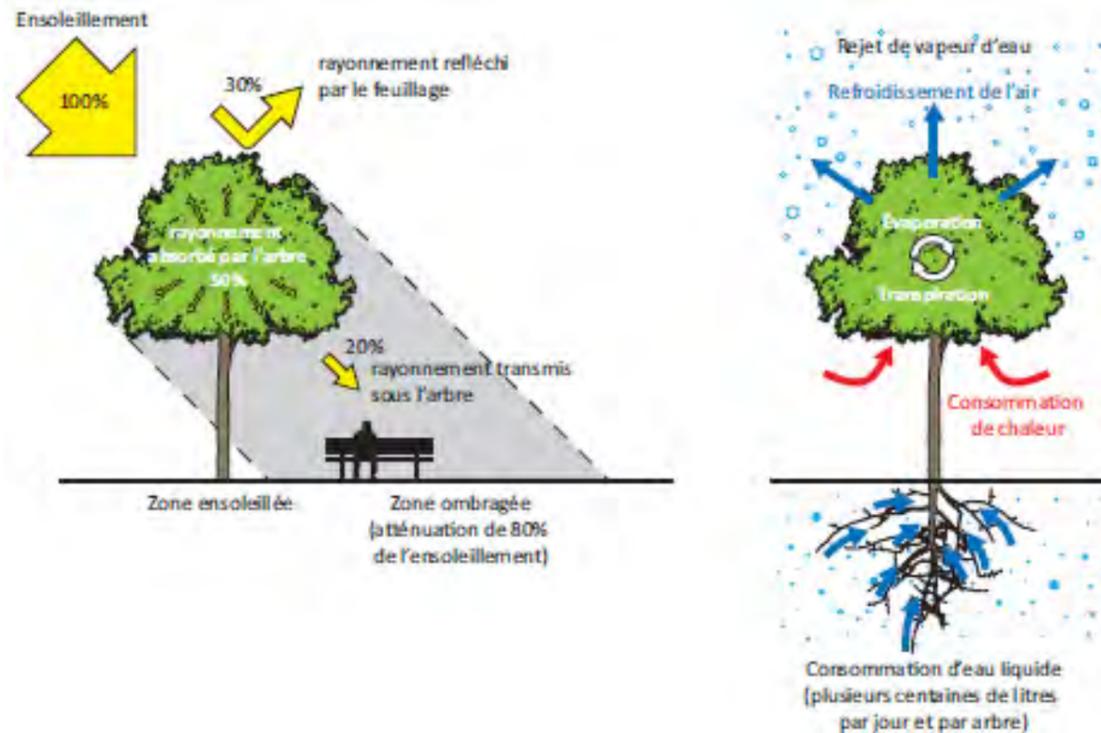


Figure 22 : illustration des services de climatisation naturelle par les arbres

Description des enjeux liés à la qualité de l'air

La qualité de l'air est affectée par la présence en plus ou moins grande quantité de certains composés chimiques principalement liés aux activités anthropiques. Ces composés chimiques voyagent et interagissent entre eux dans l'atmosphère.

Certains vont se retrouver comme les oxydes d'azote dans des concentrations plus élevées principalement à proximité des sources d'émission polluantes liées aux activités humaines.

D'autres peuvent se former comme l'ozone après des réactions photochimiques complexes dans des zones plus rurales.

Certains polluants comme les particules peuvent voyager sur de grandes distances et l'Île de-France impacte fortement et est impactée par les émissions venant d'autres régions et d'autres pays.

Les indications du Réseau de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France Airparif mettent en évidence une évolution contrastée de la teneur en polluants réglementés dans l'atmosphère francilienne. Parmi les points positifs, on notera la baisse de certains grands indicateurs de la pollution atmosphérique.

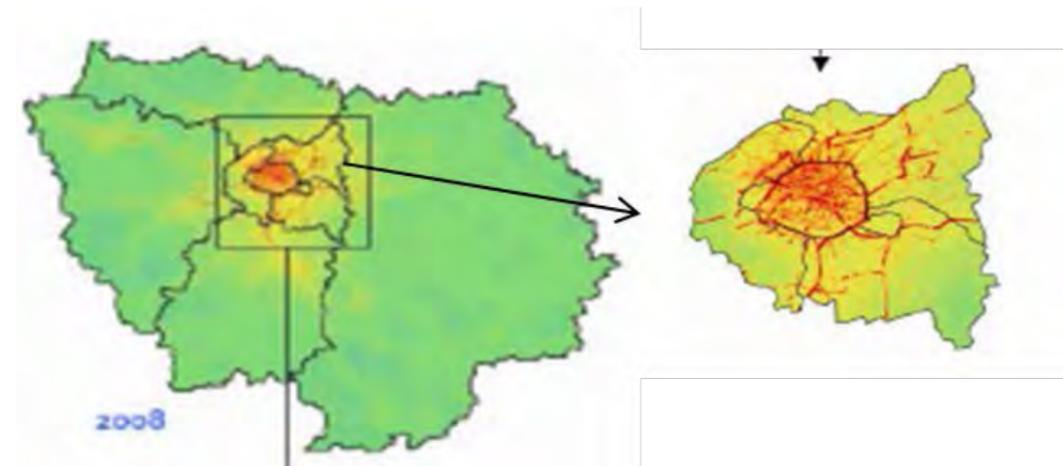


Figure 23 : Concentration moyenne annuelle de NO2 en 2008 (source : Profil environnemental de l'IDF)

Ainsi pour le dioxyde de soufre (SO2) les niveaux de concentration ont été divisés par un facteur 10 depuis 40 ans. La baisse des rejets de monoxyde de carbone (CO) grâce à l'amélioration des moteurs des véhicules, la réduction de la teneur en plomb des carburants sont d'autres éléments positifs. En revanche, des dépassements récurrents des valeurs limites sont observés pour le dioxyde d'azote (NO2) à proximité des axes routiers à fort trafic mais aussi en situation de fond éloignée du trafic. À proximité du trafic, les valeurs limites de concentration des particules, y compris les plus fines et les plus nocives, sont également dépassées régulièrement.

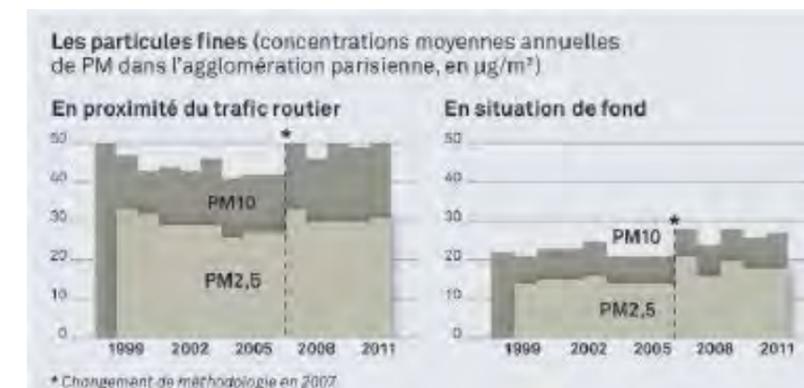
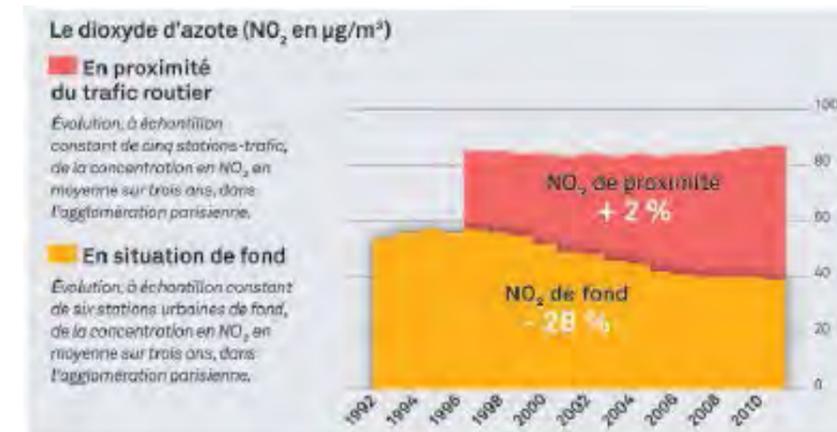


Figure 24 : Synthèse des émissions atmosphériques de NO2 et de particules (source évaluation environnementale du Schéma Directeur Régional IDF)

⇒ **Influence de la végétation urbaine**

Les effets positifs de la végétation sur la qualité de l'air en milieu urbain sont connus. A travers le processus de la photosynthèse, elle fixe le carbone et le CO₂ et produit de l'oxygène.

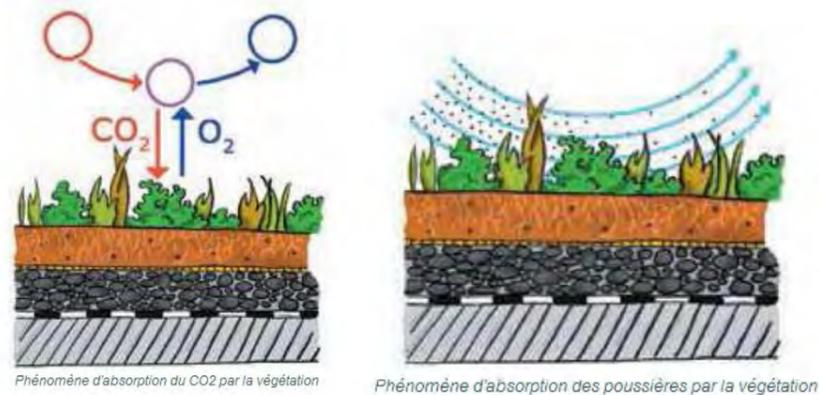


Figure 25 : illustration de l'épuration de l'air et de stockage de CO₂ par les plantes

Mais la végétation joue également un rôle de filtre en diminuant le taux de particules fines en présence. En effet, le processus d'évapotranspiration élève l'humidité de l'air et favorise ainsi la création de rosée. Ce sont dans ces fines gouttelettes d'eau que se fixent pollens et poussières, et notamment les métaux lourds tels que les particules de plomb, de carbone, et les composés organiques tels que l'azote... Elles sont ensuite fixées dans le substrat ou nourrissent les bactéries, plantes et insectes qui vont s'y développer.

Selon l'ADIVET et le CSTB, les systèmes de végétalisation extensive peuvent dégrader jusqu'à 90% des composés tels que le monoxyde de carbone et le butane. Un mètre carré d'un toit vert (gazon) capture environ 0,2 kg de particules en suspension dans l'air par jour.

Conclusions & perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

Le climat de Paris présente des caractéristiques en tout point modérées. Il est néanmoins essentiel de bien choisir les profils de pluies dimensionnant les ouvrages et aménagements d'abattement en fonction à la fois de la pluviométrie et du comportement des réseaux et des milieux récepteurs finaux. La ville de Paris a retenu une pluie de retour bisannuel de type « 16mm ».

La ville de Paris est soumise à un fort effet d'îlot de chaleur urbaine pouvant engendrer des surélévations de la température de plus de 2°C au cœur de l'agglomération et donc engendrer des surconsommations énergétiques pour la climatisation voire de réels risques sanitaires (canicule de 2003).

La qualité de l'air s'améliore depuis des années mais plusieurs paramètres continuent de dépasser les seuils réglementaires et peuvent avoir des impacts sanitaires.

Une hausse des températures et un accroissement de l'effet îlot de chaleur semble se dessiner. La poursuite de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols participent également à l'accroissement de cet effet.



Indicateurs

- ✓ Evolution des températures moyennes et extrêmes
- ✓ Evolution des écarts de températures entre paris intra-muros et la périphérie
- ✓ Evolution des écarts de températures entre un site témoin végétalisé et un site non aménagé

L'impact sur les précipitations est plus difficile à évaluer en moyenne. Les extrêmes tendraient à s'accroître (sécheresse et épisodes violents de précipitation)



Indicateurs

- ✓ Evolution générale des précipitations (fréquence et intensité des évènements).
- ✓ Vérification de la pertinence du choix de la pluie 16mm (temps de retour, comportement des réseaux...)

La qualité de l'air a tendance à s'améliorer sous l'action conjointe sur la maîtrise de la circulation automobile, l'amélioration des motorisations, la diminution des activités polluantes ou leur meilleur contrôle.



Indicateurs

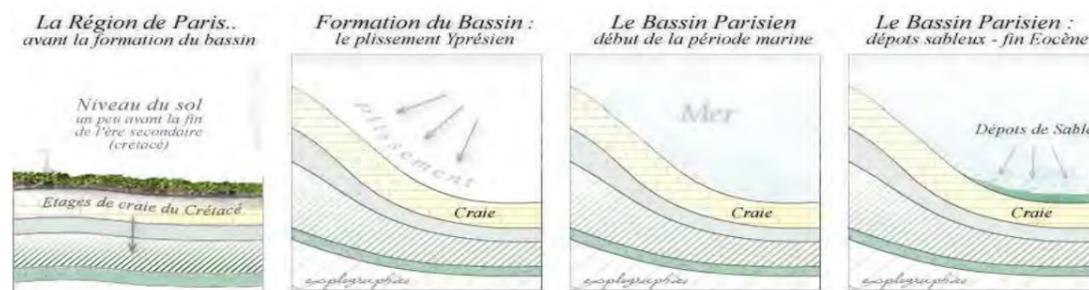
- ✓ Suivi de l'évolution des paramètres de qualité de l'air (de fond et de proximité).

Description des sous-sols – Géologie

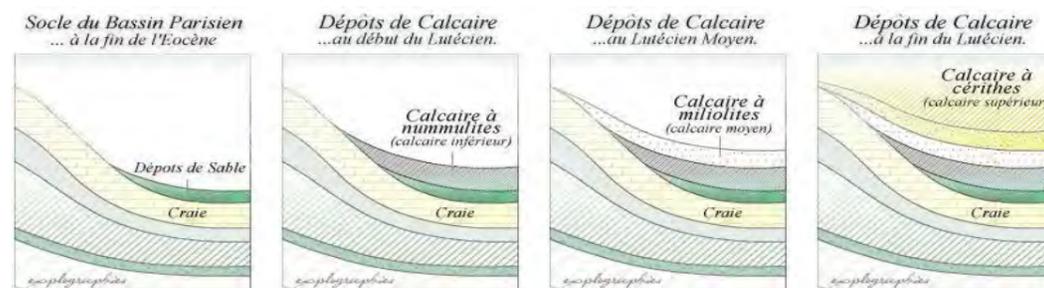
Comprendre le sous-sol de Paris, c'est avant tout comprendre l'histoire de sa formation. Cette histoire se déroule à l'échelle des temps géologiques sur plusieurs centaines de millions d'années sous l'influence de mouvements tectoniques, de phénomènes de sédimentations et d'alternance de montée et retrait de la mer et d'érosion, avant d'être finalement soumis aux activités humaines. Elle a engendré la formation de diverses couches de matériaux de nature et de propriétés très variées, elle explique leur organisation dans l'espace, leur étendue et leur intérêt. L'organisation de ce sous-sol a conditionné le développement de la ville en constituant le socle de son assise, une ressource en matériaux de construction et une contrainte pour sa résilience (stabilité des terrains).

Il convient dans le cadre de la présente évaluation environnementale de saisir la structure de plusieurs grandes catégories de couches issues des grands mécanismes suivant :

Le bassin parisien s'est formé au cours de l'Oligocène, il y a près de 50 millions d'années. Il provient d'un plissement de terrain sous l'influence des mouvements tectoniques (formation du « bassin »). La couche de craie initiale va se couvrir de différents étages de sédiments au fil des épisodes marins (recouvrement du bassin parisien par la mer). Illustration :



Ces dépôts successifs et notamment les phases lagunaires ou lacustres participeront à la formation de l'étage du calcaire « grossier » d'une épaisseur de 30 à 45m sur plusieurs « bancs » qui seront exploités par la suite pour en retirer les meilleures qualités de pierre (carières de la région parisienne). Illustration :



A la fin de cette période, se produit un dépôt au dessus de la couche de calcaire, de marnes et de caillasses. Le retour soudain de la mer va générer de nouveaux dépôts sableux et les épisodes successifs de retrait, périodes lagunaires, etc. vont aboutir à la formation de deux étages distincts : les « sables de Beauchamps » et de grandes masses de Gypse. Le relief lié au plissement initial du territoire va beaucoup influencer sur la localisation des masses de gypse qui ne se formeront que dans les zones où le retrait de la mer laissera des bassins d'eau saumâtre. Sur la coupe ci-contre, le gypse remplace le calcaire dans certaines régions (nord principalement) de Paris.

Sables de Cresnes	Mer
Calcaire de Saint Ouen	Lagune
Sables Marins	Mer
Calcaire de Saint Ouen	Lagune
Sables de Beauchamp	Mer

L'enjeu Gypse

Le gypse est une espèce minérale composée de sulfate dihydraté de calcium de formule $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Le mot gypse désigne ainsi à la fois une espèce chimique et une roche. Il est à la base de la production du plâtre.

Le gypse mérite une attention toute particulière. En effet, il s'agit d'une roche « très faible mécaniquement » et « soluble » dans l'eau.

Le gypse se forme après remplissage de lagunes par l'eau de mer, par évaporation (on le nomme de fait également « évaporite »). Il se forme donc en période de forte intermittence marine, en bassins clos et soumis à une forte évaporation qui concentre et précipite les cristaux de sulfate de calcium. La particularité de ce mécanisme, très lié à la configuration fine du terrain rend la localisation des masses de gypse très variable (et donc difficile à localiser aujourd'hui).

Dissolution du gypse au contact de l'eau et karstification :

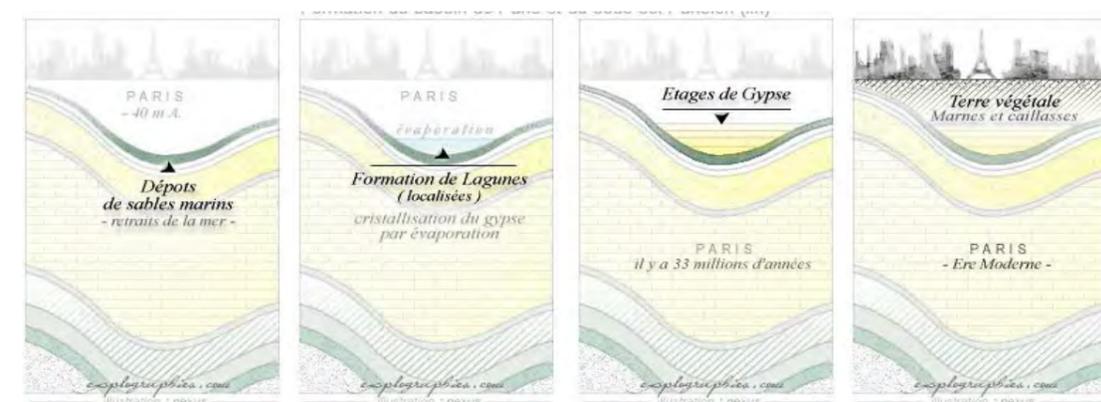
Au contact de l'eau, sa structure se détériore lentement, et finit par se désagréger. Quand ses cristaux ne forment plus une masse de roche "solide", ils laissent place à des vides qui provoquent ces fameux effondrements de carrière de gypse. Ces sols fragiles n'ont pu persister que grâce à une couverture de couches imperméables qui les ont protégés ensuite de l'érosion et surtout de la dissolution de l'eau.

L'exploitation des sous-sols va parfois destabiliser ces protections, réactiver des ruissellements souterrains et détruire ces différentes couches. A noter que la région parisienne (hors Paris) représente encore près de 70% de la production de gypse (application industrielle : construction et fertilisation des sols).



Le caractère karstique gypseux du sous-sol parisien le rend vulnérable aux risques d'effondrement et d'affaissement. Voir chapitre « Risques Naturels » pour les incidents récents liés au risque « dissolution du Gypse »

Les dernières phases de la formation du sous-sol et du sol parisien (figure ci-dessous) incluent le dépôts de plusieurs couches de marnes, de glaise (glaises vertes) et calcaire (calcaire de Brie) dont certaines sont exploitées pour la production de matériaux de construction. Sur ces couches ultimes repose le les alluvions et le substrat des terres végétales (aujourd'hui largement artificialisé).



⇒ **Vue de synthèse**

Les vues suivantes présente la synthèse de la géologie parisienne :

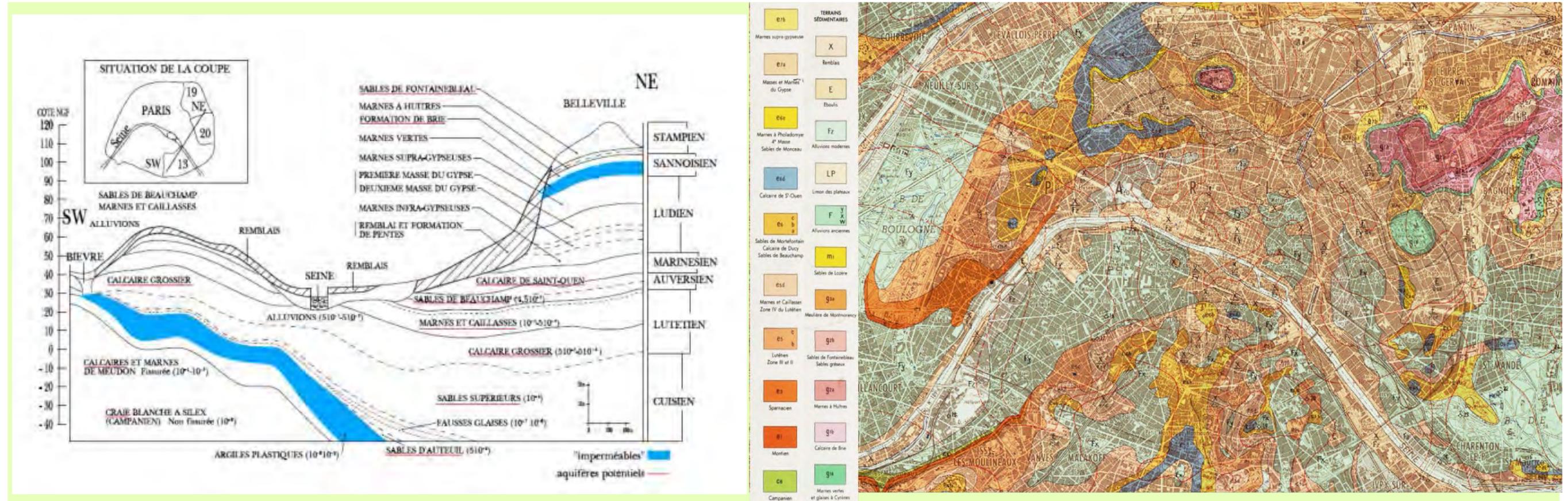


Figure 28 : Coupe géologique de Paris (source : ENS Architecture Paris-Malaquais)

Figure 29 : Carte géologique de Paris (source : ENS Architecture Paris-Malaquais)

Description des enjeux de la géologie économique

La richesse du sous-sol de la région parisienne en matériaux de construction a constitué un des atouts historiques de son développement. Dès l'époque gallo-romaine, **le calcaire de la colline Sainte-Geneviève (5e)** et **le gypse de la butte Montmartre (18e)** ont été exploités pour produire la pierre à bâtir et le plâtre. Avec la craie, utilisée pour la fabrication de la chaux, des ciments, du blanc d'Espagne et du blanc de Meudon (poudres entrant dans la composition des peintures et pour le polissage d'objets), ils constituent les matériaux les plus intensément exploités. Beaucoup d'autres le furent également à une époque ou à une autre : les **limons des plateaux** pour la confection des briques réfractaires, **les sables de Fontainebleau** et **les sables de Beauchamp** pour la verrerie et la fonderie, **le travertin de Brie** pour l'empierrement, **les marnes vertes** et **les argiles sparnaciennes** pour les briques, tuiles et poteries, **les marnes supra-gypseuses** pour le ciment...

L'enjeu carrières

L'exploitation des trois matériaux principaux a laissé des vides d'une étendue considérable dans le sous-sol. Les anciennes carrières de gypse se situent à Paris dans les 10e, 18e, 19e et 20e arrondissements (65 ha sous-minés), dans les Hauts-de-Seine (150 ha), la Seine-Saint-Denis (482 ha) et le Val-de-Marne (104 ha). Les anciennes carrières de calcaire grossier se rencontrent à Paris dans les 5e, 6e, 12e, 13e, 14e et 15e arrondissements (770 ha), dans les Hauts-de-Seine (1 014 ha) et dans le Val-de-Marne (565 ha). Les anciennes carrières de craie sous-minent quatre communes des Hauts-de-Seine : Issy-les-Moulineaux, Sèvres, Meudon et Clamart (35 ha). Plus de 3 000 hectares de terrains, répartis sur 70 communes, sont au total affectés par la présence d'anciennes carrières.

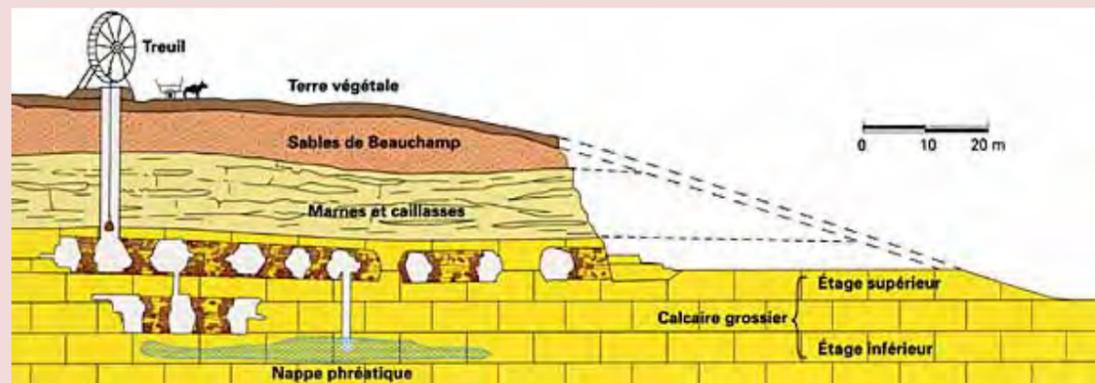


Figure 30 : Illustration de l'exploitation des carrières souterraines en région parisienne

L'Inspection Générale des Carrières (IGC) produit et tient à jour une cartographie de ces anciennes carrières.

Le territoire parisien hérite non seulement des galeries de carrières et d'exploitation de diverses matières premières, mais aussi d'un réseau extensif de galeries de services : tunnels de métro (169km), égouts (2000km) et autres canalisations (eau, téléphone, électricité) souvent sous forme de galeries techniques visitables.

Dans l'absolu, le sous-sol parisien n'est pas considéré comme « fragile » mais peut présenter des sensibilités fortes dans certains cas. Ainsi, en 1975, les géologues ont détecté sous la Gare du nord une cavité de plusieurs milliers de mètres cube issue de la dissolution du gypse. Pour pallier aux risques les plus sensibles, depuis la création de l'Inspection générale des carrières (IGC) en 1777, nombre de galeries ont été comblées, et les quelques 300 kilomètres qui demeurent des anciennes carrières (770 hectares, six millions de mètres cubes) font l'objet d'une surveillance constante par les brigades de l'IGC pour prévenir et combler les excavations.



Figure 31 : Gauche : vue d'artiste du sous-sol parisien (source: <http://armagnacjuliette.hautetfort.com/>).
Droite : vue en coupe type du sous-sol parisien.

Description des sols parisiens - pédologie

Les sols sont situés à l'interface entre la surface, ou le terrain naturel, et la roche en place. Leur formation, la pédogenèse, résulte de processus physiques, chimiques et biologiques faisant intervenir la dégradation de la roche mère, le relief (action mécanique de la pente), le climat (érosion par l'eau et le vent), la végétation et les activités humaines.

La distribution des sols dans la région IDF est dominée par la grande extension de la couverture limoneuse d'origine éolienne déposée au quaternaire. En l'absence de cette couverture, on observe divers sols développés dans des couches géologiques (roches mères) plus ou moins dures (calcaires, marnes ou craie) qui alternent avec des couches plus meubles (argileuses ou sableuses).

⇒ Texture

Chaque horizon (couche de sol) possède une texture (composition granulométrique) qui conditionne en particulier la réserve en eau des sols ainsi que la facilité de réalisation des façons culturales. La texture a également une incidence directe sur le comportement des sols au cours des travaux et sur la possibilité de réemploi des matériaux sur site.

Les classes de textures sont déterminées d'après un triangle qui représente la répartition des constituants du sol suivant leurs dimensions (sables, argiles, limons).

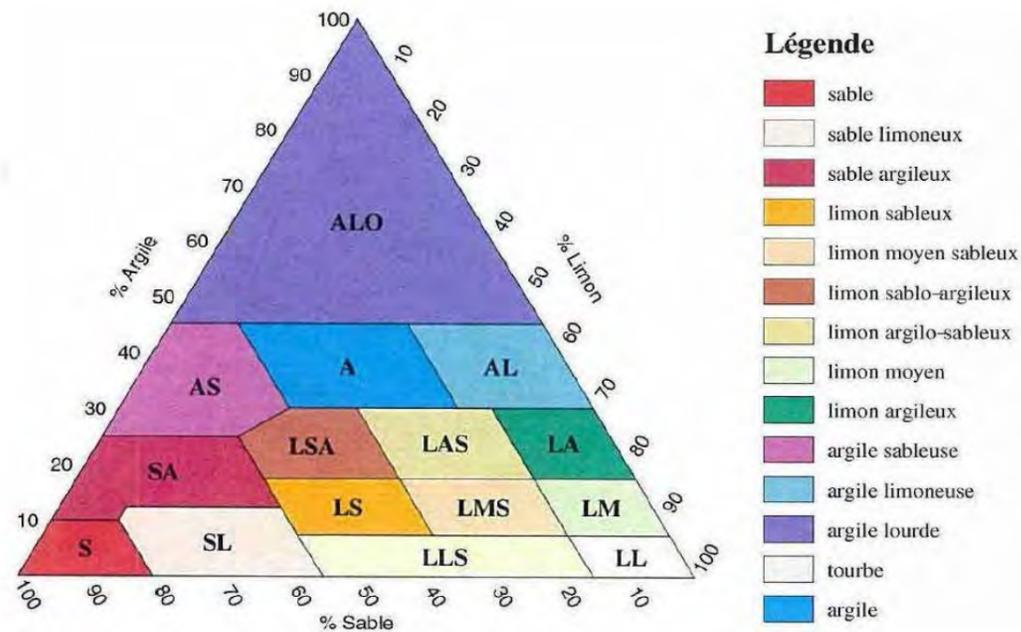


Figure 32 : Triangle de classification des textures de sol

L'urbanisation a pour effet de faire disparaître les sols naturels et de les remplacer par des sols artificiels ou des revêtements. L'imperméabilisation des sols, par des revêtements imperméables (enrobés, bétons) ou des toitures de bâtiments, en est un effet important. L'eau ruisselle et ne s'infiltré plus.

Le sol parisien est largement façonné par la mise en œuvre des remblais, plus ou moins importants et plus ou moins stables au fil des siècles d'aménagement de la ville. Ces remblais peuvent participer aux risques de tassement et d'effondrement des terrains.

Les espaces verts parisiens (jardins collectifs ou particuliers) présentent des sols artificialisés, soit par création *ex nihilo*, soit par bouleversement profond de la nature du sol en place par exportation et ou amenée de matériaux.

Les sols comme support de la couverture végétale urbaine

Tout le monde le sait ou croit le savoir, le sol est vital pour la plante. Mais en site urbain, que reste-t-il de cette composante essentielle à la croissance des arbres ? Où les racines trouvent-elles encore de quoi se nourrir ? Autant de questions et bien d'autres encore que sont appelés à se poser tout aménageur, planteur, arboriste... sans compter que l'approvisionnement en terre dite végétale commence à être difficile pour les grosses agglomérations. La maîtrise des sols constitue ainsi un enjeu majeur dans le cadre d'une politique de végétalisation.

La norme actuelle de végétalisation passe par des considérations exclusivement volumétriques : (8 à 12m³ de terre, 12 à 20m³ de mélange terre-pierre pour tel type d'arbre...). Or cette norme n'est souvent pas adaptée (excessive quand les sols ont une bonne valeur agronomique / très insuffisante dans un environnement stérile). Certaines études (Grand Lyon en 1996) ont démontré que le renouvellement des arbres en milieu urbain se faisait sur des arbres souvent moins que trentenaires remettant en question la durabilité de l'acte de plantation.

Par ailleurs, le travail sur les sols urbains dans un contexte de densification et de reconstruction de la ville sur elle-même impose de nouvelles réflexions sur la valorisation des sols pollués, des déchets de démolitions, des composts de déchets verts, des limons et sables de curage de rivière. Cette réflexion impose de mettre en relation des mondes professionnels qui s'ignorent souvent afin de produire des sols fertiles en milieu urbain.

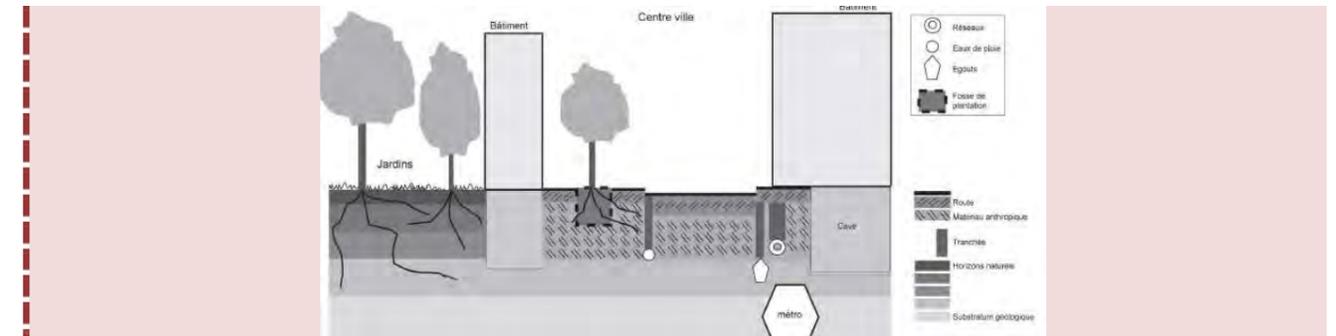


Figure 33 : Schéma de l'organisation des sols en milieu urbain (source : la lettre de l'arboriculture n°38)

On pourra noter ici également la problématique des sols pollués, importante en région parisienne du fait des activités industrielles historiques du bassin parisien qui au gré des décennies ont pu s'implanter au cœur du tissu urbain actuel. Ces pollutions de natures et de propriétés variables (métaux lourds, composés organiques volatiles etc.) peuvent nécessiter un traitement particulier lors d'excavations importantes, selon les procédés constructifs et les types de vocation des sols retenus.

Les nappes sont réputées relativement peu vulnérables à la propagation de polluants par infiltration, ce point mérite toutefois d'être surveillé si l'infiltration devait être généralisée.

Réciproquement, la végétalisation peut être l'occasion d'introduire des techniques de phytoremédiation pour traiter certains sols pollués avant mutation de leur usage.

Perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

La géologie parisienne est un point sensible. Elle implique des fragilités du sous-sols potentiellement aggravées par le ruissellement et l'infiltration des eaux. La nature artificielle des sols leur confère des propriétés particulières à prendre en compte avant d'envisager une politique de végétalisation.

Les zones de fragilité du sous-sol (masses de gypse, carrières etc.) sont aujourd'hui très suivies et encadrées, notamment par l'Inspection Générale des Carrières. Une détérioration faible reste possible (connaissance jamais parfaite des poches de gypse, changements de régime des nappes (remontée, inversion de sens d'écoulement etc.) du fait de l'exploitation/arrêt d'exploitation de la ressource peut faire évoluer les zones de dissolution du gypse.

En particulier, les projets de galeries nouvelles /extension de lignes de métro etc. sont à l'étude (Grand Paris).

Indicateurs

- ✓ Suivi du recensement des masses de gypse (base cartographique IGC)

L'évolution de la composition des sols devrait se maintenir, voire s'artificialiser d'avantage avec les nouveaux aménagements prévus. La pollution des sols est aujourd'hui bien maîtrisée en France mais d'anciens sites seront probablement encore découverts.

Indicateurs

- ✓ Mise en place d'un programme de suivi de la gestion des substrats de plantations urbaines (incluant valorisation des ressources locales, déchets de construction, ...)
- ✓ Suivi du recensement des sites et sols pollués (base de données BASIAS)

2.2.4. Hydrogéologie et hydrologie

Mise en perspective

La géologie de l'Île de France permet de distinguer deux grandes structures : le socle et le bassin sédimentaire. Ces couches sédimentaires sont organisées en auréoles concentriques autour d'une vaste zone centrale. Cela permet la formation de gisements d'eaux souterraines (ou aquifères) importants et étendus.

C'est dans ces formations perméables constituées de roches-réservoirs carbonatés (calcaires en général) ou arénacés (sables, sables argileux) plus ou moins cimentés en grès et souvent chargés en éléments fins, que sont localisés les aquifères. Les formations semi-perméables à imperméables séparent les aquifères ; les premières permettent toutefois des transferts d'eau entre aquifères par drainance hydraulique. On trouve ainsi fréquemment dans le bassin Seine-Normandie des aquifères multicouches.

Sensibilité des enjeux

La maîtrise des écoulements de surface est évidemment une donnée d'entrée essentielle du zonage pluvial. Toutefois, le caractère largement urbanisé du territoire parisien rend l'hydrologie naturelle relativement secondaire.

La connaissance des formations aquifères revêt une certaine importance dans l'optique de l'aménagement de certains procédés d'infiltration (connaissance des zones d'affleurement et des éventuelles nappes fragiles...). Certaines nappes gagneront peut-être à être rechargées grâce à une plus intense infiltration.

De manière générale, le comportement des rivières et des aquifères en région parisienne sont très peu dépendant des précipitations et ruissellement à l'échelle du territoire du zonage.

Incontournable

Complémentaire

Connexe

Le territoire de la Ville de Paris étant largement artificialisé, on se concentre ici sur l'hydrologie « naturelle » qui n'a qu'un sens tout relatif. L'hydrologie « urbaine » est traitée plus loin et est principalement façonnée par le drainage, les traitements de surface et l'hydraulique urbaine.

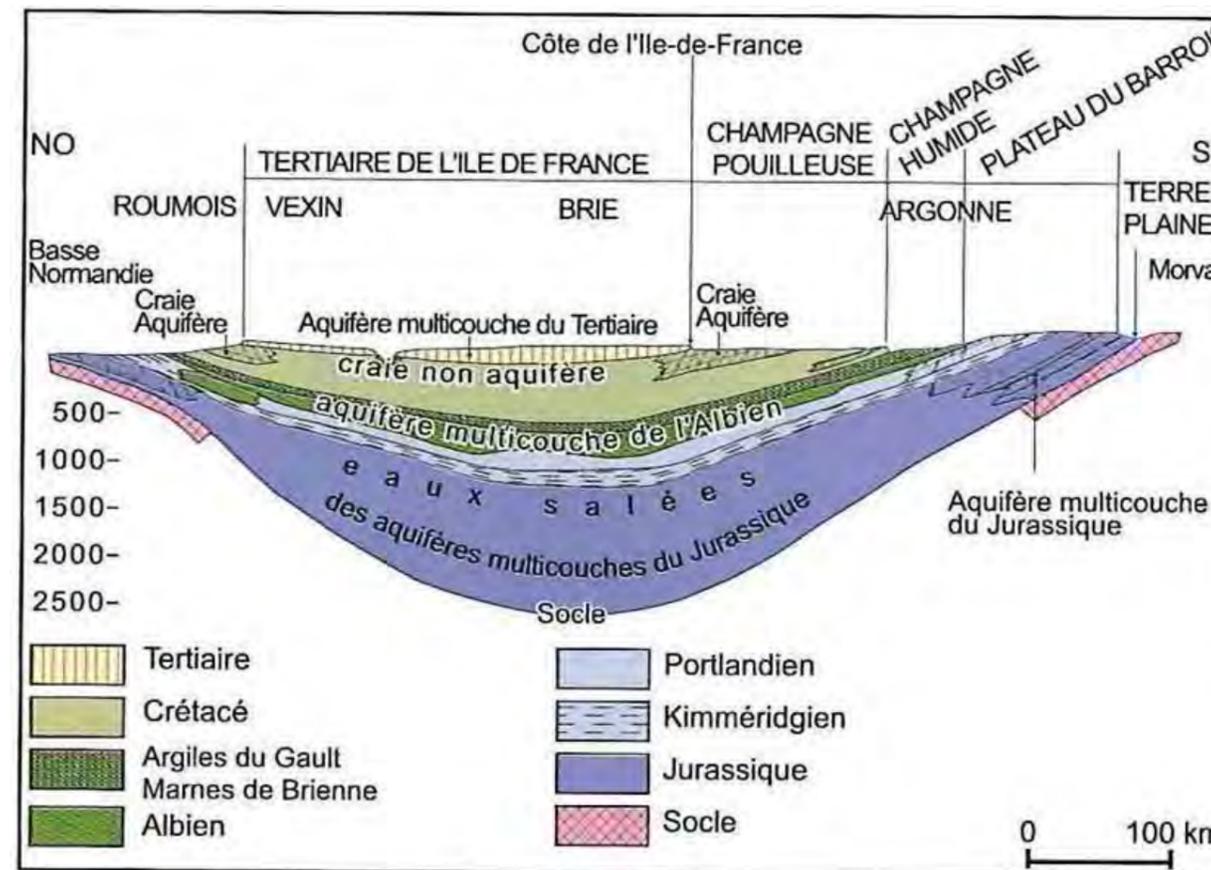


Figure 34 : Coupe hydrogéologique du bassin Seine-Normandie

Description de l'hydrogéologie parisienne

Sous Paris et sa banlieue, on trouve plusieurs nappes peu profondes : la nappe alluviale liée à la Marne et la Seine, la nappe de la craie, la nappe de l'Éocène et les nappes perchées des buttes.

L'hydrogéologie en milieu urbain nécessite de considérer les nappes à une échelle fine afin de répondre aux préoccupations des riverains et des constructeurs. Ainsi à Paris, la nappe de l'Éocène doit être décomposée en au moins trois nappes pour répondre aux multiples cas particuliers du site urbain.

Une des missions de l'Inspection générale des carrières est d'étudier et de mesurer le niveau des nappes peu profondes. Un réseau de 330 piézomètres (instrument pour mesurer la compressibilité des liquides) répartis dans Paris permet d'une part de surveiller le niveau des nappes lors des crues, d'autre part de contrôler les nappes dans le nord de Paris, plus particulièrement dans les zones de risque de dissolution du gypse antéludien.

L'histoire hydrogéologique de Paris montre que le minimum des nappes a été atteint au début des années 1970 et que progressivement, ce niveau est doucement remonté pour atteindre un niveau d'équilibre au début des années 1990.

⇒ Inventaire des nappes

La géologie de Paris est essentiellement composée de terrains tertiaires éocènes et oligocènes, reposant sur la Craie blanche campanienne et recouverts par des terrains quaternaires alluvionnaires en vallée et limoneux sur les plateaux.

Il existe dans cette série sédimentaire 2 horizons imperméables auxquels s'ajoutent des horizons de perméabilités faibles qui permettent de différencier différentes nappes :

- La nappe alluviale dans les alluvions anciennes,
- La nappe du stampien ou des glaises vertes, qui est une nappe perchée à Paris, dans les sables de fontainebleau et dans les formations marno-calcaires de brie,
- La nappe de l'éocène supérieur dans la partie supérieure des sables de Beauchamp et dans les marno-calcaires de saint Ouen,
- La nappe lutétienne dans le calcaire grossier moyen et supérieur, dans les marnes et caillasses et dans la partie inférieure des sables de Beauchamp,
- La nappe de l'yprésien supérieur dans les sables supérieurs ou dans les sables de cuise,
- La nappe de l'yprésien inférieur dans les sables d'Auteuil,
- La nappe de la craie,
- La nappe profonde de l'albien nécomien.

Les nappes qui nous intéressent ici sont essentiellement **les nappes alluviales et lutétiennes** qui, selon l'endroit où l'on se situe dans Paris, constituent la nappe phréatique (1ère nappe rencontrée dans le sol).

Il convient de rappeler que la nappe de **l'Albien Nécomien** constitue une nappe identifiée par le SDAGE comme devant être préservée. Ce système, qui alimente différents forages utilisés par des industriels parisiens et des fontaines publiques dans Paris, est susceptible d'être utilisé dans le cadre d'un plan de secours d'alimentation d'eau dans Paris.

On retiendra que le périmètre d'application du zonage ne présente pas de risque d'impacter une nappe sensible en termes de ressource en eau potable. Il concerne toutefois un certain nombre de nappes soumises à prélèvements pour d'autres usages et/ou liées au régime de la Seine.

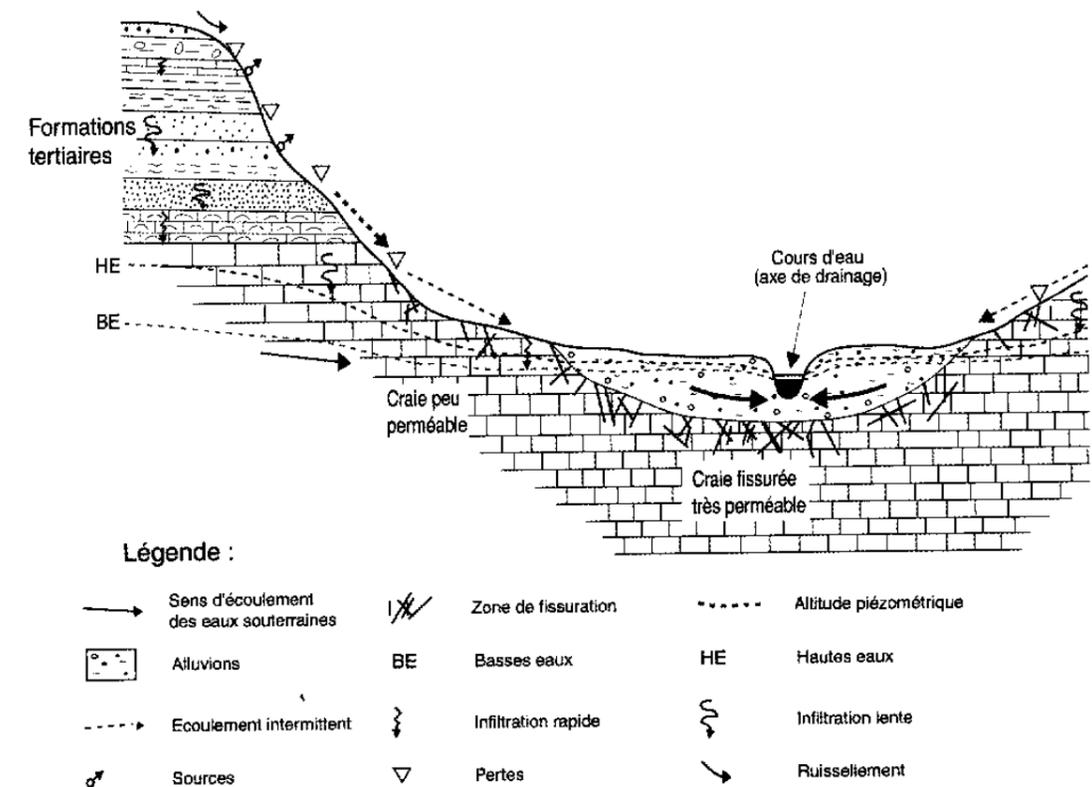
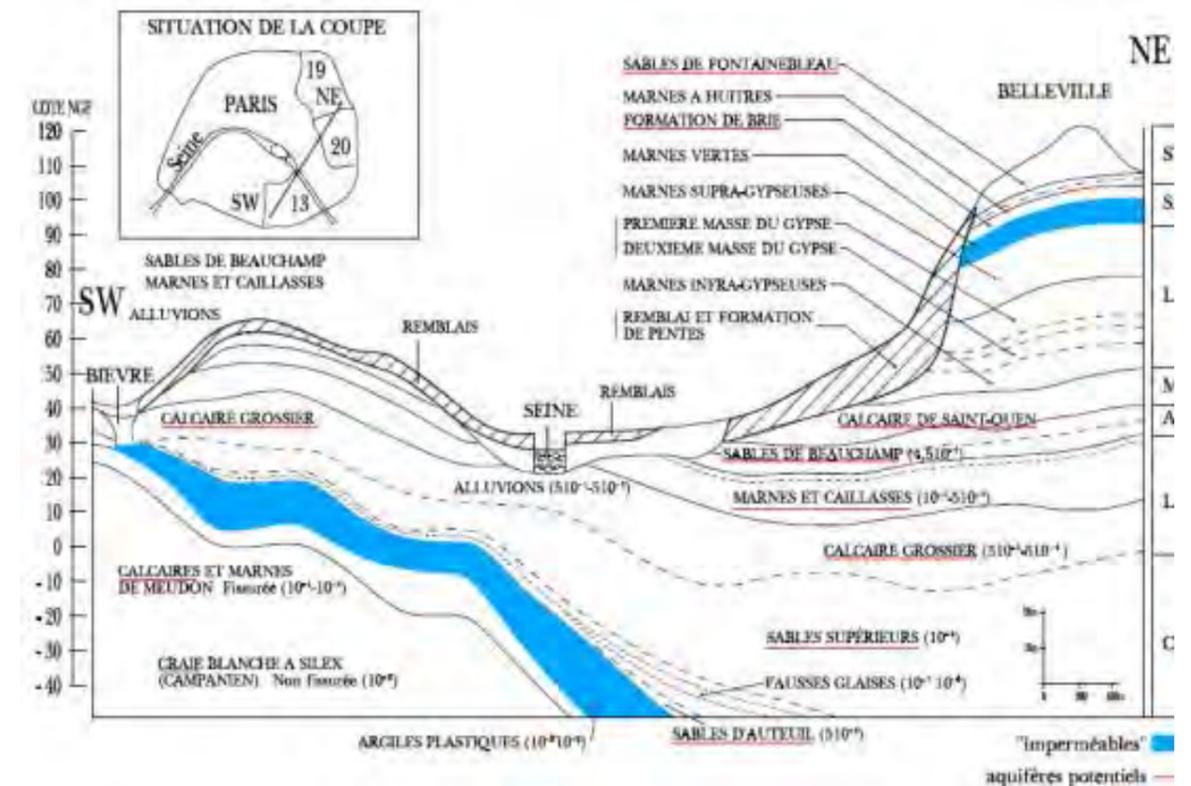


Figure 35 : Vue en coupe du fonctionnement des nappes parisiennes (source : Agence de l'eau Seine Normandie)



⇒ **Piézométrie**

L'Inspection Générale des Carrières (IGC) a progressivement constitué un réseau piézométrique couvrant la quasi-totalité de Paris (sauf les zones sur carrières souterraines de calcaire), il compte actuellement 330 piézomètres. (pour plus de détails sur la piézométrie des nappes, voir chapitre « Gestion de la ressource en eau » ci-après)

Parmi les cartes les plus récentes, celle d'octobre 1989, réalisée à l'IGC, représente le maximum atteint par la nappe phréatique avant les nouveaux travaux des 9 années 1990. Le rapport Seine / nappe est toujours inversé en période normale (étiage et faibles crues) en rive droite. Le départ des gros pompages industriels et commerciaux en centre a été comblé par une multitude de plus petits pompages de sauvegardes de sous-sols ou de parkings, qui, pour beaucoup, ne sont pas connus.

Au nord-ouest de Paris, dans le 17^e arrondissement, une autre dépression apparaît. En fait il existe un changement de « bassin versant » de nappe. La nappe s'équilibre avec le méandre suivant de la Seine, plus à l'ouest.

Certaines zones d'anomalies apparaissent en liaison avec les anciens fossés successifs dont le fond est constitué de matériaux argileux voire vaseux qui imperméabilisent ces réseaux toujours plus ou moins en liaison avec la Seine.

Description des enjeux liés à l'hydrologie⇒ **La Seine et son régime hydraulique**

Le bassin de la Seine, d'une superficie de 43 800km² s'insère dans un relief peu marqué (quelques points hauts supérieurs à 600m) et dans d'importantes étendues perméables. Il bénéficie d'un climat océanique et de précipitations annuelles légèrement supérieures à 700mm sur Paris (minimum 270mm et maximum 900mm) mais pouvant atteindre 2000mm dans le Morvan. Les épisodes pluvieux peuvent atteindre 10 jours consécutifs et leur succession à l'échelle des affluents de la Seine peut provoquer des épisodes de crues à Paris.

La Seine comporte et interagit avec plusieurs aquifères importants qui contribuent à ses débits de base et à ceux de ses affluents.

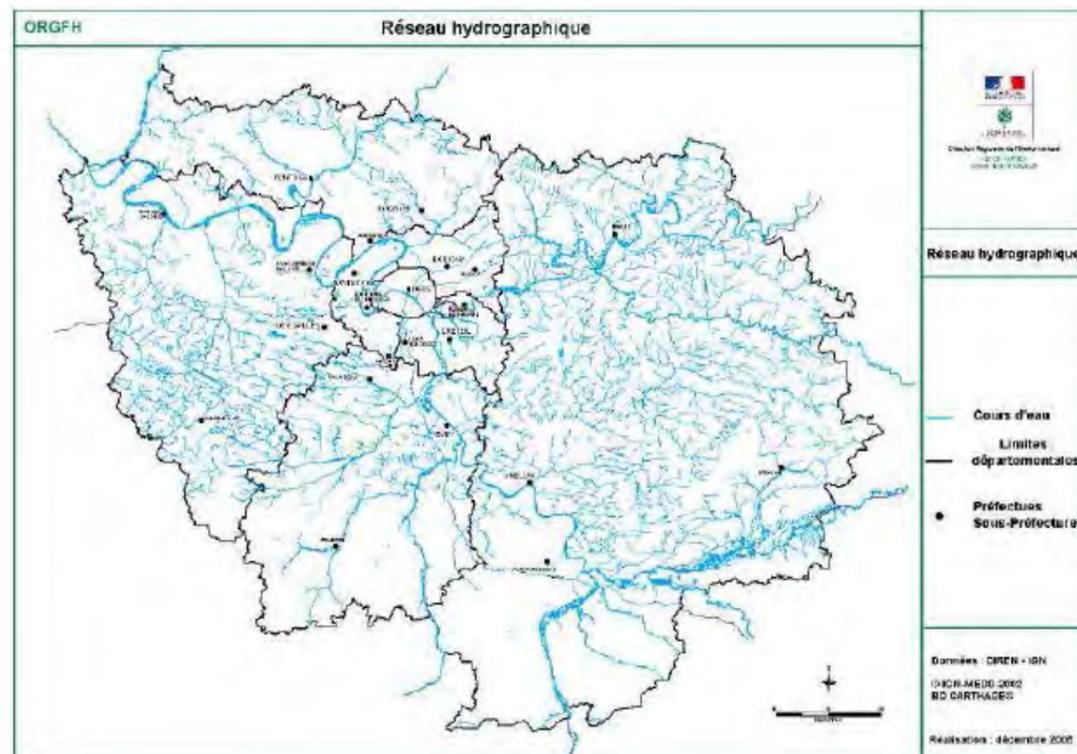


Figure 36 : Réseau hydrographique de l'Île de France (source Profil Environnemental de l'Île de France)

La Seine à Paris est une rivière fortement aménagée pour lutter contre les crues et satisfaire aux besoins de la navigation (quais, digues, barrages, suppression d'îles...). Les divers équipements en amont (barrages, seuils de régulation des plans d'eau, ...) ont pour objectif de maintenir un débit minimum durant les périodes d'étiage et de limiter l'intensité des épisodes de crue.

⇒ **Les crues et l'étiage de la Seine**

Jusqu'alors les grandes crues apparaissaient statistiquement sur les mois de décembre, janvier, février ou mars. La crue de 1910 s'est étalée sur 2,5 mois, son débit a été estimé à 2400 m³/s et la hauteur relevée le 28 janvier 1910 à l'échelle d'Austerlitz était de 8,62 mètres, correspond à une crue de fréquence centennale. Cette crue est de même ampleur que les crues observées de 1658 et 1740.

Du fait de la configuration du bassin, les crues en Île-de-France sont relativement lentes, avec une montée maximale pouvant atteindre 1,5 mètre en 24 heures à Paris. Les précédentes occurrences de la crue centennale de 1910 et celles de 1924, 1955 et 1982 sont survenues entre décembre et mars. Les causes étaient une pluviométrie importante, le dégel, le débordement d'affluents de la Seine et de la Marne (Yonne, Loing, Grand Morin) et des sols saturés.

Le dernier épisode de crue s'est déroulé fin mai – début juin 2016 avec un pic à 6,10 m à l'échelle d'Austerlitz dans la nuit du 3 au 4 juin 2016. Il se démarque singulièrement de la série historique mentionnée par la survenue de cette crue sur la fin du printemps. Les causes sont classiques avec des records de précipitation depuis 1960, saturant les sols et provoquant la crue exceptionnelle du Loing.

Cet épisode interpelle aussi de par la multiplication des crues à l'échelle européenne (Allemagne, Autriche, Suisse, Belgique, ...) montrant l'impact d'un grand système météorologique dépressionnaire, particulièrement stable et puissant.

L'anachronisme de cet épisode conduit à s'interroger sur la stratégie de gestion des grands lacs visant la protection du bassin de la Seine et de la Marne. En effet, le niveau normalement élevé de leur plan d'eau à cette période, en préparation du soutien d'étiage estival, n'ont pu permettre qu'un écrêtage partiel de cette crue

Le déroulement de la crue 1910 laisse à penser que compte tenu de l'importance des champs d'inondation mobilisés en amont de Paris, un débit plus important entraînerait une augmentation du stockage dans ces zones et conduirait à limiter le débit à Paris entre 2600 et 3000 m³/s pour une crue ayant une chance sur 1 000 de se produire.

Les débits d'étiage sont largement influencés par l'action des lacs réservoirs (plus de 830 millions de m³ de capacité totale) et sont largement masqués.

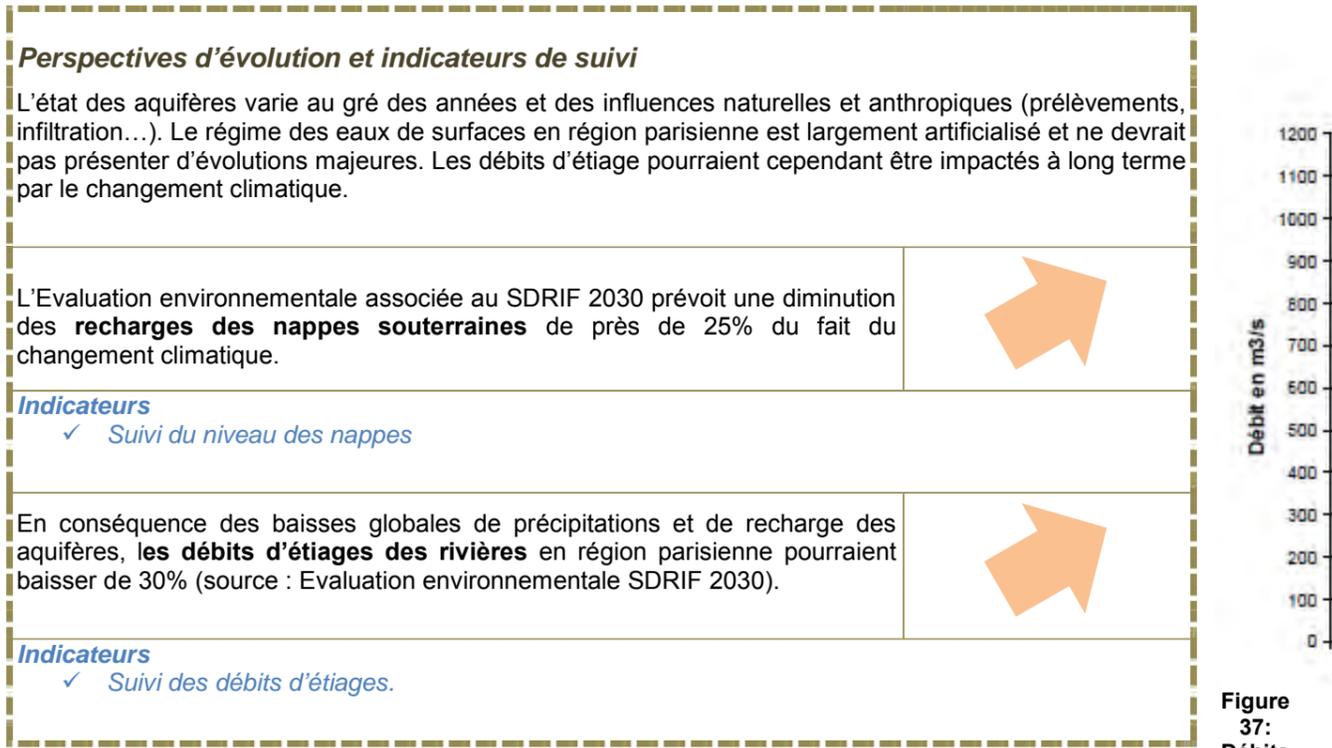


Figure 37: Débits

de la Seine (source : Agence de l'eau Seine Normandie)

Le comportement de la Seine n'est pas conditionné par les ruissellements sur le territoire de la ville de Paris mais par des phénomènes à bien plus vaste échelle (bassin versant, réservoir amont...). Si la maîtrise de ces ruissellements grâce au zonage ne peut qu'avoir un impact positif, ce dernier sera très faible.

2.2.5. Risques Naturels

Mise en perspective

Les risques naturels considérés ici sont de 2 natures : liés aux inondations et à la géologie. Ils résultent des caractéristiques naturelles du site de l'agglomération parisienne (présence de cours d'eau importants, roches sensibles au phénomène de dissolution, roches ayant un intérêt économique), de l'histoire (carrières ancienne) et de l'activité économique actuelle.

L'Île de France est particulièrement exposée aux risques de mouvements de terrain liés notamment à la présence d'anciennes exploitations souterraines, ou à ciel ouvert, de matériaux de construction (gypse, calcaire, craie...) mais aussi à des cavités karstiques non exploitées et créées naturellement par la dissolution du gypse antéludien.

Sensibilité des enjeux

Le risque inondation à Paris est principalement lié aux crues de la Seine. Le zonage pluvial n'a qu'une incidence mineure sur la montée des eaux de la Seine qui dépend de mécanismes à plus grande échelle (bassins versants amont). En revanche, prévenir les débordements sur voirie en cas de saturation des réseaux unitaires est un enjeu majeur figurant parmi les objectifs premiers du zonage.

Les risques géologiques sont un enjeu majeur sur le territoire parisien, du fait de la nature du sous-sol (zones karstifiées, présence de gypse et d'argiles) et de l'histoire de l'exploitation de ce sous-sol (carrières) et des traitements des sols (remblais).

Certaines pratiques d'infiltration pour respecter le zonage pourraient accroître sensiblement les risques. Il conviendra de ne retenir que les procédés existants compatibles avec ces risques.

Incontournable

Complémentaire

Connexe

On y rencontre également des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux dus à la présence de couches d'argiles dont les variations hygrométriques entraînent des tassements différentiels des terrains se répercutant sur la solidité des ouvrages. Ces mouvements de terrain sont relativement coûteux pour la société civile.

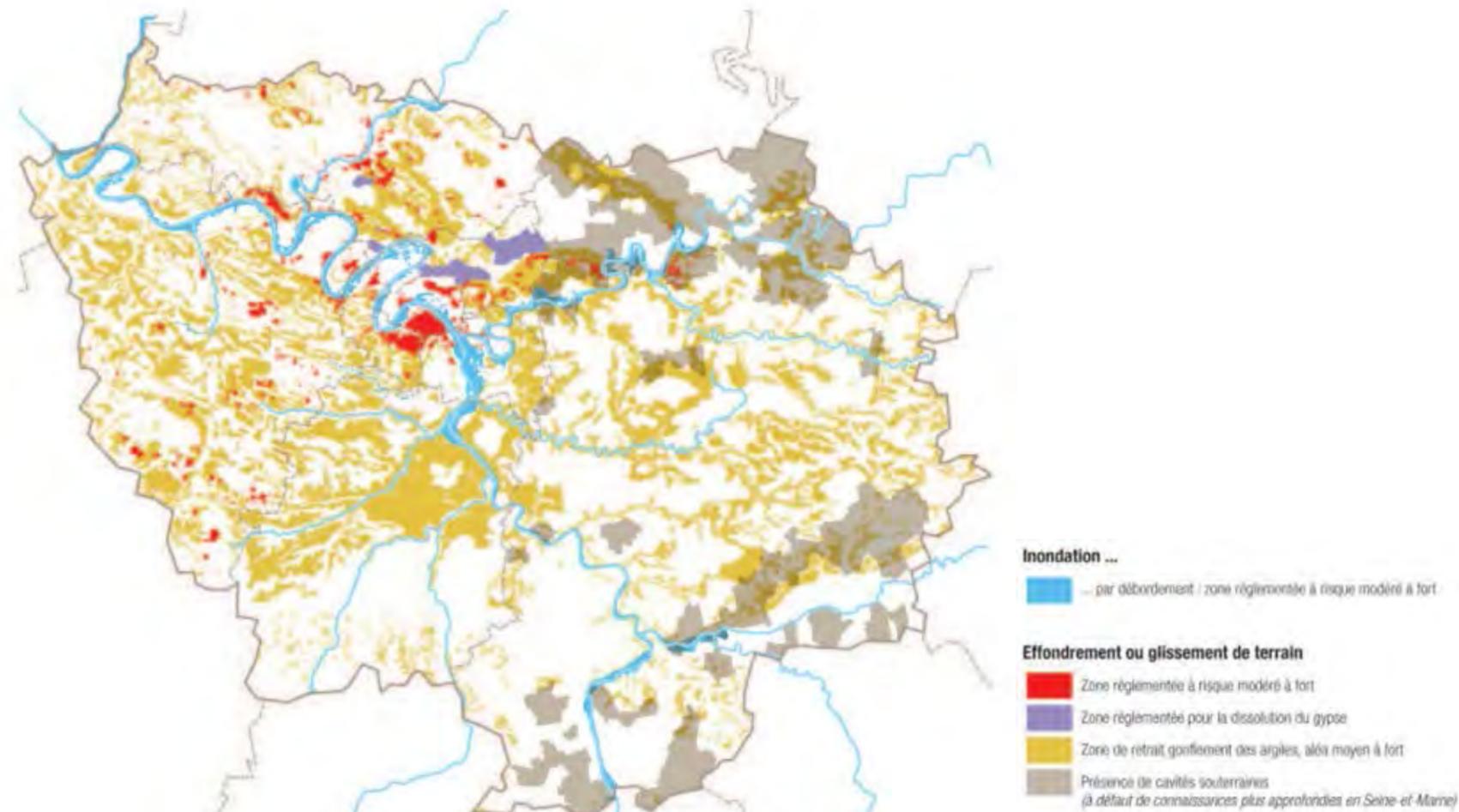


Figure 38 : Carte des risques naturels en IDF (source Etat Initial Environnemental SDRIF)

Description des risques liés à l'eau

On distinguera ici 2 familles de risques liés à l'eau : les crues de la Seine et les débordements de réseaux pluviaux.

⇒ Les crues

Ce type de risque est lié au débordement des cours d'eau en période de crue. La Seine et la Marne sont sujettes à des débordements pouvant être importants en surface couverte. La crue de 1910, la plus importante qui soit bien connue, est devenue la crue de référence dans les PPRI d'Ile-de-France (plans de prévention des risques d'inondation). Elle est considérée comme crue centennale.

Les zones des plus hautes eaux connues, celles où le risque d'inondation existe, sont représentées sur la carte du réseau hydrographique (carte II.4-1).

Ces zones induisent deux types de contraintes réglementaires :

- En zone de PPRI, il existe des restrictions d'usage des sols et des recommandations à la construction des projets formalisées dans le règlement. Les opérations de remblai en zone PPRI sont fortement contraignantes dans la zone d'étude, les volumes remblayés devant être compensés, parfois de façon altimétrique,
- En zone inondable au sens de la rubrique 3.2.2.0 de la nomenclature des opérations liées à l'eau (article R214-1 du Code de l'Environnement), le porteur de projet doit prévoir des mesures compensant les incidences négatives ne pouvant être réduites.

⇒ Les risques liés aux débordements sur voirie du réseau unitaire

En temps de fortes pluies, la configuration hydraulique urbaine de la ville de Paris est structurée autour d'un réseau globalement unitaire qui reçoit une très grande partie des eaux de ruissellement.

Le réseau est largement dimensionné et permet d'évacuer efficacement des volumes très importants. En particulier, des ouvrages de stockage importants, des déversoirs d'orage, des pompages de sécurité, etc. sont répartis sur le réseau pour temporiser les montées en charge et permettre un déversement en Seine avant saturation du réseau. D'une manière générale, les débordements sont très rares et très localisés dans Paris. Cette gestion présente cependant l'inconvénient de générer des déversements en Seine d'eaux unitaires (pluvial + eaux usées) non traitées.

Lorsqu'ils se produisent, les débordements ont en revanche des impacts rapidement forts et coûteux sur le territoire du fait de sa très grande densité d'urbanisation. Les inondations de voiries perturbent rapidement le trafic automobile (directement et indirectement : reports de trafics sur les voiries avoisinantes), peuvent endommager certaines infrastructures et équipements publics et privés et peuvent impacter fortement les activités commerciales sur la zone (fermeture de magasin, dégradation de biens et de matériel sur les rez-de-chaussée...).

On notera que certains départements de la proche couronne, notamment la Seine-Saint-Denis, subissent depuis quelques années des inondations par remontées de nappe dont la cause n'est pas complètement connue (infiltrations par temps de grosse pluie, diminution des « sorties de nappe » (fin de pompages), multiplication de constructions en sous-sol...).



Figure 39 : Débordement de réseaux dans Paris (source : Web)

Dans la pratique, des débordements sont observés sur des événements de forte intensité. A titre d'exemple sur des pluies de temps de retour « décennal », la carte suivante représente les points de débordements théoriques du réseau.

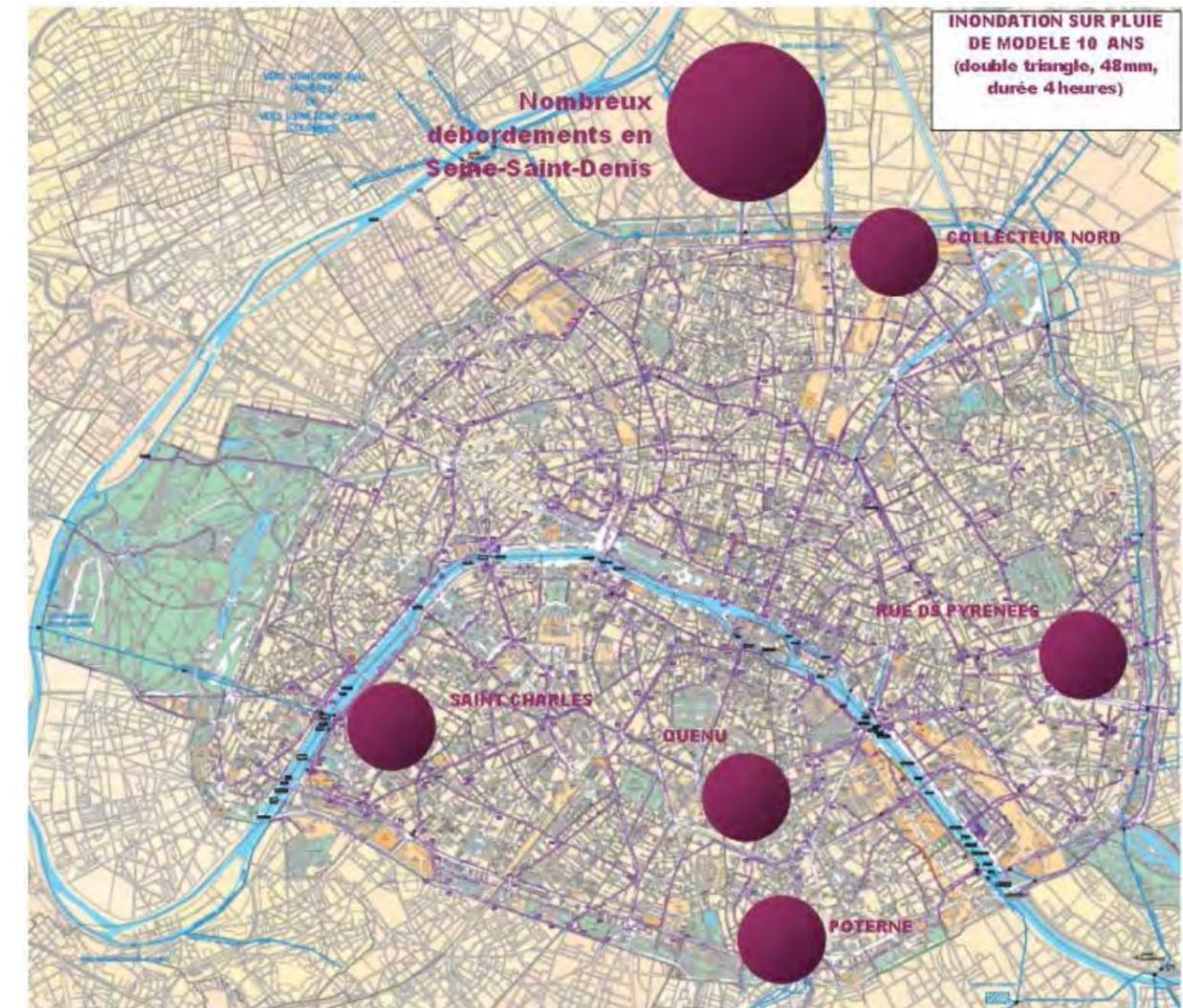


Figure 40 : Cartographie des débordements sur voirie sur pluie de modèle 10 ans

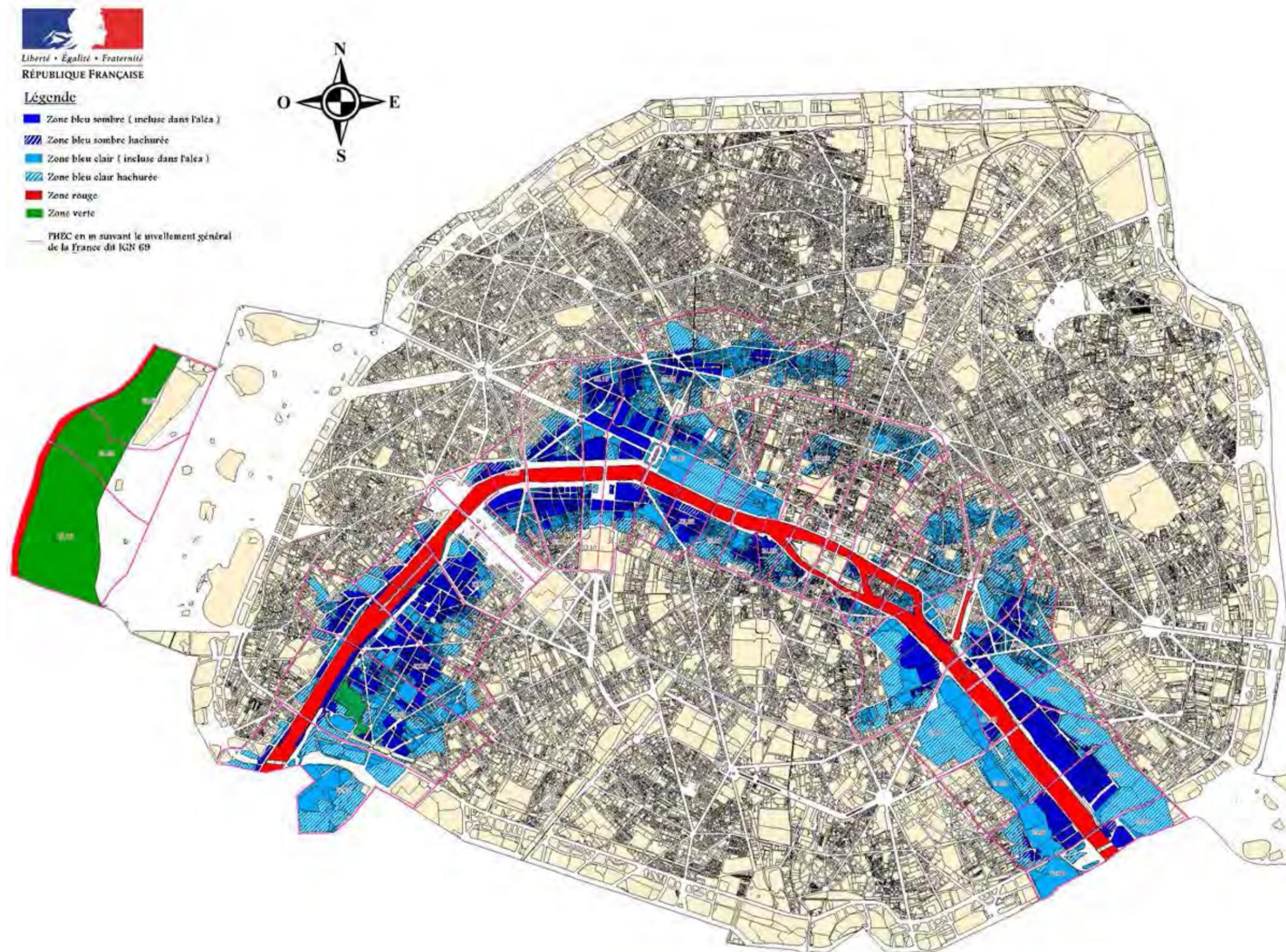


Figure 41 : PPRI de la ville de Paris

⇒ **Le traitement des risques inondation**

La gestion du risque, suivant les objectifs fixés par le guide du CERTU « la Ville et son assainissement, 2003 », s'articule autour de 4 niveaux de services, fonction de l'intensité des pluies et des priorités de préservation. Le tableau suivant résume la démarche.

Niveaux de service	Situation météorologique	Service attendu Etat de fonctionnement du système
Niveau 1	Faibles pluies	Priorité à la protection du milieu récepteur Respect des objectifs de qualité Maintien de la qualité des rejets (pas de fonctionnement des surverses du réseau)
Niveau 2	Pluies moyennes	L'impact sur le milieu est limité et contrôlé Le système continue à fonctionner sans débordements Les surverses fonctionnent
Niveau 3	Pluies fortes	Priorité au risque d'inondation Des débordements localisés du système sont acceptés Une détérioration sensible de la qualité du milieu récepteur est acceptée
Niveau 4	Pluies très fortes	Seule priorité : éviter la mise en péril des personnes Objectifs sur la qualité des milieux abandonnés Débordements généralisés Dégâts matériels

Figure 42 : Table des niveaux de risque inondation et services attendus (sources "la ville et son assainissement", CERTU)

Le zonage d'assainissement n'est a priori concerné que par les 2 premiers niveaux. Les niveaux suivants sont hors de sa portée (on notera tout de même que les abattements de premiers millimètres de précipitation ne pourront avoir que des incidences positives sur la gestion des pluies de niveaux 3 et 4). Le zonage comporte ainsi des objectifs de limitation des débits à 10 l/s/ha pour la pluie décennale qui est une pluie de niveau 3.

Description des risques liés au sous-sol

Le risque géologique est bien connu en région parisienne, plusieurs incidents spectaculaires par le passé ont attiré l'attention du public et des autorités. Une institution spécialisée, l'Inspection Générale des Carrières, réalise une surveillance relativement fine des zones d'aléas potentiels.

Les risques liés au sous-sol dans Paris ont deux types de causes :

- naturels : stabilité des talus avec des formations de pentes hétérogènes, karsts essentiellement gypseux où les horizons ont des surépaisseurs,
- anthropiques : carrières à ciel ouvert et en souterrain.

Ils se traduisent par trois types de phénomènes distincts : les fontis, les affaissements et les effondrements généralisés.

⇒ **les types de risques**

- Les fontis

Ce sont des effondrements, le plus souvent circulaires, qui se produisent au-dessus d'une cavité souterraine. Ils sont dus à la rupture progressive du toit de la carrière induite par le poids des terrains de recouvrement. Le processus se développe alors verticalement et conduit à la formation d'une cloche de fontis.

Les vides peuvent remonter vers la surface après affaissement des terrains qui les recouvrent et provoquer une cavité, sous forme de cratère, appelée fontis.

Le diamètre et la profondeur des fontis dépendent notamment du volume et de la géométrie de la cavité initiale, de l'épaisseur et de la qualité des terrains de recouvrement.

Sur les bâtiments, la venue à jour d'un fontis se traduit par la perte du sol de fondation. Si la structure des fondations du bâtiment n'est pas rigide, les murs porteurs cassent, ce qui entraîne la ruine de tout ou partie du bâtiment. La remontée de fontis est un phénomène évolutif mais la venue à jour est brutale et peut donc constituer un danger pour les personnes.

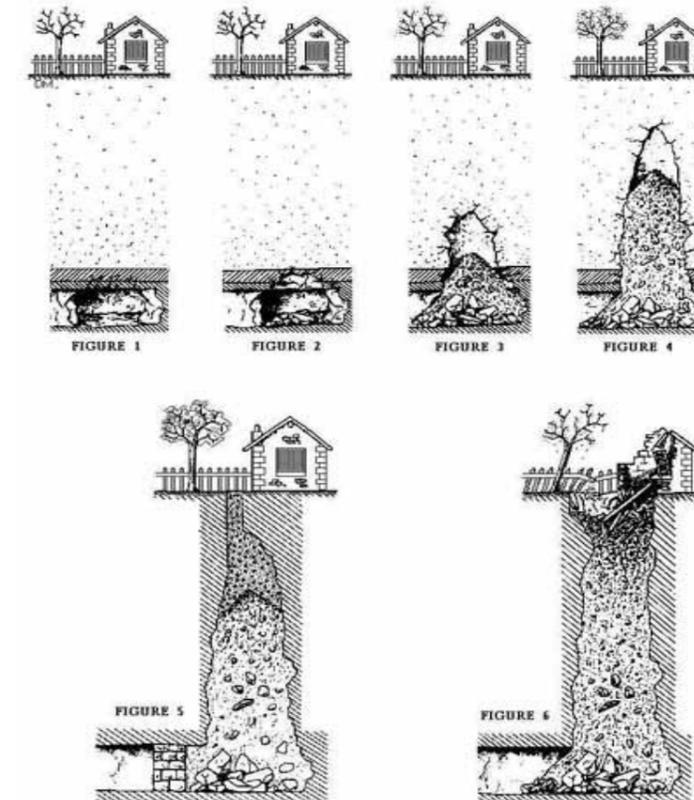


Figure 43 : illustration d'un fontis (source: ville de Paris)

- Les affaissements

Ce sont des désordres ponctuels en surface qui se présentent sous la forme de cuvettes. Ils peuvent être la conséquence d'un fontis, qui s'est auto-colmaté en profondeur et n'est pas venu à jour, mais a décomprimé les terrains sus-jacents. On rencontre également des affaissements dans les zones de carrières exploitées par hagues et bourrages, quand le ciel de carrière s'est lentement affaissé pour se poser sur les remblais. Dans les zones des carrières à ciel ouvert, les remblais peu compacts ont pu être fragilisés par des circulations d'eau à l'origine d'excavations qui se dégradent ensuite comme indiqué ci-avant pour conduire à des affaissements en surface. Des affaissements peuvent aussi être consécutifs de tassement de remblais de mauvaise qualité.

L'importance des affaissements varie de la simple flache de quelques centimètres à la cuvette de plusieurs mètres. Ils sont peu profonds et ne présentent pas de danger de rupture brutale. Pour les bâtiments, les affaissements créent des tassements différentiels sur les fondations qui se traduisent par des fissures allant de la dégradation du ravalement à la ruine des murs porteurs, en passant par le blocage des ouvrants.

- Les effondrements généralisés

Il s'agit d'un phénomène brutal qui peut avoir des conséquences dramatiques. Les effondrements généralisés sont dus à la rupture en chaîne des piliers de la totalité ou d'une grande partie d'une exploitation. Ce phénomène, heureusement très rare, induit la destruction totale du bâti sur des zones pouvant s'étendre sur plusieurs hectares. En région parisienne, ce phénomène affecte essentiellement les carrières de craie. En effet, la géométrie de l'exploitation (galerie en plein cintre) peut induire un report de charge d'un pilier sur l'autre et, ainsi, la ruine d'un pilier peut se propager et conduire à la rupture en chaîne.

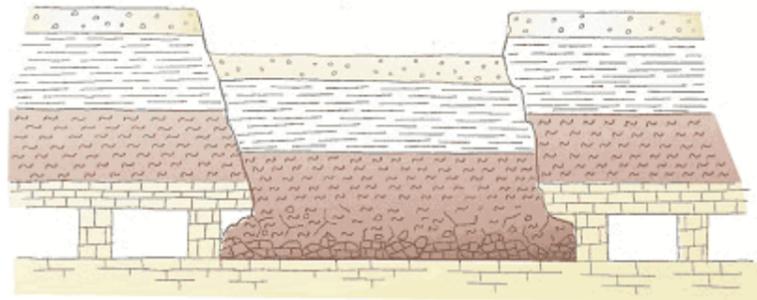


Figure 44 : Schéma d'effondrement de carrière (source : BRGM)

⇒ **Connaître l'origine des risques**

L'eau, un facteur aggravant :

La présence d'eau peut avoir une grande influence sur les propriétés mécaniques des matériaux exploités et des terrains de recouvrement et donc sur la stabilité des ouvrages. Le processus de fontis peut ainsi être réactivé ou très nettement accéléré par des infiltrations d'eau dans des terrains de recouvrement. De plus, la dissolution des calcaires et du gypse peut être aggravée par des circulations d'eau non saturée liées à des fuites de canalisation, de fosses septiques ou à l'absence d'assainissement. Des circulations d'eau peuvent également entraîner les particules fines argileuses ou siliceuses du sol et provoquer l'apparition de décompression dans les terrains traversés.

Les conclusions et perspectives liées à cette thématique sont détaillées à la fin de ce chapitre.

- La dissolution du gypse

Le phénomène des fontis naturels, assez rare dans Paris, n'a été expliqué que récemment par la présence de gypse dans des horizons inhabituels : les gypses antéludiens. Jusqu'alors, les coupes de forage n'en avaient pas révélé.

La répartition des inclusions de gypse dans ces niveaux antéludiens a longtemps présenté un caractère aléatoire, ce qui explique la grande difficulté à circonscrire avec précision les zones dangereuses, d'autant que la présence du gypse ne constitue pas à elle seule un danger. Il faut qu'elle soit couplée à une circulation d'eau souterraine importante.

En présence d'eau, le gypse, cristal de sulfate de calcium hydraté, peu poreux et soluble dans l'eau (sa solubilité est de 2 g par litre dans de l'eau pure et croit avec la salinité), se dissout jusqu'à ce que l'eau soit saturée en ions calciques et sulfates. Un équilibre est atteint et le gypse cesse de se dissoudre.

Si, en revanche, des circulations d'eau non saturées rencontrent une poche de gypse sur le trajet, l'équilibre n'est pas atteint. De plus, du fait de sa faible porosité, la poche fait obstacle aux circulations. Sa dissolution peut être entière.

La dissolution des inclusions de gypse antéludien a eu lieu à l'échelle des temps géologiques depuis le dépôt de ces horizons gypsifères mais également à l'échelle humaine en raison des inversions du sens d'écoulement des nappes et surtout des modifications de leurs équilibres statiques. Les pompages industriels réalisés dans le centre et le nord de Paris pendant au moins un siècle puis, depuis 1970, la nette diminution de l'intensité de ces pompages ont provoqué une baisse généralisée puis une remontée des nappes phréatiques et sous-jacentes (voir cartes page suivante). Cette baisse des nappes a engendré des circulations d'eau non saturée,

ce qui a provoqué une reprise de l'érosion gypseuse. La remontée qui l'a suivie a activé des processus de déstabilisation mécanique des fontis en formation.

Si les couches de terrains surmontant immédiatement les bancs (ou lentilles) de gypse sont peu résistantes, la dissolution n'a pour effet que des décompressions de terrain généralement suivies de recompressions plus ou moins lentes dans le temps. Ceci se traduit par des « empilements d'assiettes » de décompression lorsque l'on fait des forages. Si ces couches sont suffisamment rigides, la dissolution engendre l'apparition d'une poche de vide qui peut remonter jusqu'à la surface. C'est le phénomène dit « de fontis naturel ».

Le mécanisme de remontée du fontis naturel s'apparente à celui qui provoque l'effondrement des carrières souterraines. Il s'initie par la ruine et la rupture, sous le poids des terrains de recouvrement, du banc calcaire à marno calcaire rigide ayant permis la formation de la poche de dissolution, qui peut subsister longtemps avant de se briser sous la contrainte. La portée du vide évolue dans le temps avec la dissolution.

Une fois ce banc tombé, le processus se développe verticalement donnant lieu à la phase de formation d'un fontis. Les terrains de recouvrement sont les mêmes que pour une carrière de Calcaire Grossier à quelques mètres de moins près. Les fissurations et les purges successives de la paroi et du ciel suivent les mêmes caractéristiques que pour les fontis de carrière. On assiste également à la venue à jour d'un fontis.

Près de 22% du territoire parisien est concerné par le risque de dissolution du gypse. Les effondrements les plus importants apparus très près de la surface ou à la surface à Paris sont les suivants :

Porte de la Chapelle 1100 m3 en 1969,
Gare du Nord 2 500 m3 en 1977,
Porte Pouchet 400 m3 en 1980,
Angle Barbès-Chapelle en 1979,
Place de la Chapelle 600 m3 par la Ville en 1994,
Palets du périphérique, Porte Pouchet 1 250 m3 dans des vides en 1990 et 1992, 772 m3 en coulis de gaine sans rencontrer de vides francs.



Figure 45 : Exemples de dégradations liés à des fontis (place de l'Alma, 1915, Malakoff 1928)

Ces phénomènes de fontis paraissent plus fréquents dans les carrières de gypse pour trois raisons :

- Les hauteurs d'exploitation sont importantes, de dix à seize mètres, les carrières n'en sont que partiellement remblayées, ou mal foudroyées, et il reste de nombreux vides résiduels. De plus les différentes masses sont exploitées dans des mêmes sites et parfois superposées,
- L'implantation et les dimensions de piliers dans les exploitations anciennes sont souvent déterminées en fonction de la facilité d'extraction, sans règle précise, les carriers jugeant selon l'état de la pierre et de sa rentabilité commerciale,
- Le gypse est une roche soluble. Les ciels et les piliers se détériorent par dissolution en plus de l'érosion mécanique, les venues d'eau s'effectuant par les puits d'extraction, les puits de service ou les fontis, chemins préférentiels d'écoulement des nappes perchées. Ce phénomène est accentué lorsque les carrières de gypse sont en position de versant, ce qui est quasiment toujours le cas dans Paris.

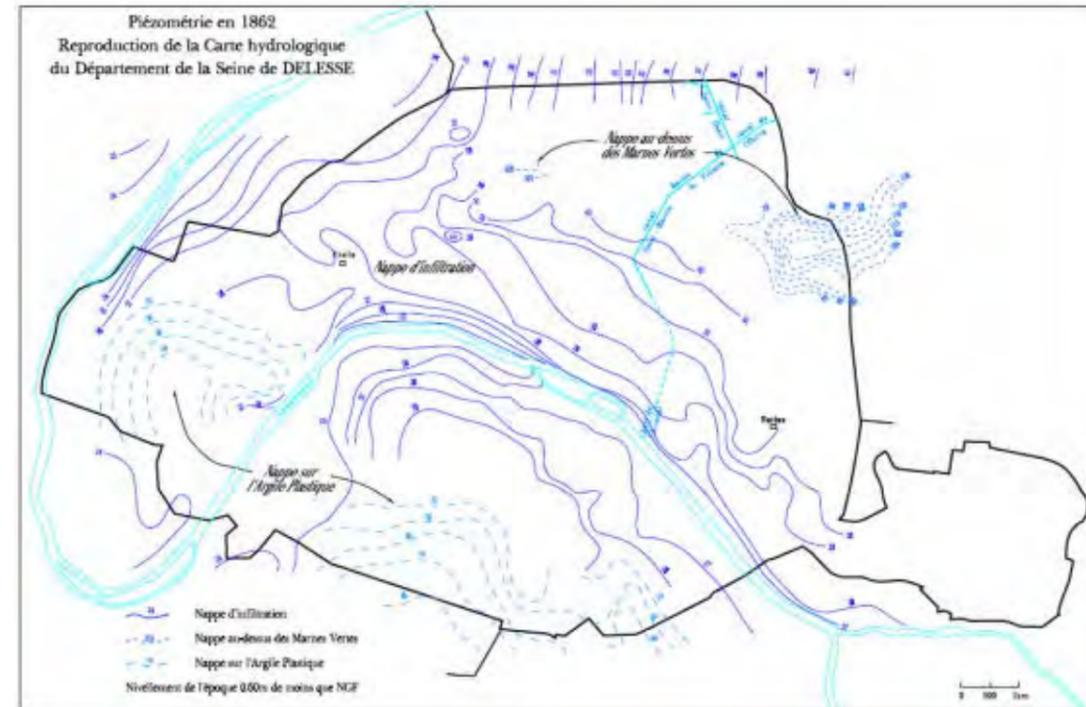


Figure 46 : Evolution du régime d'écoulement des nappes de 1858 à 1981 : (source Comité Français d'Hydrogéologie) : En haut carte de Delesse, dite situation hydrogéologique « naturelle » de Paris. En dessous les évolutions liées aux prélèvements industriels en 1969 et en 1982

Ces modifications de régime d'écoulement, clairement liées aux activités humaines peuvent entraîner des phénomènes de dissolution du gypse, retrait-gonflement des argiles etc. et doivent donc être surveillés



• Les pentes

Dans Paris, plusieurs types de versants peuvent se rencontrer. On ne retiendra ici que deux exemples qui ont probablement eu de l'influence sur l'exploitation des matériaux que l'on y trouve.

Le premier type se rencontre dans le 16^{ème} et le 13^{ème} arrondissement. Le substratum est argileux et les éboulis du Calcaire Grossier. Le Calcaire Grossier se fissure verticalement, poinçonne les Fausses Glaises sous-jacentes puis les blocs basculent vers la vallée de la Seine ou de la Bièvre.

Le deuxième cas caractérise les deux buttes témoin, Belleville et Montmartre. Les différences d'altitude sont plus importantes entre le haut et la base du versant et les circulations d'eau, en provenance de la nappe perchée dite des Glaises Vertes, dissolvent le gypse ludien qui constitue les versants. Il en résulte une fracturation des versants assez importante et une instabilité des corniches des différents bancs de gypse.

• Les carrières

L'exploitation des trois matériaux principaux (calcaire, gypse et craie) a laissé des vides d'une étendue considérable dans le sous-sol parisien (entre 4 et 8%).

Les anciennes carrières de gypse se situent à Paris dans les 10e, 18e, 19e et 20e arrondissements (65 ha sous-minés), dans les Hauts-de-Seine (150 ha), la Seine-Saint-Denis (482 ha) et le Val-de-Marne (104 ha).

Les anciennes carrières de calcaire grossier se rencontrent à Paris dans les 5e, 6e, 12e, 13e, 14e et 15e arrondissements (770 ha), dans les Hauts-de-Seine (1 014 ha) et dans le Val-de-Marne (565 ha).

Les anciennes carrières de craie sous-minent quatre communes des Hauts-de-Seine : Issy-les-Moulineaux, Sèvres, Meudon et Clamart (35 ha). Plus de 3 000 hectares de terrains, répartis sur 70 communes, sont au total affectés par la présence d'anciennes carrières.

Le recensement des vides d'anciennes carrières a conduit à la réalisation d'un document unique : l'atlas des anciennes carrières souterraines de Paris, des Hauts-de-Seine, de la Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne.

Cet atlas a été établi à l'échelle du 1/1 000. Sa première édition, réalisée de 1856 à 1859, comprenait 17 cartes. Actuellement, l'atlas comporte 139 cartes pour Paris et 320 cartes pour la banlieue.



Figure 47 : Cartographie des carrières, vue d'effondrement généralisé à Clamart en 1961 (source ina.fr)

En plus des affaissements et fontis, décrits plus haut qui suivent les mêmes mécanismes que les événements de dissolutions de gypse, des effondrements en chaîne de piliers de galeries peuvent se produire et entraîner des effondrements généralisés nettement plus étendus et destructeurs (jusqu'à plusieurs hectares et plus de 10m de profondeur d'affaissement). Le dernier événement d'ampleur de ce type survenu en région parisienne est celui de l'effondrement de Clamart en 1961 au-dessus d'une ancienne carrière de craie (21 morts).

Notons dès à présent qu'il n'existe pas de cas connu d'incidents liés à l'infiltration d'eau pluviale. Les risques reconnus sont généralement liés à des ruptures de conduites d'eau potable (déversement de quantités dépassant de plusieurs ordres de grandeur les pluies annuelles).

La carte page suivante fait la synthèse des zones où l'infiltration doit être suivie par principe de précaution du fait de la présence de Gypse, de carrières, de remblais de mauvaise qualité, d'argiles (retrait-gonflement), de proximité de la nappe.

Perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

L'histoire récente du territoire a été marquée par quelques incidents, dont certains spectaculaires liés au risque sous-sol.

Des efforts importants sont réalisés depuis des décennies pour mieux connaître et maîtriser ces risques. Les sites à aléas potentiels sont de mieux en mieux cartographiés et des actions préemptives entreprises (comblement, consolidation, maîtrise des pompages, écoulements et infiltrations...).

A ce jour, aucun lien n'a été établi entre les incidents observés et les infiltrations d'eau de pluie. Les quantités d'eau impliquées restent faibles. Les causes d'incidents sont généralement liées à des ruptures de conduites représentant des débits rapidement considérables (m3/s).

Ceci étant, le sous-sol parisien est fragile et les aménagements en surfaces, en particulier ceux pouvant affecter les profils d'écoulements souterrains doivent être abordés avec précaution. Les aménagements doivent prendre en compte les prescriptions de l'IGC.

Les zones de dissolution du gypse présentent une assez forte incertitude quant à l'évolution de leur étendue de par la difficulté de leur recensement, et des multiples paramètres entrant dans le phénomène (zones 1 et 2 sur la carte IGC)



Indicateurs

- ✓ Suivi du recensement cartographique des zones à risque
- ✓ Taux d'infiltration surfacique autorisé dans les zones à risque

Les zones de carrières sont bien recensées, suivies, consolidées et comblées si nécessaire. Le risque associé a tendance à diminuer. (zones 1 et 2 sur la carte IGC)



Indicateurs

- ✓ Suivi du recensement cartographique des anciennes carrières
- ✓ Taux d'infiltration surfacique autorisé dans les zones à risque

Les zones de remblais et les zones argileuses ne devraient pas évoluer. La réouverture possible de la Bièvre (principale zone de remblais et d'argile devra être suivie.



Indicateurs

- ✓ Suivi du recensement cartographique des anciennes carrières

Les zones de dépression de nappe sont suivies par un ensemble de piézomètres répartis sur le territoire. Les fluctuations sont difficiles à prévoir (zone 4 carte IGC)



Indicateurs

- ✓ Suivi de l'inventaire des zones de remblais et des zones argileuses sensibles

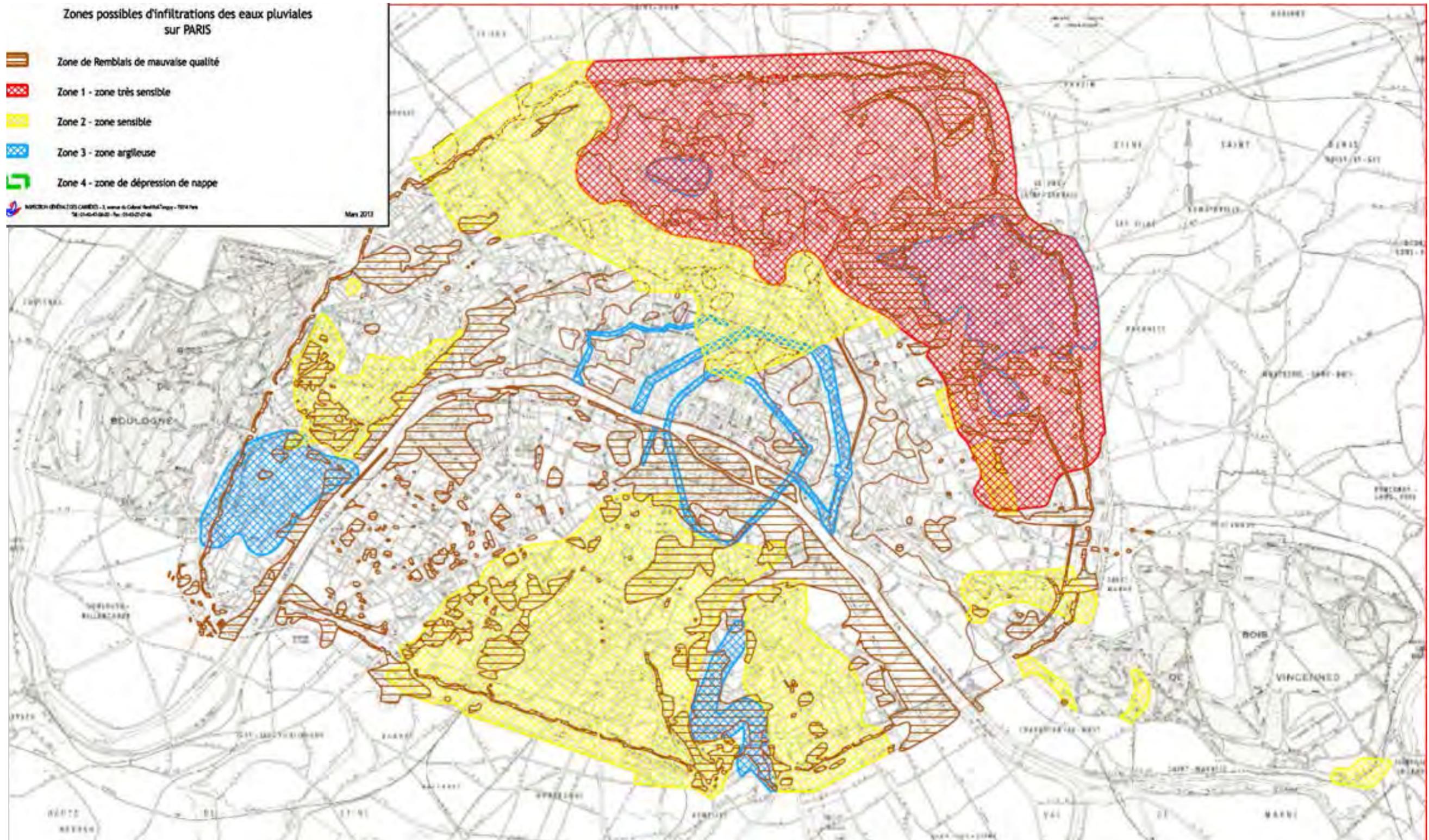
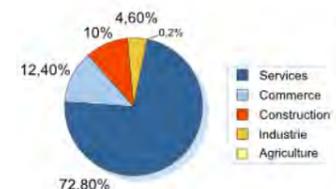


Figure 48 : Zones possibles d'infiltration des eaux pluviales sur Paris (Source : IGC – Mars 2013)



2.3. Milieu humain

2.3.1. Population – bâti – activités – occupation des sols - planification

2.3.2. Santé – nuisances et cadre de vie

2.3.3. Aménagements – équipements - infrastructures

2.3.4. Maîtrise de l'énergie

2.3.1. Population – Bâti – activités – occupation des sols - planification

Mise en perspective

Dans l'agglomération parisienne, l'occupation du sol est fortement marquée par l'urbanisation et les infrastructures. Dans sa définition de 1999, l'agglomération s'étend sur 2734 km² et comporte 9,6M d'habitants soit 35 habitants par hectare. La densité décroît avec la distance au centre : 18 en Grande couronne, 61 en petite couronne et 202 à Paris. Paris rassemble ainsi 22% de la population sur 4% de la superficie de l'agglomération.

L'agglomération compte quelques 4,8 M d'emplois. Paris présente une densité de 157 emplois à l'hectare et regroupe ainsi 34% des emplois de l'agglomération. La région parisienne représente près de 30% du PIB français et est l'une des premières régions européenne par le PIB.

Sensibilité des enjeux

La prise en compte du bâti, la connaissance de l'occupation des sols et l'appréhension des évolutions futures constitue un élément essentiel de la présente évaluation environnementale. En effet la densité de population, de bâti et d'activités implique un niveau de sensibilité particulièrement fort de toute modification du cadre de vie et de travail et donne une dimension très vite extrême aux risques naturels et techniques.

Par ailleurs, les prescriptions d'aménagement qui pourraient être avancées dans le cadre du zonage s'inscrivent dans le contexte d'une morphologie urbaine particulière qu'il convient de bien saisir. Des considérations sur la qualité du bâti (vétuste, fragile, ...), sans remettre en cause le zonage, doivent aussi être prises en compte dans le choix des solutions techniques à privilégier.

Incontournable

Complémentaire

Connexe

Parallèlement à l'occupation de la surface du sol, il existe une occupation du sous-sol qui est une contrainte à la réalisation de bien des projets.

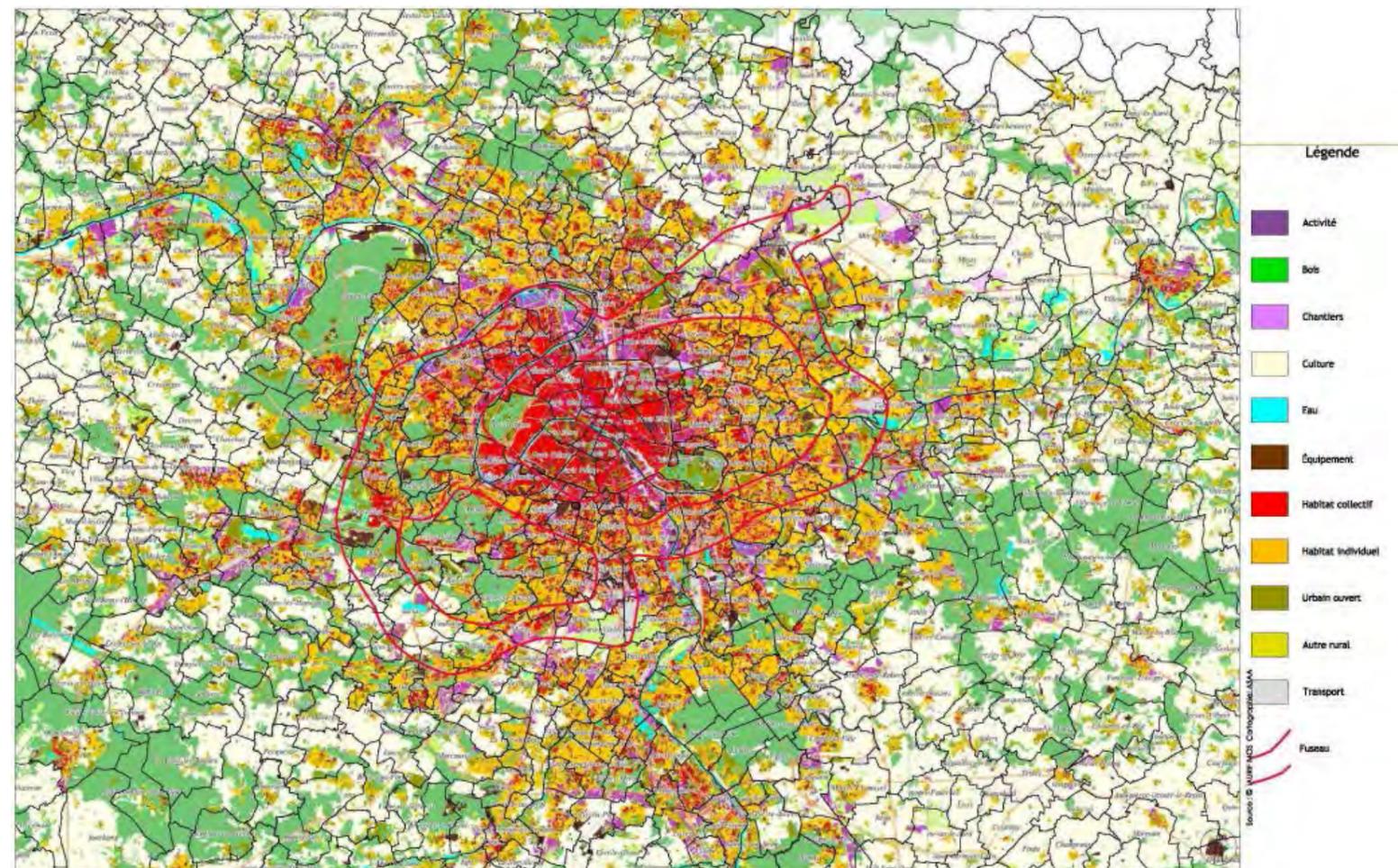


Figure 49 : Occupation des sols (source : Profil Environnemental Régional)

Description de l'enjeu: densité du bâti, de population et d'activités

La principale spécificité du territoire de la ville de Paris est sa nature fondamentalement urbaine. Cette urbanité se traduit entre autres par une très forte densité : densité de population, de bâti et d'activité.

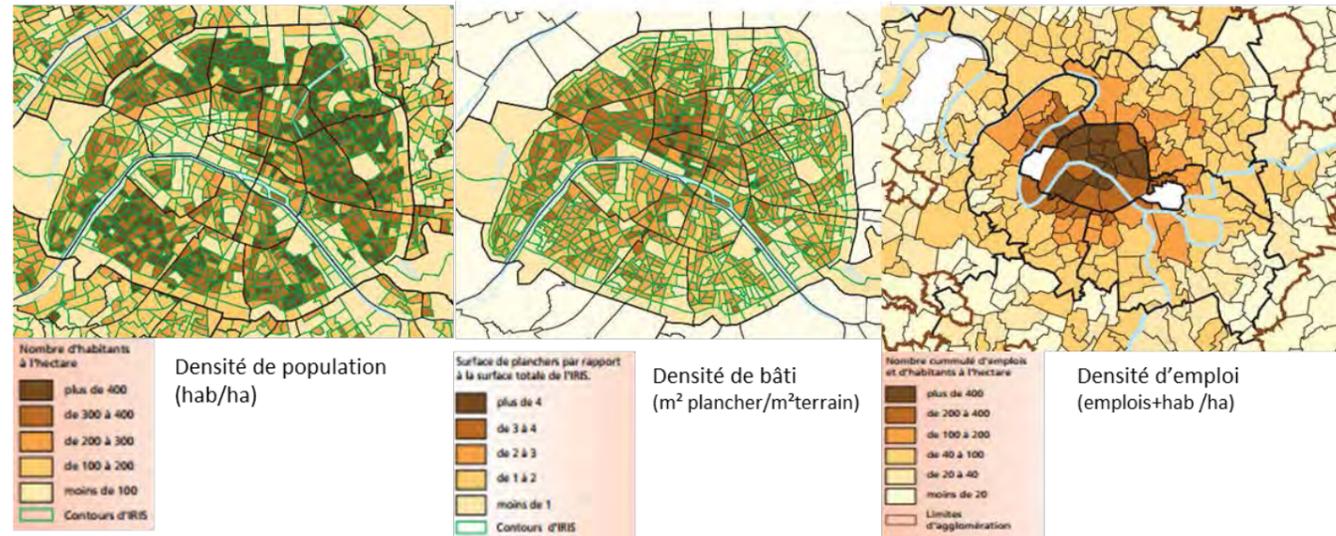


Figure 50 : Densités de population, bâti et emplois à Paris (source: APUR)

En 2009, la population parisienne légale s'élevait à 2,3 M d'habitants. En 2007, la ville comptait 1,7 M d'emplois répartis sur une forte majorité d'emplois tertiaires non marchands et marchands, suivis très loin derrière par l'industrie et la construction.

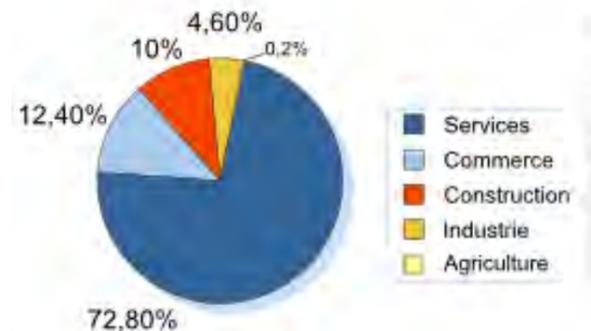


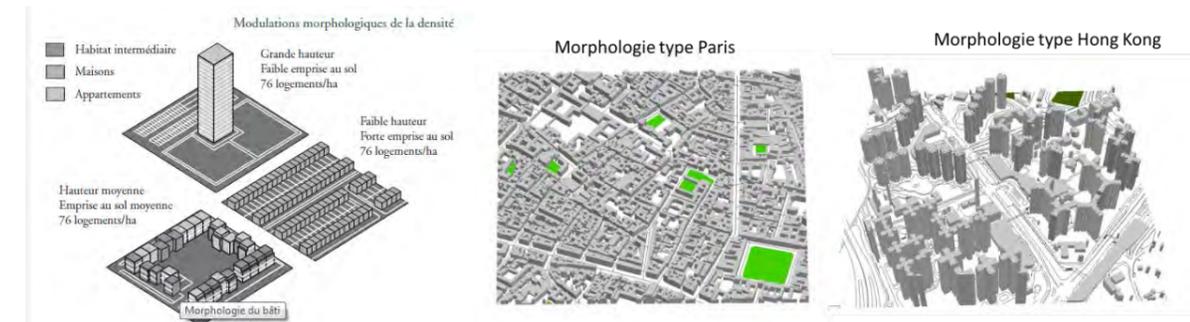
Figure 51 : Répartition du PIB par secteur (source préfecture d'IDF)

Le valeur du foncier à Paris n'a cessé d'augmenter, depuis la fin des années 90 et a connu en particulier une accélération rapide récente. On pourra retenir à titre indicatif une valeur de 8000€/m² habitable en moyenne sur le territoire parisien, bien loin devant les autres grandes villes françaises (Lyon centre: 3500€/m² ; Marseille centre 3000 €/m²...). La valeur de l'espace urbanisable est d'autant plus élevée que cet espace est rare sur le territoire (souvent supérieur à 3000 €/m² sur Paris intramuros).

Dans le cadre de l'évaluation environnementale du zonage d'assainissement, on retiendra de ces chiffres très généraux que toute mobilisation du foncier, toute modification du cadre de vie, de l'attractivité des territoires, de l'exposition aux risques, etc. aura des impacts renforcés par l'intensité de la présence humaine sur le territoire. Les enjeux de santé et d'économie sont rapidement considérables.

Description de l'enjeu de la morphologie urbaine

Dans l'optique de prescriptions éventuelles sur l'aménagement, il est important de saisir les contraintes spécifiques de la morphologie urbaine parisienne. La notion de morphologie recouvre à la fois une maîtrise de la forme du bâti (compacité, hauteur et forme des bâtiment), de répartition et organisation dans l'espace du bâti (organisation en îlots, espaces ouverts, continuité du tissu...), d'organisation et découpage viaire (densité et granulométrie des voiries, type de maillage...).



La ville de Paris peut être décrite comme globalement dense et compacte, comme la plupart des capitales européennes. En particulier, le Paris Haussmanien demeure parmi les formes urbaines les plus denses et compactes du monde (le centre de Paris présente une densité similaire à celle de Hong Kong avec une hauteur moyenne d'immeubles de 4 à 6 étages contre plus de 40 dans la mégapole asiatique).

Paris présente une densité de bâti très élevée de l'ordre de 61% et un coefficient d'occupation des sols (COS) de 4,5 (en comparaison : Hong Kong Nord : 3.1 – source CSTB).

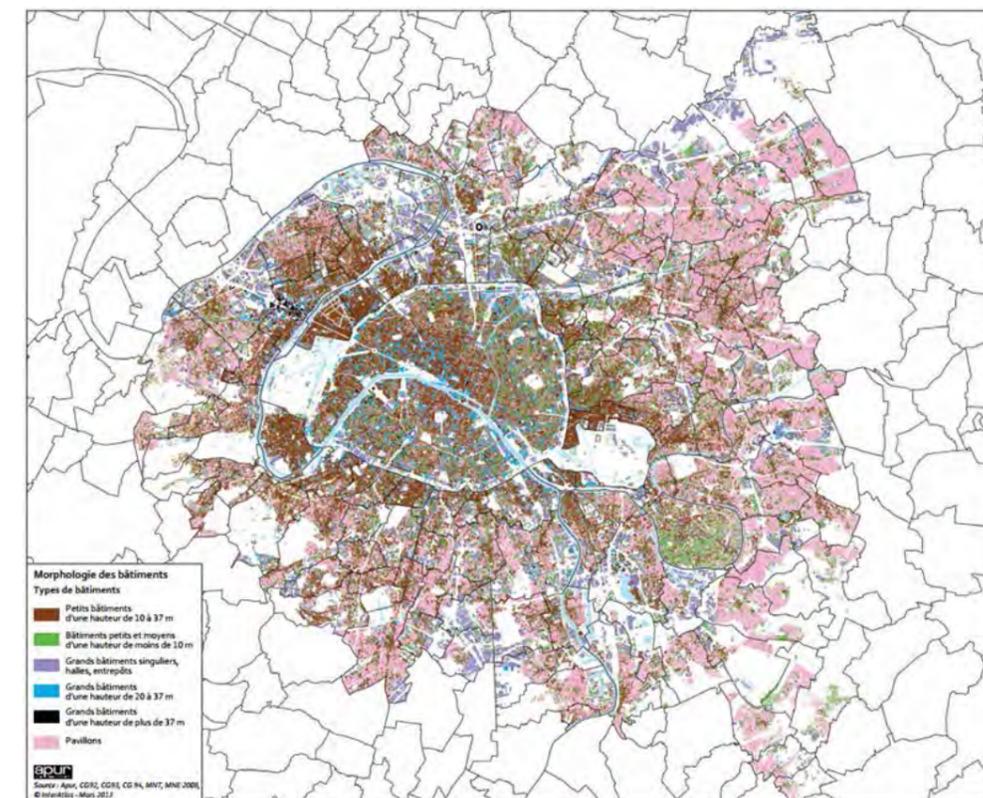


Figure 52 : Morphologie du bâti (hauteur des bâtiments) sur la ville de Paris (Source: APUR)

Ces formes urbaines « compactes » participent à faire de Paris une ville particulièrement minérale et imperméabilisée. Il reste peu d'espaces ouverts « libres » et les voiries très développées (finement maillées) présentent pour beaucoup une largeur limitée qui n'est pas adaptée à n'importe quel type d'aménagement, d'autres constituent de grandes artères destinées à porter une circulation intense. Les usages de la voirie parisienne sont déjà très intenses. On notera toutefois ici une volonté politique forte de réduire l'usage « voiture » et de reporter ainsi de plus en plus d'espace de voirie sur d'autres usages (cycles, transports en commun, piéton... végétalisation ?).

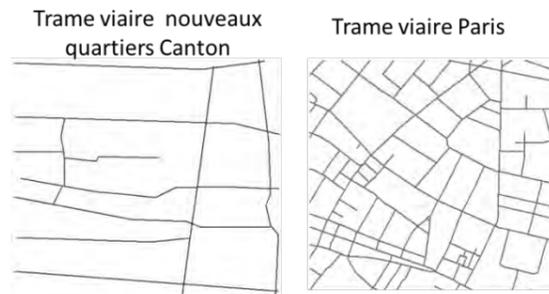


Figure 53 : Représentation de la trame viaire parisienne (comparaison avec la trame des développements récents typiques) : une trame dense et fine. (source : CSTB, laboratoire des morphologies urbaines)



La spécificité des formes urbaines parisiennes devra être prise en compte dans le cadre de prescriptions d'aménagement et de végétalisation.

Description de l'enjeu de l'occupation des sols

Au-delà de la forme urbaine, les typologies d'occupation des sols auront des incidences majeures sur la capacité de la ville à mettre en œuvre ses politiques de zonage. La nature de la propriété (patrimoine de la ville de Paris, privé, Etat...) des bâtiments, des voiries et de leur emprise, l'état du bâti, la vocation (résidentiel, industrie, espaces publics, bois, cimetières, équipements publics, terrains de sport...) influent largement sur les opportunités d'aménagement envisageables et/ou le choix à privilégier des solutions de gestion à la source des eaux pluviales.

La ville de Paris aura une capacité d'action directe sur les infrastructures et bâtiments lui appartenant (administration, écoles, certains hôpitaux, logements publics...). Certaines vocations de bâtiments se prêteront plus facilement que d'autres à des végétalisations (pour des raisons sanitaires, de confort, d'utilisation). Certains types d'infrastructures se prêteront plus ou moins naturellement à une végétalisation (terrains de sport, grandes toitures plates, etc.)

On notera que plus d'un tiers du bâti est consacré à l'habitat et activités diverses, seulement 16% à des espaces verts et des bois (largement augmenté par la présence des bois). Les espaces ouverts (dont une majorité de voirie) représentent près d'un quart de la surface totale. Les équipements publics couvrent 10% du territoire, et le domaine ferroviaire près de 4%, etc. La figure suivante fait la synthèse de cette répartition.

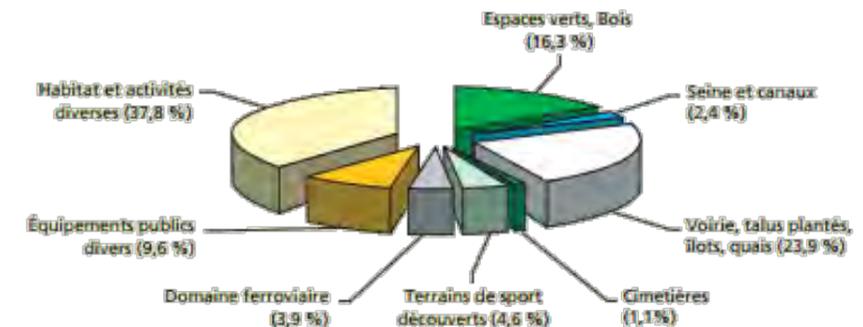


Figure 54 : Répartition de l'occupation des sols à Paris (source: IAU-IDF)

Description de l'enjeu développement futurs

Les nouveaux aménagements

Tout en présentant les caractéristiques d'un territoire urbain mature, au potentiel d'urbanisation déjà largement utilisé, la ville de Paris reste un territoire de projet avec une forte dynamique de développement.

Opération d'Intérêt National, Etablissement Public d'Aménagement, Projets d'aménagement, Zones d'aménagement concerté, Etablissement public de Paris-Saclay, Société du Grand Paris sont autant de types de développements futurs qui concernent directement ou indirectement le territoire de la ville de Paris.

Parmi ces nombreux projets, sont prévus à l'intérieur même du périmètre, de nombreuses opérations d'aménagement sous forme de ZAC, d'aménagement d'espaces publics ou autres.

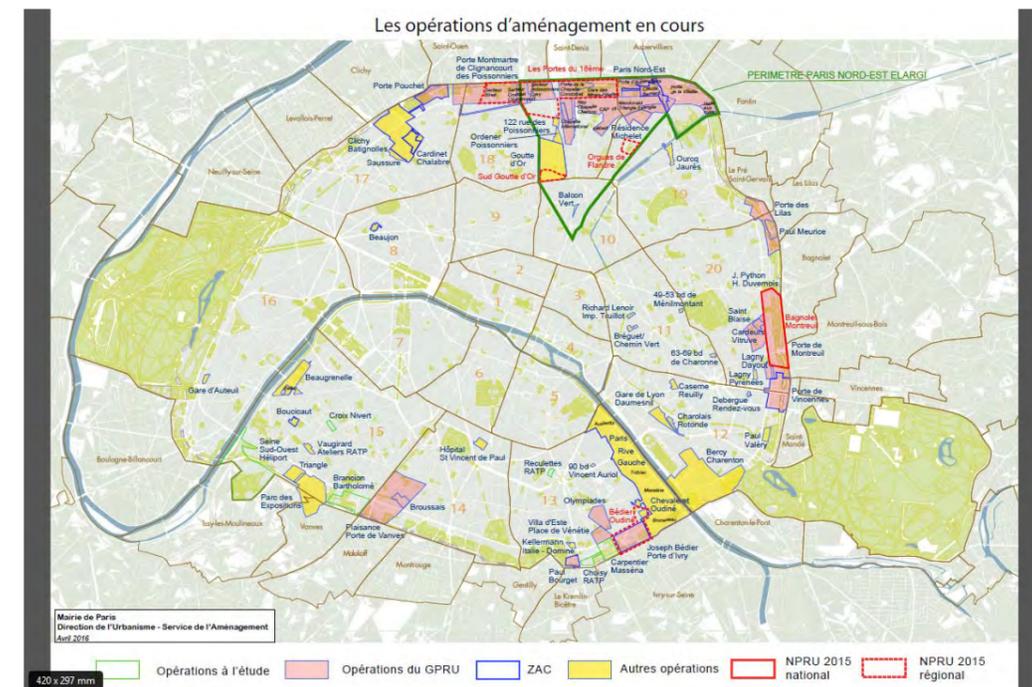


Figure 55 : Cartographie des projets de ZAC en cours ou à l'étude (Source : Mairie de Paris Urbanisme)

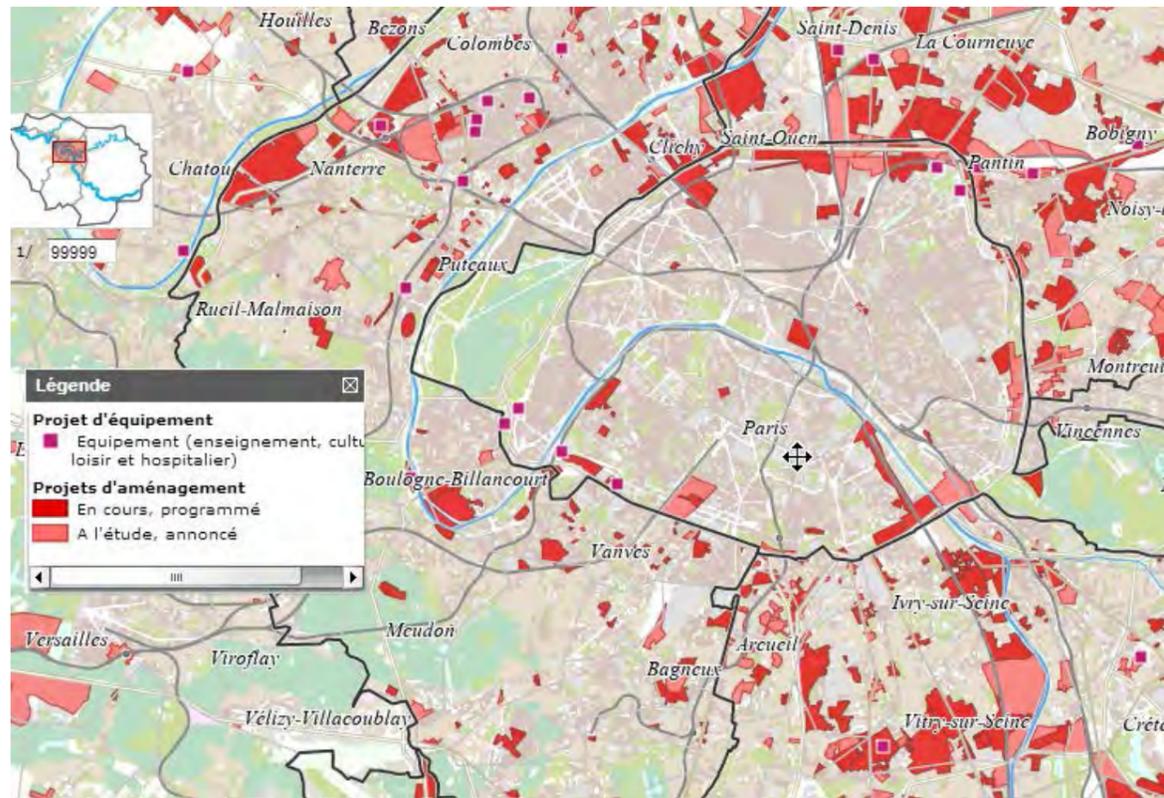


Figure 56 : Cartographie de l'ensemble des aménagements futurs planifiés : ZAC, équipements, etc. (source IAU-IDF)

Ces nouveaux aménagements présentent une marge de manœuvre pour les procédés constructifs d'aménagement relativement large par rapport au renouvellement urbain

⇒ **Le renouvellement urbain et le renouvellement des voiries**

La ville se renouvelle continuellement sur elle-même. Ce renouvellement prend plusieurs formes qui méritent d'être connues et pourront être mises à profit dans le cadre de l'implémentation opérationnelle du zonage.

- Le renouvellement normal des voiries : les voiries, dans le cadre de leur entretien courant ou lors de travaux souterrains importants sont amenées à être remplacées. On estime à 2% par an le taux de renouvellement général parmi lesquels seul une portion limitée est propice à l'introduction de procédés de végétalisation, matériaux drainant, etc. (cf Etude Sépia-Prolog)
- Le renouvellement urbain, s'inscrivant en particulier dans le cadre de la loi SRU et de dispositifs ANRU, le renouvellement est largement contraint dans le centre de Paris du fait des diverses protections architecturales. En revanche, certains quartiers récents, nord-est et sud-est par exemple ainsi qu'un certain nombre de sites en bordure de la petite couronne sont aménageables. La surface concernée annuellement par un renouvellement du bâti et des cours d'immeubles est estimée à 0,2%/an (pourcentage applicable aux surfaces concernées par le bâti et les cours d'immeubles).

Conclusions & Perspectives d'évolution et indicateurs de suivi

Le bâti parisien, la population et l'économie de la ville sont le fruit d'une longue histoire qui continue de s'écrire aujourd'hui.

Globalement, le territoire est densément urbanisé et présente une morphologie compacte et très finement maillée. Cela limite à priori les capacités d'intervention par solution d'infiltration végétalisés sur la trame existante. Réciproquement la densité des activités, de la production économique, du patrimoine bâti et des populations résidentes accroissent la sensibilité des enjeux d'inondation et d'amélioration du cadre de vie et justifie la mobilisation de moyen innovant même s'ils s'avéraient plus couteux à priori (coûts à la hauteur des risques évités).

Le territoire devrait aménager plus de 900 hectares dans les 50 prochaines années. Certaines sont en cours de réalisation. Ces opportunités doivent être saisies dès leurs conceptions pour donner au zonage d'assainissement pluvial tout son sens et toute son efficacité.

Hors des opérations d'aménagements, l'organisation du bâti et la morphologie urbaine de la ville de Paris sont d'une grande maturité et souvent protégés par la réglementation. Ces caractéristiques urbaines devraient se maintenir ou évoluer lentement à moyen terme.



Indicateurs

- ✓ Suivi de la démographie, de l'occupation des sols
- ✓ Surface de renouvellement urbain

Les nouveaux secteurs d'aménagements représentent un enjeu important pour le zonage puisqu'ils permettent de mettre en place sur de grandes surfaces des solutions de gestion à la source des eaux pluviales.

Les voiries se renouvellent régulièrement soit pour des motifs techniques soit, plus souvent, dans le cadre d'aménagement et d'embellissement des espaces publics de quartier.



Indicateurs

- ✓ Surfaces de nouveaux aménagements (ZAC et équipements)
- ✓ Surface de renouvellement de voirie (propice à de nouveaux modes d'aménagement)

2.3.2. Santé – Nuisances et cadre de vie

Mise en perspective

La question de la salubrité publique continue de se poser à Paris malgré les aménagements historiques notamment en matière d'assainissement. La problématique se déporte cependant des grands réseaux (quasiment toute la ville étant connectée au tout-à-l'égout) vers les habitations, la voie publique et les nouveaux lieux de vie informels ne sont donc pas approfondis ici.

Comme le démontre bien le dynamisme du foncier et de l'immobilier en région parisienne, Paris reste une ville attractive. Pour autant, la perception de la qualité du cadre de vie et les plaintes vis-à-vis des diverses nuisances typiques d'une grande agglomération se font de plus en plus fortes.

Le bruit. D'après le Baromètre Santé Environnement réalisé en 2007 en Ile-de-France, le bruit fait partie des nuisances majeures ressenties par la population et figure parmi ses principales préoccupations quant à l'environnement de proximité. Paris est particulièrement touché.



Figure 57 : illustration de la problématique bruit en île de France

La qualité des espaces verts constitue en soi un enjeu fort d'amélioration du cadre de vie (besoin physiologique et psychologique des citoyens de « percevoir du vert et de la nature dans leur environnement quotidien ». Ces espaces remplissent par ailleurs de nombreux services dits éco-systémiques (épuration de l'air, de l'eau, odeurs, ombrage, rafraichissement naturel, barrière au bruit...). Paris fait traditionnellement figure de « tâche grise » largement minéralisée et laissant peu de place aux espaces verts. Une stratégie municipale et régionale cherche à refaire pénétrer la nature en ville.

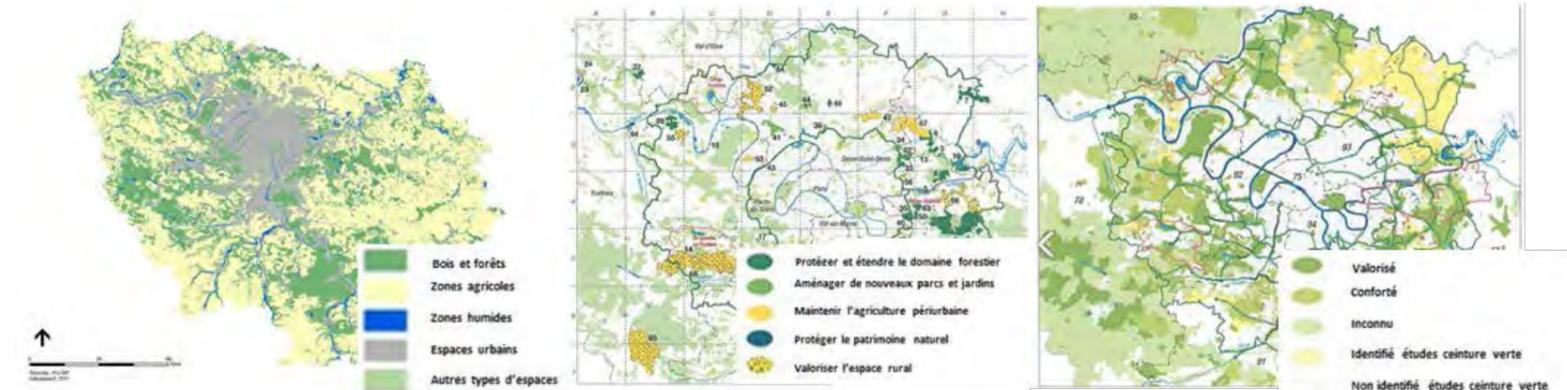


Figure 59 : Illustration de l'enjeu Espaces verts à l'échelle du territoire Francilien

Sensibilité des enjeux

La santé, la maîtrise des nuisances et le respect du cadre de vie sont évidemment des enjeux majeurs.

En particulier, la protection de la santé figure parmi les objectifs historiques du zonage d'assainissement. Toutefois, la présente évaluation environnementale n'approfondira pas la thématique santé car il semble raisonnable d'affirmer que cet aspect bénéficie d'un très long retour d'expérience et est déjà bien maîtrisé.

On se concentrera ici sur la synthèse des nuisances et aspects du cadre de vie traités ou non par ailleurs (bruit, visuel, qualité de l'air...)

On notera que les aménagements potentiellement prescrits par le zonage (verdissage entre autres) peuvent avoir des incidences fortes

Incontournable
Complémentaire
Connexe

L'air. Malgré une amélioration nette et continue depuis plusieurs décennies, la qualité de l'air reste un enjeu de nuisance et de santé publique pour la région Ile de France, avec une démarcation nette de la ville de Paris.

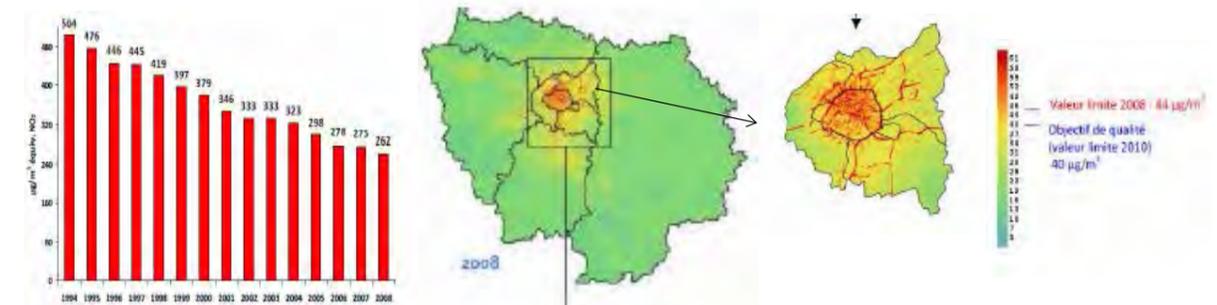


Figure 58 : illustration de la problématique air en île de France

Les odeurs figurent parmi les nuisances non négligeables de la vie urbaine. Le contrôle et la réglementation pour ces nuisances sont principalement concentrés sur les nuisances olfactives provenant des activités industrielles (classées ou non). Or la ville concentre de nombreuses formes différentes de nuisances olfactives (circulation, déjections d'animaux, épandages et traitement des espaces verts, ordures ménagères...).

Description de l'enjeu qualité de l'air

La qualité de l'air a déjà été évoquée au chapitre précédent climat et air. Rappelons ici les principaux aspects qui caractérisent la nuisance sous-jacente :

- **La qualité de l'air est globalement bonne** et marquée par de considérables progrès sur de nombreux indicateurs, notamment les polluants des sources fixes.
- **L'objectif de santé publique n'est pas atteint** pour l'indicateur NO₂, polluant d'origine automobile. Il sera de plus en plus difficile à atteindre du fait de la « sévérisation » de l'objectif à l'échéance 2010. Le problème des niveaux moyens trop élevés reste la question principale.
- **Une tendance constante à la hausse** est observée relativement à l'ozone, principal indicateur du phénomène de photochimie atmosphérique, tant en milieu urbain que rural.
- **Des situations dégradées ou « pics de pollution » apparaissent régulièrement** et nécessitent des mesures à court terme de limitation des sources, notamment automobiles, dans le cadre d'une procédure mise en place à partir de 1994. Les « pics » apparaissent de moins en moins fréquemment, malgré des conditions d'enclenchements de plus en plus élaborées.
- **Les actions menées sur le court terme ont leur utilité**, pour « écrêter » les pics de pollution, mais ne doivent pas servir d'alibi à l'absence de mesures à long terme.
- **Les actions sur le long terme sont essentielles** car seules agissant sur les niveaux moyens, d'autant que la baisse de ces niveaux moyens permet aussi de limiter les « pics », tant en fréquence qu'en intensité. Les actions de fond limitant les sources de polluants, notamment la diminution du trafic automobile urbain, restent donc prioritaires.
- L'Île de France dispose d'un **Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA)** qui fixe les orientations à moyen et long terme permettant d'atteindre les objectifs de qualité de l'air définis par ce même plan. En complément, la préfecture a la responsabilité de l'établissement d'un **Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)** en cours de révision et qui devrait être validé courant 2013. Le plan définit les mesures réglementaires permanentes ou temporaires qui permettent de réduire les émissions polluantes dans l'atmosphère

Parmi les actions sur le long terme, on rappellera ici le rôle épurateur que peut jouer une bonne végétalisation. Les plantes, en particulier les plantes à importante surface de feuillage captent les particules et certains gaz et sont en mesure de les assimiler en partie (cf. chapitre 2.2.2 Milieu physique – description des enjeux liés à la qualité de l'air).

Description de l'enjeu bruit

Le bruit est la nuisance dont se plaint le plus grand nombre de Français. Selon une étude menée en 1996 par l'INSEE, 56% des franciliens sont gênés par le bruit. Dans son rapport «Le bruit dans la ville» de 1998, le «Conseil Économique et Social» estime que l'application du principe de précaution doit conduire à considérer le bruit dans la ville comme une véritable question de santé publique et il appelle les pouvoirs publics à y remédier.

VALEURS GUIDES DE L'OMS POUR LE BRUIT DANS LES COLLECTIVITÉS EN MILIEUX SPÉCIFIQUES				
Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	L _{Ann} [dB(A)]	Base de temps [h]	L _{Ann}
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée Gêne modérée pendant la journée et la soirée	55 50	16 16	- -
Intérieur des logements	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
Intérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	45
A l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte	45	8	60
Salles de classe et jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'extraction de l'information, communication des messages	35	Pendant la classe	-
Salles de repos des jardins d'enfants, à l'intérieur	Perturbation du sommeil	30	Temps de repos	45
Cours de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Temps de récréation	-
Hôpitaux, salles/chambres, à l'intérieur	Perturbation du sommeil, la nuit Perturbation du sommeil, pendant la journée et la soirée	30 30	8 16	40 -
Hôpitaux, salles de traitement, à l'intérieur	Interférence avec le repos et la convalescence	Aussi bas que possible		
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulation, à l'extérieur et à l'intérieur	Perte de l'audition	70	24	110
Cérémonies, festivals, divertissements	Perte de l'audition (clients: <5 fois par an)	100	4	110
Discours, manifestations à l'extérieur et à l'intérieur	Perte de l'audition	85	1	110
Musique et autres sons diffusés dans des écouteurs	Perte de l'audition	85	1	110
Impulsions sonores générées par des jouets, des feux d'artifice et des armes à feu	Perte de l'audition (adultes) Perte de l'audition (enfants)	- -	- -	140 120
Parcs naturels et zones protégées	Interruption de la tranquillité			Des zones extérieures silencieuses doivent être préservées et le rapport du bruit au bruit de fond naturel doit être gardé le plus bas possible

Figure 60 : Valeurs guides de l'OMS pour le bruit dans les collectivités (source : OMS)

Deux types de nuisances sonores sont à prendre en compte : le **bruit moyen** (à Paris, il est essentiellement dû au trafic automobile) et le **bruit émergent** (bruit de voisinage, klaxons, sirènes, alarmes, deux-roues motorisés, etc.).

Le premier type implique des actions sur le long terme, menées en partenariat avec l'ensemble des structures techniques compétentes de la Ville ou de l'État. Le second type nécessite des actions plus ciblées tendant à une meilleure prise en compte individuelle des questions de bruit : information, sensibilisation, voire répression quand cela s'avère nécessaire.

Une structure multipartite pour agir : Bruitparif a été créé en 1999 (à l'époque « observatoire du bruit à Paris »), pour permettre de donner une image globale de l'état du bruit à Paris et d'évaluer l'effet des décisions publiques sur l'environnement sonore parisien. Cet observatoire a notamment la charge d'élaborer et de publier une carte détaillée du bruit à Paris.

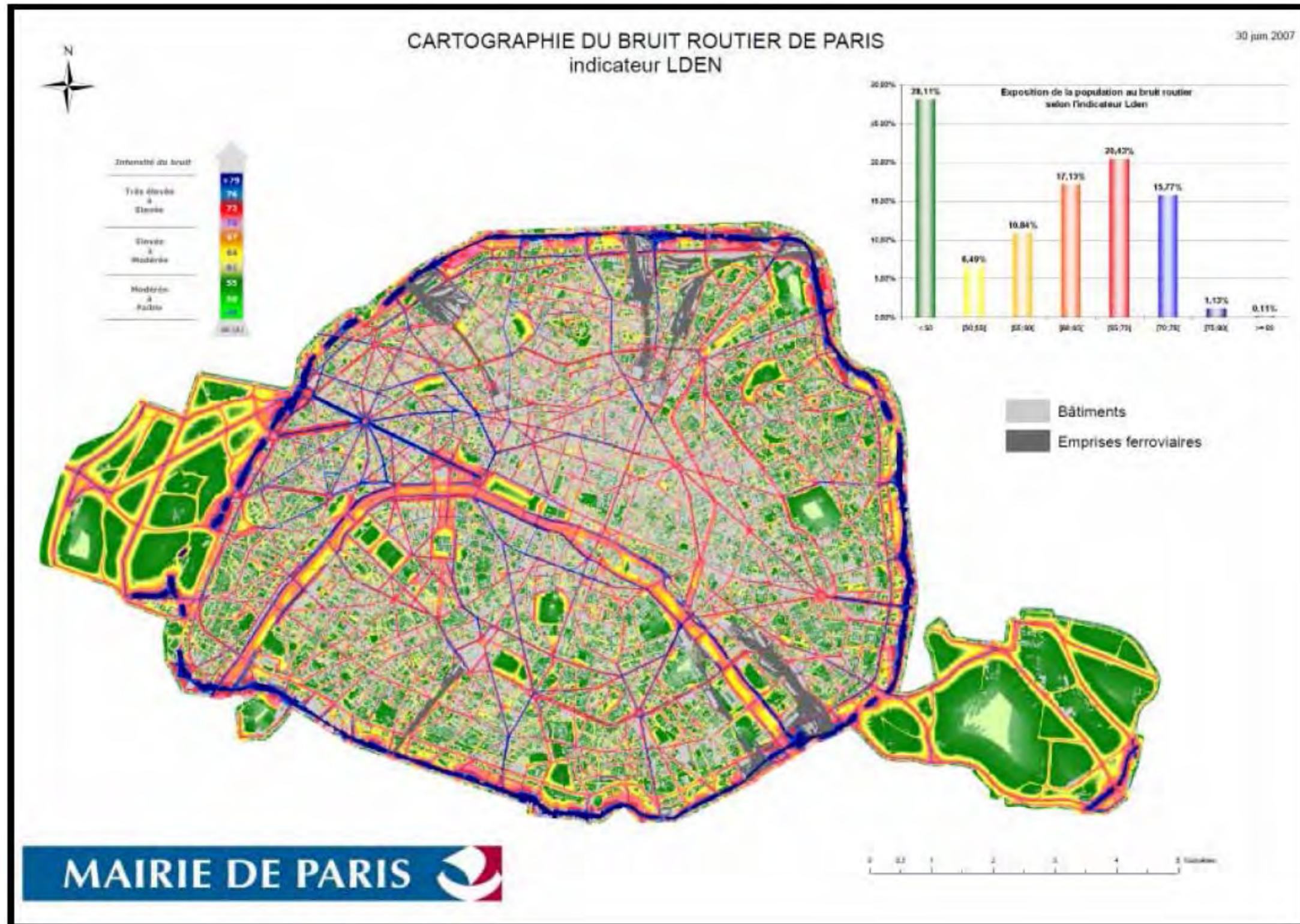


Figure 61 : Carte du bruit de Paris (source Mairie de Paris)

Entre 2004 et 2007 à Paris, on constate une baisse de 2 % de la population exposée à un bruit supérieur à 70 dB(A) en journée et une diminution de 2,5 % des Parisiens soumis à un niveau sonore supérieur à 65 dB(A) durant la nuit. Par ailleurs, on constate une augmentation de 6 % des personnes résidant dans des zones plus calmes, exposées à moins de 60 dB(A) en journée.

La volonté de diminuer les nuisances sonores s'illustre d'ailleurs par la législation. Par exemple, les dispositions relatives à la loi du 31 décembre 1992 ont pour objectifs de réduire les nuisances dues à la construction de routes à proximité d'habitations existantes et doivent assurer une insonorisation suffisante des nouveaux bâtiments construits à proximité des routes et voies ferrées. Cette loi propose un éventail de solutions pratiques allant des mesures préventives, comme la planification dans les documents d'urbanisme, aux mesures répressives telles que la gestion du trafic et de la vitesse, la pose d'écrans acoustiques ou de revêtements de chaussées moins bruyants. Concernant les nuisances sonores occasionnées par le rail, on prône également la pose de murs antibruit, la couverture des voies ou le remplacement des semelles de freins en fonte par des freins en matériau composite.

On pourra noter ici, en lien avec les prescriptions de végétalisation liées au zonage d'assainissement, la capacité de la végétation à participer à la lutte contre la pollution sonore. Les bandes boisées denses permettent d'atténuer le bruit des grands axes routiers et peuvent compléter ou suppléer (moyennant une largeur suffisante) les murs antibruit traditionnels. Plus généralement, le feuillage des plantes et le substrat sur lequel elles se développent ont tendance à jouer un rôle d'éponge, réfléchissant nettement moins bien les ondes sonores que les surfaces en dur (béton, bitume, pierre...).

Les murs et toitures végétalisées présentent également une sur-isolation phonique.

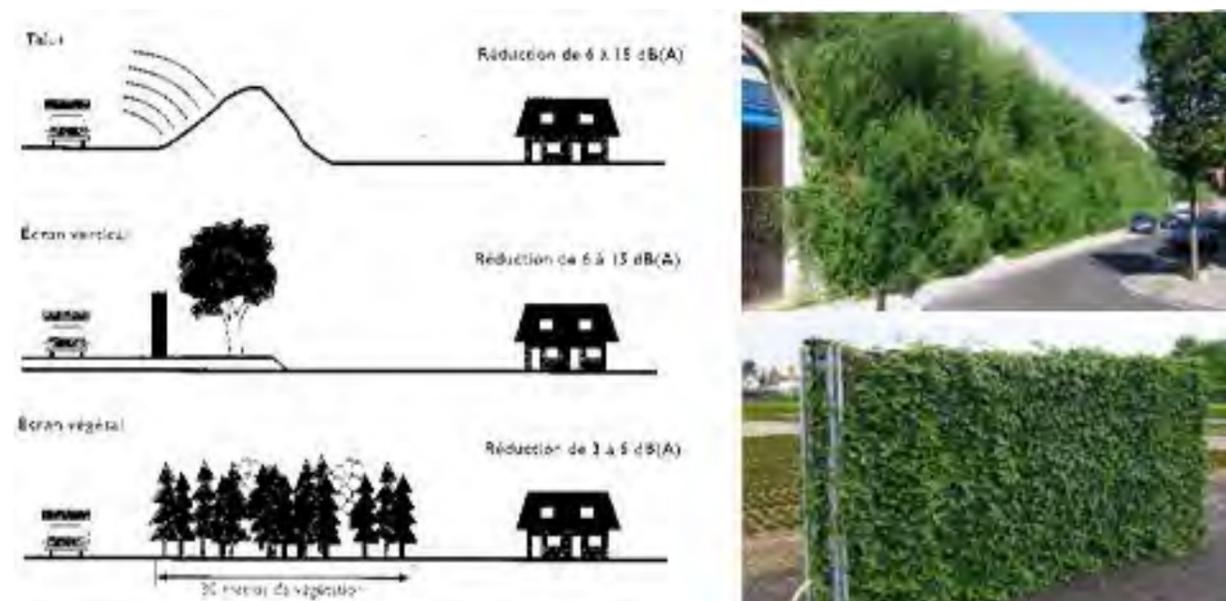


Figure 62 : illustration de procédés de végétalisation anti-bruit

Moins bien maîtrisé scientifiquement mais de plus en plus reconnu, le bruissement des feuillages avec le vent, à l'instar des écoulements d'eau (fontaine, cascades etc.) ont un effet apaisant qui adoucit la perception sonore de fond (lutte contre le bruit par le bruit).

Description des enjeux liés à la présence et à la qualité des espaces verts (source : PLU)

Paris est sous-équipé en espaces verts de proximité, d'autant que leur répartition est inégale. Aujourd'hui, les zones insuffisamment desservies, c'est-à-dire distantes de 300 mètres environ d'un jardin public, concernent surtout le centre rive droite aux abords des grands boulevards (le 10ème notamment), et plusieurs secteurs dans des arrondissements périphériques tels que les 11ème, 13ème, 17ème et 18^{ème} arrondissements.

Au début des années 1980, Paris comptait sur son territoire 285 espaces verts ouverts au public, pour une superficie de 355 hectares environ, non compris les Bois de Boulogne et de Vincennes (près de 1 850 hectares), les jardinets décoratifs, les jardins des équipements, les cimetières et les plantations d'alignement.

Depuis lors, le patrimoine vert de la capitale s'est agrandi de plus de 120 hectares accessibles au public, portant la superficie totale à 476 hectares environ des jardins publics. Ces créations ont revêtu plusieurs formes : des grands parcs urbains comme les parcs Georges-Brassens, André-Citroën, Bercy, mais aussi le parc de la Villette au nord-est de Paris ; des projets plus spécifiques comme le jardin des Halles dans le centre de la capitale, le parc de Belleville, le jardin Atlantique de la gare Montparnasse, ou encore la réalisation, sur une ancienne infrastructure ferroviaire, de la Promenade Plantée dans le 12ème arrondissement, du jardin Martin Luther King dans le 17^{ème} arrondissement. A ces grandes réalisations se sont ajoutés des jardins et squares de quartier, notamment dans l'est et le sud parisiens, créés à l'occasion d'opérations publiques mais aussi par la mise en œuvre de réserves prévues par le POS ou lors d'aménagements très ponctuels. Au titre de la mandature 2014-2020, il est prévu de créer 30 ha d'espaces verts supplémentaires et 100 ha de toitures et de murs végétalisés.

Par ailleurs, dans une large partie du centre, la rareté des disponibilités foncières rendant difficile la création de jardins, une action de mise en valeur de l'espace public existant a été menée. Ainsi ont été créés ou réaménagés le jardin Tino-Rossi en bord de Seine et, sur le parcours des canaux, le jardin de l'Arsenal, les jardins du boulevard Richard-Lenoir et les berges du bassin de la Villette.

Malgré toutes ces réalisations, le besoin en espaces verts reste important à Paris. De nouveaux projets de bonne dimension sont plus récemment réalisés ou en projet sur les terrains ferroviaires Pajol - cour du Maroc (18ème), gare des Batignolles (17ème), dans la ZAC Paris-Rive Gauche, sur les emprises de la petite ceinture ferroviaire et aussi, dans un registre un peu différent, le long des bords de Seine.

A l'issue de la révision partielle de 1994 étaient déjà protégés à ce titre 1 000 espaces verts privés, répartis sur 1900 parcelles et couvrant 213 hectares, sans compter ceux des secteurs sauvegardés du Marais et du 7ème arrondissement. A ce décompte se sont ajoutées, dans ces dernières années, des mesures de protection spécifiques introduites dans divers quartiers, et en particulier à Montmartre et dans le faubourg Saint-Antoine.

Description des enjeux liés aux loisirs en ville

Les espaces de loisirs sont de diverses natures. L'occupation des sols de Paris fait état de 4,5% d'équipements sportifs ouverts et de plus de 16% d'espaces verts, parcs et jardins. Les espaces ouverts ont en effet une forte prédisposition à accueillir des activités récréatives (promenade, exercice physique, détente, jeux...).

La valeur récréative de ces espaces dépend de leur taille, de leur mode d'aménagement, de leur accessibilité.