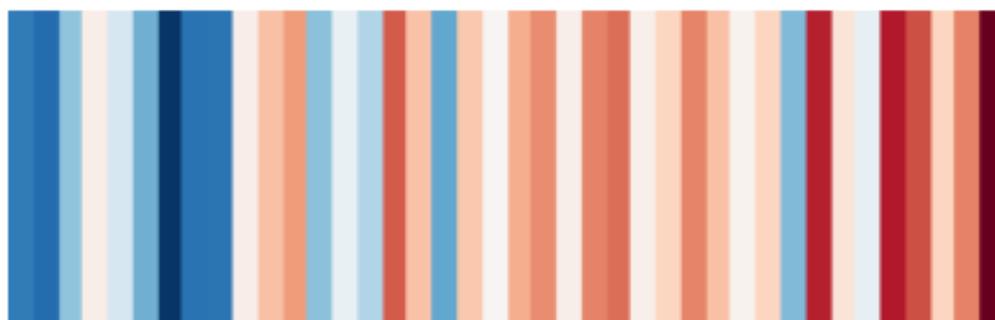


Date
Juillet 2021

VILLE DE PARIS

ACTUALISATION DU DIAGNOSTIC
DE VULNERABILITÉS ET DE
ROBUSTESSES DE PARIS FACE AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET A
LA RAREFACTION DES RESSOURCES

CAHIER 4 : ÉVALUATION DES RISQUES POUR LE TERRITOIRE PARISIEN



Rédacteurs Sébastien Bruyère, Imane Bourkane, Adeline Cauchy
(Ramboll)
Vérificateur Adeline Cauchy (Ramboll)
Approbateur Ghislain Dubois (Ramboll)
Coordination **Julie Roussel**
Ville de Paris **Yann Françoise**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1. RAPPEL DU PERIMÈTRE DU DIAGNOSTIC	2
1.1 Aléas climatiques et ressources	2
1.2 Systèmes analysés	3
2. LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ÉNERGÉTIQUE	4
2.1 Synthèse	4
2.2 Réseau électrique	7
2.3 Réseau de gaz	15
2.4 Réseau de chaleur	22
2.5 Réseau de froid	29
3. CYCLE URBAIN DE L'EAU	36
3.1 Synthèse	36
3.2 Service eau potable	38
3.3 Service assainissement et gestion des eaux pluviales	47
3.4 Gestion de l'eau non potable	55
4. CADRE URBAIN	62
4.1 Synthèse	62
4.2 Cadre bâti et espaces publics	65
4.3 Parcs, jardins, bois et cimetières	76
4.4 Gestion des déchets	85
4.5 Télécommunications	92
4.6 Transports et mobilité	100
4.7 Sous-sols	111
5. SANTÉ PUBLIQUE	119
5.1 Synthèse des enjeux prioritaires	119
5.2 Description du système	122
5.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource	123
5.4 Les sources	128
6. ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIALE	130
6.1 Synthèse	130
6.2 Tissu économique, filières et emploi	133
6.3 Tourisme et patrimoine culturel	146
6.4 Modes de vie et loisirs	159
6.5 Grands événements	168
6.6 Système assurantiel	181
7. LES ENJEUX PRIORITAIRES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA RARÉFACTION DES RESSOURCES	185
7.1 L'accroissement de la surchauffe urbaine, un enjeu critique pour Paris	185
7.2 Les inondations, une nouvelle donne climatique et une recrudescence des enjeux pour les systèmes parisiens	189
7.3 Une sensibilité contrastée des systèmes à la nouvelle donne climatique moyenne (températures et précipitations)	191
7.4 Des risques climatiques moins prégnants pour le territoire	192
7.5 Des points de vigilance sur certains aléas	194
7.6 L'altération de la biodiversité menace les systèmes parisiens	195
7.7 L'eau, une ressource sous tension	197
7.8 Une transformation territoriale engagée pour un Paris pour un Paris résilient en énergie, en qualité de l'air et en alimentation	200
7.9 Des approfondissements thématiques	203

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Les aléas climatiques et ressources étudiés	2
Figure 2 : Systèmes analysés	3
Figure 3 : Schéma du réseau de transport d'électricité HT	7
Figure 4 : Part des composantes dans la note de risque du réseau électrique	8
Figure 5 : Note de risque du système électrique (avec effets dominos)	9
Figure 6 : Comparaison de l'évolution du prix de marché moyen annuel (marché de gros)	10
Figure 7 : Evolution de la note de risque du réseau électrique à l'horizon 2050 (hors effets dominos)	14
Figure 8 : Carte des équipements des résidences principales parisiennes,	15
Figure 9 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de gaz	16
Figure 10 : Note de risque du système de gaz (avec effets dominos)	17
Figure 11 : Évolution de la note de risque du réseau de gaz à l'horizon 2050 (hors effets dominos)	21
Figure 12 : Carte du réseau de chaleur urbain	22
Figure 13 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de chaleur	23
Figure 14 : Note de risque du réseau de chaleur (avec effets dominos)	24
Figure 15 : Évolution de la note de risque du réseau de chaleur à l'horizon 2050 (hors effets dominos)	28
Figure 16 : Localisation des consommateurs de froid parisiens et raccordement au réseau de froid	29
Figure 17 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de froid	30
Figure 18 : Note de risque du réseau de froid (avec effets dominos)	31
Figure 19 : Évolution de la note de risque du réseau de froid à l'horizon 2050 (hors effets dominos)	34
Figure 20 : Évolution de la note de risque du réseau eau potable à l'horizon 2050 (hors effets dominos)	42
Figure 21 : Part des composantes dans la note de risque du réseau d'eau potable	43
Figure 22 : Note de risque du système eau potable avec les effets dominos	45
Figure 23 : Exposition aux inondations des stations d'épuration	50
Figure 24 : Evolution de la note de risque à l'horizon 2050 du réseau assainissement (hors effets dominos)	51
Figure 25 : Part des composantes dans la note de risque du réseau d'assainissement	52
Figure 26 : Note de risque du réseau assainissement et gestion des eaux pluviales avec effets dominos	53
Figure 27 : Part des composantes dans la note de risque du réseau ENP	56
Figure 28 : Note de risque du système Eau Non Potable (avec effets dominos)	57
Figure 29 : Évolution de la note de risque du réseau ENP (sans effets dominos)	61
Figure 30 : Répartition logements parisiens selon période de construction	65
Figure 31 : Part des composantes dans la note de risque du système cadre bâti	66
Figure 32 : Note de risque du système cadre bâti et espace publics avec effets dominos	68
Figure 33 : Zonage pluvial, ParisPluie, 2018	72
Figure 34 : Évolution de la note de risque du système cadre bâti et espace publics (sans effets dominos)	74
Figure 35 : Part des composantes dans la note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières	77
Figure 36 : Note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières avec effets dominos	78
Figure 37 : évolution de la note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières (sans effets dominos)	83
Figure 38 : Répartition en pourcentage du traitement des déchets	85
Figure 39 : Part des composantes dans la note de risque du système gestion des déchets et propreté	86
Figure 40 : Note de risque du système de gestion des déchets avec effets dominos	87
Figure 41 : Cotation des risques selon la matrice analytique de la région Ile-de-France	90

Figure 42 : évolution de la note de risque du système gestion des déchets à l'horizon 2050 ...	91
Figure 43 : Carte des data centers de la ville de Paris.....	92
Figure 44 : Composants fonctionnels d'un data center	92
Figure 45 : Part des composantes dans la note de risque du réseau des télécommunications..	93
Figure 46 : Note de risque du réseau des télécommunications avec effets dominos	95
Figure 47 : évolution de la note de risque du réseau des télécommunications à l'horizon 2050	99
Figure 48 : Répartition modale des déplacements en transports en commun	100
Figure 49 : évolution annuelle 2017/2018 de la circulation dans Paris intra-muros.....	100
Figure 50 : Part des composantes dans la note de risque du système de transport et mobilités	101
Figure 51 : Note de risque du système de transport et mobilités avec effets dominos (sur 10)	103
Figure 52 : Transport routier intramuros par vecteurs énergétiques (GWh)	104
Figure 53 : évolution de la note de risque du système de transport et mobilités (sans effets dominos)	109
Figure 54 : Localisation des zones de susceptibilités au retrait-gonflement des argiles.....	111
Figure 55 : Zonage de carrières et risques	112
Figure 56 : Part des composantes dans la note de risque du système sous-sols	113
Figure 57 : Note de risque du système de sous-sols avec effets dominos (sur 10).....	114
Figure 58: Carte des risques naturels majeurs.....	117
Figure 59 : évolution de la note de risque du système sous-sols (sans effets dominos).....	118
Figure 60 : Vision des enjeux prioritaires en matière de santé publique	119
Figure 61 : Part des composantes dans la note de risque du système santé publique	120
Figure 62 : Note de risque du système de santé publique avec effets dominos.....	121
Figure 63 : RAEP pour le bouleau en 2019	125
Figure 64 : Établissements et équipements de santé en zone inondable.....	127
Figure 65 : Évolution de la note de risque du système de santé publique (sans effets dominos)	128
Figure 66 : Part des composantes dans la note de risque du système tissu économique.....	134
Figure 67 : Note de risque du système tissu économique (avec effets dominos).....	135
Figure 68 : Filières économiques étudiées	136
Figure 69 : Répartition de l'emploi total par grands secteurs en %	136
Figure 70 : Consommation énergétique du Tertiaire par branches	138
Figure 71 : Impacts économiques potentiels d'une crue centennale	144
Figure 72 : Évolution de la note de risque du système tissu économique (sans effets dominos)	146
Figure 73 : Part des composantes dans la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel.....	147
Figure 74 : Note de risque du système tourisme et patrimoine culturel (avec effets dominos)	148
Figure 75 : Evolution mensuelle des arrivées hôtelières françaises et étrangères dans le Grand Paris	149
Figure 76 : Répartition des émissions totales de CO ₂ selon les différents postes.....	150
Figure 77 : Liste des monuments parisiens concernés par le risque inondation	156
Figure 78 : Évolution de la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel (sans effets dominos)	158
Figure 79 : Part des composantes dans la note de risque du système modes de vie et loisirs	159
Figure 80 : Note de risque du système modes de vie et loisirs (avec effets dominos)	160
Figure 81 : Équipements de loisirs sportifs à Paris.....	161
Figure 82 : Structure des loisirs pratiqués par les franciliens en 2012-2013	162
Figure 83 : Évolution de la note de risque du système modes de vie et loisirs (sans effets dominos)	167
Figure 84 : Part des composantes dans la note de risque des grands événements.....	168
Figure 85 : Note de risque du système grands événements (avec effets dominos)	169
Figure 86 : Qu'est-ce qu'un grand événement ? la définition de la CCI Paris Ile-de-France ...	170

Figure 87 : Évolution de la note de risque du système mode de vie et loisirs (sans effets dominos).....	180
Figure 88 : Part des composantes dans la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel.....	181
Figure 89 : Note de risque du système assurantiel (avec effets dominos).....	182
Figure 90 : Évolution de la note de risque du système assurantiel (sans effets dominos)	184
Figure 91 : Risque des systèmes face à la canicule.....	186
Figure 92 : Risque des systèmes face aux inondation	189
Figure 93 : Risque des systèmes face aux températures moyennes.....	192
Figure 94 : Risque des systèmes face à l'évolution de la pluviométrie moyenne	192
Figure 95 : Risque des systèmes face au grand froid	193
Figure 96 : Risque des systèmes face aux chutes de neige et verglas	193
Figure 97 : Risque des systèmes face aux mouvements de terrain	194
Figure 98 : Risque des systèmes face aux tempêtes.....	194
Figure 99 : Risque des systèmes face à la biodiversité.....	195
Figure 100 : Risque des systèmes face à la ressource en eau	197
Figure 101 : Risque des systèmes face à la sécheresse des sols.....	199
Figure 102 : Risque des systèmes face à la qualité de l'air	200
Figure 103 : Risque des systèmes face à la qualité de l'air	201
Figure 104 : Risque des systèmes face à l'alimentation.....	202
Tableau 1 : Notation des risques du réseau électrique	10
Tableau 2 : Notation des risques du réseau de gaz.....	18
Tableau 3 : Notation des risques du réseau de chaleur	25
Tableau 4 : Notation des risques du réseau d'eau potable	38
Tableau 5 : Notation des risques du réseau d'assainissement et de gestion des eaux pluviales.....	47
Tableau 6 : Notation des risques du réseau ENP	58
Tableau 7 : Notation des risques du système cadre bâti.....	68
Tableau 8 : Notation des risques du système parcs, jardins, bois et cimetières	79
Tableau 9 : Notation des risques du système gestion des déchets et propreté	88
Tableau 10 : Notation des risques du système télécommunications	95
Tableau 11 : Notation des risques du système de transport et mobilités	103
Tableau 12 : Notation des risques du système des sous-sols	114
Tableau 13 : Notation des risques du système de santé publique	123
Tableau 14 : Notation des risques du système tissu économique	137
Tableau 15 : Notation des risques du système tourisme et patrimoine culturel	150
Tableau 16 : Notation des risques du système modes de vie et loisirs	163
Tableau 17 : Notation des risques du système grands événements	171
Tableau 18 : Notation des risques du système assurantiel.....	182

ANNEXES

Annexe 1

Matrices de notation des systemes

Annexe 2

Liste des entretiens et synthese

INTRODUCTION

Précisant son Plan Climat de 2007 alors principalement consacré au volet atténuation, la Ville de Paris s'est dotée en 2012 d'une première étude de vulnérabilités et de robustesses face au changement climatique et à la raréfaction des ressources. Ce diagnostic a permis de dresser un inventaire exhaustif des vulnérabilités socio-économiques et environnementales à l'œuvre sur son territoire.

Paris y apparaît comme une ville robuste à bien des égards : solidité de ses infrastructures, existence de plans de gestion et de prévention des risques, ouvrages de protection notamment. Mais elle présente aussi des fragilités : amplification des canicules et de l'îlot de chaleur urbain, sécheresses de plus en plus sévères, incertitude sur la survenue d'une crue centennale. Ces modifications à l'œuvre affectent déjà les ressources du territoire (eau, biodiversité, énergie), les populations (santé, précarité), les infrastructures (réseaux, bâti) et les activités économiques et administratives, fortement concentrées sur la capitale.

Forte de cette étude, la Ville a engagé un travail de co-construction et d'implication de ses services dans une démarche d'adaptation conduisant à l'adoption, en septembre 2015, d'une stratégie globale d'adaptation au changement climatique.

La Ville de Paris souhaite aujourd'hui conforter la place de l'adaptation au sein de sa politique climatique. En cohérence avec ses obligations réglementaires, elle requiert l'actualisation de ses outils de pilotage permettant d'apprécier et d'anticiper l'évolution des risques climatiques et de raréfaction de ses ressources.

Cette actualisation s'organise en plusieurs étapes :

- La mise à jour de la méthodologie de diagnostic (Cahier 1) ;
- La mise à jour de la composante « aléas » de cette approche, notamment par le développement de projections climatiques dernière génération utilisant la base de données servant le prochain rapport du GIEC (AR6) (Cahier 2) ;
- La mise à jour de la composante « ressources » avec l'inclusion notamment de nouvelles dimensions prospectives et thématiques (qualité de l'air) (Cahier 3) ;
- **L'actualisation de la notation des systèmes et une vision transversale des priorités (Cahier 4, présent cahier) ;**
- L'approfondissement de la connaissance autour de certains systèmes :
 - Système assurantiel (Cahier 5),
 - Migrations climatiques (Cahier 6),
 - Grands événements (Cahier 7) ;
- La création d'un répertoire des données géolocalisées collectées, pour la préparation future d'un atlas cartographique de la vulnérabilité du territoire parisien ;
- La mise à disposition d'un set d'outils de communication (plaquette grand public, infographies et vidéo).

Ce cahier présente les résultats de l'actualisation du diagnostic de vulnérabilités et de robustesses de Paris face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources. L'ensemble des systèmes parisiens est analysé. Une vision transversale des enjeux et des priorités est également proposée.

1. RAPPEL DU PÉRIMÈTRE DU DIAGNOSTIC

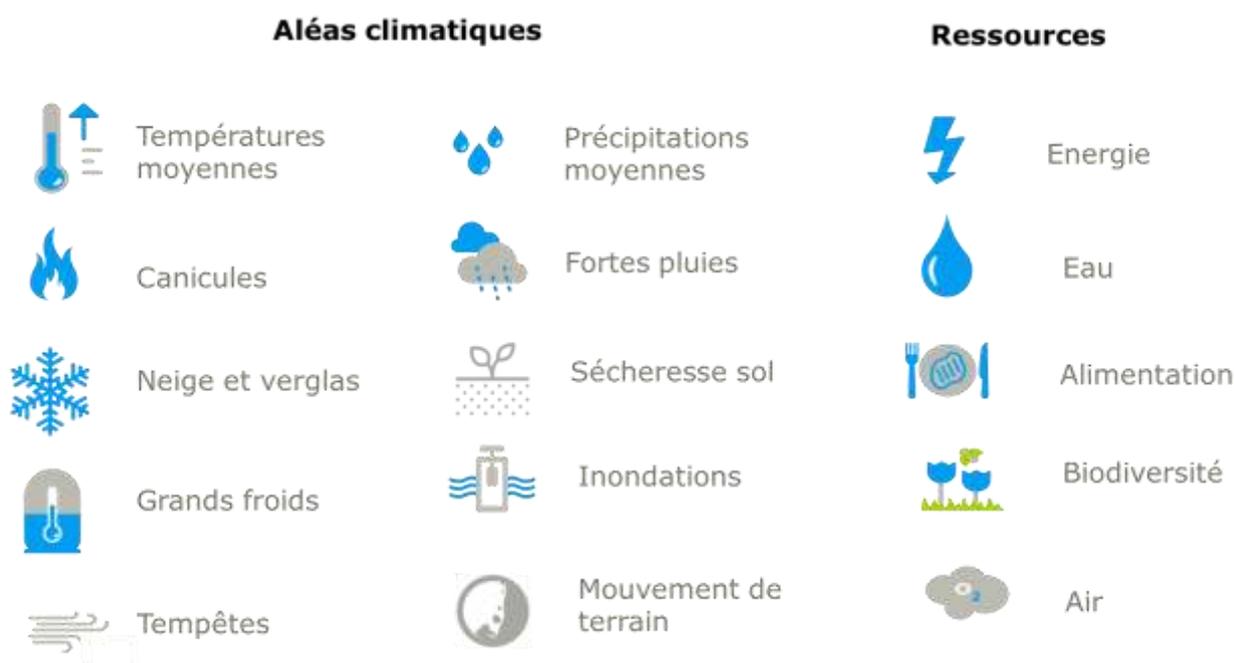
Cette section présente le périmètre du diagnostic de risques et de robustesses du territoire face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources. Le détail de l'actualisation de l'indice de risque fait l'objet d'un cahier dédié (Cahier 1).

1.1 Aléas climatiques et ressources

Le diagnostic repose sur la mise à jour d'un set d'aléas climatiques tendanciels (ex : précipitation moyenne) et sévères (ex : canicule) permettant d'apprécier les changements climatiques en cours et à venir sur le territoire parisien. Les aléas retenus sont identiques à ceux de l'étude de 2012. Leur actualisation fait l'objet d'un cahier dédié (Cahier 2).

Le diagnostic repose également sur l'étude de la raréfaction des ressources et leur actualisation (cahier 3). Ces dernières demeurent inchangées à l'exception de la ressource « Air », volontairement ajoutée par la Ville de Paris.

Figure 1 : Les aléas climatiques et ressources étudiés



Il nous semble important de préciser les modalités de prise en compte de la sécheresse sous les différents aléas et ressources, pour éviter la double comptabilité du phénomène¹.

Plusieurs formes de sécheresse sont étudiées :

- **La sécheresse des sols** (aussi appelé sécheresse édaphique ou agricole) : le déficit de précipitation sur une période plus ou moins longue se répercute sur les sols et altère le développement de la végétation (les racines ne sont plus capables d'extraire l'eau du sol).
- **La sécheresse hydrologique** : le déficit pluviométrique peut se répercuter sur le niveau d'eau des milieux (eaux souterraines et superficielles) et conduire à des sécheresses dites hydrologiques (étiage sévère voire assec dans certains cas). **Dans la présente étude, ce phénomène est étudié dans le volet raréfaction de la « ressource en eau ».**
- **La sécheresse géotechnique** : il s'agit de la déformation des sols argileux par manque d'eau, qui entraîne la fragilisation et la fissuration des bâtiments à faibles fondations, entre autres. Cet aléa est étudié sous le volet « mouvement de terrain ».

¹ Dans l'exercice de 2012, l'aléa sécheresse ne se limitait pas au sol. La sécheresse hydrologique était souvent comptabilisée deux fois, sous l'aléa sécheresse mais aussi dans l'étude de la raréfaction de la « ressource en eau ».

1.2 Systèmes analysés

Les systèmes retenus font l'objet d'une nomenclature définie par la Ville de Paris et présentée ci-après (Figure 2). Ils sont regroupés par grande thématique : cadre urbain, attractivité économique et sociale etc. Par rapport à 2012, deux systèmes ont été ajoutés : grands événements et sous-sols. L'actualisation des résultats pour les systèmes est présentée dans le Cahier 4. Enfin, trois systèmes font l'objet d'un approfondissement dédié : système assurantiel (Cahier 5), migrations climatiques (Cahier 6) et grands événements (cahier 7).

Figure 2 : Systèmes analysés



2. LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ÉNERGÉTIQUE

2.1 Synthèse

2.1.1 Principaux enjeux

L'étude des réseaux de distribution énergétique a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- Une **tension sur la ressource en eau notamment en périodes estivales et caniculaires**, la majorité des réseaux de distribution énergétique (tous sauf le gaz, et à relativiser dans le cas de l'électricité puisque cette dépendance est du ressort de RTE au niveau national, et n'impacte peu ou pas Paris, particulièrement sécurisée, mais des coupures locales sont possibles et observées) dépendants de l'eau – majoritairement eau de Seine – pour leurs boucles thermiques. Le réseau de chaleur dépend aussi de la ressource en eau, mais vis-à-vis de son coût plus que sa disponibilité, le réseau subissant des pertes significatives par fuites.
- Un **fort risque inondation pour la majorité des réseaux** (plus particulièrement pour le réseau de chaleur et le système électrique, dans une moindre mesure pour le réseau de froid, modéré pour le réseau de gaz), sur une partie localisée du réseau ou, par effet domino, sur l'intégralité du réseau.
- Une **évolution de la dépendance à la ressource énergétique**. En effet, on note une augmentation significative des besoins électriques pour accompagner les nouveaux usages (groupes froids, mobilité), en même temps que des objectifs stratégiques forts de diversification et relocalisation de la production énergétique, et un développement fort des énergies renouvelables. Cela devrait complexifier le pilotage énergétique futur mais limiter la dépendance à des sources limitées. Si les ressources centralisées semblent très résilientes (maillage multiple, stratégies de redondance), la relocalisation des sources de production devrait cependant impliquer plus de dépendance au réseau de transport pour l'approvisionnement en combustibles (déchets, bois).
- Le **réseau énergétique qui semble le plus vulnérable est le réseau de chaleur**, dont la technologie vapeur implique des arrêts de distribution localement ou sur l'ensemble du réseau, notamment en cas d'inondation ou de fortes pluies.
- Le **réseau énergétique qui semble le moins vulnérable est le réseau de gaz**, moins sensible aux submersions, et dont la capacité a moins vocation à se développer, les Parisiens étant de moins en moins demandeurs de gaz pour le chauffage mais de plus en plus pour la mobilité.
- Les **aléas liés au froid, grand froid et neiges, sont de moins en moins préoccupants**. Leur intensité est en baisse et les réseaux parisiens ont déjà prouvé leur bon dimensionnement. Cependant, ces aléas pourraient toujours impacter ponctuellement le fonctionnement du réseau, sur le transport de combustibles ou l'intervention pour maintenance.
- Les **autres aléas (mouvement de terrain, tempête) impliquent des impacts beaucoup plus localisés**. Les études de terrain, notamment la future cartographie des sous-sols, devraient apporter un complément d'informations.

Le renforcement de la capacité d'adaptation de Paris aux enjeux de la distribution énergétique passe notamment par les points suivants :

- Etude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation et considération de l'exercice EU Sequana de la Préfecture de Police pour l'amélioration de la résilience des réseaux énergétiques de bord de Seine ;
- Baisse de la sensibilité technique du réseau de gaz avec le passage progressif à la basse pression ;
- Conversion totale aux énergies renouvelables des centrales de chaleur parisiennes d'ici 2030 (PCAEM, 2019) ;
- Développement du réseau de froid à l'ensemble du territoire parisien (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019).

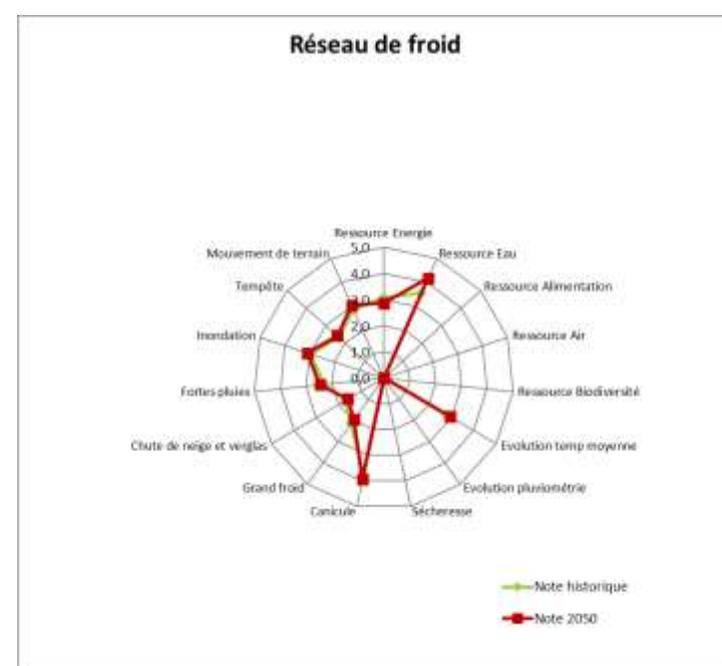
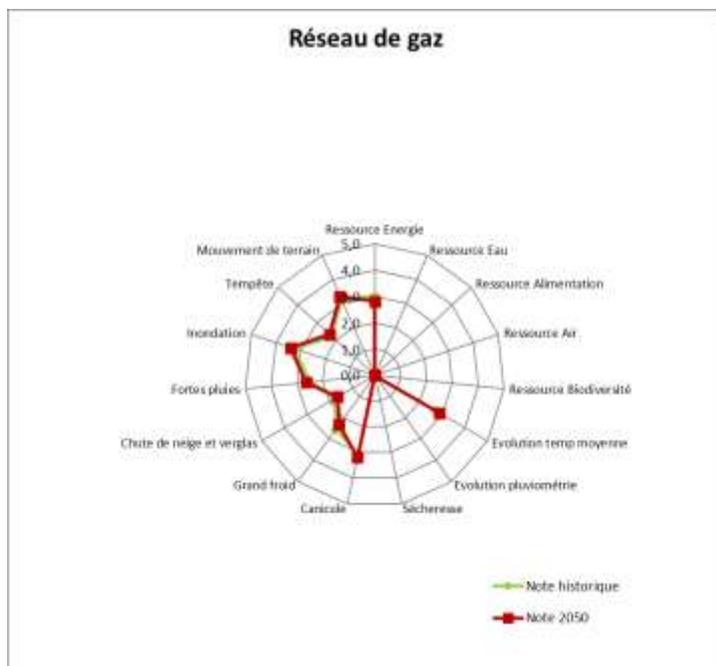
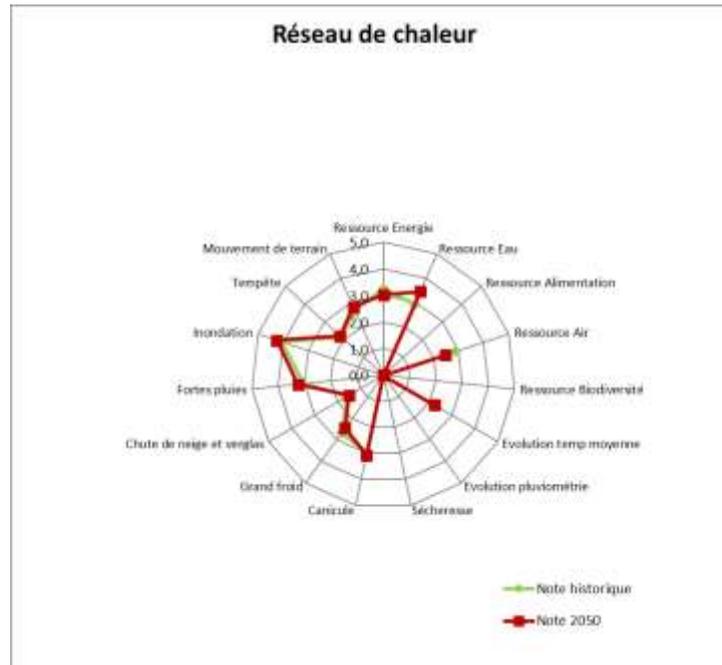
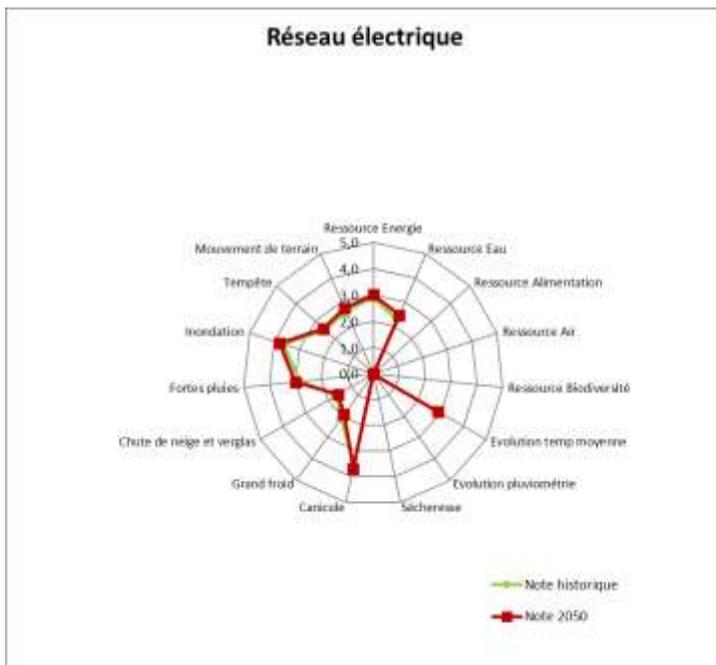
2.1.2 Principales évolutions par rapport à 2012

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

- Une **moindre dépendance à la ressource énergie**, principalement grâce à la prise en compte de la redondance des réseaux pour les ressources centralisées en dehors de Paris (nucléaire, hydraulique) et les objectifs de diversification et relocalisation du mix énergétique.
- Un **constat similaire pour le risque inondation**. Les exercices entrepris entretemps comme celui de la préfecture de police en 2016 ont permis de mieux mettre en évidence les effets dominos et le coût des impacts sur le réseau énergétique, en cas de crue.
- Un **constat de risque plus fort pour l'aléa canicule**, la dépendance vis-à-vis de l'eau était déjà mis en avant, mais les développements du réseau entretemps et les nouveaux objectifs de développement (intégralité de Paris concerné par le réseau froid) mettent en évidence de futurs conflits d'usage sur la ressource en eau et des impacts plus marqués en cas de panne.
- La **prise en compte du lien avec la ressource en air**, ce qui concerne principalement le réseau de chaleur pour ses rejets mais les progrès réalisés sur les filtrations semblent amoindrir le risque de se trouver au-dessus des seuils réglementaires.
- Un constat similaire sur la **moindre vulnérabilité du réseau de gaz** ; au vu de son caractère enterré et de sa plus forte résilience en cas d'inondation, ce qui semble un atout pour la reconversion envisagée entretemps du réseau de gaz vers le développement des mobilités vertes.
- Des **incertitudes similaires sur le risque de mouvement de terrain**, ce qui apparaît comme un risque moindre pour les directions concernées, devrait trouver confirmation dans les prochaines cartographies du sous-sol.

2.1.3 Tableau de bord des risques et robustesses de réseaux

5	Critique
4,5	Très fort
4	Fort
3,5	Relativement fort
3	Modéré
2,5	Relativement modéré
2	Faible
1,5	Très faible
1	Extrêmement faible

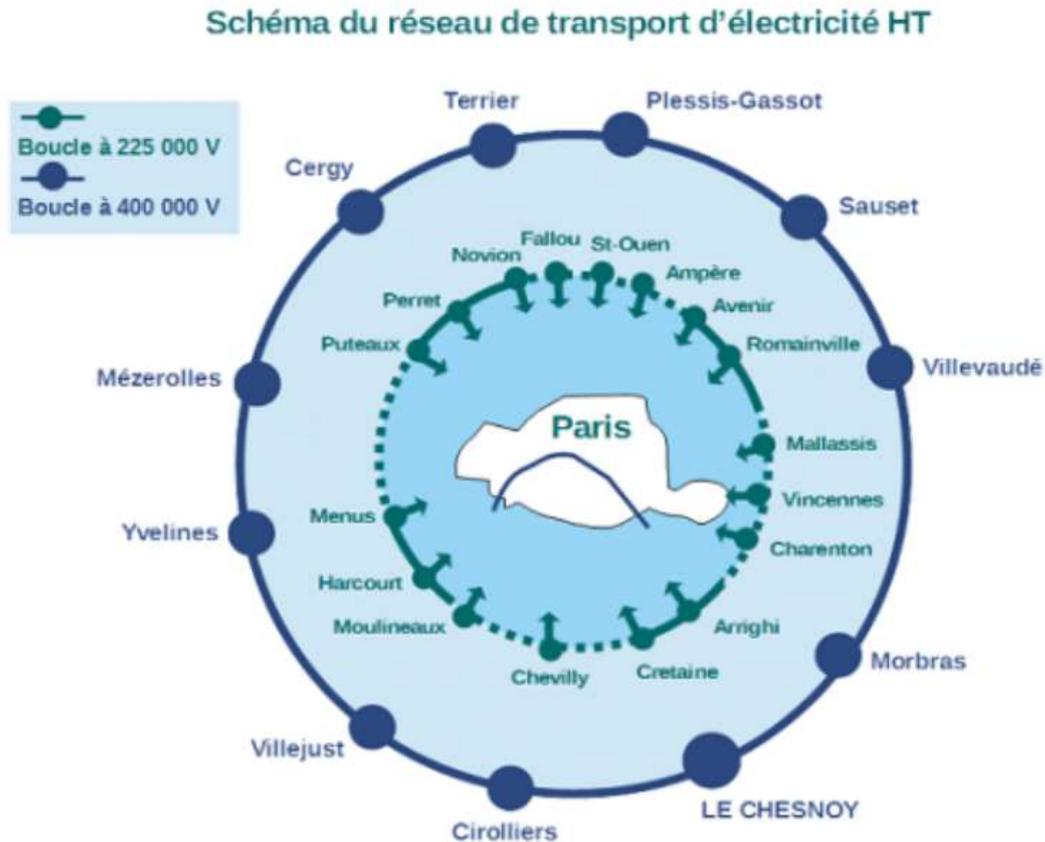


2.2 Réseau électrique

2.2.1 Description du système

Le fonctionnement de la très grande majorité des systèmes de Paris dépend directement du réseau électrique, géré par RTE. Ainsi, 90 % de l'énergie consommée à Paris sont issus de ce réseau, qui couvre tout le territoire parisien avec 1,6 million de clients, et 10 000 kilomètres de réseaux enterrés (ENEDIS, chiffres clés 2019). De plus, 38 postes sources abaissent la tension électrique.

Figure 3 : Schéma du réseau de transport d'électricité HT
(Source : DRIEE)



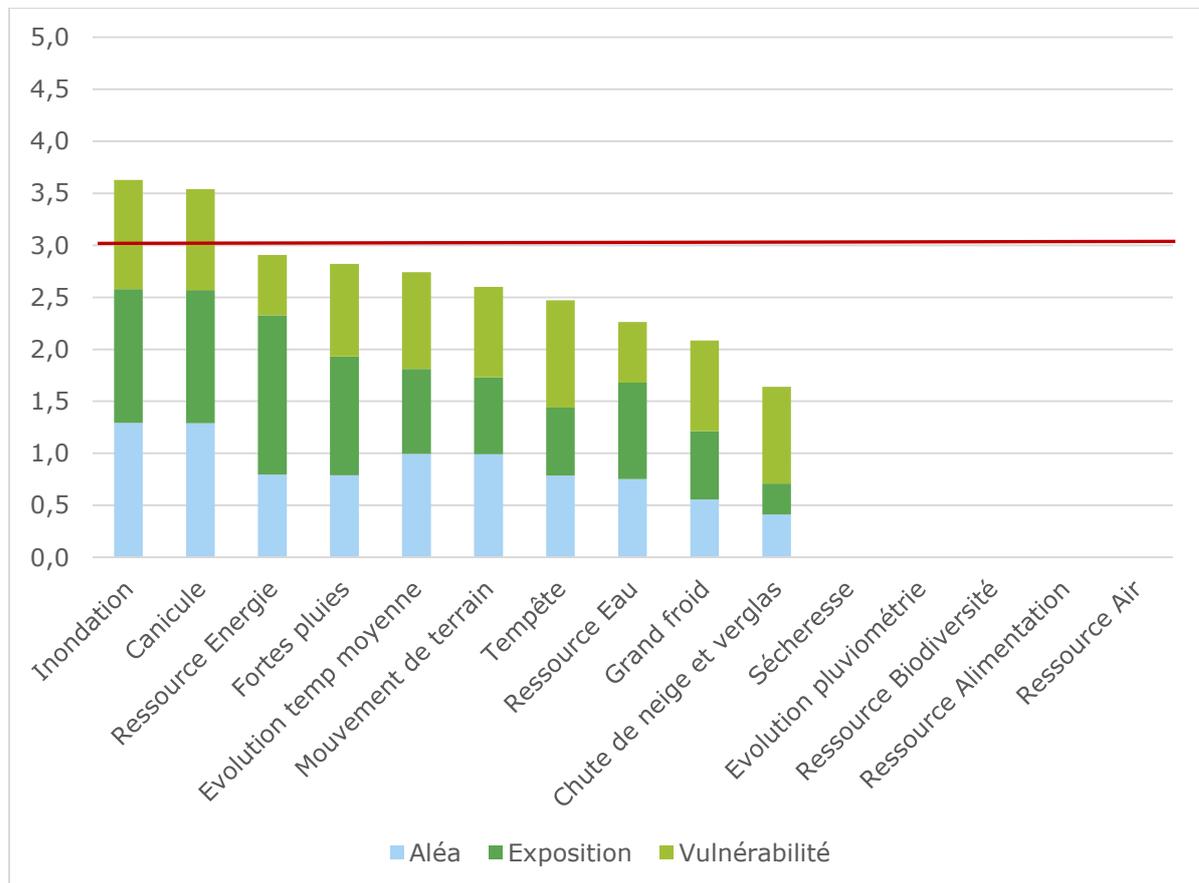
L'électricité permet le fonctionnement de tous les réseaux et elle fournit de l'énergie pour une grande quantité d'usages (lumières, chauffage, fonctionnement des bureaux, etc.). L'Île-de-France est la première région consommatrice d'électricité de France et RTE anticipe une hausse des besoins significative à l'horizon 2030. Bien que l'analyse nationale du réseau relève un nombre d'évènements significatifs système (ESS) à la hausse d'année en année, la durée moyenne de coupure électrique (critère B, CRE) reste stable depuis 2012. La ressource électrique reste aujourd'hui essentiellement en dehors du territoire et dépendante des autres régions à 90 % (DRIEE, 2020) et essentiellement du nucléaire. Au niveau local (10 % restant), on trouve essentiellement la cogénération au gaz et l'incinération des déchets (60 % du local), le reste étant constitué d'électricité d'origine thermique, méthanisation, hydraulique et énergies renouvelables. Toutefois, on constate une progression des nouvelles formes de production, consolidée par des objectifs stratégiques ambitieux de diversification des sources d'énergie dans le Plan Climat Air Energie Territoire de la ville (PCAEM, 2018). Une forte croissance des besoins en électricité est observée au niveau de la métropole parisienne, avec une estimation de 34 % de puissance complémentaire appelée d'ici à 2030 par rapport au niveau de 2016 (RTE, 2016).

2.2.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

Le réseau électrique de la Ville de Paris est **majoritairement concerné par les risques canicule et inondation**. Il reste aujourd'hui **très dépendant de sources de production électrique centralisées** et **sensible aux hautes températures**, ce qui peut causer un manque de contrôle sur les possibles coupures de courant, notamment en **période de canicule, bien que ce soit aujourd'hui encore rarement observé**. La **diversification de la production électrique** proposée dans les documents stratégiques (PCAEM, 2018) est susceptible d'**améliorer la résilience du réseau**. Les récentes **évolutions des postes sources à proximité des bords de Seine** permettent de limiter les impacts des coupures de courant en cas de crue et d'assurer un service minimum. Cependant, une **large partie de la population resterait affectée**, sur une grande partie du territoire par **effet domino sur les infrastructures de transport ou les télécommunications**.

Depuis la précédente étude de 2012, on constate une **moindre dépendance à la ressource énergie**, principalement grâce à la mise en place d'un travail continu sur le maillage du réseau pour ne pas dépendre d'un nombre limité de sources de production. Mais le **risque canicule reste prépondérant** et d'autant plus marqué au vu de l'évolution attendue de l'aléa dans le futur. Le **risque inondation a été réhaussé** dans la présente étude, au vu de ses effets dominos critiques sur les autres systèmes parisiens.

Figure 4 : Part des composantes dans la note de risque du réseau électrique



- Exposition du système

Le système électrique parisien apparaît robuste car enterré, redondant et maillé et donc préservé des principaux risques affectant les composantes extérieures. Néanmoins, si l'inertie du sol permet de limiter les variations, le système électrique reste exposé aux variations de température. Également, sa présence en zone inondable le rend vulnérable à des crues, notamment les boîtiers de jonction et les postes sources.

- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

Les impacts techniques sont principalement liés à l’occurrence d’une crue (si plus de deux postes sources sont touchés par exemple, ou certains postes sources critiques). Les principaux impacts sont les possibles dégâts sur les éléments de jonction (fragilité des câbles face à la chaleur) et les ruptures de ventilation des postes sources sous chaussée lors des immersions.

Les utilisateurs sont affectés directement par des ruptures de réseau localisées, particulièrement impactantes lors des épisodes de grand froid ou de canicule pour les personnes vulnérables logeant dans des logements mal isolés.

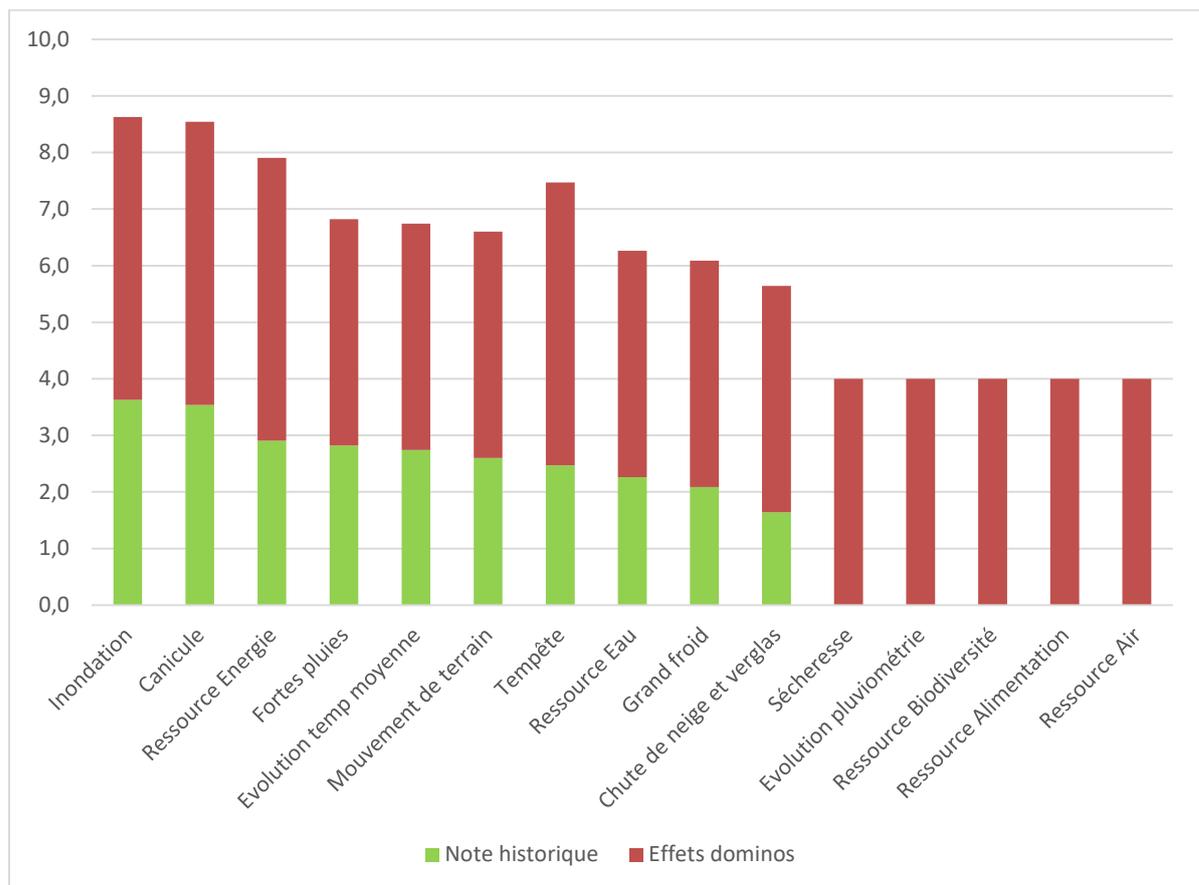
- Capacité d’adaptation

La capacité d’adaptation est jugée plutôt bonne, avec des objectifs stratégiques bien mis en évidence et chiffrés (stratégie de recentralisation et diversification de la production énergétique, développement de l’autoconsommation) avec des actions d’amélioration de maillage multiple et la protection du réseau dans les zones à risque, notamment en cas de crue (exemple du nouveau poste source de l’Alma intégrant une protection sécurité en cas de crue²).

- Effets dominos

Les effets dominos considérés pour le système ne changent pas la hiérarchie des risques. La canicule et l’inondation restent prépondérants. Les effets dominos à partir du réseau électrique sont évidents. En cas de coupure à grande échelle (inondation, baisse de capacité sur sources de production), les impacts sont massifs sur la quasi-totalité des systèmes qui marquent l’arrêt.

Figure 5 : Note de risque du système électrique (avec effets dominos)



² <https://www.enedis.fr/actualites/enedis-modernise-son-reseau-de-distribution-delectricite-pour-accompagner-la-transition>

2.2.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Le tableau suivant met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le réseau électrique.

Tableau 1 : Notation des risques du réseau électrique

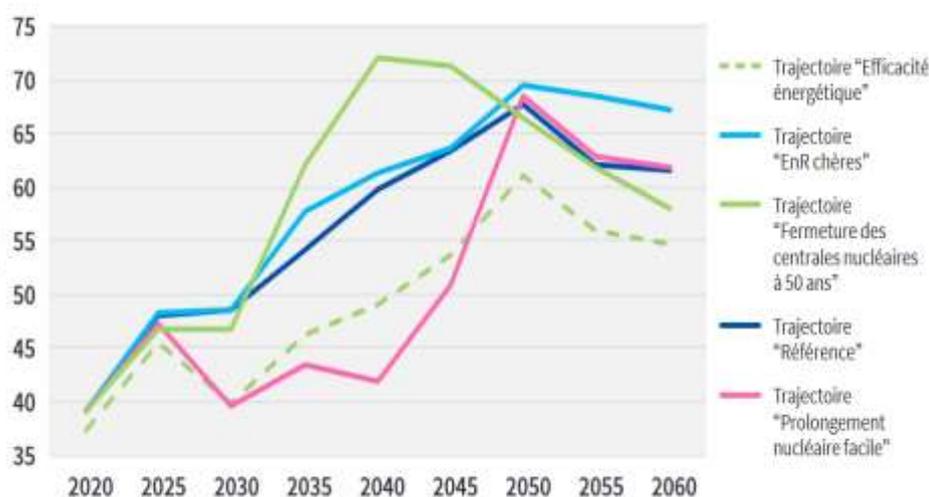
	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)		
Inondation	3,6	3,8	1	Extrêmement faible
Canicule	3,5	3,7		
Ressource Énergie	2,9	3,0	1,5	Très faible
Fortes pluies	2,8	3,0		
Evolution temp moyenne	2,7	2,9	2	Faible
Mouvement de terrain	2,6	2,7		
Tempête	2,5	2,6	2,5	Relativement modéré
Ressource Eau	2,3	2,4		
Grand froid	2,1	1,9	3	Modéré
Chute de neige et verglas	1,6	1,6		
Sécheresse	0,0	0,0	3,5	Relativement fort
Evolution pluviométrie	0,0	0,0		
Ressource Biodiversité	0,0	0,0	4	Fort
Ressource Alimentation	0,0	0,0		
Ressource Air	0,0	0,0	4,5	Très fort
			5	Critique

Ressource énergie

Le réseau électrique est peu exposé au manque de ressource énergétique. Bien que dépendant de la production d'énergie aujourd'hui majoritairement centralisée et hors du territoire, l'autoconsommation étant encore balbutiante, le réseau profite d'un réseau maillé et développé pour faire face aux éventuelles ruptures d'approvisionnement (taux de disponibilité de l'électricité de 99,9 % en Ile-de-France selon le PCAET, 2018) et de la forte résilience du réseau électrique français, mesuré notamment à travers le critère B (temps moyen de coupure par usager).

Figure 6 : Comparaison de l'évolution du prix de marché moyen annuel (marché de gros) (ADEME, 2018)

FIGURE 17 : COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DU PRIX DE MARCHÉ MOYEN ANNUEL (MARCHÉ DE GROS)



Le système³ est modérément sensible. Les ruptures d'approvisionnement entraînent des ruptures de fonctionnement des systèmes électriques mais ne provoquent pas de destruction matérielle

³ Le mot « système » a une signification particulière en électricité. Il convient de rappeler que le mot système utilisé dans cette étude n'a pas le même sens et fait référence au système de distribution électrique dans son ensemble et tel que défini dans le point 2.1.1.

sur les infrastructures de distribution. Le risque est beaucoup plus marqué pour les activités dépendant de cet approvisionnement et dont les coupures de courant impliquent un arrêt avec un long temps de redémarrage comme nous le verrons par la suite.

Ce risque particulier est cependant plus lié à la qualité d'alimentation qu'à la disponibilité de la ressource. Cependant, une hausse des coûts de l'énergie est attendue dans la majorité des scénarios (ADEME, 2018).

Le risque est modéré.

Ressource eau

Le système reste indirectement dépendant de la ressource en eau pour la production d'électricité, bien qu'aujourd'hui essentiellement centralisée et hors du territoire mais dépendante en grande partie de la ressource eau (nucléaire et hydraulique). Il est peu sensible au niveau de Paris car aucun impact technique ne serait à déplorer sur les infrastructures de distribution. Cependant, les utilisateurs pourraient souffrir des ruptures de courant dues au manque d'eau en amont du système (si les centrales nucléaires devaient respecter des limites d'utilisation de l'eau liée à la température de l'eau en sortie) mais la RTE possède sa propre stratégie de redondance au niveau national, limitant ce risque. La stratégie de relocalisation et de diversification des sources d'énergie (Action 12 de la Stratégie de résilience, 2017 et PCAEM, 2018) devrait améliorer la capacité d'adaptation en limitant la dépendance aux sources basées sur l'eau. Néanmoins, cet aspect requiert un long temps de transition, ce qui limite la capacité d'adaptation.

Le risque est relativement modéré.

Ressource alimentation

Le système n'est pas directement concerné par la ressource alimentation.

Ressource air

L'usage de l'électricité permet de limiter la pollution aux particules fines selon les usages (énergie du bâtiment, mobilité) mais le système n'est pas directement impacté par la dégradation de la qualité de l'air.

Ressource biodiversité

Le système n'est pas directement concerné par la ressource biodiversité.

Évolution des températures moyennes

Le système est faiblement exposé à l'évolution des températures car étant quasi-intégralement enterré. Cependant, certains de ses éléments critiques sont exposés, comme les boîtiers de jonction. Il est donc sensible aux variations de températures, car cela peut impacter l'efficacité de son fonctionnement (diminution de son rendement).

Le système a une meilleure capacité d'adaptation grâce aux actions d'amélioration du maillage du réseau, le rendant plus résilient à des pannes. Néanmoins, la perte d'efficacité du réseau en dehors des événements extrêmes reste assez peu documentée mais l'information devrait être plus facilement analysable grâce aux nouvelles générations de compteurs électriques.

Le risque est relativement modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le système n'est pas directement concerné par l'évolution de la pluviométrie, mais est sensible aux épisodes extrêmes (voir « fortes pluies et « inondation »).

Sécheresse des sols

Le système n'est pas directement concerné par l'aléa sécheresse qui réfère principalement ici à la sécheresse des sols agricoles (ou sécheresse édaphique⁴).

⁴ Description disponible dans le Cahier 2 de la présente étude.

Canicule

Le système est faiblement exposé à l'aléa car étant majoritairement enterré, le sol limitant les variations thermiques. Cependant, certains de ses éléments critiques sont exposés, comme les boîtiers de jonction. Ce système est très sensible aux épisodes caniculaires car les éléments hors terre, comme les boîtiers de jonction, sont particulièrement sensibles à la chaleur. La consommation électrique supplémentaire est un élément complémentaire de sensibilité, rapprochant le système de pics de consommation. En cas de canicule, RTE doit gérer ces situations, notamment en abaissant la production des centrales thermiques et du parc hydraulique.

Par ailleurs, l'équilibre entre offre et demande reste assuré grâce aux capacités d'effacement disponibles, notamment dans le cadre du scénario « Canicule » (RTE, 2015).

La canicule de 2020 a cependant occasionné des claquages répétés sur le réseau parisien et a impacté jusqu'à 50 000 foyers⁵ par épisode. Sur la période, 237 000 clients ont été concernés par des coupures momentanées en Ile-de-France (Senat, 2020). Les utilisateurs sont très sensibles, notamment la population vulnérable, en cas de panne de climatiseur notamment.

Le système a une meilleure capacité d'adaptation grâce aux actions d'amélioration du maillage du réseau, la politique de remplacement des accessoires sensibles, notamment ceux liés aux câbles papier ou l'installation de groupes électrogènes (Schéma Directeur énergétique métropolitain, 2019). Les groupes électrogènes installés par la Force d'intervention rapide électricité créée par EDF (Senat, 2020) rendent le système plus résilient à des pannes mais ne permettent pas pour autant d'écartier le risque de coupures temporaires, notamment si les problématiques de refroidissement des centrales nucléaires sont plus marquées dans le futur. La redondance du réseau électrique est cependant à rappeler et devrait permettre de limiter les impacts, comme indiqué dans le premier paragraphe sur la disponibilité de la ressource énergétique.

Le risque est relativement fort.

Grand froid

Le système est majoritairement enterré et est ainsi peu exposé à l'aléa grand froid, en dehors des postes sources. Les boîtes de jonction présentent une fragilité en cas de grand froid, et la consommation électrique est accentuée. Cette surconsommation est alors susceptible de compliquer la gestion du réseau, et accentue la sensibilité des personnes âgées si ceux-ci résident dans des bâtiments mal isolés.

La capacité d'adaptation de la Ville de Paris apparaît robuste, avec un plan « Grand Froid », un protocole de communication sur les conséquences sanitaires, et les bons gestes à adopter. RTE estime qu'une baisse de 1°C équivaut à la puissance de production de 2,5 réacteurs nucléaires de 900 MWe (RTE, 2011). Toutefois, les pics de consommation hivernaux sont bien suivis et documentés (Carbone 4, 2016).

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Le système est faiblement exposé aux chutes de neige au niveau parisien. Seules les lignes aériennes sont exposées en cas de chutes de neige. Le réseau national est plus sensible sur les lignes THT mais l'articulation nationale du réseau, le maillage et la redondance du réseau parisien permettent une forte résilience à l'échelle locale. Seule une corrélation d'évènements peut entraîner des coupures de courant de manière locale sur le réseau parisien. Cependant, le système est sensible à l'aléa car les difficultés d'accès pour la maintenance sont accentuées. La demande électrique est également accentuée en cas de verglas. La gestion du réseau s'avère plus difficile alors et rend la population plus sensible (continuité de service). De même que pour l'aléa grand froid, le plan « Grand Froid » apporte une réponse et l'aléa est relativement rare (record de jours consécutifs sans gel battu en 2014, avec 379 jours, Météo France, 2014).

⁵ https://actu.fr/ile-de-france/paris_75056/a-paris-deux-coupures-d-electricite-privent-plus-de-50-000-foyers-de-courant-en-pleine-nuit_35469739.html

Le risque est modéré.

Fortes pluies

L'aléa fortes pluies concerne principalement les zones du territoire où des ruissellements localisés peuvent apparaître, principalement en lien avec les zones imperméabilisées. Le système présente alors une sensibilité locale élevée, avec possible rupture de ventilation des postes sources sous chaussée, et ruptures de réseau pour les utilisateurs. Le maillage électrique permet de ne pas craindre de rupture d'approvisionnement électrique tant que deux postes sources ne sont pas touchés.

Le Plan Crue intégrée dans le PPRI propose un plan de maintien du fonctionnement du réseau en cas d'inondation. Et un audit d'une partie représentative du patrimoine parisien a été entrepris, tout comme une étude sur la gestion des risques (OCDE, 2014).

Le risque est modéré.

Inondation

L'aléa inondation concerne la zone de bord de Seine, clairement identifiée dans le plan de prévention risques inondations de Paris6 (PPRI, 2015). Toutes les composantes structurelles du réseau électrique situées dans la zone sont concernées. De manière similaire à l'aléa fortes pluies, l'aléa inondation est susceptible de provoquer des ruptures de ventilation des postes sources, ainsi qu'une submersion des câbles et boîtes de jonction. Des coupures de réseau sont alors nécessaires. Si deux postes sources sont touchés, le système est résilient mais pas au-delà. La sensibilité des utilisateurs concernés par les ruptures de réseau est très élevée, notamment en périodes de grands froids ou de canicules. Un exercice de la préfecture de police estime à 1,5 million d'utilisateurs privés d'électricité en cas de crue (EU Sequana, Préfecture de Police, 2016). De la même manière que le plan fortes pluies, le Plan Crue et l'existence d'un plan de maintien de fonctionnement partiel du réseau en cas d'inondation apportent une réponse stratégique. Et le Schéma Directeur Énergétique Métropolitain inclut la mise en place de tableaux immergeables (Schéma Directeur Énergétique Métropolitain, 2019). Certains investissements ne sont pas considérés dans les stratégies, comme la mise en place d'un système « coupures d'artères ». Mais la dépendance à d'autres systèmes (réseau de transport, télécommunications et cadre bâti notamment) accentue le risque, en provoquant un effet domino.

Le risque est fort.

Tempête

Les composantes aériennes du réseau et les postes de distribution sont exposés à l'aléa tempêtes. Les ruptures de lignes aériennes et les dégâts extérieurs sont susceptibles d'exposer le système électrique à des dégâts techniques, mais la sensibilité du système est considérée élevée uniquement si la tempête est à grande échelle (région complète), occasionnant des dégâts en de multiples points. A l'échelle de Paris, le faible nombre de lignes électriques extérieures réduit le risque local de coupures de courant et le danger pour les usagers en cas de chute d'un câble électrique sur la chaussée. La recentralisation partielle de la production d'énergie (Stratégie de résilience, 2017) améliore la capacité d'adaptation du réseau électrique.

Le risque est relativement modéré.

Mouvement de terrain

Une faible partie du territoire est exposée au risque de mouvement de terrain. Mais la sensibilité technique du système est alors élevée, avec une rupture locale d'interconnexions possibles, cependant peu ou pas observée à ce jour. Quelques études mentionnent le risque de mouvement de terrain (Académie de Paris, 2010) sans accentuer le risque lié au réseau électrique. De plus, le maillage du réseau évite les dépendances aux postes sources à risque.

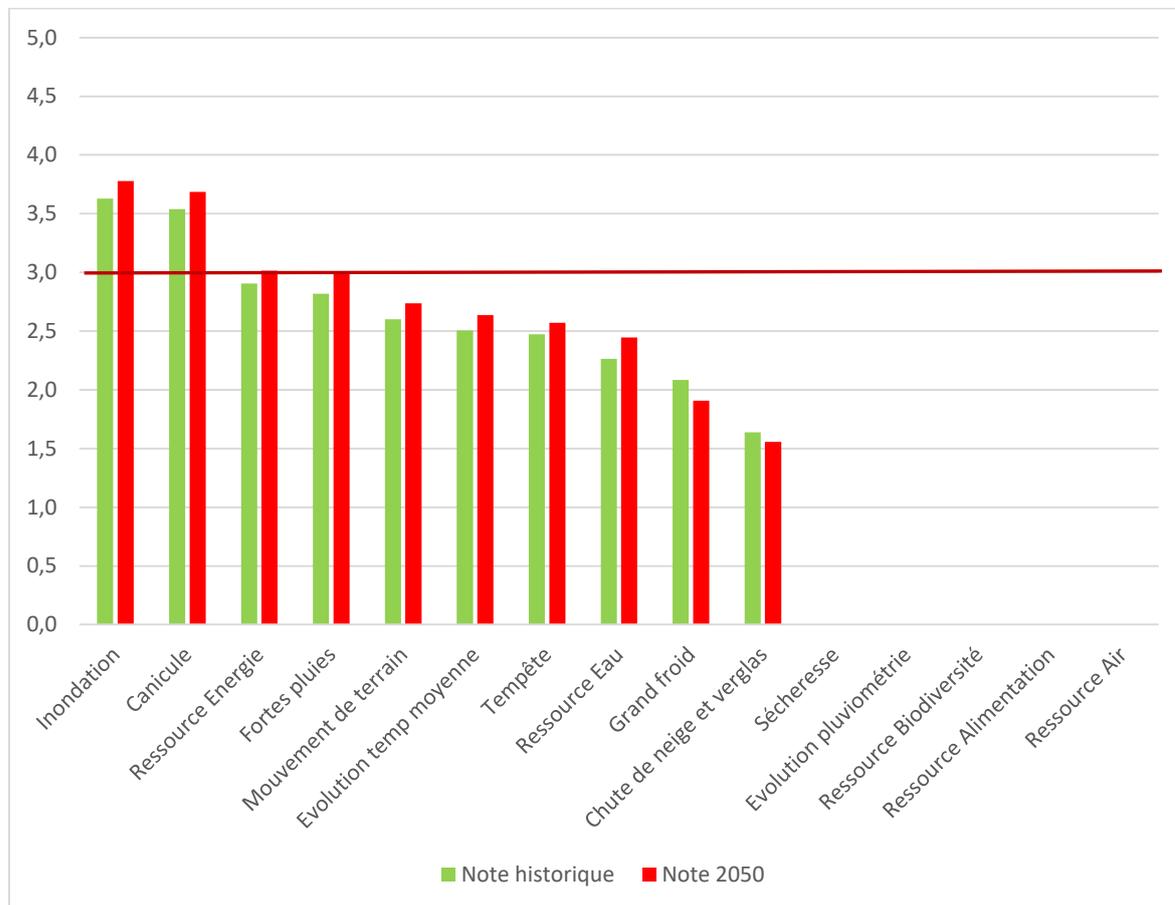
Le risque est relativement modéré.

⁶ http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=cartorisques_075&service=DRIEA_IF

Evolution à l'horizon 2050

L'évolution des aléas à l'horizon 2050 n'impacte pas de manière sensible les notes de risque individuelles. Les modélisations suggèrent une hausse sans changement de niveau de risque majeur pour l'ensemble des aléas. La pression sur la ressource en eau est le seul risque qui pourrait être réhaussé dans la hiérarchie actuelle.

Figure 7 : Evolution de la note de risque du réseau électrique à l'horizon 2050 (hors effets dominos)



2.2.4 Les sources

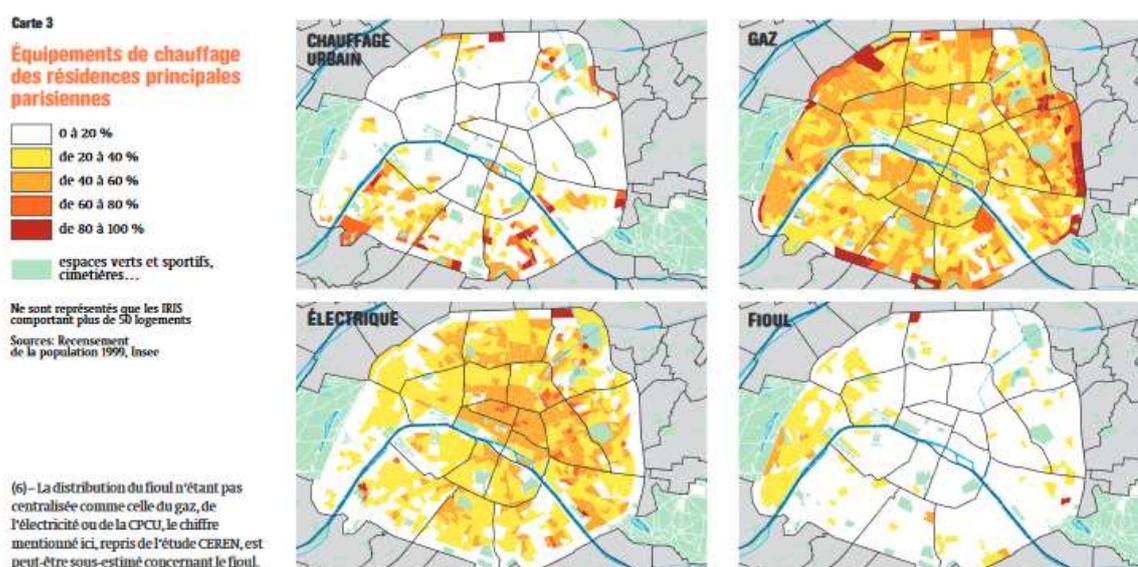
- Entretien Mission Energies-Climat-Résilience et Mission de Contrôle des Concessions de Distribution d'Énergie, 2020
- APUR, *Atlas de l'énergie dans le Grand Paris* (2020)
- Commission de Régulation de l'Énergie, *DELIBERATION N°2019-301* (2019)
- Mairie de Paris, *Stratégie de résilience de Paris* (2017)
- Mairie de Paris, *Nouveau Plan Climat Air Énergie de Paris* (2017)
- Mairie de Paris, *Plan Climat de la Ville de Paris* (2018)
- Mairie de Paris, *Plan Climat Air Énergie de la Métropole du Grand Paris* (2018)
- Mairie de Paris, *Plan Canicule*
- Schéma Directeur Énergétique Métropolitain, 2013.

2.3 Réseau de gaz

2.3.1 Description du système

A ce jour, 487 452 clients (en 2019) sont raccordés au réseau de distribution de gaz de la ville de Paris et le gaz naturel est très largement utilisé. Il compte ainsi pour 56 % de la consommation de chauffage des logements en Ile-de-France et 40 % des locaux du tertiaire (AirParif, 2017). Cependant, une baisse d'utilisation est observée, en lien avec une consommation moindre et une décroissance du nombre de clients (en dehors de la période 2020 où une baisse de 10 % a été observée, en lien avec le confinement et la crise du COVID 19). Le réseau est principalement utilisé en hiver pour le chauffage des logements. Mais la réglementation évolue et le chauffage au gaz sera proscrit dans les nouveaux logements individuels à partir de 2021 (Réglementation Environnementale, 2020) puis collectifs en 2024. De nouveaux usages sont apparus, telles que l'utilisation de gaz pour les véhicules GNV, ou la production de biogaz par méthanisation, dans le cadre des objectifs de diversification du mix énergétique parisien. Ainsi, la DRIEE anticipait une baisse de consommation de gaz pour le logement de 25 % à l'horizon 2030 mais qui serait compensée par un développement de ces nouveaux usages, soit comme combustible, carburant ou production d'électricité et permettrait une stabilité de la consommation de gaz (DRIEE, 2013).

Figure 8 : Carte des équipements des résidences principales parisiennes, APUR, 2007



La hausse de consommation énergétique pour le chauffage est très sensible à la variation de température extérieure mais le gaz permet le stockage énergétique (4 sites de stockage souterrains en région parisienne, DRIEE, 2018) et facilite la gestion de l'approvisionnement. Le réseau est, comme les autres réseaux énergétiques de la Ville de Paris, intégralement enterré (en dehors des conduites montantes) et une attention particulière est portée sur son entretien, notamment en lien avec l'accident de la rue de Trévise en 2019⁷ (mais le risque d'accident est plutôt lié aux manipulations humaines qu'aux aléas climatiques).

2.3.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

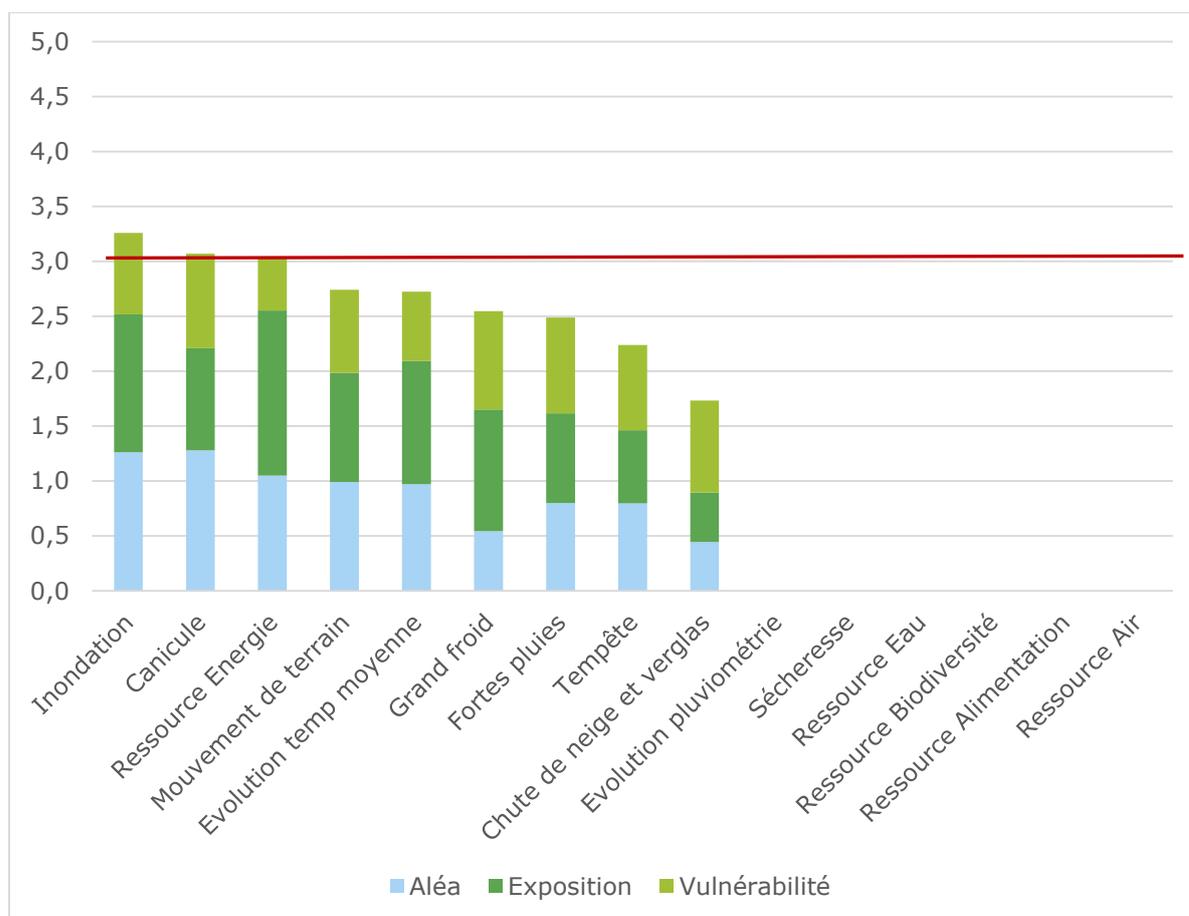
Le réseau de gaz de la Ville de Paris est **principalement concerné par l'aléa inondation**, comme les autres réseaux de distribution énergétique. Les **ruptures de service en cas de crue** constituent le principal risque. Cependant, d'autres aléas sont susceptibles de causer des dommages matériels, aujourd'hui peut-être sous évalués. **L'aléa canicule** en fait partie lorsque les canalisations sont **exposées aux hautes températures lors de travaux** ou lors de mouvements de terrain, des ruptures sont possibles.

⁷ <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53006/>

Le réseau de gaz est **exposé à la disponibilité de la ressource énergie** mais peu sensible car l'usage du gaz étant en évolution forte, ce **risque est compensé** par d'autres facteurs. En effet, il est notamment compensé par la stratégie de **diversification des sources** énergétiques et la **diversification des usages** du gaz, permettant une **répartition plus homogène** de la **consommation** sur l'année.

Par rapport à la précédente étude de 2012, l'analyse conforte la **relative protection du réseau** de gaz, comparé aux autres réseaux de distribution énergétique, étant donné son caractère enterré et sa **faible dépendance** à la ressource en eau. Le principal risque relevé alors correspondait déjà aux inondations et aux fortes pluies. La **canicule et les mouvements de terrain** constituent des points d'attention complémentaires. Les mouvements de terrains avaient déjà été considérés comme un risque majeur en 2012, mais avec les mêmes incertitudes. La canicule apparaissait moins impactante.

Figure 9 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de gaz



- Exposition du système

Le réseau de gaz parisien apparaît relativement robuste car enterré et donc préservé des principaux risques affectant les composantes extérieures. Néanmoins, si l'inertie du sol permet de limiter les variations, le réseau de gaz reste exposé aux longues périodes de froid et de chaleur. Certaines de ses composantes sont plus exposées, c'est notamment le cas des postes de détente, que la présence en zone inondable rend vulnérable à des crues.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Les impacts techniques sont principalement liés aux dégâts affectant la résistance de la canalisation. Aujourd'hui, peu de retours d'expérience soulignent les dégâts en lien avec le changement climatique mais des points d'attention sont à considérer, notamment vis-à-vis de la sécheresse des sols, de la possible exposition des parties aériennes aux fortes chaleurs ou aux ruptures en lien avec les mouvements de terrain.

Les utilisateurs sont affectés directement par des ruptures de réseau localisées, particulièrement impactantes lors des épisodes de crue pour lesquelles un plan de coupure préventive serait appliqué. La variation des coûts de l'énergie dépend de multiples facteurs, dont le développement de nouvelles sources d'approvisionnement et l'ampleur de la hausse du coût reste soumise à de multiples incertitudes.

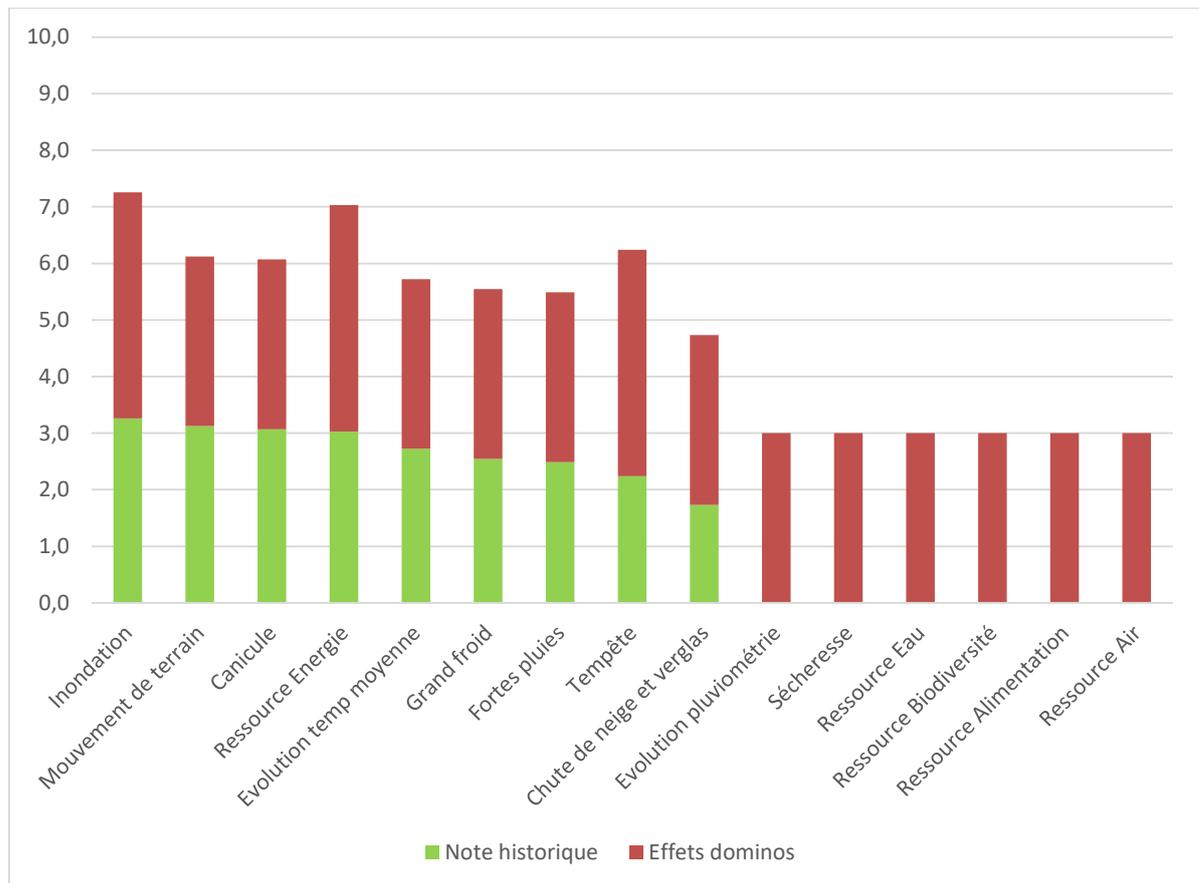
- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation est jugée correcte, avec des objectifs stratégiques bien mis en évidence et chiffrés (stratégie de recentralisation et diversification de la production énergétique, considération de la filière gaz pour les stratégies de développement de la mobilité). Le Plan de Prévention des risques d'inondation apporte une stratégie de réponse lors d'un épisode de crue.

- Effets dominos

Les effets dominos sont principalement liés à l'aléa inondation. La rupture préventive du réseau de gaz ayant des conséquences directes sur les systèmes liés, santé publique pour les hôpitaux connectés au réseau, tissu économique ou encore mobilité pour les nouvelles formes de mobilité dépendantes du gaz. L'effet lié à un manque de ressource énergétique représente aussi un facteur aggravant. Le réseau de gaz de Paris dépend aujourd'hui de l'évolution de l'approvisionnement pour répondre aux nouveaux besoins en gaz, notamment la mobilité à base de gaz naturel régional.

Figure 10 : Note de risque du système de gaz (avec effets dominos)



2.3.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le réseau de gaz.

Tableau 2 : Notation des risques du réseau de gaz

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)																				
Inondation	3,3	3,4	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Extrêmement faible</td> </tr> <tr> <td>1,5</td> <td>Très faible</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Faible</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>Relativement modéré</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Modéré</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>Relativement fort</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Fort</td> </tr> <tr> <td>4,5</td> <td>Très fort</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Critique</td> </tr> </table>	1	Extrêmement faible	1,5	Très faible	2	Faible	2,5	Relativement modéré	3	Modéré	3,5	Relativement fort	4	Fort	4,5	Très fort	5	Critique	
1	Extrêmement faible																					
1,5	Très faible																					
2	Faible																					
2,5	Relativement modéré																					
3	Modéré																					
3,5	Relativement fort																					
4	Fort																					
4,5	Très fort																					
5	Critique																					
Mouvement de terrain	3,1	3,3																				
Canicule	3,1	3,2																				
Ressource Energie	3,0	2,8																				
Evolution temp moyenne	2,7	2,9																				
Grand froid	2,5	2,3																				
Fortes pluies	2,5	2,7																				
Tempête	2,2	2,3																				
Chute de neige et verglas	1,7	1,6																				
Evolution pluviométrie	0,0	0,0																				
Sécheresse	0,0	0,0																				
Ressource Eau	0,0	0,0																				
Ressource Biodiversité	0,0	0,0																				
Ressource Alimentation	0,0	0,0																				
Ressource Air	0,0	0,0																				

Ressource énergie

Les hydrocarbures (pétrole et gaz) restent à ce jour la part la plus importante de l'approvisionnement mondial en énergie primaire. A Paris, la baisse d'utilisation et les évolutions de réglementation (interdiction du gaz dans les logements neufs, Réglementation Environnementale, 2020) sont compensées par la diversification de l'usage de gaz (mobilité, contribution au mix énergétique pour les autres réseaux énergétiques de la Ville de Paris, comme le réseau de chaleur). Contrairement à l'électricité et la chaleur, le gaz provient essentiellement de l'étranger. La dépendance à la ressource énergétique reste incertaine au regard de cette évolution. La stratégie de diversification de la ressource énergétique permet également de limiter la dépendance aux ressources extérieures. Ainsi, les centrales de chaleur parisiennes fonctionnant au gaz, qui assurent l'appoint de production lors des pics de consommation hivernale, devraient être converties aux énergies renouvelables d'ici 2030 (biogaz et biofioul), en valorisant les ressources locales, notamment par méthanisation, (PCAEM, 2018). Le réseau de gaz reste également dépendant de l'approvisionnement en électricité pour son fonctionnement, mais les risques de ruptures d'approvisionnement sont aujourd'hui inexistantes.

Le risque est modéré.

Ressource eau

Le réseau de gaz ne dépend pas de la ressource en eau.

Ressource alimentation

Le réseau de gaz ne dépend pas de la ressource alimentation.

Ressource air

Le fonctionnement du réseau de gaz n'est pas impacté par la qualité de l'air mais les chaudières d'ancienne génération contribuent à la pollution. Les chaudières de nouvelle génération ont des coefficients de combustion plus élevés et un impact bien moindre.

Ressource biodiversité

Le réseau de gaz ne dépend pas de la ressource biodiversité.

Évolution des températures moyennes

Le réseau de gaz est exposé à l'évolution de températures moyennes mais, étant largement enterré, peu sensible à l'évolution des températures moyennes. Les matériaux des canalisations sont sensibles à des variations de températures avec une augmentation de la pression en cas d'augmentation de température, mais sans conséquence observée à ce jour (Entretien Mission Energies-Climat-Résilience, 2020). Peu de documents se penchent sur la question de la sensibilité des canalisations en lien avec une hausse des températures moyennes, hors extrêmes.

Le risque est modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le réseau de gaz n'est pas impacté par l'évolution de la pluviométrie.

Sécheresse des sols

Le réseau de gaz n'est pas concerné par la sécheresse des sols.

Canicule

Le réseau de gaz est exposé aux épisodes de canicules, mais la partie enterrée profite de l'inertie du sol. Les études nationales (GRT Gaz 2017) confirment aussi la faible sensibilité des réseaux de gaz enterrés, le sol permettant d'éviter les effets dominos thermiques. Cependant, l'étude montre que les parties aériennes ou exposées à l'air libre (en cas de cratère ou de travaux) sont les plus sensibles, notamment hors transit (transport de gaz), et la limite de contrôle de résistance de l'acier est plus facilement atteinte. Cette réalité reste un point d'attention à considérer, notamment pour les raccords isolants. Des consignes de limite de remplissage et d'abaissement de la pression des citernes peuvent être ainsi émises pour les livreurs de gaz (ARIA, 2015) et limiter les accidents dus aux surpressions.

Le risque est modéré.

Grand froid

Le réseau de gaz a déjà subi des épisodes de froid sans vulnérabilité manifeste (jusqu'à -11°C d'après retour d'expérience des techniciens) et il est dimensionné pour passer le risque dit « 2 % » correspondant aux points de froid sur des périodes de retour de 50 ans. La partie souterraine est exposée à la baisse des températures mais l'inertie du sol en limite les effets. Les études nationales (GRT Gaz 2017) confirment cette faible sensibilité du système, avec un système enterré à un mètre de profondeur. Les périodes de grand froid ont tendance à diminuer et l'évolution de l'utilisation du réseau de chauffage (vers moins de chauffage pour le logement) accentue la sensibilité du système, en lien avec sa capacité.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Le réseau de gaz est indirectement exposé à l'aléa chute de neige. Il est protégé par le sol. Les chutes de neige et le verglas impactent surtout l'accès au réseau pour la maintenance en cas de panne.

Le risque est faible.

Fortes pluies

Le réseau est exposé sur certaines zones de topographie basse, où les fortes pluies sont susceptibles de causer des inondations de certains postes (retour direction énergie, 2020). De manière très locale, les entrées d'eau aux postes de détente et de comptage peuvent avoir lieu, sans impact majeur, en dehors d'une corrosion possible sur canalisations.

Le risque est relativement modéré.

Inondation

L'inondation apparaît comme un risque majeur du réseau de gaz. La partie exposée, en bord de Seine, pourrait être immergée sur une longue période. Des infiltrations d'eau sont possibles par les canalisations de réseau, par les conduites alimentant les immeubles et situées en zone inondée. Mais ces infiltrations n'ont pas d'impact majeur sur les canalisations, que ce soit sur le risque de rupture ou de fuite (GRT Gaz, 2017). Les postes de détente, utilisés aujourd'hui pour les changements de pression dans le réseau, pourraient être impactés, entraînant une rupture d'approvisionnement particulièrement impactante pour les populations fragiles si l'inondation a lieu en période froide [estimation de 3 % des consommateurs de gaz parisiens touchés par une mise en sécurité (Paris face au changement climatique et à la raréfaction des ressources, 2012)]. Mais le réseau maillé permet de limiter cet impact et le passage envisagé à la basse pression sur l'ensemble du réseau devrait fortement limiter le risque. Un plan de coupure préventive et de mobilisation est disponible à l'échelle de la Ville (PPRI, 2015).

Le risque est relativement fort (mais devrait nettement diminuer après suppression effective des postes de détente et passage à la basse pression).

Tempête

Les composantes aériennes du réseau et les postes de distribution sont exposés à l'aléa tempête, ce qui ne concerne qu'une partie restreinte du système. L'étude nationale (GRT Gaz, 2017) confirme ce constat et ne relève que peu de sensibilité technique, principalement des ruptures de piquage très localisées.

Le risque est faible.

Mouvement de terrain

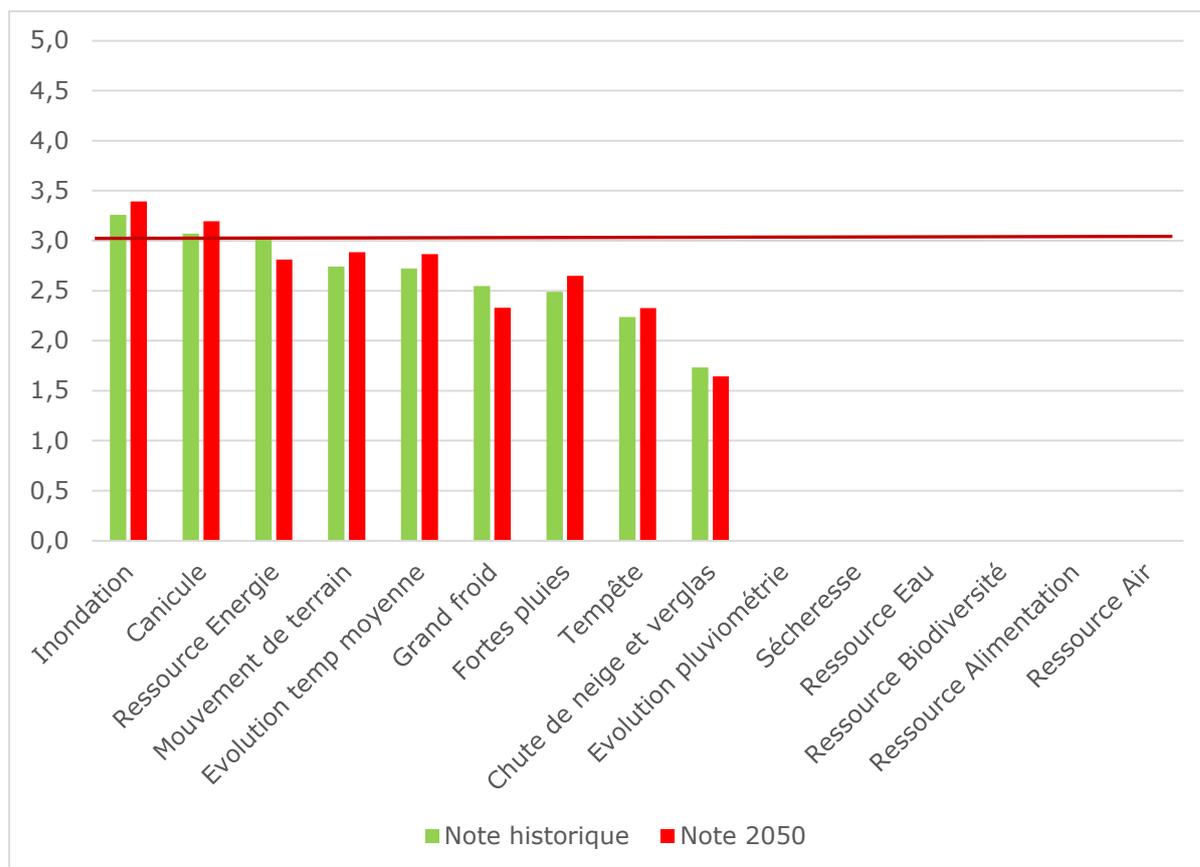
Une faible partie du territoire est exposée au risque de mouvement de terrain, principalement en raison des caractéristiques du sous-sol parisien (très artificialisé, peu d'argile). Dans ce cas, la sensibilité technique du système est alors élevée, avec une rupture d'interconnexions possibles mais peu ou pas observées à ce jour. Quelques études mentionnent le risque de mouvement de terrain (Académie de Paris, 2010) sans accentuer le risque lié au réseau de gaz. Cependant, la dangerosité d'une rupture de canalisation de gaz suggère un complément d'étude focalisant sur les parties du réseau exposées.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

Pour le réseau de gaz, l'évolution des aléas à l'horizon 2050 conforte le risque inondation comme risque majeur mais la note ne prend en compte que l'évolution à la baisse de la sensibilité du réseau après suppression des postes de détente. Le risque grand froid serait significativement abaissé. Les autres aléas et ressources resteraient dans un niveau de risque similaire à celui d'aujourd'hui.

Figure 11 : Évolution de la note de risque du réseau de gaz à l'horizon 2050 (hors effets dominos)



2.3.4 Les sources

- Entretien Mission Energies-Climat-Résilience et Mission de Contrôle des Concessions de Distribution d'Énergie, 2020
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- AirParif, *Bilan 2019 des émissions atmosphériques* (2019)
- APUR, *Consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre des consommations de chauffages des résidences principales parisiennes* (2007)
- APUR, *Atlas de l'énergie dans le Grand Paris* (2020)
- DRIEE, *Approvisionnement et réseaux d'alimentation énergétique* (2018)
- GRT Gaz, *Étude de dangers d'un ouvrage de transport de gaz naturel* (2017)
- GRT Gaz, *Perspectives Gaz* (2018)
- Institut aménagement urbain Ile-de-France, *cartographie du réseau* (2008)
- Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie de l'Ile-de-France (2012)
- Ministère de la Transition Ecologique, *Réglementation environnementale* (2020).

2.4 Réseau de chaleur

2.4.1 Description du système

Le réseau de chaleur de la Ville de Paris est opéré par la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU). En 2020, il s'étend sur une large superficie de la ville, en s'appuyant sur un réseau de distribution souterrain de 510 km et 8 sites de production (CPCU, 2020). Il constitue le plus grand réseau de chaleur de France et un des plus grands en Europe, et son périmètre est limité (pas d'interconnexions avec d'autres territoires en dehors de Paris et de 16 communes limitrophes).

Figure 12 : Carte du réseau de chaleur urbain
(Source : CPCU)



La chaleur est produite en grande partie via incinération des déchets, mais aussi gaz naturel en cogénération ou seul et biomasse (la centrale de Saint-Ouen est en train de passer du charbon aux granulés de bois d'ici 2024). Le réseau de chaleur est situé à proximité de la Seine car il a besoin d'eau pour générer sa vapeur. La chaleur distribuée dans le cadre de la concession parisienne correspond à 460 000 équivalents logements (APC, 2018). 8 millions de tonnes de vapeur d'eau sont produites chaque année, à destination de bureaux, écoles, musées, bâtiments communaux et usage industriel. Deux trains quotidiens d'approvisionnement en bois sont nécessaires pour son fonctionnement.

Le mix énergétique est composé avec une courte majorité (51 %) d'énergies renouvelables, et un objectif de 75 % d'ENR dans le mix énergétique en 2030 et 100 % en 2050. Tout comme le réseau de froid, le réseau de chaleur est un élément clé de la stratégie climatique de Paris.

2.4.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

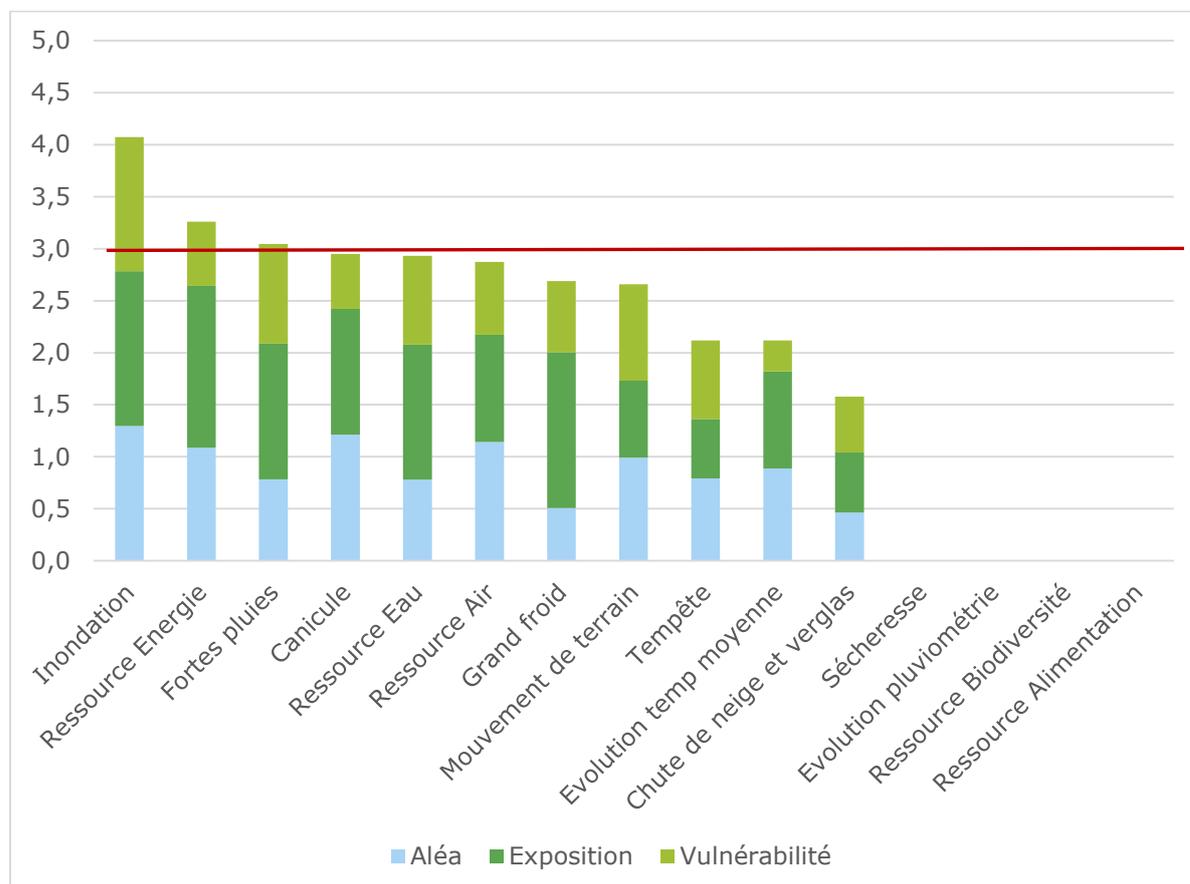
Le réseau de chaleur de la Ville de Paris est **majoritairement concerné par le risque inondation**. Sa **sensibilité à l'immersion** apparaît aujourd'hui comme son **principal point faible**, avec un pouvoir d'impact très marqué en lien avec **la technologie vapeur qui implique un arrêt des boucles**. Son actuel dimensionnement, sa ressource énergétique diversifiée et l'évolution de l'aléa grand froid devraient en revanche **limiter sa sensibilité dans les périodes de forte production hivernale**, si la logistique des combustibles n'est pas perturbée.

La ressource énergie est également importante car la **continuité de l'approvisionnement** en combustibles doit être assurée, et le **réseau de transport est essentiel**, notamment le réseau ferroviaire. La stratégie de **diversification du mix énergétique** est un élément positif.

Le risque lié aux mouvements de terrain peut également être mentionné, mais il est soumis à beaucoup d'incertitudes et la future cartographie des sous-sols pourrait mettre en évidence des possibles zones de fragilité locales.

Depuis la précédente étude de 2012, le **même constat de dépendance à la ressource en eau** persiste. Le constat portait moins sur le risque d'inondation, qui nous apparaît prégnant au vu de son **impact général sur le réseau et le temps nécessaire à son redémarrage (plusieurs mois)**.

Figure 13 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de chaleur



- Exposition du système

Le système réseau de chaleur parisien, largement enterré est principalement exposé aux risques climatiques via sa dépendance en ressources énergétiques et sa sensibilité à l'immersion. Tout comme le réseau de froid parisien, la proximité de certains de ses sites de production au bord de Seine, pour raisons techniques, l'expose aux risques de crue et le système est exposé dans sa totalité en cas de crue centennale. Présentes sur l'ensemble du territoire parisien, certaines composantes du réseau de chaleur sont exposées localement au risque de mouvement de terrain, bien que cette exposition soit relativement peu documentée.

- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

Les impacts techniques sont liés essentiellement au risque d’immersion du système, en lien avec sa technologie basée sur la vapeur d’eau, ce qui obligerait à un arrêt du réseau et l’exposerait à une longue remise en route. Dans une moindre mesure, le système est sensible à la variabilité des coûts de ressource énergétique et au risque de sous capacité de la production, selon le développement du réseau.

La population parisienne serait très sensible aux ruptures d’approvisionnement hivernale, notamment la population fragile dans des logements mal isolés. Mais le dimensionnement actuel du système limite cette sensibilité.

- Capacité d’adaptation

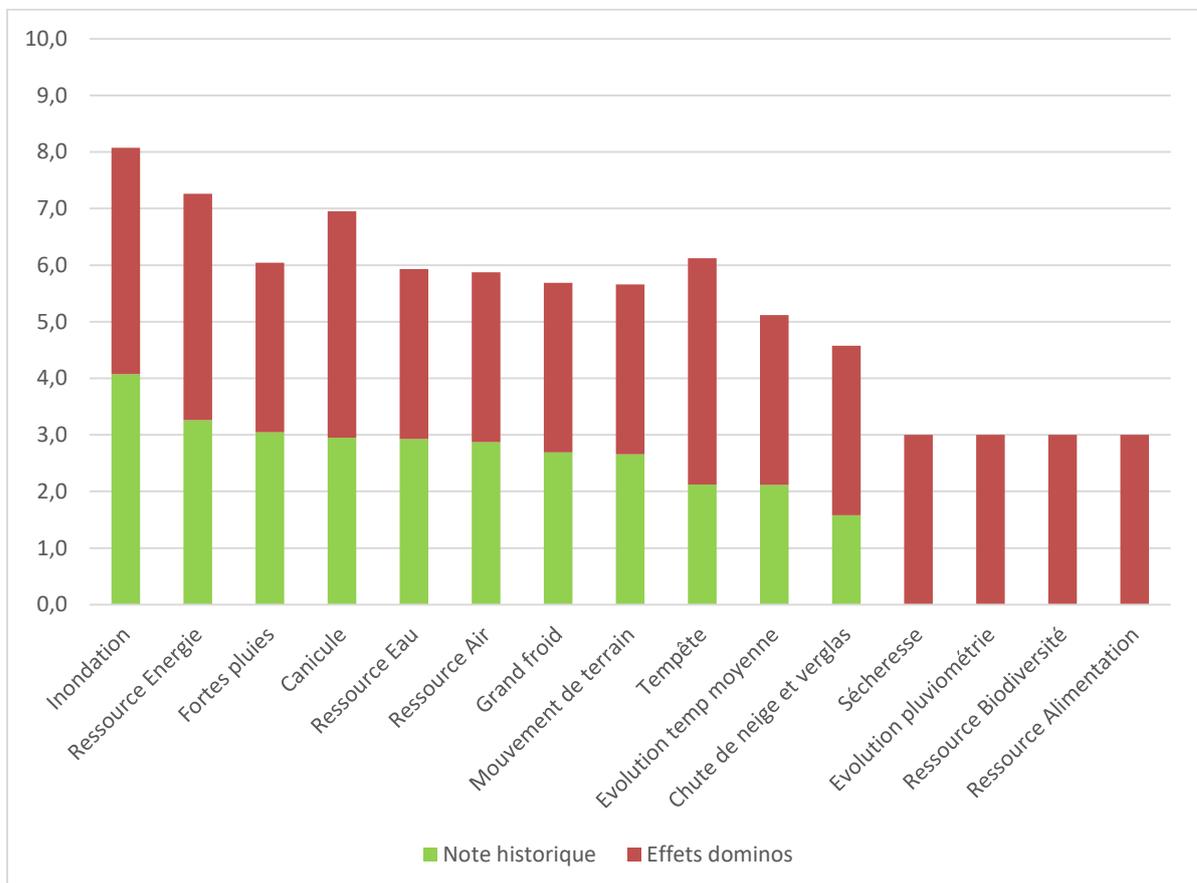
La capacité d’adaptation est jugée bonne, avec une bonne connaissance des principaux risques (retours et dossiers internes du CPCU). Des actions de sécurisation du fonctionnement ont été proposés et mis en œuvre (réseau de pompage, réseau en galeries, maillage). Les acteurs qui participent à l’approvisionnement du système ont intégré les évolutions de disponibilité de leurs ressources (par exemple, le Syctom qui anticipe une valorisation des déchets organiques).

La stratégie de diversification et de centralisation de la production énergétique proposée dans le Plan Climat Air Energie Métropolitain permet d’améliorer la capacité d’adaptation, en fixant des objectifs de développement du mix énergétique du réseau, et un plus grand recours aux énergies renouvelables (PCAEM, 2019). Cette stratégie offre à la fois une sécurisation énergétique du système, mais aussi des opportunités de développement commercial.

- Effets dominos

Les effets dominos accentuent toujours plus le risque inondation, puisqu’un arrêt de l’approvisionnement de chaleur serait un élément aggravant pour les autres impacts (dégradation des télécommunications, blocage des transports, submersion du bâti) pour la population et les activités dépendantes du réseau (hôpitaux et activités économiques).

Figure 14 : Note de risque du réseau de chaleur (avec effets dominos)



2.4.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le réseau de chaleur.

Tableau 3 : Notation des risques du réseau de chaleur

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)		
Inondation	4,1	4,2	1	Extrêmement faible
Ressource Energie	3,7	3,5		
Fortes pluies	3,0	3,2		
Canicule	2,9	3,1		
Ressource Eau	2,9	3,4		
Ressource Air	2,9	2,5	1,5	Très faible
Grand froid	2,7	2,5		
Mouvement de terrain	2,7	2,8	2	Faible
Tempête	2,1	2,2		
Evolution temp moyenne	2,1	2,2	2,5	Relativement modéré
Chute de neige et verglas	1,6	1,5		
Sécheresse	0,0	0,0		
Evolution pluviométrie	0,0	0,0	3	Modéré
Ressource Biodiversité	0,0	0,0		
Ressource Alimentation	0,0	0,0	3,5	Relativement fort
			4	Fort
			4,5	Très fort
			5	Critique

Ressource énergie

Le système est exposé à l'approvisionnement énergétique. Il dépend du réseau électrique. En terme de ressource énergétique pour la production de chaleur, il est dépendant d'une variété de sources (gaz naturel, charbon, granulés, déchets). Le Syctom valorise les déchets parisiens (biogaz) et est à l'origine de 43 % de la chaleur du CPCU (Syctom, 2020). Le réseau de chaleur est très sensible aux ruptures d'approvisionnement en combustibles (notamment par l'approvisionnement quotidien via le réseau ferroviaire) et aux variations de coûts mais le fait que la source soit diversifiée limite partiellement cette sensibilité. A ce jour, des difficultés d'approvisionnement ont déjà été rencontrés pour la biomasse (pellets) et l'incinération. La population fragile serait particulièrement sensible en période hivernale en cas de rupture d'approvisionnement. Les objectifs stratégiques du PCAEM devraient conforter cette diversification de sources et modifier la dépendance aux approvisionnements externes mais l'usage de biomasse reste un facteur de dépendance aux chaînes d'approvisionnement, tout comme l'utilisation du mode ferré (lien vers lignes de chemin de fer vers Saint-Ouen par exemple).

Le risque est relativement fort.

Ressource eau

Le système fonctionne en boucle fermée mais est dépendant de la ressource en eau pour son approvisionnement. Le système a besoin de retour d'eau et pourrait être impacté par une baisse marquée d'étiage de la Seine. Cependant, ce phénomène intervient généralement en période estivale, où le besoin de chaleur est le plus faible, limitant l'impact. Le système est par contre sensible au coût de la ressource en eau. Le système perd une grande majorité de l'eau qu'il utilise par phénomènes de fuite (jusqu'à 60 % ou 5 millions de tonnes d'eau) et la capacité est limitée par l'approvisionnement en eau.

Le coût de l'eau est déjà un facteur sensible aujourd'hui (et une raison de choix d'utiliser l'eau de la Seine plutôt que l'eau du réseau).

Le risque est modéré.

Ressource alimentation

Le système n'est pas concerné par la ressource alimentation. Le Syctom a intégré les évolutions de recyclage des déchets alimentaires pour anticiper sur la baisse de volumes de déchets résiduels, ce qui devrait renforcer la disponibilité de la ressource alimentation à l'avenir (Syctom, 2020).

Ressource air

Le système est soumis, comme les autres procédés industriels, aux seuils réglementaires de pollution, sous peine de limite de fonctionnement. Sur les 17 jours d'épisodes de pollution en 2019, la plupart ont eu lieu entre décembre et février, avec le cumul de polluants suivant les conditions atmosphériques (Bilan Airparif, 2019). La production de chaleur représente une part non négligeable de rejets en oxyde d'azote (NOx) de la région parisienne, 23 % des émissions industrielles (DRIEE, 2017). La CPCU a anticipé ces seuils en améliorant la qualité des filtrages en sorties d'émissions pour respecter la chute du seuil de 900 mg à 100 mg en une dizaine d'années⁸. Le pilotage de production permet donc de rester sous le seuil mais requiert une anticipation sur les futurs seuils.

Le risque est modéré.

Ressource biodiversité

Le système n'est pas concerné par la ressource biodiversité.

Evolution des températures moyennes

Le système est exposé à l'évolution des températures moyennes mais le fait qu'il soit largement enterré limite la sensibilité des matériaux à la variation des températures. La hausse des températures moyennes devrait également abaisser le besoin de chauffage en hiver, ce qui diminue également la sensibilité de la population, et laisse entrevoir des opportunités pour une meilleure gestion de la capacité de production, en lien avec les besoins industriels.

Le risque est faible.

Evolution de la pluviométrie

Le système n'est pas concerné par l'évolution de la pluviométrie.

Sécheresse des sols

Le système n'est pas concerné par l'aléa sécheresse.

Canicule

Le système est exposé aux épisodes caniculaires mais est relativement peu sensible (en dehors de ses composantes électroniques, et de possibles coupures du réseau électrique). Cette faible sensibilité s'explique notamment par le fait que la période caniculaire est une période de faible besoin en chaleur. La résistance des matériaux, sensible aux hautes températures, a été évoquée mais ne rentre pas dans les variables critiques évoquées par les techniciens.

Le risque est modéré.

Grand froid

Le système est exposé aux épisodes de grand froid. Mais le grand froid impacte sensiblement la demande, et cela induit une sensibilité technique du système nettement plus élevée, le rapprochant de son pic de production. Le réseau est aujourd'hui dimensionné selon les pics de consommation de pointe du froid. Les pertes d'eau dans ces pics de production sont plus importantes mais elles n'interviennent pas dans un contexte de manque de ressource en eau. La sensibilité de la population augmente sensiblement si des ruptures d'approvisionnement devraient survenir, ce que le dimensionnement du système semble limiter mais ce qui accentue la pression sur la logistique des combustibles. La stratégie de diversification et recentralisation énergétique (PCAEM, 2019) améliore sensiblement la capacité d'adaptation du système, tout comme les initiatives d'amélioration de la performance thermique du bâti.

Le risque est relativement modéré.

⁸ <https://www.usinenouvelle.com/article/le-reseau-de-chaleur-de-paris-baisse-ses-emissions.N762164>

Chute de neige et verglas

Le système est peu exposé aux chutes de neige, étant largement enterré. Seules les installations de production en surface sont exposées mais peu sensibles. L'accès est rendu difficile en cas d'épisodes neigeux, ce qui accentue sa sensibilité en cas de panne et pourrait accentuer la sensibilité de la population à une échelle géographique et temporaire fine. De même que pour les autres aléas, la stratégie de diversification et recentralisation énergétique améliore la capacité d'adaptation du système. Il est également à noter que le système contribue à limiter les impacts des chutes de neige en participant au dégel des infrastructures.

Le risque est faible.

Fortes pluies

Le système est exposé aux fortes pluies, notamment dans les zones de basse topographie. Des « bouchons » de vapeur peuvent se former dans les canalisations si des parties sont immergées. Les récents développements ont privilégié les installations en galerie pour minimiser ce risque, nettement plus marqué dans le cas des inondations mais reste similaire à une échelle plus locale. Pour des raisons liées aux possibles chocs thermiques, les opérateurs doivent privilégier l'arrêt d'une boucle dès que de l'eau se trouve sur la chaussée. Néanmoins, les retours d'expérience sont peu nombreux sur le sujet à ce jour.

Le risque est modéré.

Inondation

Le système est exposé aux inondations dans sa partie proche des bords de Seine. Toutes ses composantes sont concernées, unités de production et de distribution. La technologie vapeur rend le réseau particulièrement vulnérable en cas d'inondation (formation de bouchons dus à la vaporisation en cas de contact eau froide-eau chaude). Ainsi, la crue de juin 2016 avait provoqué l'arrêt de 9 tronçons vapeur et privé 10 000 logements d'eau chaude sanitaire (APC, 2018). Le réseau est considéré très sensible aux inondations en cas de crue supérieure à 6,5 m (CPCU, 2018). En plus des soucis de forte vaporisation, on peut mentionner la destruction du calorifugeage et des anomalies de circulation dues à la condensation (CPCU, 1998). Le maillage a un effet domino négatif car un tronçon coupé oblige à la coupure de tous les tronçons, et un temps de redémarrage de plusieurs mois (de 6 mois à un an). En cas de crue centennale, c'est une grande partie du réseau parisien qui pourrait être coupée.

La CPCU a installé des systèmes de pompage lourds, ce qui a permis d'améliorer la capacité d'adaptation, avec par exemple un tronçon vapeur sur les 427 arrêtés lors de la crue de 2018, (APC, 2018).

Le risque est très fort.

Tempête

Le système, majoritairement enterré, est peu exposé aux tempêtes, seules les centrales de production y sont exposées, mais protégées par le bâti, et peu sensibles.

Le risque est relativement modéré.

Mouvement de terrain

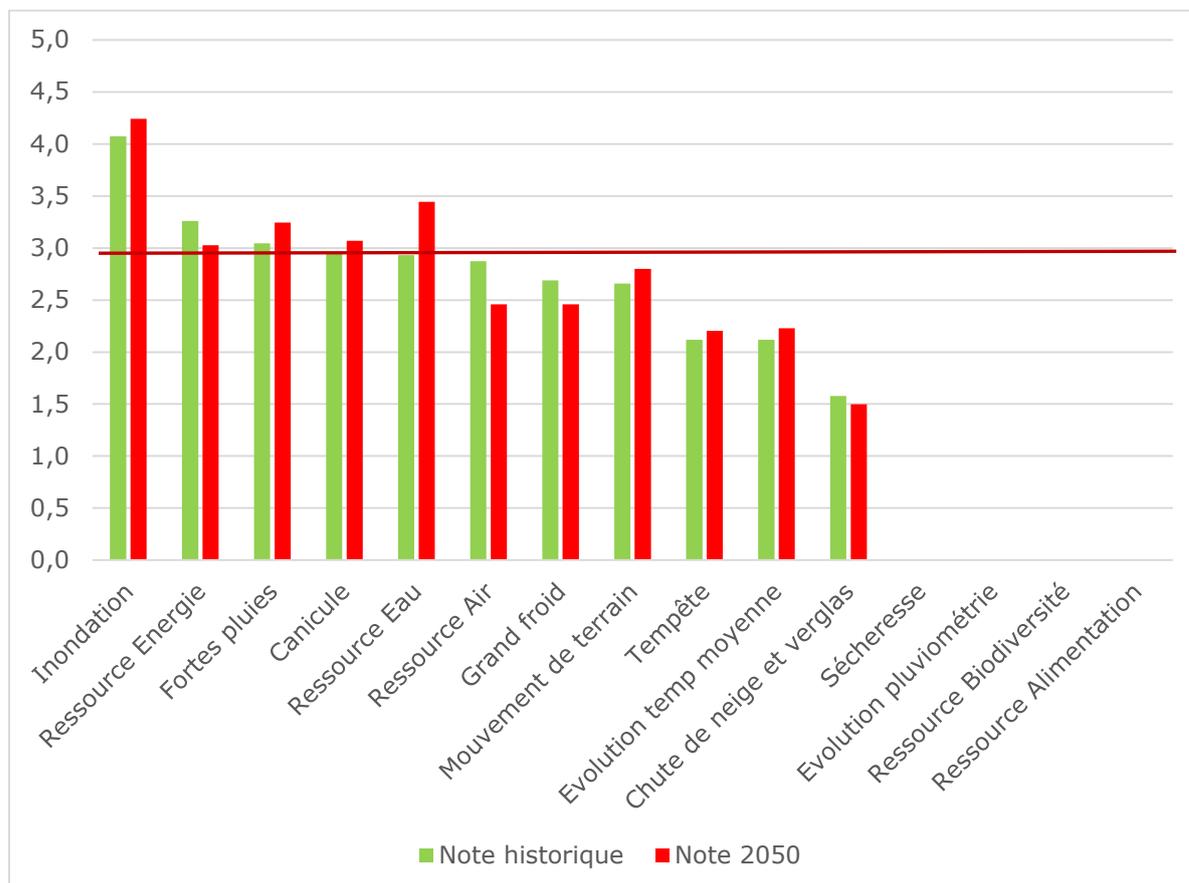
Le système est exposé aux mouvements de terrain sur une partie restreinte (XIV^{ème}, XV^{ème}, XVI^{ème}, XVIII^{ème} et XX^{ème} arrondissements). Néanmoins, la sensibilité du système serait élevée en cas de mouvement de terrain avec possible rupture de certaines canalisations, et rupture d'approvisionnement pour les populations fragiles. Aujourd'hui, peu d'axes de réflexion stratégiques sur cet aléa ont été identifiés.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

Pour le réseau de chaleur, l'évolution des aléas à l'horizon 2050 est principalement susceptible d'accentuer la note de risque pour les aléas et ressources liés à l'eau, fortes pluies, inondations et manque de ressource en eau. La gestion de la ressource en énergie pose des questions pour l'avenir du réseau de chaleur, dont les sources vont se diversifier en vertu des objectifs liés au développement des énergies renouvelables dans le mix énergétique et cette diversification est plutôt anticipée comme une limite du risque.

Figure 15 : Évolution de la note de risque du réseau de chaleur à l'horizon 2050 (hors effets dominos)



2.4.4 Les sources

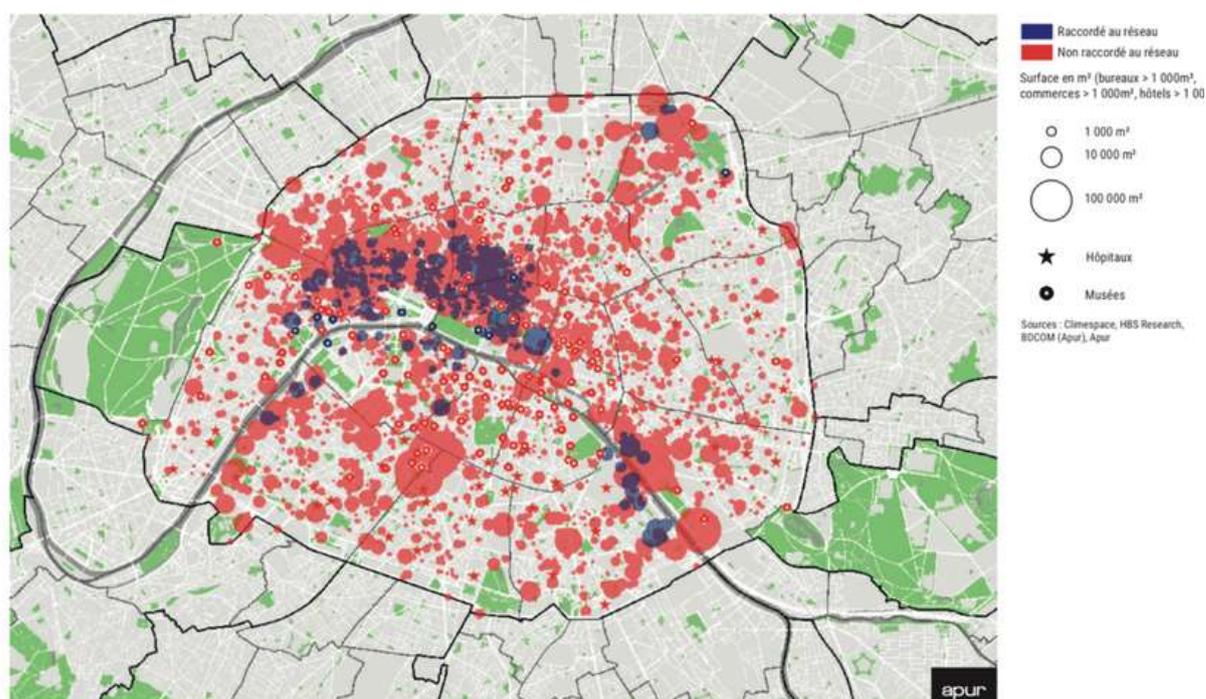
- Entretien Mission Energies-Climat-Résilience et Mission de Contrôle des Concessions de Distribution d'Énergie, 2020
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- Agence Parisienne du Climat, *Crue de la Seine de janvier : conséquence du changement climatique ?* (2018)
- APUR, *Atlas de l'énergie dans le Grand Paris – Consommation // production // tendances et enjeux de demain* (2020)
- Carte interactive DRIEE Ile-de-France : Réseaux de chaleur en Ile-de-France (2020)
- DRIIE Ile-de-France, *PPA, quel rôle pour les entreprises individuelles ?* (2017)
- Fourreau, R., *La CPCU face à une crue de type 1910* (1998)
- *Le Parisien : une semaine sans eau chaude pour plus de 20 000 logements* (2019)
- EU Sequana, *Préfecture de police*, (2016)
- OCDE, *Etude sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France* (2014)
- SYCTOM, *Pour un traitement des déchets responsables*.

2.5 Réseau de froid

2.5.1 Description du système

Le réseau de froid de Paris est géré par Climespace, filiale d'Engie, selon un modèle concessionnaire sur 30 ans (fin prévue en avril 2022). 650 clients et plus de 6 millions de mètres carrés sont rafraîchis par 10 centres de production et 80 km de canalisations (Atlante, 2019) où l'eau circule à une température comprise entre 2 et 4 degrés. Ce qui en fait le premier réseau de froid urbain d'Europe et un atout pour la Ville de Paris et son schéma directeur de transition énergétique. Hôtels, bureaux et musées (comme le Quai Branly) y sont connectés et le réseau dépend essentiellement de l'eau de la Seine (76 % de la production de froid). Le réseau fonctionne en boucle fermée mais dépend directement de l'eau de Seine car une large part du froid est généré via les échangeurs thermiques qui sont refroidis par les frigories de l'eau. L'eau rejetée dans la Seine ne doit pas dépasser les 30°C, limite réglementaire. Le réseau de froid de Paris est un des principaux consommateurs d'électricité de la ville. Sa sensibilité est particulièrement liée à celle du réseau électrique.

Figure 16 : Localisation des consommateurs de froid parisiens et raccordement au réseau de froid (Source : APUR, 2019)



2.5.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

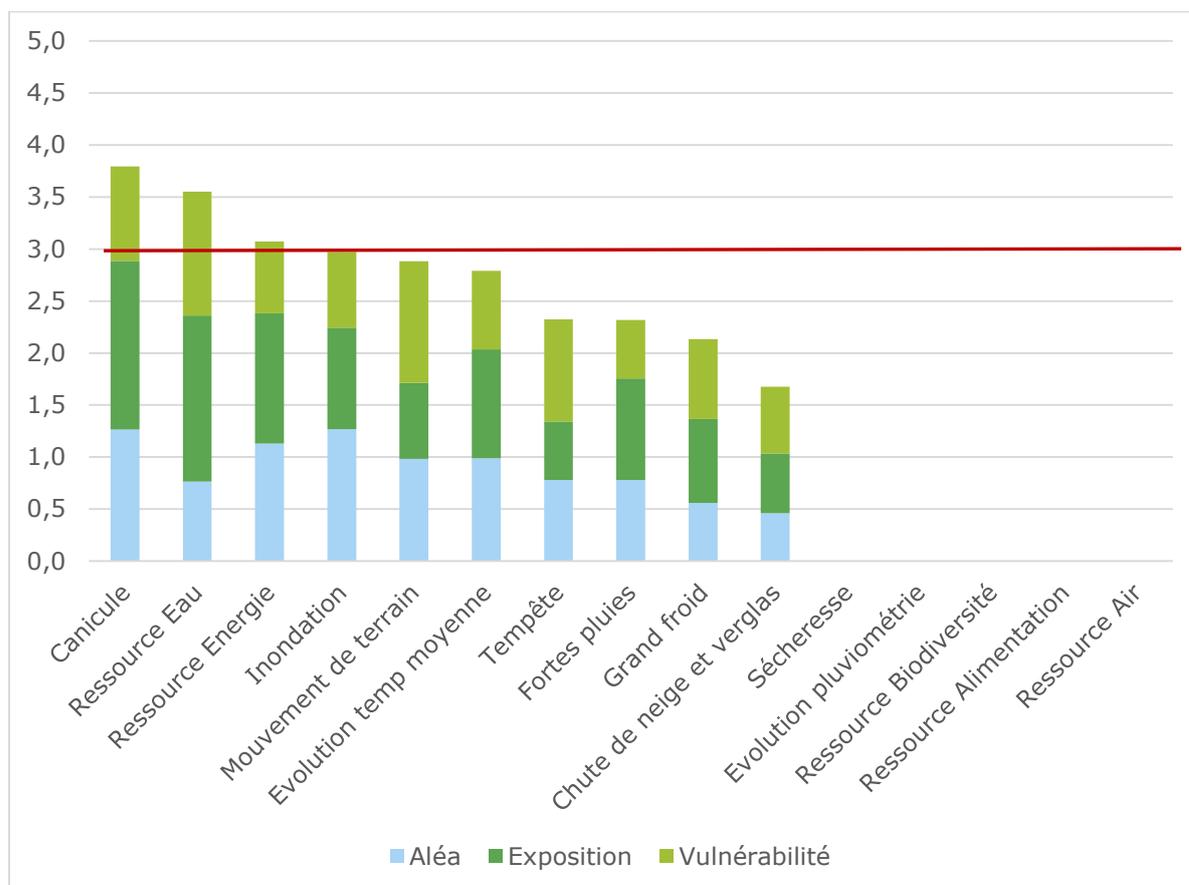
Le réseau de froid de la Ville de Paris est **majoritairement concerné par l'aléa canicule** et le **manque de ressource en eau**. Le système repose aujourd'hui essentiellement sur l'eau et fait partie des hypothèses principales de **valorisation de la ressource eau** à l'avenir pour **développer l'hydrothermie** et couvrir tout le territoire (Nouveau Plan Climat Air Énergie de Paris, 2017).

Sa **dépendance au réseau électrique est un facteur aggravant** car les ruptures électriques sont plus récurrentes en été. Les réglementations sur la température maximum de sortie de l'eau préservent les impacts du système froid sur le réchauffement de la Seine mais représentent un indicateur de plus en plus difficile à manier avec la **réurrence des épisodes de canicule et l'augmentation de la température de l'eau de Seine**.

Les documents stratégiques mettent en valeur l'importance du réseau de froid dans la stratégie de lutte face aux effets du changement climatique (Stratégie de Résilience, 2017) mais **l'augmentation de sa capacité** dans les années à venir devra être accompagnée d'une **stratégie de gestion fine** de la ressource en eau.

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont similaires avec un focus sur la ressource en eau et la sensibilité vis-à-vis du réseau électrique.

Figure 17 : Part des composantes dans la note de risque du réseau de froid



- Exposition du système

Le système réseau de froid parisien apparaît relativement robuste car enterré et donc préservé des principaux risques affectant les composantes extérieures. Néanmoins, c'est sa grande dépendance à la ressource en eau pour son fonctionnement qui accentue son exposition aux risques climatiques sur l'intégralité de son système. Le système étant aujourd'hui situé en bord de Seine, notamment ses sites de production, il y est partiellement exposé, mais seulement une partie de ses composantes (contrôle et filtres).

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Les impacts techniques sont principalement liés au manque de ressource en eau (en cas de sécheresse) et à la température élevée de l'eau, impliquant un rendement dégradé s'il ne peut fonctionner en free cooling ou s'il doit compenser par un fonctionnement en tours aéroréfrigérantes. De plus, la sensibilité aux coupures électriques pendant les épisodes de canicule est un autre élément majeur de sa sensibilité technique, le système étant alors à son pic de production. Il est également sensible au coût de l'énergie, car les groupes froids représentent de gros consommateurs d'électricité. Les utilisateurs sont affectés directement par ces ruptures d'approvisionnement en périodes caniculaires, notamment la population fragile.

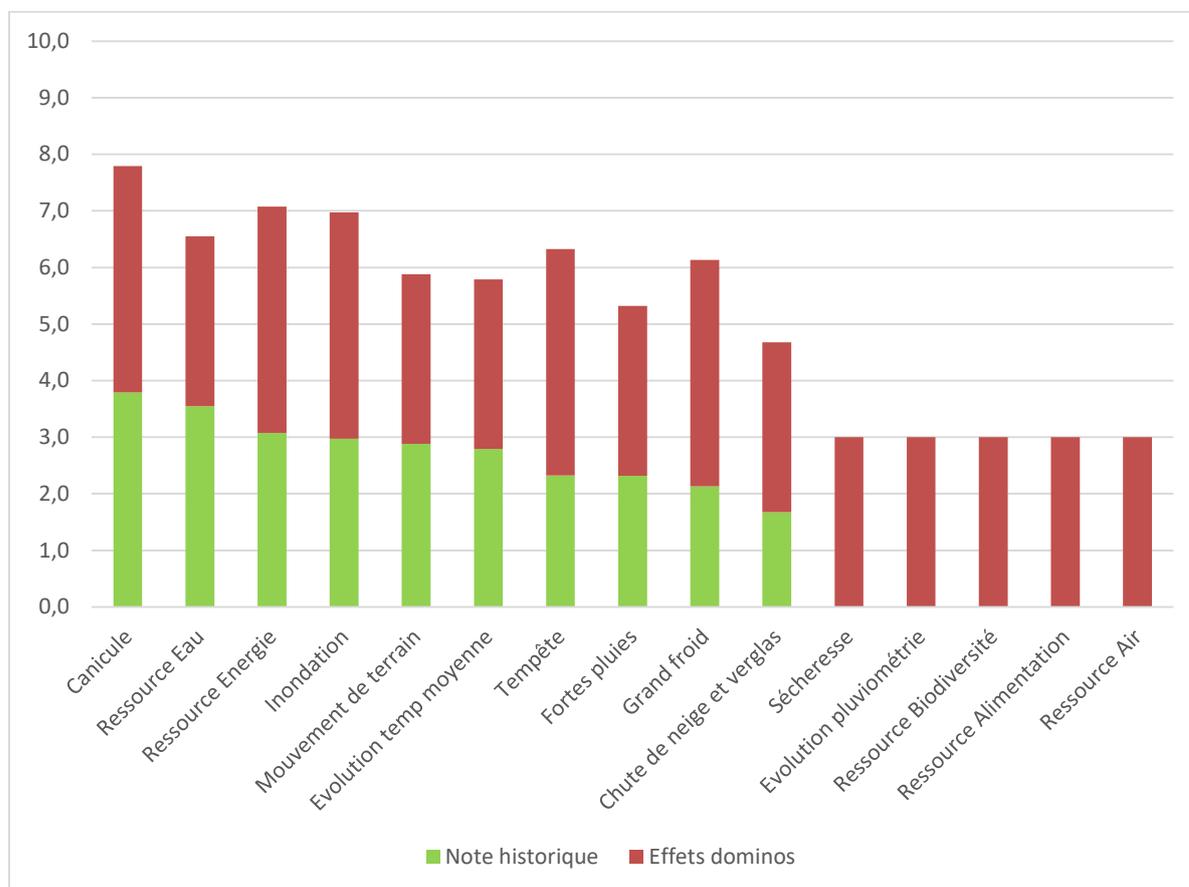
- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation est jugée correcte, avec une bonne connaissance des principaux risques (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019). Des actions de sécurisation du fonctionnement sont proposés mais il existe peu de leviers en cas d'indisponibilité de la ressource en eau. Les objectifs d'extension du système de réseau de froid au reste de la surface de Paris soulignent le besoin de considération d'alternatives dans le cas de manque de ressource en eau.

- Effets dominos

Les effets dominos ne modifient pas la hiérarchie des risques, la canicule et le manque d'eau restant les principaux risques. L'inondation est accentuée car elle implique un blocage général des systèmes, entraînant par exemple une difficulté d'accès aux sites pour maintenance.

Figure 18 : Note de risque du réseau de froid (avec effets dominos)



2.5.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le réseau de froid.

	Note de risque historique (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Canicule	3,8	3,9
Ressource Eau	3,6	4,2
Ressource Energie	3,1	2,9
Inondation	3,0	3,1
Mouvement de terrain	2,9	3,0
Evolution temp moyenne	2,8	2,9
Tempête	2,3	2,4
Fortes pluies	2,3	2,5
Grand froid	2,1	2,0
Chute de neige et verglas	1,7	1,6
Sécheresse	0,0	0,0
Evolution pluviométrie	0,0	0,0
Ressource Biodiversité	0,0	0,0
Ressource Alimentation	0,0	0,0
Ressource Air	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le réseau de froid dépend de la ressource énergétique pour son fonctionnement (énergie électrique, notamment pour groupes froids, très consommateurs). Mais sa sensibilité est principalement liée à l'évolution du coût de l'électricité. Et la stratégie de diversification de la production électrique de Paris devrait améliorer sa résilience future. Il est par exemple projeté l'extension du réseau de froid à tout Paris, avec une nouvelle unité de production dite centrale « à eau de Seine » pour limiter les besoins électriques des groupes froids (PCAEM, 2018).

Le risque est modéré.

Ressource en eau

La ressource en eau est critique pour le réseau de froid, celui-ci dépendant en majeure partie de l'eau de la Seine pour le refroidissement de la boucle. La question de la température est centrale, puisque la température de rejet de l'eau est réglementairement plafonnée à 30°C. Ainsi, si la température de l'eau de Seine est trop élevée ou si le niveau de la Seine baisse, la performance du réseau de froid sera dégradée. Cette sensibilité technique se reflète sur ses utilisateurs qui manqueraient d'approvisionnement en ressource froid aux périodes les plus chaudes. Le système est donc très sensible à l'évolution de la ressource en eau. Bien que cela soit amené dans le futur avec le développement des technologies air-air, les tours aéroréfrigérantes sont également sensibles au manque de ressource en eau bien que la question de la température de l'eau soit moins critique dans ce dernier cas puisque ces dernières sont basées sur le changement d'état lié à l'évaporation, donc non soumises aux seuils de température de rejet. L'usage de l'eau potable à cet effet a été supprimé en 2011 et la tension sur l'eau a été mise en évidence, notamment vis-à-vis de la stratégie actuelle d'extension du réseau à toute la ville (Nouveau Plan Climat Air Energie, 2018).

Le risque est donc relativement fort.

Ressource alimentation

Le système n'est pas directement concerné par la ressource alimentation.

Ressource air

Le système n'est pas directement impacté par la qualité de l'air, il émet essentiellement des gouttelettes d'eau.

Ressource biodiversité

Le système n'est pas directement concerné par la ressource biodiversité.

Evolution des températures moyennes

Le système est largement enterré, ce qui limite la sensibilité de ses infrastructures à la variation de températures. Néanmoins, comme mentionné pour la ressource en eau, l'eau nécessaire au fonctionnement du système est exposée à l'évolution des températures, et sa température est une variable critique pour la performance du système. Aujourd'hui, les techniciens n'ont pas relevé de problème majeur en lien avec le seuil de température, ce qui tend à contenir le risque d'évolution des températures (en dehors des épisodes de canicule).

Le risque est modéré.

Evolution de la pluviométrie

Le système n'est pas directement impacté par l'évolution de la pluviométrie.

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols ne concerne pas le système mais le manque d'eau, lié à la sécheresse, est considéré dans la partie précédente, « ressource en eau ».

Canicule

Le système est exposé à l'aléa canicule et y est très sensible. En plus du risque d'élévation de la température de l'eau, la sensibilité est accentuée par les risques de coupures de courant pour les générateurs de froid (risque de perte de continuité de service). Ce risque de coupure interviendrait précisément aux périodes où le besoin de fonctionnement du système froid est le plus avéré (générateurs de froid à pleine charge particulièrement sensibles aux coupures, utilisateurs vulnérables particulièrement exposés aux ruptures d'approvisionnement en froid). A ce jour, les épisodes caniculaires n'ont pas entraîné de problèmes majeurs (exemple de l'épisode caniculaire de 2017, où la puissance de froid livrée sur le réseau a atteint un record de 180 MWf sur 233 MW installés, i.e. 77 % de la capacité, avec une température de l'air supérieure à 35°C et une température de l'eau dépassant 26°C (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019). L'épisode caniculaire de 2019 a montré des valeurs encore supérieures. Mais ce risque pourrait devenir majeur avec le développement envisagé du réseau. Il est aujourd'hui bien identifié et des mesures d'adaptation sont attendues.

Une triple sécurisation des raccordements électriques est envisagée pour limiter le risque électrique et constitue la principale réponse technique, gérée par un accord entre le délégataire, Climespace, et Enedis. Le sujet de la température de l'eau reste particulièrement critique.

Le risque est fort.

Grand froid

Le système est exposé aux grands froids. Le gel de l'eau pourrait entraîner des difficultés d'approvisionnement mais sa sensibilité est limitée par le fait qu'il est enterré (protection des canalisations). Cependant, les tours aéroréfrigérantes ne sont pas enterrées et présentent une sensibilité plus élevée. De plus, la période de grand froid est une période de demande réduite, ce qui réduit d'autant plus la sensibilité des utilisateurs et du système.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

De manière similaire aux grands froids, les chutes de neige et le verglas impactent peu le système, dont l'infrastructure est majoritairement protégée, car enterrée. Cependant, l'accès rendu difficile peut affecter le cycle de maintenance, mais la période étant en faible demande (en dehors du froid industriel), la sensibilité est modérée. Il n'y a pas de mention spécifique à cet aléa dans le suivi des vulnérabilités (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019).

Le risque est faible.

Fortes pluies

Le système est installé majoritairement dans des zones de topographie faible où les fortes pluies sont susceptibles d'impacter les réseaux en galerie et les unités de production. Cependant, aucune sensibilité spécifique n'a été relevée par les acteurs.

Le risque est relativement modéré.

Inondation

Le système est considéré étanche et la boucle d'eau fermée limite sa sensibilité technique. La partie du réseau hors eau de Seine (en tours aéroréfrigérantes) n'est pas en zone inondable.

Les derniers retours des épisodes de crue (2016) ne mentionnent pas d'incidence sur la production de froid. La sensibilité la plus forte est celle du réseau électrique. Les trois centrales sur Eau de Seine sont plus sensibles au risque de crue mais sont étanches et ne présentent pas de risque inondation. La question des positions des postes de commande est à considérer pour limiter les pannes en cas d'immersion prolongée mais des solutions de repli existent pour les postes de commande en zone inondable. Des travaux de maintenance seraient par contre nécessaires pour le matériel (dégrilleur, filtres) affecté par les détritiques et les boues. Une limite de puissance peut apparaître par encrassement mais sans arrêter le fonctionnement (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019).

La limite de capacité de production en cas d’immersion prolongée est un axe d’analyse mentionné dans le cas du PPRI (plan du maintien de fonctionnement du réseau en cas d’inondation).

Le risque est modéré.

Tempête

Le système est peu exposé à l’aléa tempête, en dehors des unités de production. Mais leur sensibilité aux tempêtes est considérée comme faible. Les utilisateurs finaux seraient également impactés de manière localisée seulement en cas de panne. Les études ne mentionnent pas d’actions spécifiques au risque tempête dans le cas du système froid.

Le risque est relativement modéré.

Mouvement de terrain

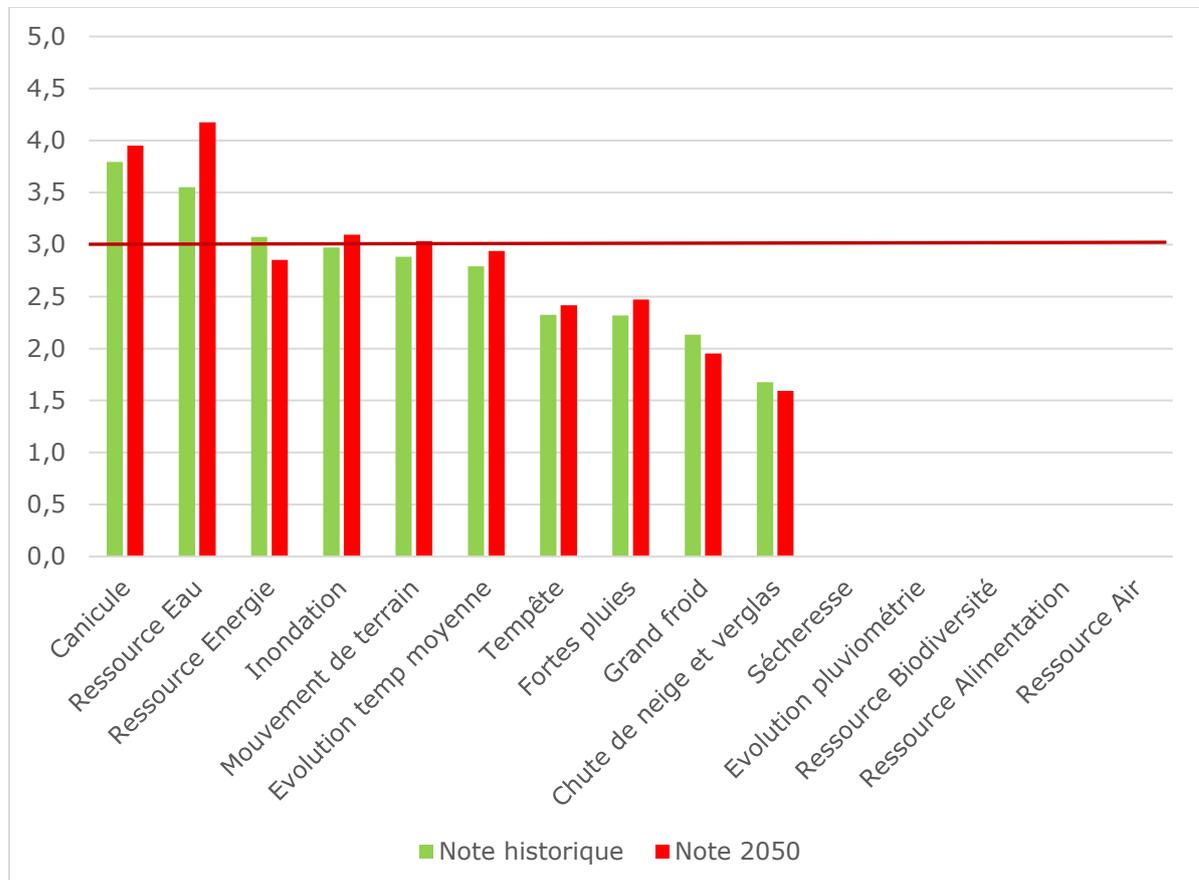
Seule une faible partie du système est exposé aux mouvements de terrain. Mais la sensibilité est élevée, un mouvement de terrain impliquant une possible rupture de canalisation et une rupture de service localisée très impactante sur le long terme pour les populations fragiles. Comme pour les autres systèmes, la stratégie de résilience de Paris envisage de mieux connaître les sous-sols et anticiper les risques d’effondrement mais peu d’axes stratégiques ont été mentionnés en lien avec le réseau froid (Schéma directeur du réseau de froid parisien, 2019).

Le risque est modéré.

Évolution à l’horizon 2050

A l’horizon 2050, les risques liés à la disponibilité de la ressource en eau (température et disponibilité) apparaissent accentués et se démarquent des autres risques, et la perspective de développement du réseau suggère une anticipation des besoins sur le long terme.

Figure 19 : Évolution de la note de risque du réseau de froid à l’horizon 2050 (hors effets dominos)



2.5.4 Les sources

- Entretien Mission Energies-Climat-Résilience et Mission de Contrôle des Concessions de Distribution d'Énergie, 2020
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- APUR, Atlas de l'énergie dans le Grand Paris – Consommation // production // tendances et enjeux de demain (2020)
- BRGM, Cartographie de la susceptibilité à l'apparition de désordres liés à différents phénomènes géologiques sur la Ville de Paris, Rapport BRGM, Planche 9
- DRIEE IdF, Plan de Prévention des Risques d'Inondation du département de Mairie de Paris, Nouveau Plan Climat Air Energie de Paris (2017)
- Mairie de Paris, Schéma Directeur du réseau de froid de Paris (2019)
- Mairie de Paris, Stratégie de Résilience de Paris, Action 13 (2017)
- EU Sequana, Préfecture de police, (2016)
- OCDE, Etude sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France (2014)
- RAPT, Crue de la Seine : comment protégeons-nous le réseau de la RATP ? (2019)
- Ville de Paris, Plan Grand Froid (2018)
- Williams, G. P. ; Gold, L. W., Les températures du sol (1977).

3. CYCLE URBAIN DE L'EAU

3.1 Synthèse

3.1.1 Principaux enjeux

L'étude des réseaux du cycle urbain de l'eau a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- Un **risque commun prioritaire face à l'aléa inondation** lié à la présence en zone inondable des usines de production ainsi que des usines d'épuration.
- Un risque commun important face à la dégradation de la ressource en eau en lien avec l'augmentation en fréquence et en intensité des sécheresses et canicules : développement de microbes ainsi qu'une pollution plus concentrée dans l'eau qui altère sa qualité et qui peut donc représenter un enjeu sanitaire majeur pour la population ; une gestion quantitative sans doute plus délicate à soutenir à l'avenir pour satisfaire l'ensemble des usages.
- **Un risque lié à la raréfaction de la biodiversité.** Son altération devrait contribuer à dégrader potentiellement les services rendus tels que la filtration et la régulation des milieux aquatiques superficielles. Ce risque amplifierait incontestablement les problèmes liés à la qualité de l'eau.
- Le **réseau d'eau qui semble le plus vulnérable est le réseau d'eau non potable**, en raison de son caractère non prioritaire si conflit d'usage. Toutefois, la vulnérabilité s'est réduite depuis la décision de la modernisation et de la rénovation de ce système. Par ailleurs, il est important de noter la place stratégique de ce système dans le cadre du cycle urbain face aux changements climatiques et à la raréfaction de la ressource.
- Le réseau d'eau qui semble le moins vulnérable est le système d'eau potable en raison de sa très bonne capacité d'adaptation.
- Les **aléas liés au froid, grand froid et neige, sont de moins en moins préoccupants.** Leur intensité est en baisse et les réseaux parisiens ont déjà prouvé leur bon dimensionnement.

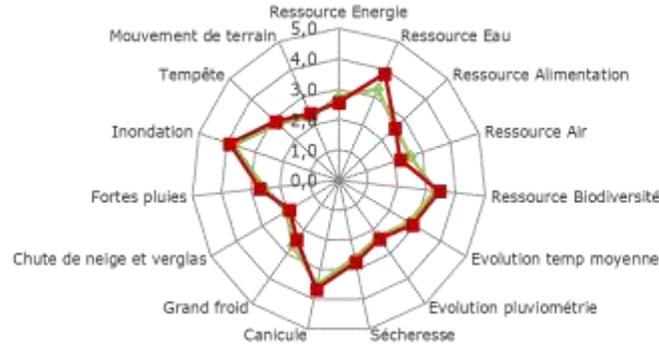
3.1.1 Principales évolutions par rapport à 2012

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

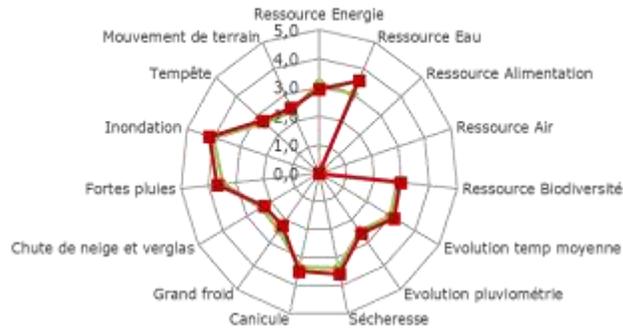
- **Une moindre vulnérabilité à la ressource énergie**, principalement grâce à la mise en place d'une stratégie de diversification et au travail continu sur le maillage du réseau pour ne pas dépendre d'un nombre limité de sources de production.
- **Un risque inondation revu à la hausse.** L'étude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation réalisée en 2014 a permis de mettre en exergue les éléments critiques des réseaux d'eau situés en zone inondable. Les dégâts aux alentours de Paris durant l'inondation de 2016 ont également contribué à l'appréciation du risque.
- **Une nette amélioration de la capacité d'adaptation du réseau d'eau non potable** du fait de sa position stratégique dans un contexte de changement climatique et de raréfaction de la ressource. En effet en 2012, le Conseil de Paris a décidé de maintenir et d'optimiser le réseau d'eau non potable.
- **Un risque biodiversité pris en considération.**
- **Une nette amélioration de la capacité d'adaptation du réseau d'assainissement et de gestion des eaux pluviales** avec l'application d'un zonage pluvial à travers le Plan « ParisPluie »
- Des **incertitudes similaires sur le risque de mouvement de terrain.**

3.1.2 Tableau de bord des risques et robustesses des systèmes

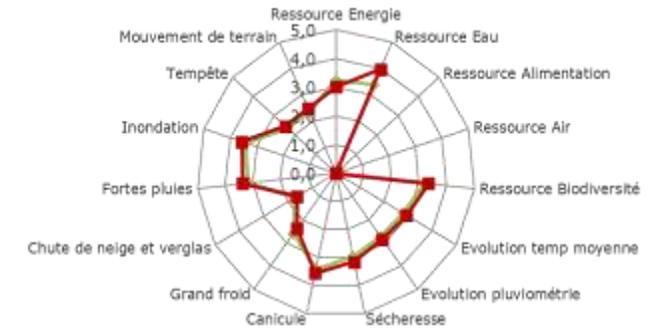
Eau potable



Assainissement et gestion des eaux pluviales



Eau non potable



5	Critique
4,5	Très fort
4	Fort
3,5	Relativement fort
3	Modéré
2,5	Relativement modéré
2	Faible
1,5	Très faible
1	Extrêmement faible

3.2 Service eau potable

3.2.1 Description du système

Le système d'eau potable étudié regroupe l'ensemble des équipements, des services et des actions permettant de produire et de distribuer, à partir d'une eau brute, une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur. On s'intéresse donc aux cinq vecteurs d'approvisionnement de la Ville de Paris et en particulier les trois vecteurs d'eau souterraine à savoir la Vanne, l'Avre et le Loing, aux usines de traitement et aux réservoirs.

On distingue deux grandes étapes : la production d'eau potable (captage, traitement, adduction et stockage) et la distribution d'eau potable jusqu'au robinet des consommateurs.

L'organisation du système eau potable de la Ville de Paris a la particularité d'avoir un fonctionnement principalement gravitaire, ce qui le rend moins sensible en comparaison aux autres réseaux à la ressource énergie. Cependant, les usines de traitement nécessitent une alimentation électrique – clef de voute systémique donc – et un approvisionnement en matières premières pour une parfaite opérationnalité.

Une ville comme Paris, densément peuplée, a des besoins importants en eau potable, mais elle ne dispose pas des ressources nécessaires sur son territoire et doit prélever l'eau qu'elle consomme sur des territoires voisins. Les eaux qui servent à l'alimentation des parisiens sont captées dans un rayon de 150 kilomètres. Les territoires voisins sont donc considérés.

3.2.2 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système eau potable.

Tableau 4 : Notation des risques du réseau d'eau potable

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Inondation	3,7	3,9
Canicule	3,5	3,7
Ressource Biodiversité	3,3	3,5
Ressource Eau	3,3	3,9
Tempête	2,8	2,9
Evolution temp moyenne	2,8	2,9
Ressource Energie	2,8	2,6
Grand froid	2,6	2,4
Sécheresse	2,6	2,8
Ressource Air	2,6	2,2
Ressource Alimentation	2,6	2,6
Fortes pluies	2,5	2,7
Evolution pluviométrie	2,3	2,4
Mouvement de terrain	2,3	2,4
Chute de neige et verglas	2,0	1,9

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le système est fortement exposé à la raréfaction de la ressource en énergie. Même si les canaux de distribution de l'eau potable sont indépendants de la ressource du fait de la fonction gravitaire des 470 km d'aqueducs (Eau de Paris, 2014), le pompage ainsi que les usines de traitement des eaux souterraines et des eaux de surface sont, quant à elle, dépendantes de la ressource énergétique. En 2014, 95 % de la facture énergétique est électrique et 99 % de la consommation électrique est liée au procédé industriel, dont plus de 80 % au pompage des eaux (Plan Climat Energie, Eau de Paris, 2015).

Eau de Paris, gestionnaire du réseau, a déployé ses capacités d'adaptation avec l'adoption d'un plan Climat Energie en 2015 visant notamment à réduire la consommation énergétique de 12 %

entre 2004 et 2020 et la consommation de 95 % d'électricité renouvelable (garanties d'origine). Cela joue en faveur de la diminution de la dépendance aux énergies fossiles.

Le risque est modéré.

Ressource eau

Le service eau potable est entièrement exposé car il dépend à 100 % de la ressource en eau pour fonctionner (DRIEE, 2018). La ressource elle-même est fortement impactée par le changement climatique à la fois qualitativement et quantitativement (Cf. Cahier 3) : augmentation attendue de la fréquence et sévérité des étiages, baisse des débits des cours d'eau, augmentation des sécheresses inhabituelles etc. La gestion du réseau d'eau potable devrait être plus délicate à soutenir dans un contexte de raréfaction et de dégradation de la ressource avec des pics potentiels de consommation en période estivale pour satisfaire l'ensemble des usages lorsque la ressource est moins disponible. Au-delà des aspects quantitatifs, les fragilités qualitatives, déjà observées, devraient se renforcer : les sécheresses prolongées et les baisses des débits d'étiage favorisent la concentration des polluants, l'eutrophisation des milieux et menacent la qualité de l'eau potable.

Une telle situation conduirait à des tensions croissantes sur la ressource et de potentielles ruptures d'approvisionnement à long terme (pS-Eau, 2018). Des risques microbiologiques remarquables peuvent apparaître. Le système d'eau potable est également dépendant des territoires voisins car la capitale ne dispose pas sur son territoire des ressources nécessaires pour répondre à la demande de l'ensemble des habitants. Elle est donc alimentée par des sources d'eaux souterraines et par des eaux de rivière sur les territoires voisins dans un rayon de 150 km (Eau de Paris, 2014).

Face à ces enjeux, Eau de Paris a déployé ses capacités d'adaptation avec son Plan Climat (2015), sa stratégie de protection de la ressource (2017) ou bien encore son Schéma Directeur d'investissement 2020-2038 (2018) avec des actions visant l'amélioration à long terme de la qualité des eaux brutes mais aussi la gestion quantitative de la ressource avec les réseaux des divers opérateurs interconnectés.

Le risque reste néanmoins relativement fort.

Ressource en air

Le système est exposé à la dégradation de la qualité de l'air. Plus particulièrement des substances, comme les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) qui sont des composés émis lors de combustions incomplètes (carburants, bois notamment) se retrouvent dans la très grande majorité des cours d'eau, dont elles dégradent l'état chimique (Eau Seine Normandie, 2019). Depuis 2018, ces substances sont désormais intégrées dans l'évaluation des masses d'eau (Eau Seine Normandie, 2019).

Ressource en biodiversité

Les écosystèmes terrestres et d'eau douce contribuent activement à la régulation de la ressource en eau : filtration de l'eau, meilleure infiltration et recharge des nappes souterraines etc. Par conséquent, l'ensemble des champs de captage des eaux souterraines tout comme les prélèvements directs dans les ressources superficielles (Seine et Marne) sont exposés à la raréfaction de la biodiversité. L'altération de la biodiversité constitue donc une menace pour la qualité des eaux en premier lieu desquelles les eaux de surface. Cela pourrait donc engendrer une altération de l'eau et donc une augmentation des coûts de potabilisation. La prise en compte de la qualité globale de l'eau et des fonctionnalités écologiques des milieux est primordiale. Conscient de ces enjeux, Eau de Paris a mis en place en 2018 une stratégie biodiversité qui vise en particulier à renforcer le rôle de continuité écologique que jouent ses installations et ses espaces. Elle ambitionne de conforter les synergies avec les territoires traversés depuis les sources jusqu'au cœur de Paris.

Le risque est relativement fort.

Ressource alimentaire

L'agriculture peut influencer sur les captages d'eau potable. L'altération des ressources à l'échelle régionale pourrait donc potentiellement influencer sur la qualité des eaux sur les aires de captage. Cet enjeu demeure toutefois mal cerné.

Le risque est relativement modéré.

Évolution des températures moyennes

Tout le système est exposé à cet aléa. Toutefois, il est peu sensible, les automatismes du système sont plus sensibles aux fortes chaleurs (pS-Eau, 2018).

Le risque est modéré.

Évolution de la pluviométrie

Une partie du système seulement est exposée (les parties aériennes telles que les composantes électroniques par exemple) à cet aléa. Cependant, certains de ces éléments critiques sont exposés, comme les stations de potabilisation et les sources d'alimentation en eau (Seine, Marne, etc.)

Ainsi, la diminution des cours d'eau, des ressources en eaux de surface et souterraines va entraîner une diminution de la quantité d'eau potable (RExHYSS, EXPLORE 70, CLIMAWARE). Le système devient alors sensible à cet aléa. Du fait de la diminution de la disponibilité de l'eau et d'une baisse de confort, les utilisateurs se retrouvent vulnérables. Ils peuvent également être impactés par l'augmentation du prix de l'eau si l'offre diminue.

Le risque est relativement modéré.

Sécheresse des sols

Le système est faiblement exposé à l'aléa sécheresse. L'étude 4AO en cours (entretien Eau de Paris) a écarté le risque de sécheresse sur le système de l'eau potable. Le principal argument provient du soutien des grands lacs ainsi que du caractère prioritaire de l'usage de l'eau potable. Il ne semble donc pas avoir de risque sur la continuité du réseau face à un risque sécheresse.

Par ailleurs, l'aléa sécheresse peut occasionnellement entraîner une dégradation des infrastructures causant des fissures dans le béton (pS-Eau, 2018).

Le risque est modéré.

Canicule

Le système est fortement exposé à l'aléa canicule. En cas de canicule, le développement de microbes et la concentration de pollution dans l'eau sont plus probables et altèrent sa qualité. De même, la chaleur augmente le besoin de rafraîchissement des populations (douches, besoins d'hydratation) qui peut se traduire par une augmentation de la demande en eau potable (Santé Publique France, 2018). Le système est d'autant plus sensible si les territoires voisins qui servent à l'alimentation des parisiens subissent eux aussi des périodes de canicules.

Le risque est relativement fort.

Grand froid

Le système est fortement exposé à l'aléa. Toutes les composantes du système sont exposées. Le système est fortement sensible en raison du non-dimensionnement du réseau pour les basses températures (casse de canalisations par gel).

Face à ces situations de grand froid, les utilisateurs rencontrent davantage de difficultés à accéder à certains points d'eau d'accès libre (fontaines) pour cause de fermeture. Ces fermetures permettent notamment d'éviter des dégâts sur les réseaux d'eau en cas de gel et la mise en danger des passants (piétons etc.). Toutefois, afin de faciliter l'accès à l'eau potable pour les plus démunis, certaines fontaines publiques disposent d'un système de dégel (Ville de Paris, Solidarité à Paris Hiver 2019-2020).

Le risque est modéré.

Chute de neige et verglas

L'ensemble des parties aériennes est exposé à l'aléa chute de neige et verglas. Toutefois, ce système est peu sensible et ne connaît pas de dysfonctionnement significatif.

Le risque est faible.

Fortes pluies

Le système est faiblement exposé car une grande partie est souterraine. Cependant, certains de ses éléments critiques sont exposés, comme les stations de potabilisation. Le système est faiblement sensible à l'aléa mais peut avoir besoin de traitements supplémentaires en cas d'augmentation de la turbidité de la ressource. La sensibilité utilisateur est très faible.

Le risque est relativement modéré.

Inondation

Le système est fortement exposé aux inondations. Du fait des inondations, fragilisant voire pouvant détruire certaines installations (inondation des puits, submersion des équipements électriques, fragilisation et rupture de canalisations induisant des fuites au niveau des réseaux *etc.*), le réseau d'eau potable est particulièrement sensible. De plus, certaines usines de potabilisation sont localisées en zone inondable (OCDE, 2014). Cet aléa peut également entraîner une dégradation de la qualité de l'eau distribuée du fait d'une plus grande pollution et turbidité des ressources en eau par le lessivage des sols et la submersion des stations de potabilisation. Les utilisateurs peuvent donc être confrontés à une interruption du service dû à l'endommagement des installations et à l'inaccessibilité des points d'eau.

La note de risque du système eau potable face à l'aléa inondation est la plus élevée. C'est aussi le premier risque considéré par le gestionnaire Eau de Paris dans leurs scénarios de risques. Entre le scénario R1 et R1.15, le service n'est pas altéré mais il est défini comme étant une « zone de vulnérabilité » (Entretien Eau de Paris). A partir du niveau R1.15, un effet de seuil se dessine et des difficultés sont clairement établies pour l'alimentation de l'eau potable par les réseaux de distribution traditionnels. A ce niveau de risque, la préfecture de police peut activer le plan d'ultime secours pour distribuer de l'eau potable dans des points localisés à partir des puits de l'Albien afin de répondre aux besoins vitaux (entretien Eau de Paris).

Le risque est fort.

Tempête

Le système est peu exposé à l'aléa tempête, en dehors des usines de production. Mais leur sensibilité aux tempêtes est considérée comme faible. Les utilisateurs finaux seraient également impactés de manière localisée seulement en cas de panne. Les études ne mentionnent pas d'actions spécifiques au risque tempête dans le cas du système froid.

Le risque est modéré.

Mouvement de terrain

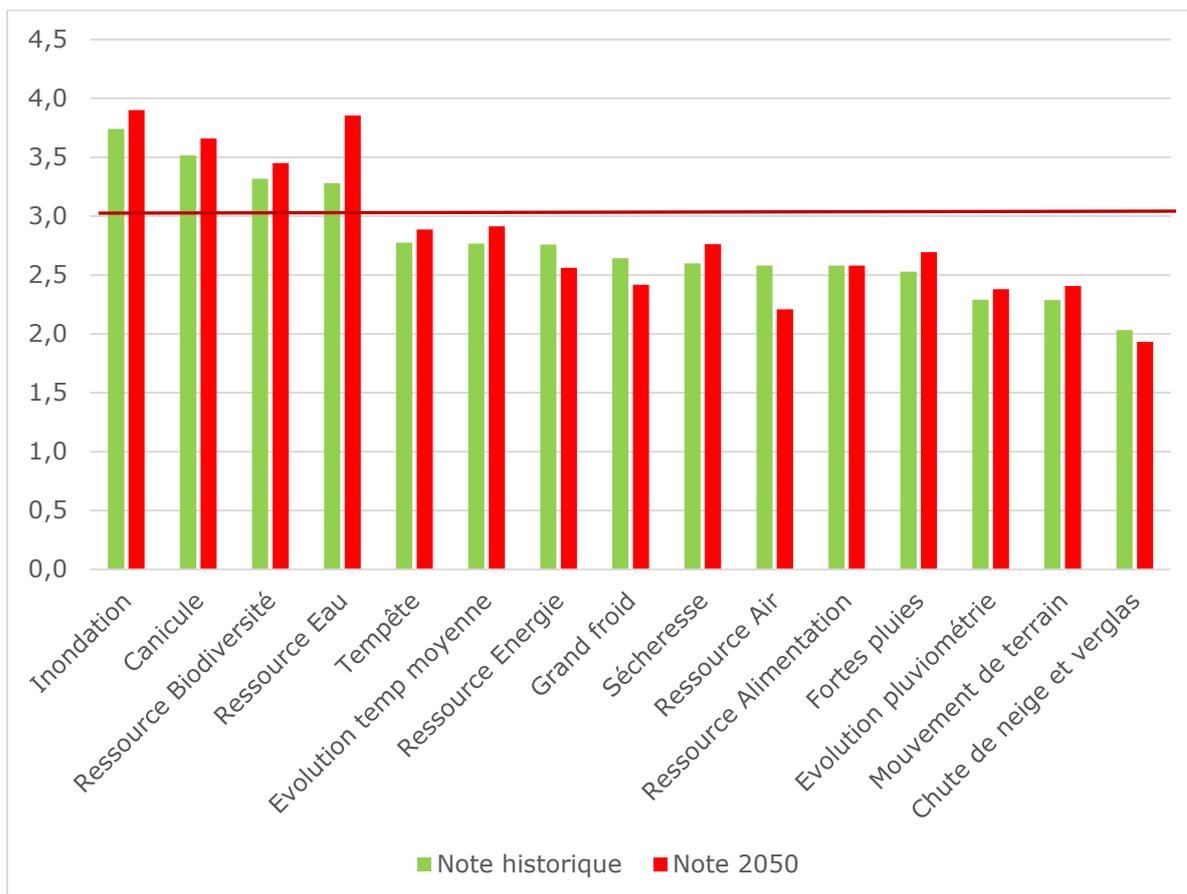
Une faible partie du territoire est exposée au risque de mouvement de terrain. Un mouvement de terrain peut entraîner une rupture de canalisation à des points localisés, mais peu observé à ce jour.

Le risque est relativement modéré.

Évolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, l'intensification des inondations et des canicules vont accentuer le niveau de risque du réseau d'eau potable. La pression sur la ressource en eau peut également réhausser la note de risque du système. De même, l'enjeu de préservation de la biodiversité devient un enjeu majeur pour le système en raison des tendances à l'accélération de la dégradation de la biodiversité.

Figure 20 : Évolution de la note de risque du réseau eau potable à l'horizon 2050 (hors effets dominos)

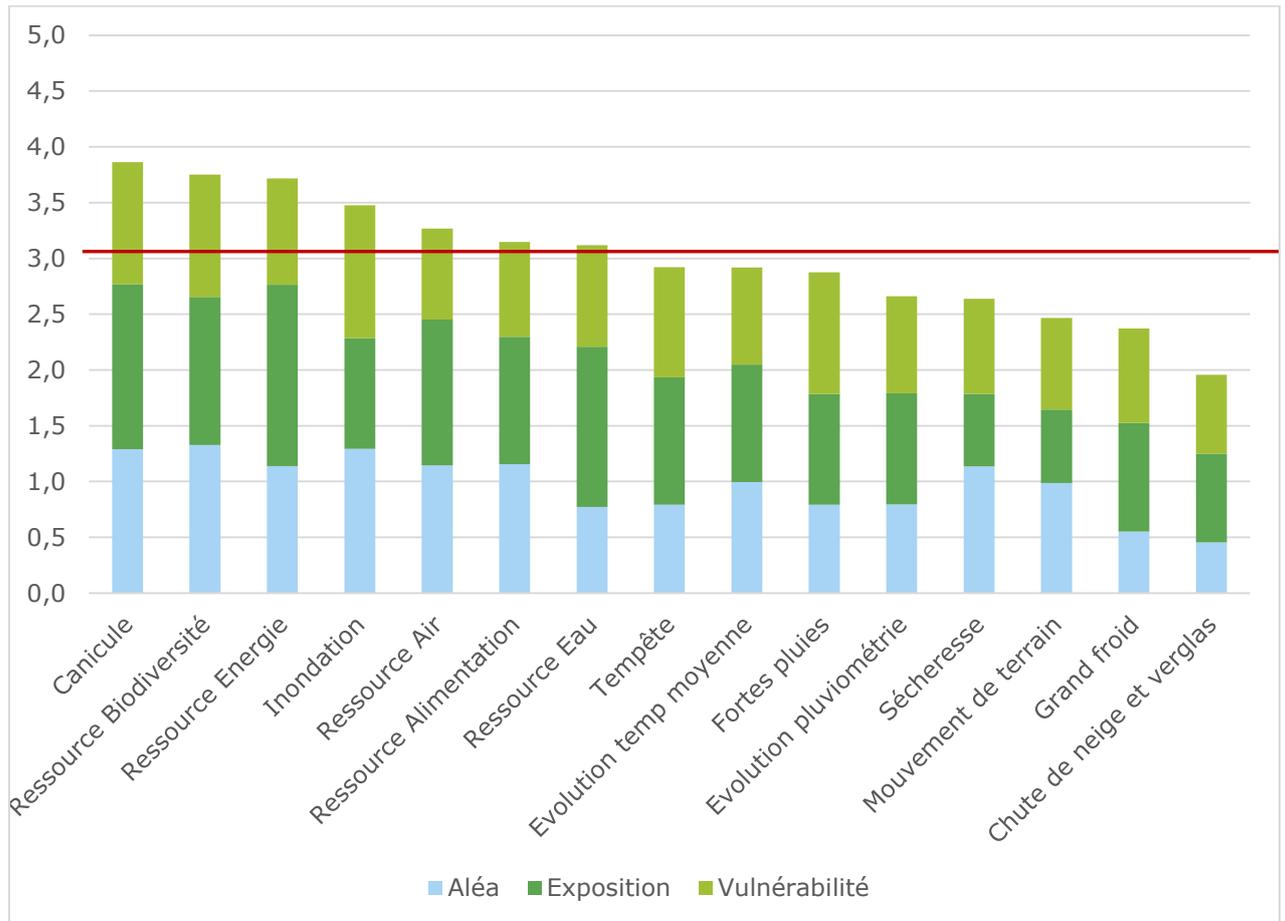


3.2.3 Une vision transversale

Les enjeux prioritaires du réseau d'eau potable sont les suivants :

- Les **inondations** : certaines usines de production d'eau potable sont situées en zone inondable, ainsi **l'alimentation en eau potable pourrait être interrompue** dans la périphérie de Paris. La population francilienne pourrait donc subir des **coupures d'eau prolongées** ainsi qu'une dégradation de sa qualité dans les cas les plus extrêmes.
- La **canicule** : elle favorise le **développement bactérien** (notamment le risque lié aux légionnelles dans les réseaux intérieurs) dans les conduites et contribue donc à la **dégradation de la qualité** de l'eau.
- La dégradation annoncée de la qualité de l'eau et les tensions possibles sur la gestion quantitative de la ressource.
- La perte de biodiversité qui peut représenter un enjeu additionnel sur la qualité de l'eau.

Figure 21 : Part des composantes dans la note de risque du réseau d'eau potable



- Exposition du système

Le système d'eau potable parisien apparaît relativement robuste car une grande partie est enterrée et donc préservée des principaux risques affectant les composantes extérieures. Néanmoins, le système d'eau potable reste exposé aux fortes températures et aux épisodes de grands froids. La proximité de certaines usines de production en zone inondable expose également le réseau aux risques de crue. Ce réseau d'eau dépend intégralement de la ressource en eau pour fonctionner.

Enfin, étalées sur l'ensemble du territoire parisien, certaines composantes sont exposées au risque de mouvement de terrain, bien que cette exposition soit relativement peu documentée.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Les impacts techniques sont principalement liés à l'occurrence d'une crue à partir d'un certain seuil (R1.15), à la canicule et à la raréfaction de la ressource en eau. En période de crue, l'alimentation en eau potable pourrait être interrompue dans la périphérie de Paris où plus de 5 millions d'abonnés pourraient subir des coupures d'eau prolongées et 1,3 million une dégradation de sa qualité dans le cas le plus extrême. Certains éléments du réseau d'eau potable présentent une sensibilité importante aux fortes températures (composants électroniques des systèmes de production et de gestion de la distribution, fuites etc.). De plus, les températures élevées favorisent, d'une part, le développement bactérien dans les conduites, et d'autre part, l'eutrophisation de la ressource lorsqu'elle est superficielle, avec pour effets des mesures de traitement et de protection supplémentaire à entreprendre à différents niveaux du système.

- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation du réseau d'eau potable est robuste. Le système est relativement bien préparé avec des plans et stratégies couvrant la protection de la ressource dont notamment le Plan Climat et la Stratégie de Résilience de Paris. La stratégie d'adaptation évoque aussi la question de la sécurisation, de l'approvisionnement en eau potable à Paris, avec des réflexions sur de nouveaux forages puisant dans la nappe de l'Albien.

La Ville de Paris se trouve également à ce jour en surcapacité de production et exploite cinq principaux réservoirs de stockage d'eau potable d'une capacité de 1 087 000 m³ pouvant répondre à une panne ponctuelle de deux jours (Eau de Paris, 2014).

Paris dispose aussi d'une bonne diversification des sources d'alimentation en eau potable réduisant le risque de pénurie à court terme. En effet, les nombreux points de captages sont répartis sur un large territoire et couvrent plusieurs nappes (Craie du Gâtinais, Craie du Sénonais et Pays d'Othe, Craie altérée du Neubourg etc.) et différents cours d'eau (Seine et Marne) (Eau de Paris, 2019).

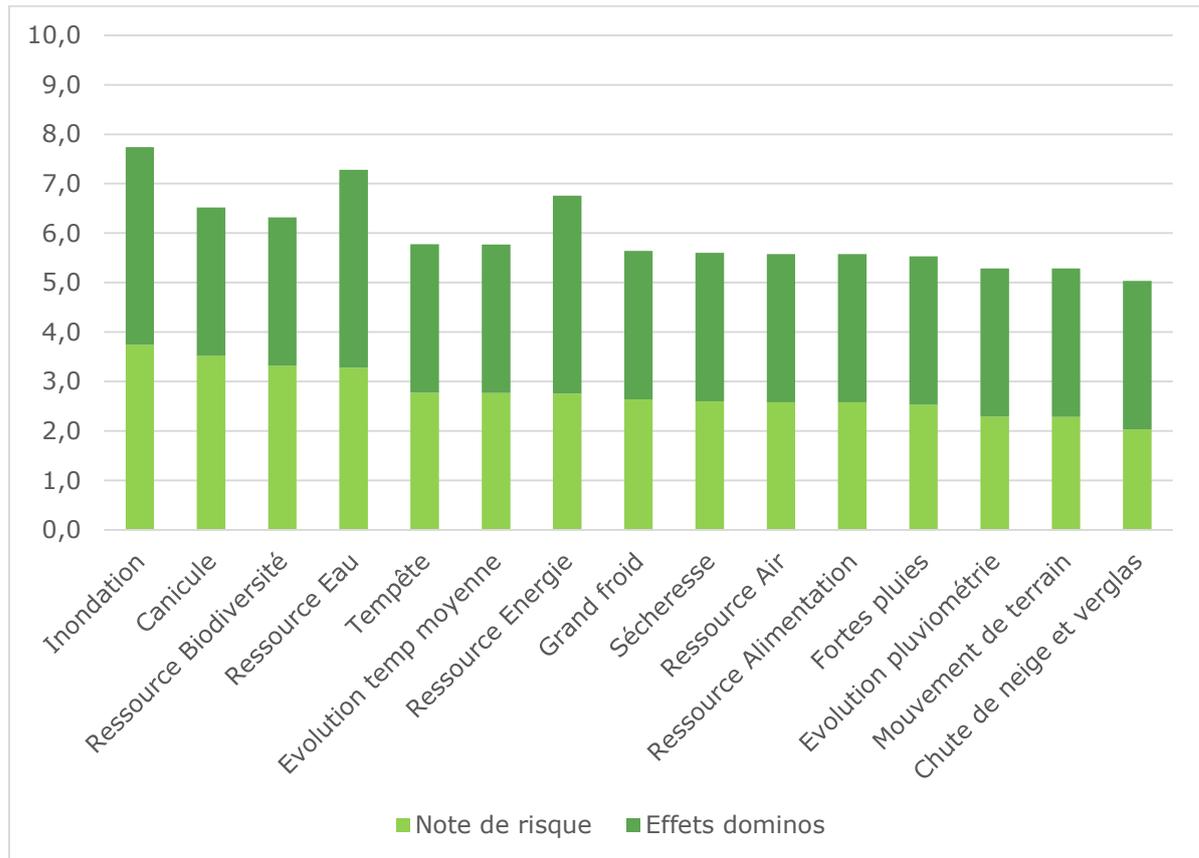
De plus, la Ville de Paris œuvre pour garantir l'approvisionnement des usagers en eau potable. En effet, en cas de problème, les échanges d'eau sont sécurisés et l'approvisionnement de secours organisé, notamment via les conventions d'intercommunications de secours avec les autres opérateurs d'eau franciliens mais aussi via six puits de secours dans la nappe de l'Albien pour l'eau de secours et celui de Clichy-Batignolles (PCAEM, 2018).

Toutefois, face au risque d'inondation, il demeure quelques réserves associées à l'amplitude du phénomène et aux impacts en cascade liés à l'alimentation électrique, aux systèmes de télégestion, et à l'accès aux voies de communication.

- Effets dominos

La canicule, les inondations et la raréfaction de la ressource en eau restent les principaux risques. Toutefois, la note de risque du système face à la raréfaction de la ressource en eau devient supérieure au risque de canicule. La note de risque inondation est accentuée car elle implique un blocage général des systèmes, entraînant par exemple une difficulté d'accès aux sites pour la maintenance. En cas de coupure à grande échelle (inondation, baisse de capacité sur sources de production), les impacts sont massifs sur la quasi-totalité des systèmes qui marquent l'arrêt.

Figure 22 : Note de risque du système eau potable avec les effets dominos



3.2.4 Les sources

- Carroget, C. Perrin, E. Sauquet, J.P. Vidal, S. Chazot, et al.. Explore 2070 : quelle utilisation d'un exercice prospectif sur les impacts des changements climatiques à l'échelle nationale pour définir des stratégies d'adaptation (2017)
- ADEME, Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060 (2018)
- Agence Parisienne du Climat, Une centrale photovoltaïque géante sur le toit d'un réservoir d'eau potable d'Eau de Paris (2019)
- David Dorchie, Pierre-Yves Bourgin, C. Perrin, Amélie Astruc, Jean-Louis Rizzoli, et al., Impacts des changements climatiques sur la gestion des barrages-réservoirs du bassin de la Seine (2012)
- DRIIE Ile-de-France, Comprendre la sécheresse en Ile-de-France (2020)
- DRIIE Ile-de-France, Exercice EU SEQUANA 2016 (2017)
- DRIIE Ile-de-France, L'eau potable en Ile-de-France (2018)
- Eau de Paris : Stratégie protection de la ressource en eau (2017)
- Eau de Paris, A la découverte d'un réservoir de Montsouris (2014)
- Eau de Paris, Aqueducs des chemins pour l'eau (2009)
- Eau de Paris, Stratégie biodiversité
- Eau Seine Normandie, Etat des lieux 2019
- IAU idF, Densimos 2006/Satese 77, Satese 78-91, Satese 95, Siaap, IAU - BD Assainissement 2008
- Mairie de Paris, Eau potable et eau non potable à Paris (2019)
- Mairie de Paris, Eau potable et eau non potable à Paris (2019)
- Mairie de Paris, Plan canicule de la Ville de Paris (2020)
- Mairie de Paris, Stratégie de résilience (2017)
- 'Météo France et CSTB, EPICEA : Étude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Échelle de l'Agglomération parisienne (2012)

- Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie, "Impact of climate change on water resources management. Regional strategies and European view" (2014)
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer, Projet RExHySS Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme (2009)
- Observatoire Départemental, Les enjeux énergétiques de l'eau potable et de l'assainissement en Seine-et-Marne (2016)
- OCDE, Etude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France (2014)
- Ps-Eau, Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique (2018)
- Santé Publique France, Canicule s'y préparer toujours mieux (2018)
- Ville de Paris, Plan de biodiversité de Paris 2018-2024 (2018)
- Ville de Paris, Solidarité à Paris Hiver 2019-2020

3.3 Service assainissement et gestion des eaux pluviales

3.3.1 Description système

Les eaux usées de la zone agglomérée de Paris sont majoritairement gérées en réseau unitaire. Autrement dit, les eaux usées et les eaux pluviales sont mélangées et transférées dans les stations d'épuration. Il est opportun d'étudier ce système en prenant en compte d'une part le territoire parisien mais aussi l'ensemble de l'agglomération parisienne (petite et grande couronne). En effet, la Ville de Paris ne dispose pas sur son territoire de stations d'épuration (STEP). Cependant, six grandes stations d'épuration gérées par le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP) se situent dans la petite couronne (4 STEPs) et dans la grande couronne (4 STEPs). Le SIAAP est un établissement public qui dépollue chaque jour les eaux usées de plus de 9 millions de franciliens, ainsi que les eaux industrielles et pluviales de l'agglomération parisienne.

Le transport de collecte et d'évacuation des eaux est assuré par des réseaux d'égouts (2 600 km) dont la Section de l'Assainissement de Paris (SAP) a la responsabilité. Il est géré par 133 stations de gestion locale des égouts (usines, déversoirs d'orage au nombre de 45, maillages, sites de mesures) elles-mêmes connectées à un poste central de contrôle. Cette organisation permet à la SAP un contrôle en temps réel des différents mécanismes et équipements (vannes, pompes). Enfin, les eaux épurées sont rejetées dans la Seine et la Marne.

3.3.2 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système d'assainissement et de gestion des eaux pluviales.

Tableau 5 : Notation des risques du réseau d'assainissement et de gestion des eaux pluviales

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)		
Inondation	4,0	4,2	1	Extrêmement faible
Fortes pluies	3,5	3,7	1,5	Très faible
Sécheresse	3,4	3,6	2	Faible
Canicule	3,3	3,5	2,5	Relativement modéré
Ressource Energie	3,2	2,9	3	Modéré
Ressource Eau	3,0	3,5	3,5	Relativement fort
Evolution temp moyenne	3,0	3,1	4	Fort
Mouvement de terrain	2,8	3,0	4,5	Très fort
Ressource Biodiversité	2,6	2,7	5	Critique
Evolution pluviométrie	2,5	2,6		
Tempête	2,5	2,2		
Grand froid	2,4	2,3		
Chute de neige et verglas	2,4	2,5		
Ressource Alimentation	0,0	0,0		
Ressource Air	0,0	0,0		

Ressource énergie

Le système est fortement exposé à la raréfaction de la ressource énergie. Si le réseau d'égouts de la SAP fonctionne principalement de manière gravitaire (Mairie de Paris, 2018), en revanche l'énergie représente le plus gros budget en frais de fonctionnement du SIAAP avec un système de pompes et de procédés de traitement nécessitant un approvisionnement électrique continu (entretien Eau de Paris). Toutefois, la Ville de Paris ne semble pas concernée par le problème de raréfaction de la ressource électrique.

Le risque est modéré.

Ressource eau

Tout le système est exposé. Ce système dépend fortement de la ressource en eau, qui constitue le vecteur des charges à traiter. Le système est donc très sensible car il ne peut assurer sa fonctionnalité qu'en présence de volumes minimum d'eau en circulation dans les réseaux.

Le risque est modéré.

Ressource alimentation

Le système n'est pas directement concerné.

Ressource en air

Le système n'est pas directement concerné.

Ressource en biodiversité

Face à la recrudescence des aléas climatiques, la gestion des eaux pluviales s'inspire des systèmes naturels pour favoriser l'infiltration et l'épuration des eaux à la parcelle qualifiée de solutions fondées sur la nature. L'altération projetée de la biodiversité peut altérer cette gestion qui supprime progressivement les techniques usuelles du « tout-tuyau » (ARB îdF, 2020).

Le risque est modéré.

Évolution des températures moyennes

Toute la partie aérienne est exposée. Le système est peu sensible à cet aléa. Cependant, l'évolution des températures peut impacter temporairement l'efficacité de son fonctionnement au travers de dysfonctionnements des processus biologiques de traitement (pS-Eau, 2018). Par effet d'entraînement, ces dysfonctionnements vont se traduire par des rejets moins bien traités et une moindre dilution des polluants. Ces dilutions vont ensuite provoquer la dégradation de la qualité de l'eau reversée dans les milieux (pS-Eau, 2018). Ces désagréments se font ressentir par la population au niveau des nuisances olfactives possible dues à l'augmentation des émissions de dioxyde d'azote.

Le risque est modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le système est exposé à un accroissement de la variabilité pluviométrique avec plus d'eau en hiver et moins d'eau en été. Cela entraînera une gestion plus délicate de l'eau et du réseau. Le Plan ParisPluie constitue une avancée majeure dans la gestion durable du système.

Le risque est donc relativement modéré.

Sécheresse

Une grande partie du système est exposée à l'aléa sécheresse. Le système est particulièrement sensible en raison de la faible résilience du milieu récepteur. En effet, la sécheresse des sols a pour effet d'accroître les volumes d'eau qui ruissellent (Géorisques) et donc accentue le risque de saturation du réseau. Cette sensibilité intrinsèque du réseau se répercute par des nuisances olfactives sur la population.

Le risque est relativement fort.

Canicule

La quasi-totalité du système est exposée à l'aléa canicule. Il est particulièrement sensible car il implique le développement de microbes ainsi qu'une pollution plus concentrée dans l'eau qui altèrent sa qualité (entretien Eau de Paris). Cela peut conduire à des risques de développement d'agents pathogènes et de dégagements nauséabonds pour la population.

Le risque est relativement fort.

Grand froid

Tout le système est exposé. Toutefois, il n'y a pas de sensibilité tant intrinsèque au système qu'à la population relevée.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Tout le système est exposé. Toutefois, il n'y a pas de sensibilité tant intrinsèque au système qu'à la population relevée.

Le risque est relativement modéré.

Fortes pluies

Le système est entièrement exposé aux fortes pluies. Le système est très sensible. Etant majoritairement unitaire, un apport important d'eaux lors d'un orage peut causer la saturation du réseau et, de ce fait, engendrer un délestage des collecteurs vers la Seine via des déversoirs d'orage, d'une part, et provoquer des débordements des eaux sur les voiries d'autre part (PIREN-Seine, 2016). De plus, si les phénomènes de pluies majeurs se multiplient en période non habituelle (à l'approche de l'été), le bon fonctionnement du système est mis en péril car il n'est pas dimensionné pour les cumuler avec les pluies extrêmes du reste de l'année. Les débordements d'égouts constituent une gêne certaine pour les riverains (accessibilité des voiries et chaussées, odeurs, problèmes d'hygiène) et représentent un risque sanitaire lié à la présence de microbes pathogènes.

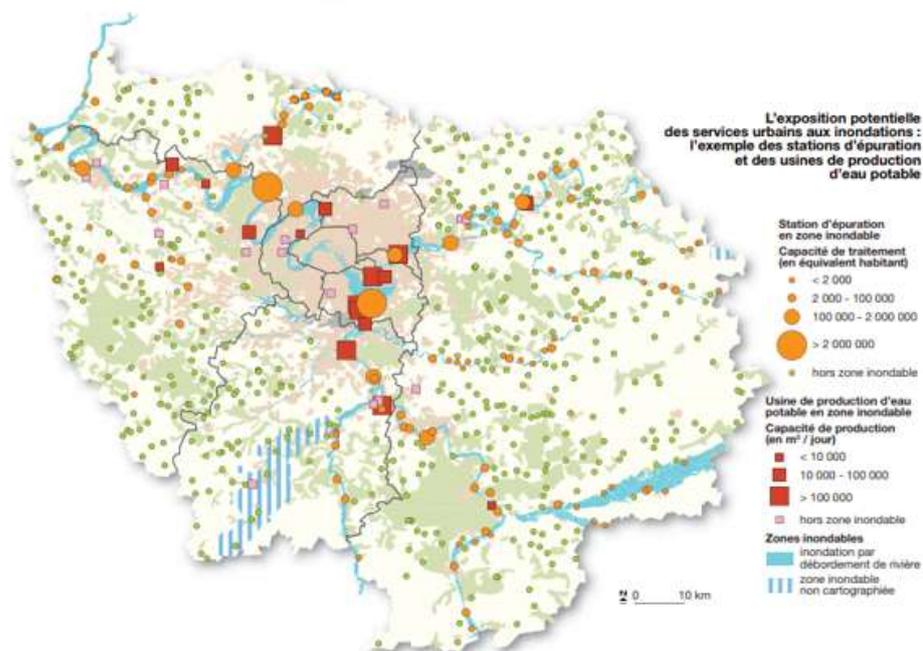
Le réseau parisien n'a pas une capacité suffisante pour évacuer toutes les eaux de ruissellement en période de fortes pluies (entretien Eau de Paris). Ainsi des déversoirs d'orage, au nombre de 45, rejettent directement en Seine les eaux excédentaires et permettent ainsi d'éviter la mise en charge des ouvrages et les inondations en surface (Schémas des réseaux d'eau et d'assainissement et schémas des systèmes d'élimination des déchets). Le Plan ParisPluie a largement accru la capacité d'adaptation de la ville avec la définition d'un zonage pluvial qui détermine les règles d'aménagement et de gestion des eaux. Annexé au Plan Local d'Urbanisme, il identifie les zones à risques face aux inondations ainsi que les zones dédiées au traitement des eaux.

Le risque reste relativement fort.

Inondation

Le système est très exposé, 20 % des stations d'épuration représentant 85 % des capacités sont localisées en zone inondable (IAU îdF, 2008). Ainsi le système est très sensible aux inondations.

Figure 23 : Exposition aux inondations des stations d'épuration
(Source : IAU îdF, 2008)



De plus, les inondations peuvent introduire des eaux parasites polluées (pollution urbaine, pollution microbiologique, etc.) dans les réseaux d'eau et les hydrosystèmes naturels, et dégrader la qualité de l'eau potable ou perturber le fonctionnement des stations d'épuration (Astee, 2019).

En cas de crue centennale, les risques de débordements sont inévitables. En effet, le système est dimensionné pour des crues décennales (entretien Eau de Paris).

Les débordements d'égouts constituent une gêne certaine pour les riverains (accessibilité des voiries et chaussées, odeurs, problèmes d'hygiène) et représentent un risque sanitaire lié à la présence de microbes pathogènes.

Le risque est fort.

Tempête

Le système est peu exposé à l'aléa tempête, en dehors des usines de production. Mais leur sensibilité aux tempêtes est considérée comme faible. Les utilisateurs finaux seraient également impactés de manière localisée seulement en cas de panne. Les études ne mentionnent pas d'actions spécifiques au risque tempête dans le cas du système froid.

Le risque est relativement modéré.

Mouvement de terrain

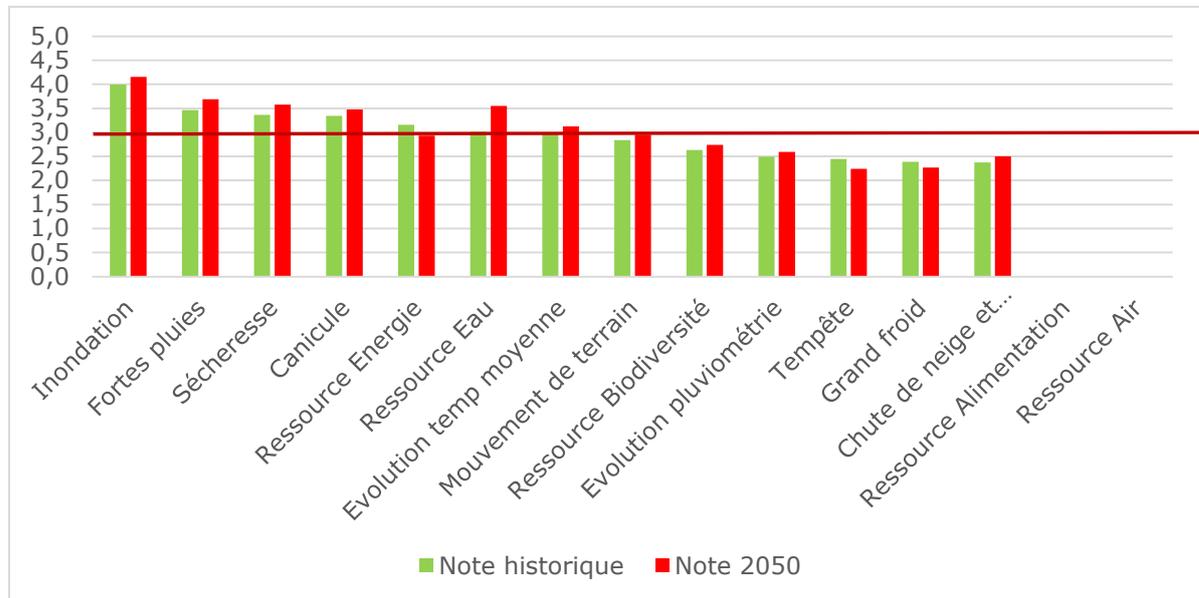
Une faible partie du territoire est exposée au risque de mouvements de terrain. Un mouvement de terrain peut entraîner une rupture de canalisations à des points localisés, mais peu observés à ce jour.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, l'intensification projetée des inondations, potentiellement des fortes pluies, des canicules et des sécheresses va accentuer le niveau de risque du réseau d'eau assainissement et de gestion des eaux pluviales face à ces aléas.

Figure 24 : Evolution de la note de risque à l'horizon 2050 du réseau assainissement (hors effets dominos)

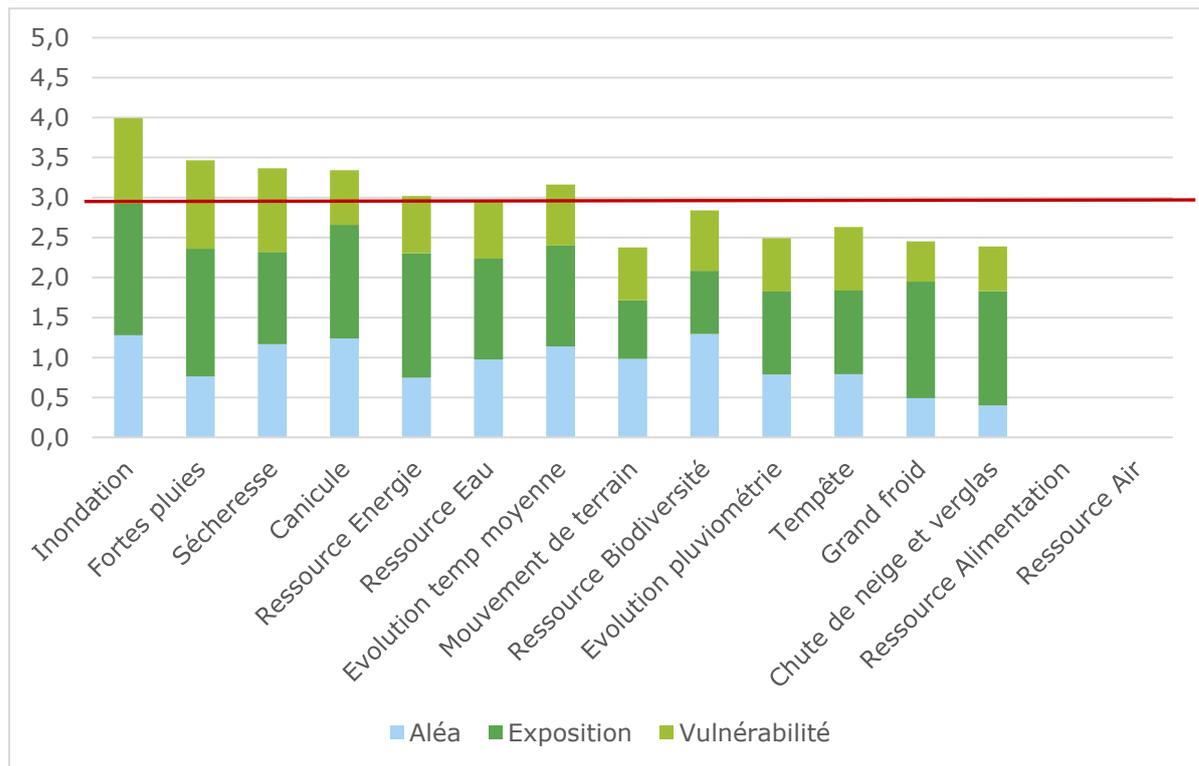


3.3.3 Une vision transversale

Les enjeux prioritaires du réseau d'assainissement et de gestion des eaux pluviales sont les suivants :

- **Les inondations** : 20 % des stations d'épuration représentant **85 % des capacités sont localisées en zone inondable**. De plus, le réseau n'est dimensionné que **pour une crue décennale**.
- **Les fortes pluies** : l'apport important d'eaux peut causer la **saturation du réseau** et, de ce fait, engendrer des **rejets en milieu naturel**.
- La **sécheresse** des sols : elle a pour effet d'accroître les volumes d'eau qui ruissellent et accentue donc le **risque de saturation du réseau**.

Figure 25 : Part des composantes dans la note de risque du réseau d'assainissement



- Exposition du système

Le système d'assainissement et gestion des eaux pluviales dispose d'une partie enterrée (égouts, déversoirs d'orage *etc.*) et d'une partie aérienne (stations d'épuration, centrale de commande *etc.*). Le système est exposé aux fortes pluies et aux inondations. Comme cité précédemment, 20 % des stations d'épuration représentant 85 % des capacités sont localisées en zone inondable (IAU îdF, 2008). Le système est également exposé aux grands froids et aux chutes de neige sans pour autant être sensible à ces aléas. Enfin, le système est exposé pendant les périodes de sécheresse et les périodes caniculaires.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Le système d'assainissement et de gestion des eaux pluviales est très sensible à l'aléa inondation.

Au-delà de leur présence en zone inondable, il existe une vulnérabilité liée à la capacité de transport maximale du réseau. Lorsque les flux sont importants comme lors d'une crue ou des fortes pluies, la capacité maximale peut rapidement être atteinte générant des problèmes de saturation qui altèrent le service rendu. Les épisodes de canicule ne sont pas non plus sans effets sur le système qui pourrait aussi faire face à des phénomènes de catalyse des réactions bactériennes avec les risques de développements d'agents pathogènes et de dégagements nauséabonds que cela implique. Enfin, la sécheresse des sols peut provoquer des ruissellements.

- Capacité d'adaptation

En mars 2012, après avoir dressé un constat des modernisations effectuées sur le système entre 1990 et 2010, dans la même lancée, la Ville de Paris a fixé de nouvelles orientations de rénovation.

En effet, depuis 2012, on peut constater une amélioration de la capacité d'adaptation du système d'assainissement et de gestion des eaux pluviales.

L'une des avancées majeures est l'adoption en 2018 d'un zonage pluvial sur le territoire de la capitale à travers le Plan « ParisPluie ». L'objectif de ce zonage est de gérer de manière optimale l'eau de pluie empêchant ainsi celle-ci de pénétrer dans le réseau d'égouts et donc de saturer le réseau d'assainissement. Il est adossé aux plans d'aménagement parisien que sont l'urbanisme, la voirie, les espaces verts et l'habitat (Ville de Paris, 2018). Ce plan a été accompagné par des campagnes de communications et de sensibilisation.

Ce zonage répond ainsi à un des principaux défis du réseau, à savoir la limitation de déversement en milieu naturel et à inverser le processus d'imperméabilisation de la ville. L'objectif optimum recherché par ce zonage correspond à la déconnexion totale des eaux pluviales, ce qui signifie aucun rejet dans le réseau d'assainissement quel que soit le type de pluie jusqu'à la pluie décennale (48 mm en 4 heures). Ainsi, le zonage peut ne pas suffire pour les fortes pluies.

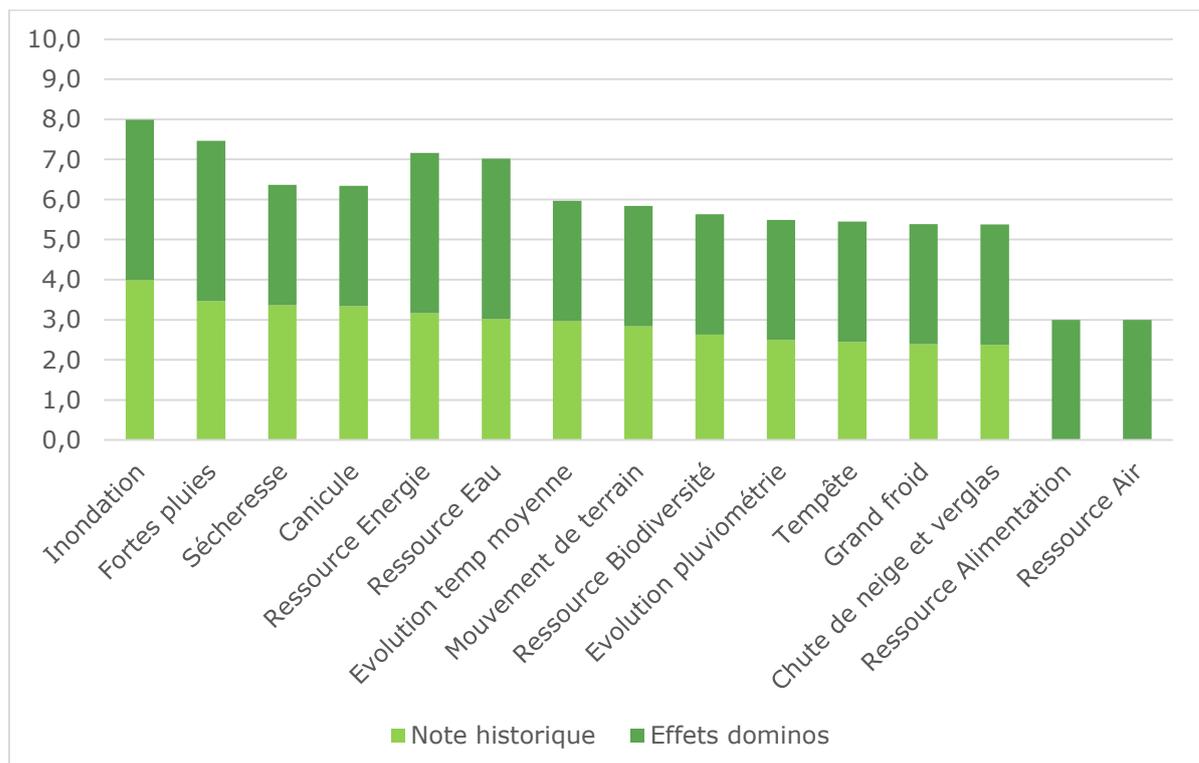
L'amélioration de la capacité d'adaptation du système s'accompagne également par la création d'un nouveau bassin de rétention d'eaux pluviales d'environ 50 000 m³ dans le 13^{ème} arrondissement⁹. Ce projet s'inscrit dans le cadre du Plan Qualité de l'Eau et Baignade qui prévoit de déployer 150 millions d'euros d'investissements pour réduire, voire supprimer les déversements en milieu naturel (entretien Eau de Paris) d'ici 2024. L'objectif est d'avoir un héritage des Jeux Olympiques et Paralympiques afin d'avoir une baignade pérenne sur toute la métropole.

Ces 150 millions d'euros d'investissements se cumulent avec d'autres actions menées en Ile-de-France. La réussite de ce plan ne dépend pas seulement de la Ville de Paris, mais aussi des autres acteurs franciliens.

- Effets dominos

Les effets dominos tendent à accentuer le risque inondation car l'ensemble des systèmes impactés (réseaux d'énergie, télécommunications, transport) est d'une importance critique pour le réseau d'assainissement et de gestion des eaux pluviales. Les effets dominos ont également considérablement augmenté la note de risque du réseau face à la raréfaction des ressources en eau et énergies, ils apparaissent désormais dans les risques prioritaires du réseau avant la sécheresse et la canicule.

Figure 26 : Note de risque du réseau assainissement et gestion des eaux pluviales avec effets dominos



⁹ <https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/4945f4b9d6bc47ab9227eb82eb9fe68b.pdf>

3.3.4 Les sources

- APUR, Préservation et valorisation de la ressource en eau brute (2015)
- ARB idF, Gestion des eaux pluviales et biodiversité, 2020
- Astee, Eaux, déchets et changement climatique (2019)
- Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France, Elaboration et instruction des dossiers relatifs à la gestion et aux rejets des eaux pluviales (2020)
- DRIIE Ile-de-France, Bien gérer les eaux de pluie : Principes et pratiques en Ile-de-France (2019)
- Eau Seine Normandie Comité de Bassin, Stratégie d'adaptation au changement climatique du bassin Seine-Normandie (2016)
- Géorisques, Inondations
- Institut d'Aménagement Urbain, Urbanisation et zones inondables : Les risques encourus (2011)
- Mairie de Paris, Approbation du principe d'aménagement du déversoir d'orage Bugeaud dans le bois de Boulogne et autorisation à déposer les dossiers d'autorisations nécessaires (16e) (2015)
- Mairie de Paris, Plan climat de Paris (2018)
- Mairie de Paris, Règlement d'assainissement de Paris (2018)
- PIREN Seine, Fonctionnement du réseau d'assainissement à l'échelle de Paris et sa petite couronne (2016)
- Plaines et coteaux de la Seine centrale urbaine, Eaux pluviales
- pS-Eau : Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique. Quels impacts ? Comment agir ? (2018)
- SIAAP, Bilan des usines d'épuration (2021)
- SIAAP, Des îlots de survie pour protéger les poissons de l'anoxie
- SIAAP, Traitement des boues
- Ville de Paris, Projet Life Adsorb : Optimiser le traitement des eaux du périphérique parisien (2018).

3.4 Gestion de l'eau non potable

3.4.1 Description du système

Paris a la particularité de disposer, depuis le XIX^e siècle, d'un double réseau d'eaux garantissant la fourniture d'eaux de qualités différentes : l'eau potable (EP), destinée à la consommation humaine, et l'eau non potable (ENP).

Le système ENP étudié comporte trois usines de production (Auteuil, Austerlitz et Villette), de 4 usines de relevage (Haxo, Belleville, Saint Pierre et Montmartre) ainsi que de 1 700 km de canalisations maillées.

Les trois usines de production alimentent le réseau d'ENP à partir du Canal de l'Ourcq et de la Seine.

Le système est également constitué de sept réservoirs dont la capacité totale est de 151 600 m³. Au-delà de leur fonction de régulation, ils assurent une fonction de sécurité en cas de dommage des usines de pompage. Leur capacité totale assure environ un jour de production.

Aujourd'hui, la quasi-totalité de la ressource ENP est consommée par les services municipaux suivants : arrosage des espaces verts, alimentation des lacs et rivières des bois de Boulogne et de Vincennes, nettoyage des voiries et alimentation des réservoirs de chasse.

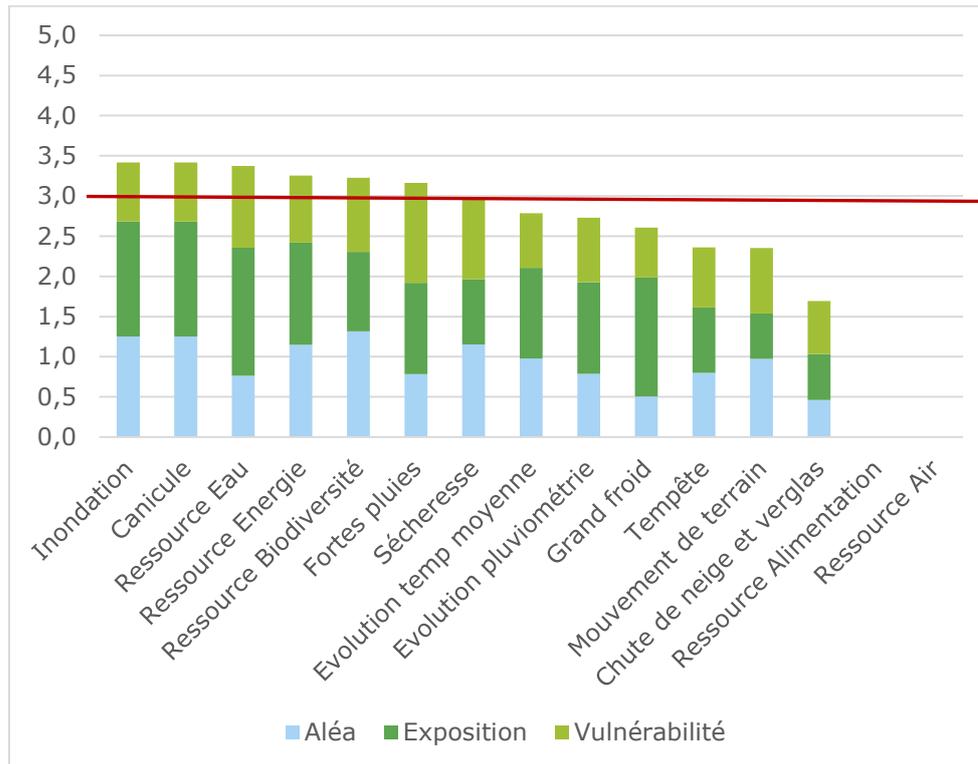
L'ENP peut apporter des avantages économiques et environnementaux considérables. Le système joue un rôle stratégique dans l'adaptation de la Ville de Paris au changement climatique et à la raréfaction de la ressource en eau. L'utilisation de l'eau non potable doit être étendue autant que possible tout en la préservant et en contrôlant les risques sanitaires.

3.4.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le secteur

Les enjeux prioritaires du réseau d'eau non potable sont les suivants :

- La **raréfaction de la ressource en eau** : a contrario du réseau d'eau potable, le système ENP est **contraint à la restriction d'usage** du fait de son caractère non prioritaire. Ainsi, en cas de raréfaction de la ressource, l'ENP sera le premier réseau à l'arrêt.
- Les **inondations** : les usines de production Auteuil et Austerlitz sont situées **en zone inondable** et plus de 90 % des égouts du réseau sont très rapidement inondés.
- La canicule : elle favorise le développement bactérien dans les conduites et contribue donc à la dégradation de la qualité de l'eau.

Figure 27 : Part des composantes dans la note de risque du réseau ENP



- Exposition du système

Le système d'eau non potable est exposé aux fortes températures et aux fortes pluies. La proximité de certaines usines de production en zone inondable ainsi que les égouts rapidement inondés expose également le réseau aux risques de crue. Ce réseau d'eau dépend intégralement de la ressource en eau pour fonctionner, il est donc entièrement exposé à la raréfaction de cette ressource.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Le réseau ENP est principalement menacé par une restriction d'usage et donc un arrêt de la production en cas de raréfaction de la ressource en eau. Les impacts techniques liés aux aléas quant à eux sont principalement liés à l'occurrence d'une crue et aux débordements des égouts en périodes de fortes pluies. Le système ENP apparaît aussi comme plus sensible aux fortes températures, en particulier les composants électroniques des systèmes de production et de gestion. Citons également les problèmes relatifs de développements bactériens dans les conduites et d'eutrophisation de la ressource.

- Capacité d'adaptation

Dans une perspective d'augmentation et de généralisation des impacts du changement climatique, le système ENP devra jouer un rôle important et doit être intégré dans les processus de recherche et d'expérimentation. Eau de Paris et les directions de la Ville engagent différents travaux allant dans ce sens. En effet, ces dernières années, il y a une réelle considération de la place stratégique du réseau ENP dans la trajectoire d'adaptation au changement climatique de la ville de Paris pour préserver la ressource en eau. Le Conseil de Paris en mars 2012 a décidé de maintenir et d'optimiser le réseau d'eau non potable. Ainsi, Eau de Paris a engagé un programme d'investissement massif de l'ordre de 5 à 7 millions d'euros par an (Eau de Paris) pour remettre en exploitation ce réseau et en préparer la mutation pour d'autres usages. L'eau non potable peut par exemple devenir une énergie alternative et locale pour le fonctionnement de systèmes de chauffage et de climatisation des bâtiments, ou encore être utilisée pour rafraîchir la ville et contribuer ainsi à lutter contre les îlots de chaleur urbains.

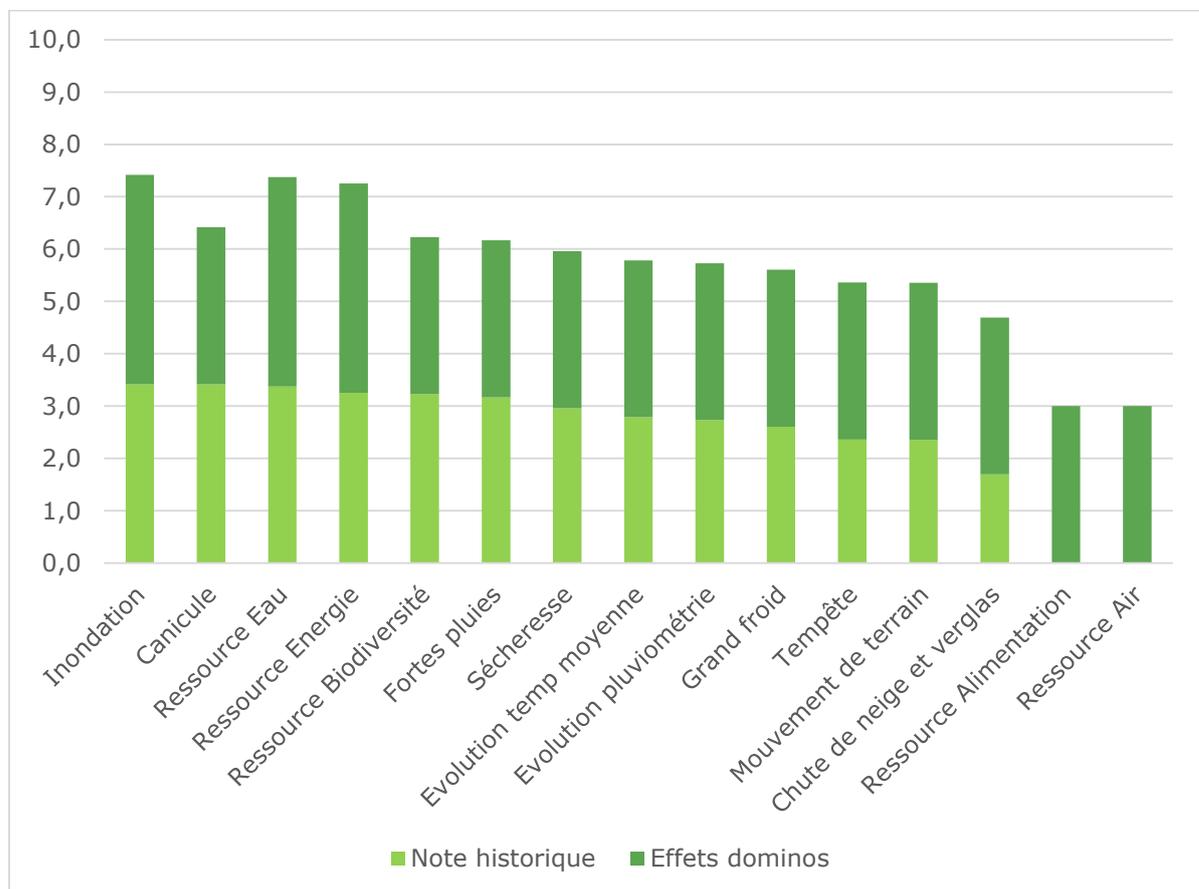
L'évolution majeure depuis l'étude de 2012 a été la création d'un schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris en 2015. Ce dernier acte la nécessité de réhabiliter, moderniser et développer de nouveaux usages. Parmi ceux-ci, l'arrosage des chaussées et trottoirs, déjà expérimenté, permet d'améliorer le confort d'été pour les piétons. Aujourd'hui, la quasi-totalité de l'ENP distribuée est consommée par les services municipaux. Les autres utilisateurs publics ou privés de l'ENP ne représentent que 1 % de la consommation. Afin de mieux faire connaître ce réseau d'eau, Eau de Paris développe des campagnes de communication et de sensibilisation comme par exemple l'exposition « Eau non potable, eau d'avenir » en 2016 au Pavillon de l'eau. En 2015, Eau de Paris a également publié un guide pratique pour le branchement de l'eau non potable dans le but d'étendre la consommation aux usagers privés.

- Effets dominos

La canicule, les inondations et la raréfaction de la ressource en eau restent les principaux risques.

Les effets dominos à partir du réseau électrique sont évidents. En cas de coupure à grande échelle (inondation, baisse de capacité sur sources de production), les impacts sont massifs sur la quasi-totalité des systèmes qui marquent l'arrêt.

Figure 28 : Note de risque du système Eau Non Potable (avec effets dominos)



3.4.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système d'eau non potable.

Tableau 6 : Notation des risques du réseau ENP

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Inondation	3,4	3,6
Canicule	3,4	3,6
Ressource Eau	3,4	4,0
Ressource Energie	3,3	3,0
Ressource Biodiversité	3,2	3,4
Fortes pluies	3,2	3,4
Sécheresse	3,0	3,1
Evolution temp moyenne	2,8	2,9
Evolution pluviométrie	2,7	2,8
Grand froid	2,6	2,4
Tempête	2,4	2,5
Mouvement de terrain	2,4	2,5
Chute de neige et verglas	1,7	1,6
Ressource Alimentation	0,0	0,0
Ressource Air	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le système est fortement exposé à la raréfaction de la ressource en énergie car l'électricité est nécessaire

pour la phase de pompage de l'eau vers les usines de production, les usines de relevage et les réservoirs. Seule l'usine de production d'Austerlitz dispose d'une configuration énergétique intéressante car la distribution de l'eau de l'Ourcq en provenance du bassin de la Villette se fait par une alimentation gravitaire (APUR, 2010). Toutefois le réseau n'est pas énergivore, la circulation de l'ENP est gravitaire entre les réservoirs et les sous-réseaux. Le fonctionnement du système ENP peut donc être altéré en cas de raréfaction de la ressource en énergie mais la Ville de Paris ne semble pas être réellement concernée à ce jour. La population est peu impactée par ce risque de dysfonctionnement si ce n'est une gêne esthétique car l'ENP est seulement utilisée pour l'arrosage de certains espaces verts et le nettoyage des voiries (Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable, 2015).

Le risque est modéré.

Ressource eau

Le service d'eau non potable est entièrement exposé car il dépend à 100 % de la ressource en eau pour fonctionner (APUR, 2010). La ressource elle-même est fortement impactée par le changement climatique et apparaît comme le risque prioritaire du réseau. En effet, en cas de raréfaction de la ressource, le réseau ENP serait le premier réseau à l'arrêt en raison de la restriction d'usage du fait de son caractère non prioritaire.

Toutefois, la sensibilité directe pour les utilisateurs est faible mais forte en termes de services rendus (rafraîchissement des parcs). En effet, l'ENP n'est pas destinée à la consommation humaine mais seulement à l'arrosage des voiries et l'arrosage de certains parcs depuis 2014 (Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable, 2015).

Le risque est relativement fort.

Ressource en alimentation

Le système n'est pas directement concerné par la raréfaction de la ressource en alimentation.

Ressource en air

Le système n'est pas directement concerné par la dégradation de la qualité de l'air.

Ressource en biodiversité

Le système est exposé à la raréfaction de la biodiversité aquatique. En effet, en tant qu'utilisateur des masses d'eaux superficielles, une altération prononcée de la biodiversité aquatique impactera directement la qualité des eaux du système ce qui pourrait même conduire à des restrictions d'usage en vue de la préservation des milieux.

Evolution des températures moyennes

Une partie du système est exposé à l'augmentation des températures moyennes. Toutefois, la sensibilité est faible. En effet, cet aléa ne met pas en péril la production d'eau non potable (Entretien Eau de Paris).

Le risque est modéré.

Evolution de la pluviométrie

La partie aérienne seulement est exposée à l'évolution de la pluviométrie. Toutefois, cela concerne les usines de traitement, l'exposition est donc critique. L'évolution de la pluviométrie entraîne un accroissement de la variabilité de l'eau non potable, avec en hiver notamment des risques de débordements du réseau ENP et moins d'eau à traiter l'été impliquant ainsi une gestion délicate du réseau ENP.

Le risque est modéré.

Sécheresse

Une partie du système est exposé face aux sécheresses. Cependant, la sécheresse n'a pas d'impact direct sur la production de l'eau non potable (Entretien Eau de Paris). La sensibilité est faible. Toutefois, l'aléa sécheresse a des répercussions sur les parcs, jardins bois et cimetières qui sont alimentés par l'eau non potable et le lavage des voiries. En effet, lorsque le plan sécheresse à travers un arrêté est activé, il y a une restriction d'usage sur l'eau non potable (Plan sécheresse).

Le risque est modéré.

Canicule

Tout le système est exposé face à l'aléa canicule. Il est très sensible car la canicule implique des phénomènes de catalyse des réactions bactériennes altérant ainsi sa qualité et dégageant des odeurs nauséabondes. Ces réactions microbiennes potentiellement pathogènes entraînent également un risque sanitaire pour le public présent dans les parcs et jardins ainsi que les agents en fonction sur le terrain. Ce risque est d'autant plus important les jours de fortes chaleurs car la fréquentation de ces lieux est très importante puisqu'ils constituent des îlots de fraîcheur (APUR, 2018).

Le risque est relativement fort.

Grand froid

Le système est exposé à l'aléa grand froid. Cependant, les acteurs ne relèvent pas d'impacts particuliers sur le fonctionnement du système. L'étude 2012 soulignait pour cet aléa les matériaux vieillissants et le mauvais état du réseau peu adapté au grand froid. Toutefois, une modernisation conséquente du matériel a été réalisée depuis.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Le système est peu exposé face à l'aléa chute de neige et verglas. Il est également peu sensible et ne connaît pas de dysfonctionnements significatifs.

Le risque est faible.

Fortes pluies

La partie aérienne du système ainsi que les conduites situées dans les égouts sont exposées aux fortes pluies. Des fortes pluies peuvent conduire à la saturation des égouts, et par effet d'entraînement, du réseau d'eau non potable (Entretien Eau de Paris). C'est donc un risque majeur à surveiller.

Le risque est relativement fort.

Inondation

Le système est fortement exposé. Le réseau d'eau non potable est particulièrement sensible car les inondations peuvent entraîner une fragilisation, voire une destruction des installations (inondation des puits, submersion des équipements électriques, fragilisation et rupture de canalisations induisant des fuites au niveau des réseaux *etc.*). En effet, les usines de production Auteuil et Austerlitz sont localisées en zone inondable (DRIEA IF, 2007). De plus, les 91,6 % des conduits du réseau situés en égouts sont très vite inondés (Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable, 2015).

Le risque est relativement fort.

Tempête

Le système est peu exposé à l'aléa tempête, en dehors des usines de production. Mais leur sensibilité aux tempêtes est considérée comme faible. Les utilisateurs finaux seraient également impactés de manière localisée seulement en cas de panne. Les études ne mentionnent pas d'actions spécifiques au risque tempête dans le cas du système froid.

Le risque est relativement modéré.

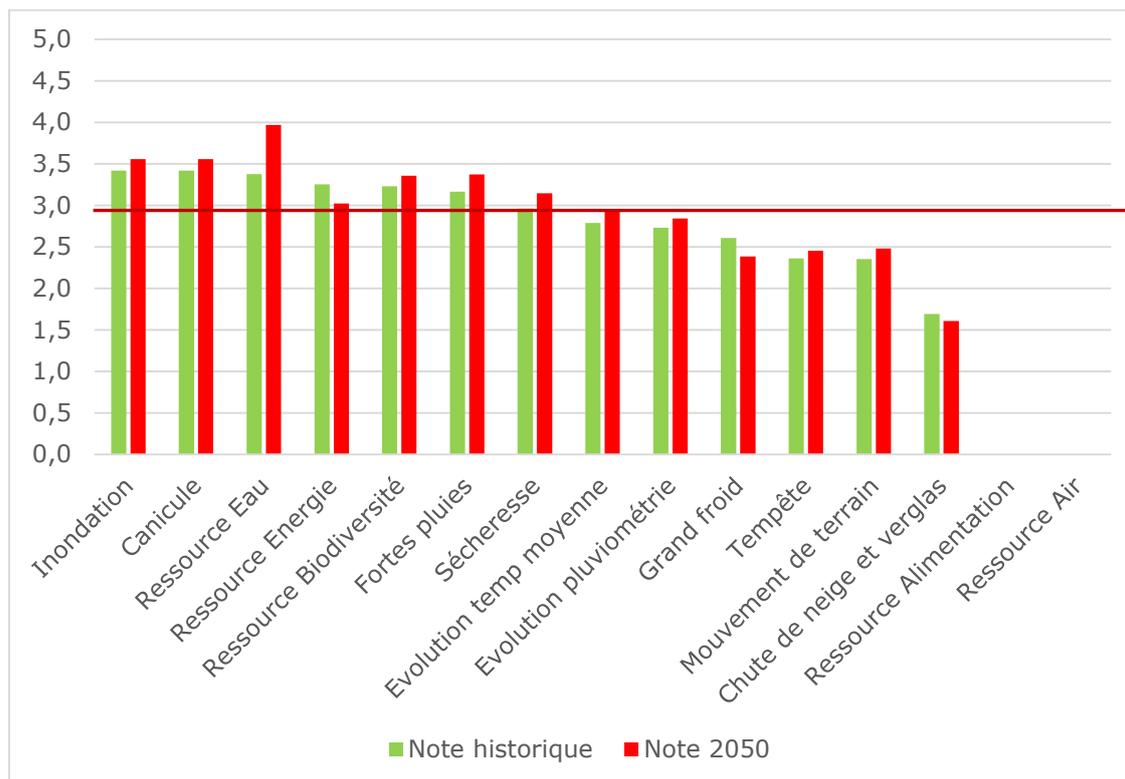
Mouvement de terrain

Une faible partie du territoire est exposée au risque de mouvement de terrain. Un mouvement de terrain peut entraîner une rupture de canalisation à des points localisés, mais peu observé à ce jour. Le risque est relativement modéré.

Evolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, l'intensification des inondations, des fortes pluies et des canicules va accentuer le niveau de risque du réseau d'eau non potable face à ces aléas. La pression sur la ressource en eau va considérablement augmenter la note de risque.

Figure 29 : Évolution de la note de risque du réseau ENP (sans effets dominos)



3.4.4 Les sources

- Actu environnement, La Ville de Paris entend valoriser le réseau d'eau non potable dans la capitale (2015)
- APUR : Etude sur le devenir du réseau d'eau non potable, Partie 1 : Analyse et diagnostic (2010)
- APUR, Etude sur le devenir du réseau d'eau non potable, Partie 2 : Rappel et nouvelles pistes de réflexions sur le devenir du réseau d'ENP (2010)
- APUR, Parcours et îlots de fraîcheur à Paris (2018)
- Eau de Paris, Stratégie Biodiversité (2017)
- Ecole Nationale du Genie Rurale des Eaux et des Forêts, Synthèse technique : Algues et production d'eau potable (2004)
- Mairie de Paris, Plan climat de Paris (2018)
- Mairie de Paris, Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris 2015-2020 (2015)
- Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie, "Impact of climate change on water resources management. Regional strategies and European view" (2014).
- Ministère de l'Ecologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer, Projet RExHySS Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme (2009)
- pS Eau, Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique. Quels impacts ? Comment agir ? (2018)
- Yann Hechard, Bactéries pathogènes dans l'eau et changement climatique (2018).

4. CADRE URBAIN

4.1 Synthèse

4.1.1 Principaux enjeux

L'étude des systèmes du cadre urbain a permis de mettre en évidence les enjeux suivants :

- Un **risque commun majeur face à l'aléa inondation, relativement localisé mais très impactant**. Les destructions seraient inévitables pour le cadre bâti, l'espace public, les jardins et le système de déchets. Les télécommunications seraient aussi localement dégradées. Les impacts sur le reste du réseau (transports et énergie) seraient des facteurs très aggravants, accentueraient la vulnérabilité de la population et limiteraient les interventions sur les systèmes concernés.
- **Un risque majeur face à l'aléa canicule sur l'ensemble du territoire, accentué en cas de sécheresse**, exposant particulièrement la population. Le risque est d'autant plus important qu'il est lié aux bonnes relations entre les systèmes. La population logeant dans les bâtiments les plus mal isolés ou les zones les plus exposées aux îlots de chaleur urbains, pourraient trouver refuge dans les îlots de fraîcheur constitués par les ombrages, les zones végétalisées dans les espaces publics et les jardins. Si la sécheresse des sols prive les arbres de leur apport en eau, leur effet rafraîchissant est limité et les restrictions d'usage limitent l'utilisation de brumisation ou d'arrosage. La population dépend alors des réseaux énergétiques pour trouver le froid et des télécommunications pour signaler un problème, ces systèmes étant aussi particulièrement sensibles à la canicule.
- **Un risque croissant face à la raréfaction de la biodiversité et l'eau** en raison de la place croissante occupée par la végétation et l'agriculture dans l'espace public. Outil de lutte contre le changement climatique, la réintroduction de la biodiversité est autant un facteur puissant d'atténuation des effets qu'il est aussi vulnérable au changement climatique. On assiste à une internalisation de ces risques au sein des systèmes parisiens.
- **L'importance des parcs et jardins** et les services rendus en termes de **risques biodiversité, sécheresse et canicule**.
- Le **système qui semble le plus vulnérable est le cadre bâti et les espaces publics**, principalement en raison de la sensibilité de la population (mortalité particulièrement élevée en cas de canicule). Les parcs et jardins, dont la biodiversité est sensible aux évolutions de température, pourraient accentuer le risque humain en devenant un vecteur de maladies, malgré leur apport indispensable dans la lutte contre les effets de la chaleur.
- Le **système de gestion de déchets est relativement moins sensible**, principalement impacté localement (inondation) ou ponctuellement (tempêtes) mais il représenterait un facteur aggravant de sensibilité de la population en cas d'aléas, exposant les Parisiens aux impacts sanitaires complémentaires (rongeurs vecteurs de maladies).
- Les aléas liés au froid, grand froid et neige, ainsi que la dépendance vis-à-vis de la ressource en air sont de moins en moins préoccupants, soit par la baisse attendue de leur intensité à l'avenir, soit grâce aux récents choix stratégiques de la Ville de Paris (dans le cas de la pollution de l'air).

La capacité d'adaptation est renforcée par les actions suivantes :

- Développement de la végétalisation et des espaces ombragés dans le cadre de mise en place d'îlots de fraîcheur (PCAEM, 2018) ;
- Meilleure gestion des horaires d'activité (collecte des déchets par exemple) (Plan canicule) ;
- Gestion plus efficace de la ressource eau via le développement du réseau d'eau non potable et mise en place de labels écoresponsables (Ecojardin) ;
- Amélioration des spécifications techniques de gestion du territoire, notamment perméabilisation des sols (ParisPluie) ;
- Cahier des charges des opérateurs prenant en compte de fortes contraintes climatiques pour anticiper les risques de pannes (data centers par exemple).

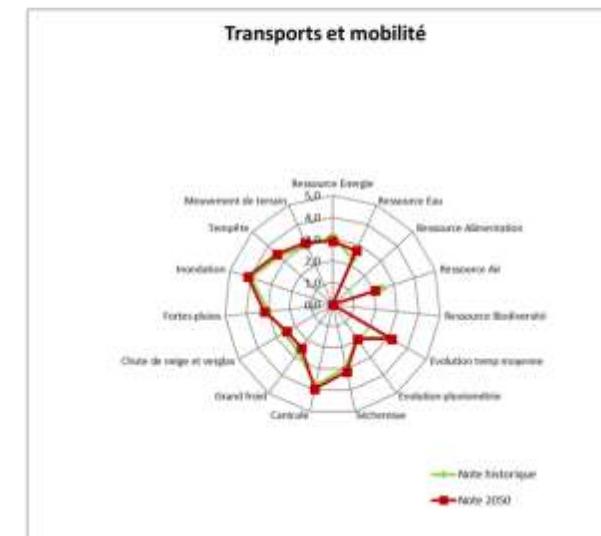
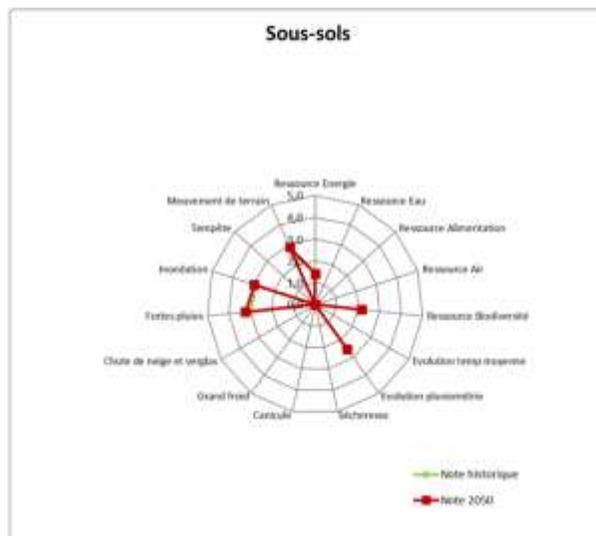
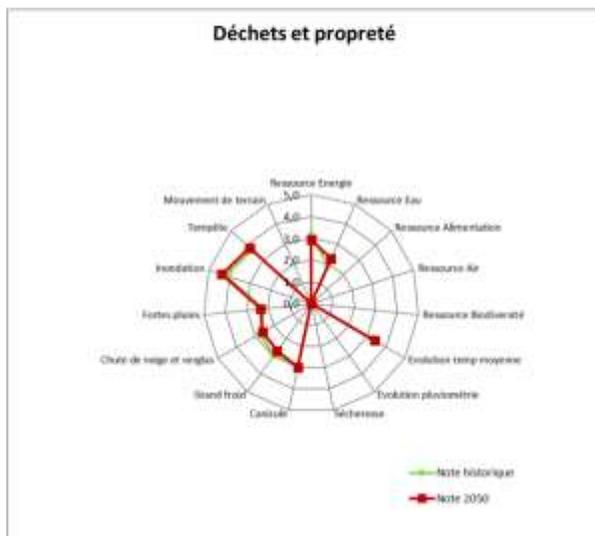
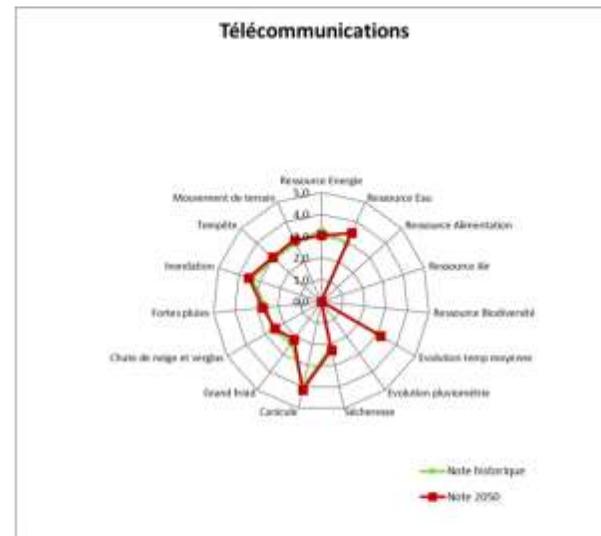
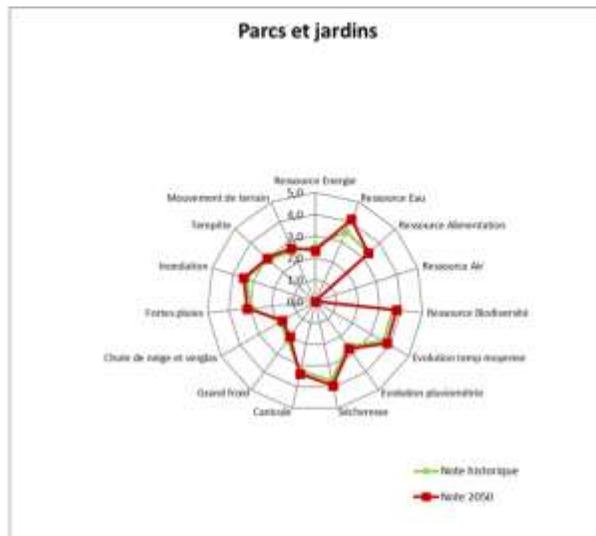
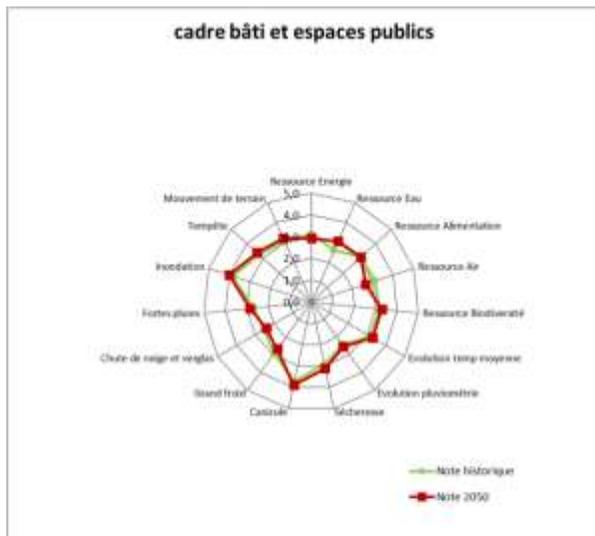
4.1.2 Principales évolutions par rapport à 2012

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

- **Une amplification du risque inondation**, cet aléa représentant néanmoins déjà en 2012 le risque principal. Entre temps, les simulations comme celle de la Préfecture de police 2016 sont venues confirmer les lourds dommages dans la zone inondable en cas de crue.
- Une amélioration de la gouvernance du risque inondation à l'échelle du bassin versant suite à l'étude OCDE de 2014. Mais une gouvernance reste encore perfectible au regard de la forte vulnérabilité de la zone urbaine parisienne.
- **Des améliorations marquées dans le lien entre espace public et aléas**, la mise en place de rues végétalisées, les recherches sur des voiries perméables et avec un albédo moindre, les écoquartiers, qui représentent une part marginale du territoire parisien, permettent de mieux prendre en compte les impacts causés par de fortes pluies ou des fortes chaleurs.
- **Des questions non résolues sur l'effort à apporter en cas de canicules**, le manque d'indicateurs localisés et précis sur la résilience du bâti face aux îlots de chaleur entraînent malgré les dernières politiques une difficulté d'évaluation de la résilience suffisante du bâti et des espaces publics face aux hautes températures, les stratégies actuelles se reposant notamment sur les systèmes intelligents dans le bâti et un développement massif du réseau de froid mais ces solutions sont sensibles à la chaleur également.
- **Une augmentation considérable des risques en lien avec la raréfaction de l'eau et la biodiversité**, avec le déploiement massif de la nature en ville et les objectifs de réintroduction de l'agriculture urbaine.
- **Une meilleure réponse au besoin d'îlots de fraîcheur mais une tension toujours présente face au manque d'eau** : les parcs et jardins ont entamé une évolution vers une meilleure gestion de leurs besoins en eau (eau non potable) et un arrosage optimisé (Plan ParisPluie) mais la tension vis-à-vis de l'eau reste marquée à horizon 2050, notamment en considérant le développement des solutions basées sur celles-ci (le réseau de froid parisien). Un défaut d'eau dans les parcs et jardins diminue leur pouvoir rafraîchissant.
- **La considération de l'air comme ressource complémentaire** : le lien vis-à-vis de la pollution de l'air n'était pas traité dans la précédente étude, mais cela permet de considérer les efforts importants de la Ville de Paris dans ce domaine. Des questions se posent cependant sur le lien entre pollution liée à l'ozone et développement des zones végétalisées.
- **Un risque amoindri pour le mouvement de terrain**, la précédente étude citant le mouvement de terrain comme un risque majeur. La perception actuelle est moins marquée (le bâti parisien est peu sensible au retrait-gonflement des argiles, les acteurs relèvent peu d'incidents à ce sujet) mais la question reste ouverte, et la nouvelle cartographie des sous-sols devrait permettre de localiser avec précision les zones à risque, notamment vis-à-vis du gypse antéludien.
- **Une considération complémentaire du risque lié aux télécommunications**, les télécommunications n'ayant pas été évaluées individuellement dans la précédente étude. Le système, en constant développement, montre des éléments sensibles (data centers et antennes) et énergivores (en électricité et en ressource en eau). Les opérateurs semblent avoir pris en compte les risques dans les spécifications mais la dépendance croissante vis-à-vis du réseau de télécommunications le rend de plus en plus déterminant dans la gestion des crises et pour le bon fonctionnement des activités économiques.

4.1.3 Tableau de bord des risques et robustesses des systèmes

5	Critique
4,5	Très fort
4	Fort
3,5	Relativement fort
3	Modéré
2,5	Relativement modéré
2	Faible
1,5	Très faible
1	Extrêmement faible

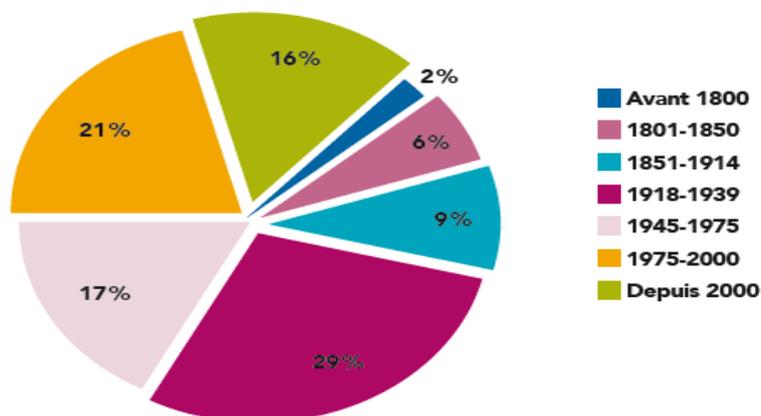


4.2 Cadre bâti et espaces publics

4.2.1 Description du système

Le système cadre bâti et espaces publics est un système qui recouvre l'ensemble des bâtiments (logements, bureaux, commerces...), espaces privés et publics, en dehors des parcs et jardins. A Paris, ce système est caractérisé par la forte disparité de la qualité énergétique du bâti selon les périodes de construction. L'APUR utilise ainsi une classification selon six périodes de construction (APUR, 2011) pour dissocier les qualités thermiques selon les méthodes de construction. Et celles-ci diffèrent sensiblement. La partie la plus conséquente du parc immobilier parisien date d'avant 1945, où la pierre concédait au bâti une forte inertie thermique. La période entre 1945 et 2000 marque un retrait net de la qualité thermique du bâti, plus particulièrement sur la période 1945-1974 où l'utilisation du verre et une faible épaisseur d'isolant induisent une vulnérabilité particulière à la chaleur et au froid.

Figure 30 : Répartition logements parisiens selon période de construction (APUR 2011)



L'inconfort thermique est plus fort en hiver pour le bâti avant 1945, mauvais sur les deux saisons jusqu'en 1975, puis généralement plus mauvais ensuite. Les récentes améliorations de la réglementation thermique ont permis aux bâtiments les plus récents d'être moins sensibles aux variations de température. Dans les espaces extérieurs, l'espace public est sensible à l'effet d'îlot de chaleur urbain, dû à l'effet concordant de la minéralisation de l'espace (également facteur d'aggravation dans les épisodes de fortes pluies), l'évolution du bâti vers plus de verticalité et l'activité humaine (rejet de chaleur de la climatisation, circulation automobile), ce qui peut avoir tendance à concentrer la chaleur dans certaines zones. Le lien entre ombrages et végétalisation est, en cela, particulièrement critique, dans l'adaptation au changement climatique du cadre bâti et de l'espace public.

La Ville de Paris affiche aujourd'hui des ambitions de réflexion poussée sur les formes du bâti, et une volonté relative de verticalité. Les nouveaux écoquartiers sont les porte-étendards de cette stratégie.

4.2.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

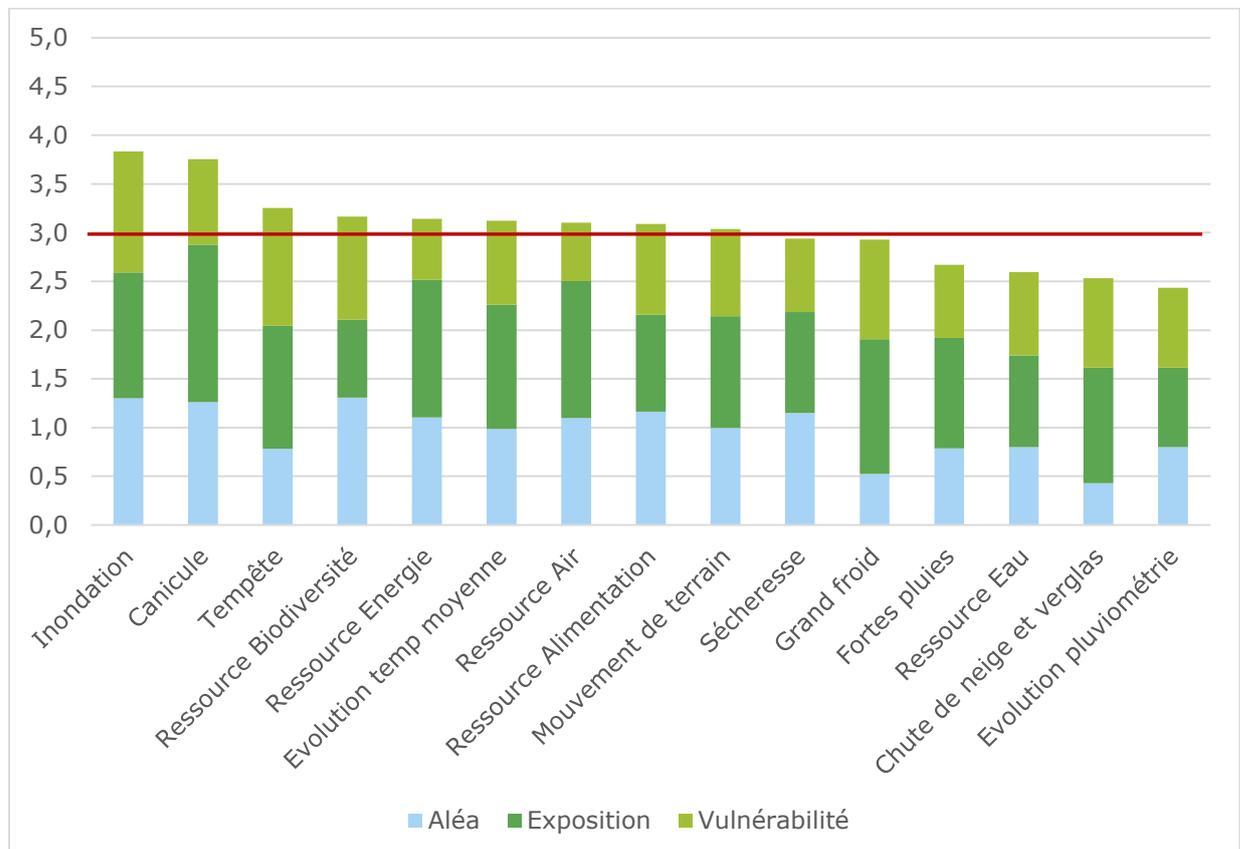
Le système est majoritairement concerné par les **risques inondation et canicule**. L'effort à produire pour atteindre un **niveau satisfaisant de qualité thermique du bâti** est encore considérable et **l'inconfort thermique estival** reste un facteur de risque prépondérant pour la population. Une **pression forte sur le réseau de froid** est attendue dans les prochaines années, un fait à mettre en perspective des conclusions portant sur le réseau de froid parisien, lui aussi particulièrement sensible aux fortes chaleurs et à la disponibilité de la ressource en eau. Les **îlots de fraîcheur** récemment mis en œuvre par la Ville de Paris **apportent une première réponse en temps de crise**, mais des questions se posent quant aux **effectifs nécessaires** pour leur entretien et aux **conflits d'usage possibles** pour la ressource en eau.

L'inondation, dont les études récentes chiffrent les dégâts possibles à plusieurs milliards d'euros, représente un **risque majeur pour la structure même** du bâti, un effet accentué selon le **type d'établissement** présent dans les zones inondables (hôpitaux, mairie, nœuds de transport). Les actions entreprises récemment pour réguler le débit d'eau, notamment les actions de **perméabilisation des sols**, pourraient **limiter les impacts, sans pour autant empêcher une catastrophe majeure en cas de crue centennale**.

On note aussi un **déséquilibre territorial** face au risque, en dehors de la zone inondable. **La partie nord de Paris concentre plusieurs facteurs de sensibilité** aggravants, comme une sensibilité plus forte aux fortes pluies (abattage volumique plus faible) ou à la **pollution urbaine** et une plus **grande densité de phénomène d'îlots de chaleur** à proximité des grands axes de circulation.

Le risque lié aux **mouvements de terrain** reste le risque le plus difficile à évaluer, au vu de l'évolution des sous-sols parisiens mais le type de bâti parisien (fondations profondes, artificialisation) **limite l'exposition** et la stratégie de cartographie des sols entreprise ces dernières années devrait permettre de mieux **appréhender ce risque** à l'avenir.

Figure 31 : Part des composantes dans la note de risque du système cadre bâti



- Exposition du système

Le système est très exposé aux variations de température, que ce soient les extrêmes de chaleur ou de froid. Le cadre bâti étant dense sur l'ensemble du territoire, son exposition aux autres aléas est localisée géographiquement, zones inondables ou typologie de sous-sols. Les vents forts liés aux tempêtes touchent l'ensemble du système, bien que leur impact soit beaucoup plus localisé. Les espaces verts, largement mis en évidence via les politiques d'îlots de chaleur, sont exposés à l'ensemble des aléas, plus particulièrement au manque d'eau, à l'évolution du régime des pluies et aux tempêtes. Le système est également très dépendant de la ressource énergétique pour son fonctionnement, notamment l'électricité.

- Sensibilité du système

Le système présente de multiples facteurs de sensibilité. Des dommages techniques sont possibles quand il s'agit des structures du bâti et de la résistance des espèces végétales sur les espaces publics et privés. Le coût des ressources énergétiques est un autre facteur fort de sensibilité, comme on l'observe lors des périodes de grand froid auprès des utilisateurs en situation de précarité énergétique. Enfin, la population est sensible avant tout aux épisodes de canicule, qui occasionnent des montées historiques du taux de mortalité, notamment chez les personnes âgées.

- Capacité d'adaptation

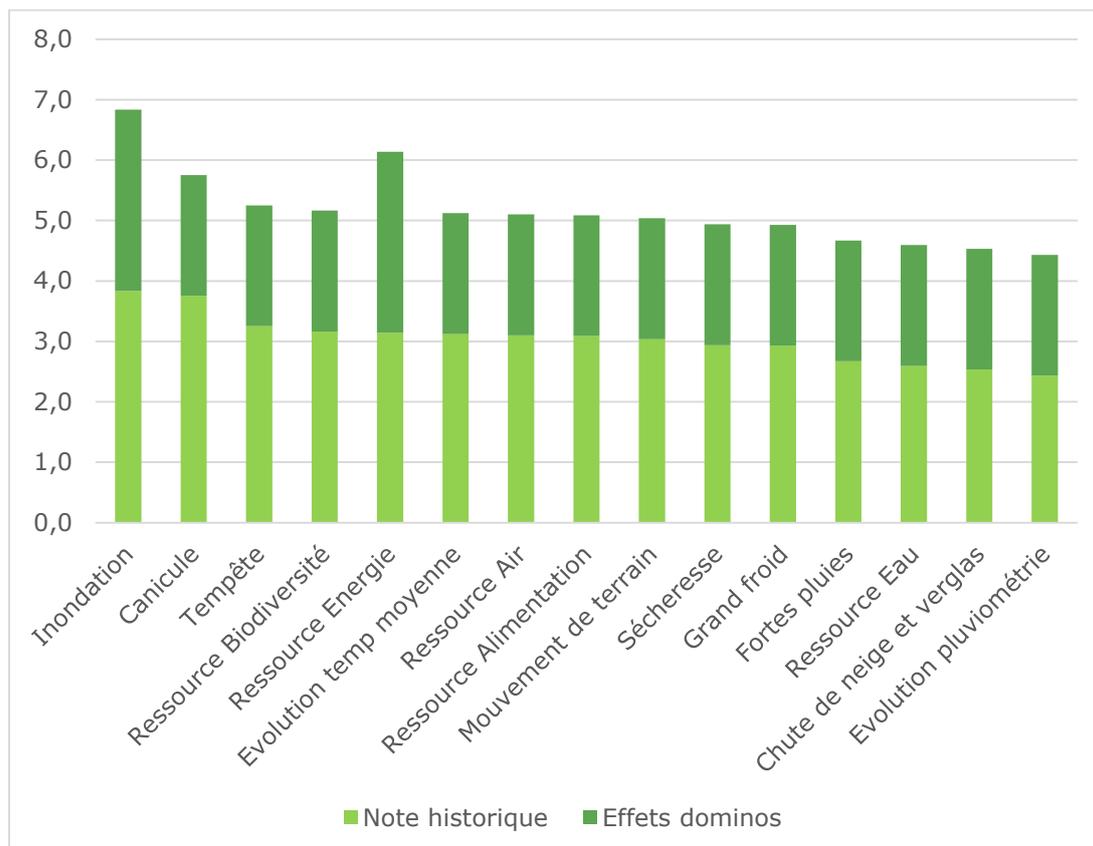
La capacité d'adaptation du système a considérablement évolué durant la dernière décennie, les différents plans de crise de la Ville de Paris ciblant ces risques potentiels et proposant des actions de protection de la population ou imposant des nouveaux critères dans les techniques de construction (Plan Grand Froid, Plan Canicule, Plan ParisPluie). Les stratégies de végétalisation des espaces et établissements publics, de développement de nouveaux matériaux résilients se sont généralisées et leurs objectifs de développement sont chiffrés dans les plans stratégiques de la ville (Stratégie de Résilience, PCAEM). Les écoquartiers, comme celui de Clichy-Batignolles, récent détenteur du label national « Ecoquartier confirmé »¹⁰, sont des exemples de l'architecture urbaine moderne prenant en compte la biodiversité, l'efficacité thermique du bâti et la réduction des effets d'îlots de chaleur. Mais ces nouveaux quartiers concernent une surface très limitée de la ville (environ 10 %) et ces réponses ne doivent pas faire oublier que l'essentiel de l'action est attendu sur des quartiers existants, avec des contraintes techniques et financières plus délicates à gérer. Des questions subsistent encore cependant sur les indicateurs cartographiés à mettre en œuvre pour évaluer l'avancée de ces développements et surtout, l'effort à fournir pour atteindre un niveau de résilience suffisant pour la population, notamment en cas de canicule.

- Effets dominos

Les effets dominos tendent à accentuer le risque inondation car l'ensemble des systèmes impactés (réseaux d'énergie, télécommunications, transport) est d'une importance critique pour les Parisiens logeant dans le bâti concerné par le risque.

¹⁰ <https://www.paris.fr/pages/labellisation-ecoquartier-confirme-pour-clichy-batignolles-7531>

Figure 32 : Note de risque du système cadre bâti et espace publics avec effets dominos



4.2.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système cadre bâti et espaces publics.

Tableau 7 : Notation des risques du système cadre bâti

	Note de risque historique (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)																			
Inondation	3,8	4,0	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>Extrêmement faible</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>Très faible</td></tr> <tr><td>2</td><td>Faible</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>Relativement modéré</td></tr> <tr><td>3</td><td>Modéré</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>Relativement fort</td></tr> <tr><td>4</td><td>Fort</td></tr> <tr><td>4,5</td><td>Très fort</td></tr> <tr><td>5</td><td>Critique</td></tr> </table>	1	Extrêmement faible	1,5	Très faible	2	Faible	2,5	Relativement modéré	3	Modéré	3,5	Relativement fort	4	Fort	4,5	Très fort	5	Critique
1	Extrêmement faible																				
1,5	Très faible																				
2	Faible																				
2,5	Relativement modéré																				
3	Modéré																				
3,5	Relativement fort																				
4	Fort																				
4,5	Très fort																				
5	Critique																				
Canicule	3,8	3,9																			
Tempête	3,3	3,4																			
Ressource Biodiversité	3,2	3,3																			
Ressource Energie	3,1	2,9																			
Evolution temp moyenne	3,1	3,3																			
Ressource Air	3,1	2,7																			
Ressource Alimentation	3,1	3,1																			
Mouvement de terrain	3,0	3,2																			
Sécheresse	2,9	3,1																			
Grand froid	2,9	2,7																			
Fortes pluies	2,7	2,8																			
Ressource Eau	2,6	3,0																			
Chute de neige et verglas	2,5	2,4																			
Evolution pluviométrie	2,4	2,5																			

Ressource énergie

Le système dépend directement de la ressource énergétique pour son fonctionnement. Le coût de l'énergie et la distribution énergétique sont des critères critiques. La population vulnérable, habitant les logements les moins bien isolés, est particulièrement dépendante des réseaux énergétiques pour le fonctionnement du chauffage et de la climatisation. 1,7 million de franciliens

ont ainsi déclaré avoir souffert du froid au cours de l'hiver d'après les récentes études sur la précarité énergétique (Institut Paris Région, 2013). Cependant, les actions de recentralisation et diversification des sources énergétiques (PCAEM, 2018) et le développement de l'autoconsommation, en lien avec les politiques nationales de rénovation du bâti tendent à améliorer la capacité d'adaptation. A ce jour, le dimensionnement des réseaux est suffisant pour les besoins des parisiens, sans conflit d'usage. Mais des questions subsistent sur l'ampleur de l'effort à fournir pour éviter le suréquipement des foyers, notamment en climatiseurs individuels si la dynamique de rénovation pour renforcer l'isolation des bâtiments n'atteint pas un rythme suffisant et que des solutions passives de rafraîchissement ne sont pas proposées, d'où l'objectif d'extension du réseau froid à toute la ville et en priorité aux équipements sanitaires, (Nouveau Plan Climat Air Energie de Paris, 2017).

Le risque est modéré.

Ressource eau

Le système est exposé à la disponibilité de ressource en eau pour certains usages (eau chaude sanitaire, eaux grises, jardinage, rafraîchissement). La qualité de l'eau est particulièrement sensible pour les usages sanitaires. Les restrictions d'usage qui peuvent être émises en périodes de sécheresse impactent ces usages. Le réseau d'eau non potable, pour pallier au manque de ressource, a considérablement évolué ces dernières années avec plus de 1 800 kilomètres de réseau dédié (Eau de Paris, 2016). Les nouveaux projets sollicitent systématiquement les boucles d'eau non potable. Cependant, des conflits d'usage pourraient également concerner le développement du réseau d'eau non potable en périodes estivales. La direction de l'urbanisme s'attend à des tensions.

Le risque est modéré.

Ressource alimentation

Le lien entre la ressource alimentaire et le bâti public évolue avec la volonté politique actuelle de valoriser une production locale urbaine. Cette volonté se traduit par des évolutions d'aménagements pour l'installation et le développement de circuits d'approvisionnement dédiés. L'APUR estime à 11 000 hectares nécessaires pour assurer l'autosuffisance en fruits et légumes de la population parisienne, et 5 000 hectares de plus pour les salariés non résidents (APUR, 2017), à mettre au regard des 3 300 hectares d'espaces privés non bâtis disponibles aujourd'hui. La sécurité alimentaire de Paris aujourd'hui ne dépend pas encore ou très peu de cette filière en cours de développement mais ce constat est amené à évoluer dans le futur.

Le risque est modéré.

Ressource air

La qualité de l'air a fait l'objet de multiples travaux ces dernières années sur Paris. On peut notamment citer l'aménagement de « zones 30 », zones de rencontre, des quartiers « Paris Respire », de la piétonisation des voies sur berges, de l'aménagement des places parisiennes ou de la création de 11 rues végétales. À l'exception de l'ozone, la baisse tendancielle des niveaux de pollution chronique se poursuit et l'intensité de dépassement des normes se réduit d'année en année mais les recommandations de l'OMS ne sont pas atteintes pour autant d'après le récent bilan annuel (AirParif, 2019). Bien que très exposée, la sensibilité du système est très localisée et dépend entre autres de la proximité d'axes routiers, de critères socio-économiques ou la forme du bâti et son impact sur l'aération des rues. Une récente campagne de mesures a mis à jour les fortes disparités du territoire parisien dans l'exposition aux épisodes de pollution, avec une sensibilité plus marquée au nord du territoire¹¹. Le bâti reste néanmoins exposé à des dégradations matérielles en lien avec la pollution atmosphérique.

Le risque est modéré.

¹¹ <https://presse.inserm.fr/les-habitants-des-territoires-defavorises-sur-le-plan-socioeconomique-sont-plus-vulnerables-aux-effets-de-la-pollution-atmospherique/20286/>

Ressource biodiversité

Les espaces végétalisés du cadre bâti et des espaces publics contribuent au développement potentiel de la ressource biodiversité, et cette contribution est de plus en plus mise en évidence dans les projets récents. Les ZAC récentes se veulent exemplaires sur la biodiversité et la consommation énergétique. L'intégration d'objectifs de végétalisation dans les projets de construction et de rénovation de l'espace public apparaît dans les documents stratégiques (privilégier les espèces régionales, renforcer la strate arbustive, Plan biodiversité 2018-2024 de Paris, 2018). En 2014, 30 % du territoire étaient constitués de surfaces perméables végétalisées et à l'horizon 2030, ce chiffre sera porté à 50 % du territoire (Plan biodiversité 2018-2024 de Paris, 2018). Les indicateurs biodiversité sont cependant difficiles à manier. Ces objectifs soulèvent des questions de gestion de longue durée, notamment en lien avec l'étanchéité future du bâti (Entretien Développement Durable Urbanisme, 2020) sur lequel ces parcelles vertes sont installées. Les paysages urbains contribuent à la résilience locale et à l'accueil des espèces faunistiques et floristiques lorsqu'ils sont composés en tenant compte des exigences naturelles de ces espèces [diversité des plantations, origine locale des végétaux plantés, gestion douce (peu de taille des végétaux) et écologique...]. Ils contribuent ainsi au bien-être des utilisateurs indirectement.

Le risque est relativement fort.

Évolution des températures moyennes

Le système est exposé à l'évolution des températures moyennes. L'évolution à la hausse attendue des moyennes de températures, et notamment l'augmentation du nombre de jours chauds et très chauds (Cahier 2 : Paris face aux changements climatiques, 2020) suggèrent une évolution à la hausse du besoin de rafraîchissement. Le confort d'été des parisiens, détérioré dans une large partie du bâti, serait directement impacté, avec des conséquences sanitaires sur la population vulnérable, y compris en dehors des épisodes de canicule. La Ville de Paris a intégré dans ses objectifs stratégiques la création de référentiels de construction avec notamment la mise en place de protections solaires dans les bâtiments publics et privés et un référentiel de voirie résiliente pour atténuer l'évolution des températures moyennes (Stratégie de résilience de Paris, 2019).

Le risque est relativement fort.

Évolution de la pluviométrie

Les espaces végétalisés de l'espace public et du cadre bâti sont exposés à l'évolution des régimes de pluie. L'augmentation du nombre de jours sans pluie est susceptible d'impacter les espèces végétales les plus fragiles. La récupération d'eau de pluie pourrait être également impactée, son dimensionnement n'étant plus compatible ou sa capacité amoindrie, ce qui accentuerait l'usage de l'eau du réseau.

Le risque est relativement modéré.

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols impacte les espaces végétalisés du cadre bâti, et affecte la végétalisation, limitant son effet rafraîchissant en été et accentuant les effets d'îlot de chaleur urbain. Les limites d'usage de l'eau, en cas de sécheresse, sont un facteur aggravant. En dehors de l'aspect esthétique (assèchement des espaces verts), la population est également impactée par l'accentuation de l'inconfort thermique. L'étude « arbre et climat » de la Ville de Paris, entamée en 2019, a vocation à identifier les espèces d'arbres les plus résilientes aux fortes chaleurs et contribuant à la fraîcheur.

Le risque est modéré.

Canicule

En lien avec l'inconfort estival d'une large partie du bâti parisien, la canicule est un aléa particulièrement impactant pour le système. La population est particulièrement sensible

(déshydratation, risques cardio-vasculaires et mortalité élevée lors de l'épisode de canicule de 2003). Une étude récente évaluait que la surmortalité augmente de manière sensible en cas de canicule, que ce risque est encore plus marqué pour les canicules nocturnes en milieu urbain (Laaidi et al.2012), et que la différence de mortalité est également marquée entre les différentes zones de la région parisienne selon leur niveau d'arboration (Santé Publique France, 2020). Le système y est sensible à de multiples égards, avec un besoin de capacité conséquent pour l'approvisionnement en froid collectif et éviter le recours aux climatiseurs individuels. La végétalisation est un axe prioritaire pour la lutte contre les fortes chaleurs mais le recours est l'ombrage qui est le plus efficace pour abaisser la température et empêcher le cumul de chaleur par le bitume (Entretien Développement Durable Urbanisme, 2020). Les actions sont nombreuses, avec un travail sur un référentiel de voirie résiliente et le développement de trames vertes [objectif de 170 000 arbres (Institut Montaigne, 2020) et 50 % de surfaces perméables végétalisées en 2030 (Plan Biodiversité 2014-2018, 2018)] mais les indicateurs sont insuffisants pour évaluer l'évolution de la résilience du système depuis ces dernières années et notamment l'avancée pour rester sous les 25°C. Le risque canicule apparaît sous élevé aux yeux de la direction de l'urbanisme de la Ville. Les îlots de fraîcheur (800 lieux accessibles en journée et 150 la nuit, principalement espaces verts, lieux de baignade, et établissements frais tels que musées et églises) récemment développés par la ville sont une réponse satisfaisante pour la gestion de risque (Plan National Canicule, 2020) mais encore insuffisante pour abaisser la vulnérabilité globale. La question des effectifs pour l'entretien des espaces supplémentaires se pose également et les services plébiscitent l'usage complémentaire de voiles d'ombrage et d'études ICU plus précises.

Le risque est fort.

Grand froid

Le système est exposé en intégralité à l'aléa grand froid. De la même façon que l'aléa canicule, le bâti mal isolé et la population vulnérable y logeant est très exposé et sensible. La précarité énergétique est évaluée selon l'inconfort thermique hivernal et une partie significative de la population y est exposée (1,7 million de franciliens, Institut Paris Région, 2013). La précarité est issue d'un manque de capacité pour réchauffer un logement mais aussi du souhait de limiter les dépenses énergétiques. La sensibilité du système est accentuée par l'augmentation progressive des coûts de l'énergie. Les espaces verts sont sensibles aux épisodes de grand froid, et des dégâts peuvent toucher les installations techniques du bâti (gel des canalisations). Le Plan Grand Froid (Plan Grand Froid, 2018) de la Ville de Paris propose une stratégie de gestion de crise et les modélisations climatiques tendent vers une moindre fréquence et intensité des événements de grand froid.

Le risque est modéré.

Chute de neige et verglas

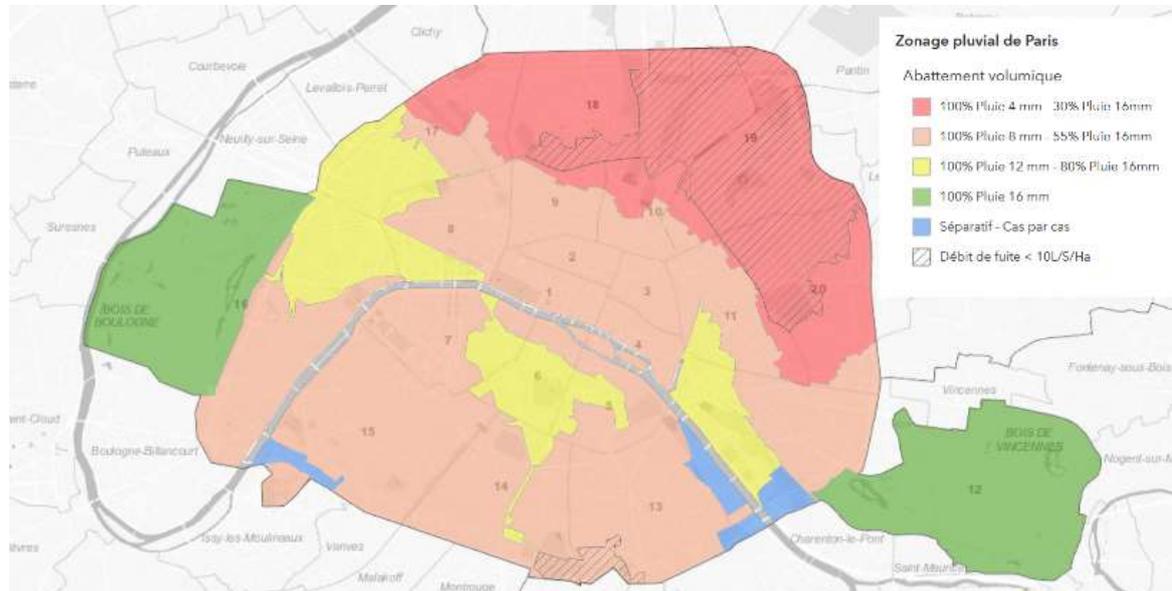
Le système est exposé aux chutes de neige et au verglas. Les principales sensibilités concernent les difficultés d'accès aux personnes vulnérables. La structure du bâti parisien est considérée suffisamment résistante aux chutes de neige, au vu de leur intensité, et il n'y a pas de retour négatif à ce sujet. Les limites de charge sont bien renseignées et prises en compte dans les constructions (Techniques de l'ingénieur, Charges de neige sur constructions, Eurocode 2014) mais ce constat pourrait être à mettre à jour suivant l'évolution des usages (et notamment le développement de l'agriculture urbaine).

Le risque est modéré.

Fortes pluies

Le système est exposé aux fortes pluies dans les zones de topographie les plus basses de la ville et aux endroits perméables où des ruissellements peuvent survenir. Un zonage pluvial, intégré dans le Plan ParisPluie, (ParisPluie, 2018) donne également des objectifs de perméabilisation à la parcelle.

Figure 33 : Zonage pluvial, ParisPluie, 2018



Ce plan a permis de mieux appréhender les enjeux de pleine terre et végétalisation des sols, après avoir travaillé sur la végétalisation du bâti et devrait permettre de limiter les risques d'inondation par ruissellement localisés. Il constitue une avancée majeure vis-à-vis du risque de fortes pluies.

Le risque est modéré.

Inondation

450 000 logements, 100 000 établissements et 830 000 personnes sont exposés à une crue centennale en Ile-de-France (Institut Paris Région, 2018), et 90 % de la surface des zones inondables sont urbanisées. La tendance à l'augmentation de fréquence des crues (Cahier 2, Paris face aux changements climatiques, 2020) devrait donc augmenter le risque lié aux inondations pour le cadre bâti et les espaces publics exposés. A l'échelle de l'Ile-de-France, environ 60 % des surfaces d'habitat sont exposées à des niveaux d'aléas forts à très forts (avec une hauteur de submersion supérieure à 1 m). La sensibilité du bâti est liée à plusieurs facteurs, la rupture d'approvisionnement énergétique (tous réseaux sauf gaz) et en conséquence du chauffage, et la fragilisation des sols en lien avec la dissolution du gypse antéludien, pouvant menacer l'intégralité de la structure du bâti. La sensibilité des utilisateurs est très élevée, avec des risques létaux, ce facteur étant néanmoins à mesurer avec la relative lenteur des phénomènes de crue à Paris (plus de 10 jours pour atteindre le seuil maximum). Le PPRI propose un plan de gestion de crise et de contrôle permanent du niveau de la Seine, et les quatre lacs-réservoirs de l'EPTB et les objectifs de perméabilisation pourraient limiter les impacts, sans pour autant pouvoir endiguer le plus gros des dégâts attendus en cas de crue centennale.

Le risque est fort.

Tempête

Le système est exposé aux tempêtes. Les principaux impacts attendus, très localisés en général, sont liés aux vents forts qui peuvent occasionner l'arrachement ou la panne d'équipements situés en toiture. Les espaces végétalisés sont particulièrement sensibles aux tempêtes avec un risque plus marqué de chutes d'arbres. La population est sensible, puisqu'exposée à la chute d'objets (notamment dans le cas d'un bâti dense et vertical comme à Paris) et la chute d'arbres. Les

tendances sont incertaines pour l'évolution des fréquences des tempêtes et les retours d'expérience concernent aujourd'hui des dégâts toujours localisés. Des groupes de travail multi partenariaux MRN (Mission Risques Naturels) œuvrent à l'identification des structures les plus critiques dans ce cadre (forme urbaine, étude des champs de vent).

Le risque est relativement fort.

Mouvement de terrain

La sécheresse occasionne des retraits et gonflements sur les sols argileux, qui peuvent se manifester par des fissures structurelles sur le bâti. Ce risque fait partie des risques majeurs pointés par le rapport du Sénat sur les risques naturels (Sénat, 2018), et est identifié comme la deuxième cause de risque naturel à l'échelle des demandes d'indemnisation nationales (43 % de demandes de reconnaissance nationale, derrière les inondations). A l'échelle de la Ville de Paris, ce risque semble cependant beaucoup plus faible, avec une exposition sur les sols argileux très localisée, et le bâti concerné (maisons individuelles légères) constituant une faible part du bâti de la ville. L'exposition est ainsi très limitée.

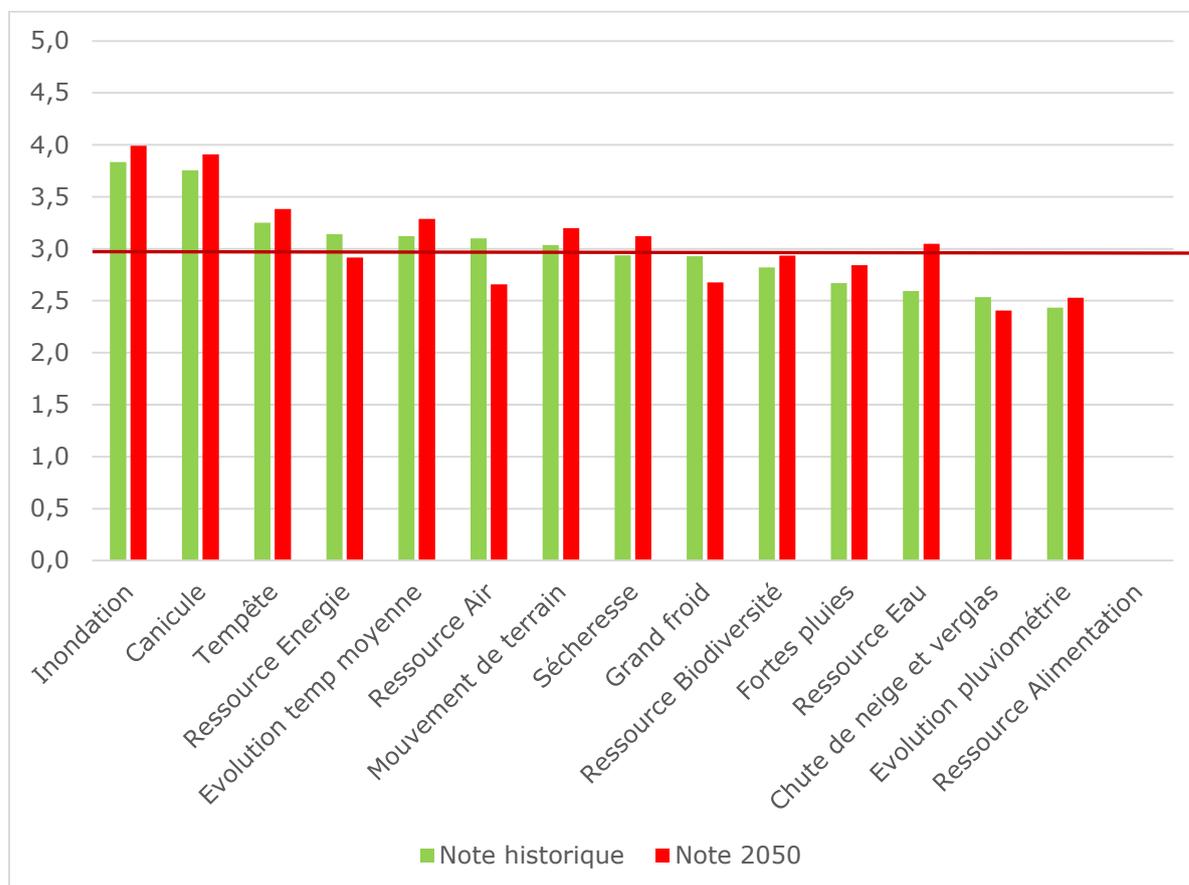
Les risques de mouvement de terrain sont principalement liés à la présence de cavités souterraines d'origine humaine (anciennes carrières de calcaire) ou naturelle (zones de dissolution de gypse antéludien). Ces cavités sont particulièrement sensibles aux variations du niveau d'humidité des sols et aux phénomènes de ruissellement des eaux et induisent des risques de fissuration et d'affaissement. Ces phénomènes sont systématiquement étudiés dans les travaux d'aménagement et ont récemment intégré le Plan ParisPluie. Le nord de la ville de Paris est principalement concerné par les risques liés au gypse antéludien (effondrements dus à la rupture du toit de la carrière - ou « fontis » - sous l'effet de l'humidité). Les fondations du bâti sont supposées assez profondes pour limiter le risque et des actions d'analyse des sous-sols ont été proposées dans le cadre de la stratégie de résilience.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

À l'horizon 2050, les principaux risques confirment l'importance des risques inondation et canicule qui sont accentués, devant d'autres risques significatifs (tempête, évolutions des ressources moyennes) dont les notes évoluent également à la hausse. Le risque lié à la ressource air profite des avancées attendues sur la qualité de l'air pour diminuer sensiblement.

Figure 34 : Évolution de la note de risque du système cadre bâti et espace publics (sans effets dominos)



4.2.4 Les sources

- Entretien Développement Durable Urbanisme, 2020
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- AirParif, *Bilan 2019 des émissions atmosphériques* (2019)
- API, *Bilan d'activités communes de Paris* (2015)
- APUR, *Analyse de la performance thermique des logements parisiens* (2011)
- APUR, *Atlas de l'énergie dans le Grand Paris – Consommation // production // tendances et enjeux de demain* (2020)
- APUR, *Etude sur le devenir du réseau d'eau non potable* (2011)
- Assemblée Nationale, *Rapport sur les mines et cavités souterraines* (1999)
- Cartographie, *Zonage pluvial, ParisPluie* (2018)
- BRGM, *Cartographie de la susceptibilité à l'apparition de désordres liés à différents phénomènes géologiques sur la Ville de Paris, Rapport BRGM, Planche 9*
- Dabaj, A., *Mieux reconstruire en phase post-inondation (Build Back Better) : Le cas des réseaux techniques du Grand Paris* (2018)
- France Stratégie, *Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?* (2019)
- IAU idF, *Densimos 2006/Satese 77, Satese 78-91, Satese 95, Siaap, IAU - BD Assainissement* (2008)
- Institut Paris région, *Dossier Précarité énergétique* (2013)
- Mairie de Paris, *Nouveau Plan Climat Air Energie de Paris* (2017)

- Mairie de Paris, Stratégie de Résilience de Paris (2017)
- Métropole du Grand Paris, Plan Climat Air Energie de la Métropole du Grand Paris (2018)
- OCDE, Etude sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France (2014)
- RATP, Crue de la Seine : Comment protégeons-nous le réseau de la RATP ? (2019)
- Sénat, Rapport sur la gestion des risques climatiques et l'évolution de nos régimes d'indemnisation", Chapitre "Une exposition particulière aux risques d'inondations et de sécheresse (2018)
- Institut Montaigne, Planter 170 000 arbres afin de créer des forêts urbaines et des rues végétales (2020)
- Santé publique France, Influence de caractéristiques urbaines sur la relation entre température et mortalité en Ile-de-France (2020)
- Laadi et al., The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave, (2012)
- Ville de Paris, Inspection Générale des Carrières : Tout savoir sur les sous-sols (2021)
- Ville de Paris, La biodiversité à Paris (2020)
- Ville de Paris, Les eaux pluviales : ParisPluie (2019)
- Ville de Paris, Plan Canicule (2020)
- Ville de Paris, Plan Grand Froid (2018).

4.3 Parcs, jardins, bois et cimetières

4.3.1 Description du système

Le système « parcs, jardins, bois et cimetières » de la Ville de Paris regroupe plus de 500 parcs et jardins¹² de la ville et 1 840 hectares de bois dispatchés entre les bois de Boulogne et les bois de Vincennes. Le système tient compte également des 14 cimetières intra-muros ainsi que les 6 cimetières extra-muros mais gérés par la Ville de Paris et représentant 422 hectares¹³.

On distingue dans le cadre de ce système d'une part les sites physiques, la faune et la flore, les éléments d'entretien, les espaces de production horticoles de la ville, mais aussi les fonctions sociales, écologiques et culturelles d'autre part.

Dans ce contexte de changement climatique et d'augmentation des îlots de chaleur urbains, ce système joue un rôle fondamental en période chaude ou caniculaire. En effet, les parcs, jardins bois et cimetières sont considérés comme des îlots de fraîcheur, source de rafraîchissement pour la population.

4.3.2 Synthèse des enjeux prioritaires

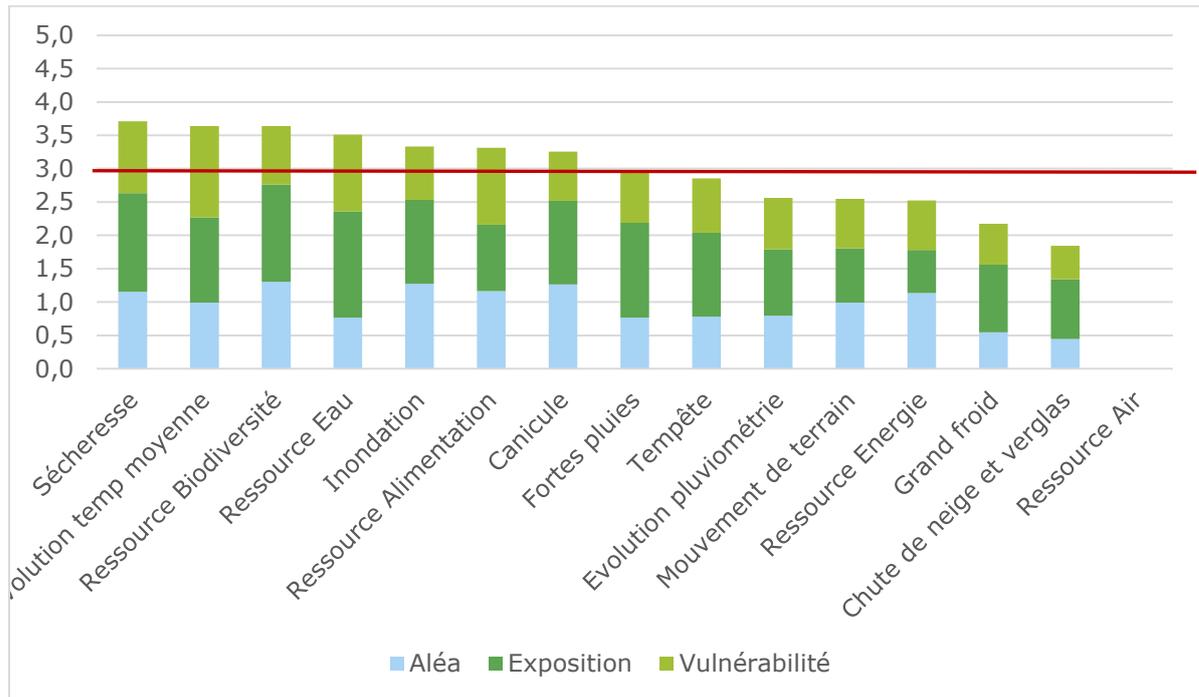
Les enjeux prioritaires du système parcs, jardins, bois et cimetières sont les suivants :

- Raréfaction de la **ressource en eau** : La ressource en eau ressort clairement comme un **élément déterminant** du bon fonctionnement du système. Le risque de **baisse du débit d'étiage** peut avoir une conséquence importante et provoquer des **dégradations de la qualité des plans d'eau** et **impacter la faune**, soit par évaporation, soit par la restriction d'usage liée à l'application du Plan Sécheresse.
- La **sécheresse des sols** : elle peut entraîner une **dégradation des conditions de la faune et la flore** présentes dans ce système avec notamment la **mortalité de plusieurs essences et/ou l'apparition d'espèces exotiques** ou la modification de l'aire de répartition d'espèces pouvant être vecteurs de maladies, toxiques ou allergisantes et donc soulever des questions de santé publique.
- **Evolution des températures moyennes** : elle peut amener à des **changements progressifs dans la phénologie des espèces** présentes dans les parcs, jardins bois et cimetières (Simonet.G, 2012). L'augmentation des températures favorise ainsi **l'apparition d'espèces exotiques** ou la modification de l'aire de répartition d'espèces pouvant être vecteurs de maladies, toxiques ou allergisantes et donc soulever des questions de **santé publique**.

¹² <https://www.paris.fr/equipements/parcs-jardins-et-bois>

¹³ <https://www.paris.fr/pages/cimetieres-117>

Figure 35 : Part des composantes dans la note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières



- Exposition du système

Le système parcs, jardins, bois et cimetières, majoritairement à l'air libre, est très exposé aux aléas climatiques mais aussi à la ressource en eau et à la ressource biodiversité.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Le système est très sensible à la sécheresse et à l'évolution des températures moyennes. Certes, les écosystèmes sont résilients et il existe des transformations naturelles. Par exemple, les arbres agrandissent leurs systèmes racinaires. Ce qui leur permet de puiser l'eau de manière plus profonde. Cependant, l'adaptation peut prendre des années, et comme la sécheresse est de plus en plus récurrente, beaucoup d'arbres meurent car ils ne peuvent s'adapter. Cette adaptation est d'autant plus modérée en contexte urbain contraint.

Quand les animaux peuvent se déplacer, les végétaux n'ont pas d'autre choix que de subir. Mais aujourd'hui avec l'augmentation des températures moyennes, l'adaptation des espèces ne suffit plus ce qui favorise la prolifération d'espèces invasives qui peuvent représenter des risques sanitaires pour la population. La raréfaction de la ressource en eau peut également contribuer à la vulnérabilité du système du fait de la forte dépendance. En période de sécheresse, la raréfaction de la ressource est d'autant plus cruciale pour les parcs, jardins bois et cimetières alimentés à l'eau non potable du fait de la restriction d'usage et du caractère non prioritaire de l'ENP.

Enfin, un nombre de parcs, jardins, bois et cimetières se situe en zone inondable ainsi des dégâts considérables peuvent être attendus.

- Capacité d'adaptation

Dans ce contexte d'augmentation des îlots de chaleur urbains, il y a une réelle considération de ce système qui joue un rôle fondamental en période chaude ou caniculaire. La préservation des parcs, jardins, bois et cimetières apparaît ainsi comme un enjeu prioritaire de la DEVE. Dans la cartographie des îlots de fraîcheur à Paris réalisée par l'APUR, 565 espaces verts et boisés ont été repérés (APUR,2018).

En 2012, la DEVE s’est lancée dans le label national EcoJardin pour limiter particulièrement les produits phytosanitaires. Le nombre de sites labélisés Ecojardin est de 458 en aujourd’hui, soit plus de 80 % des parcs, jardins et cimetières de la Ville de Paris (DEVE, entretien).

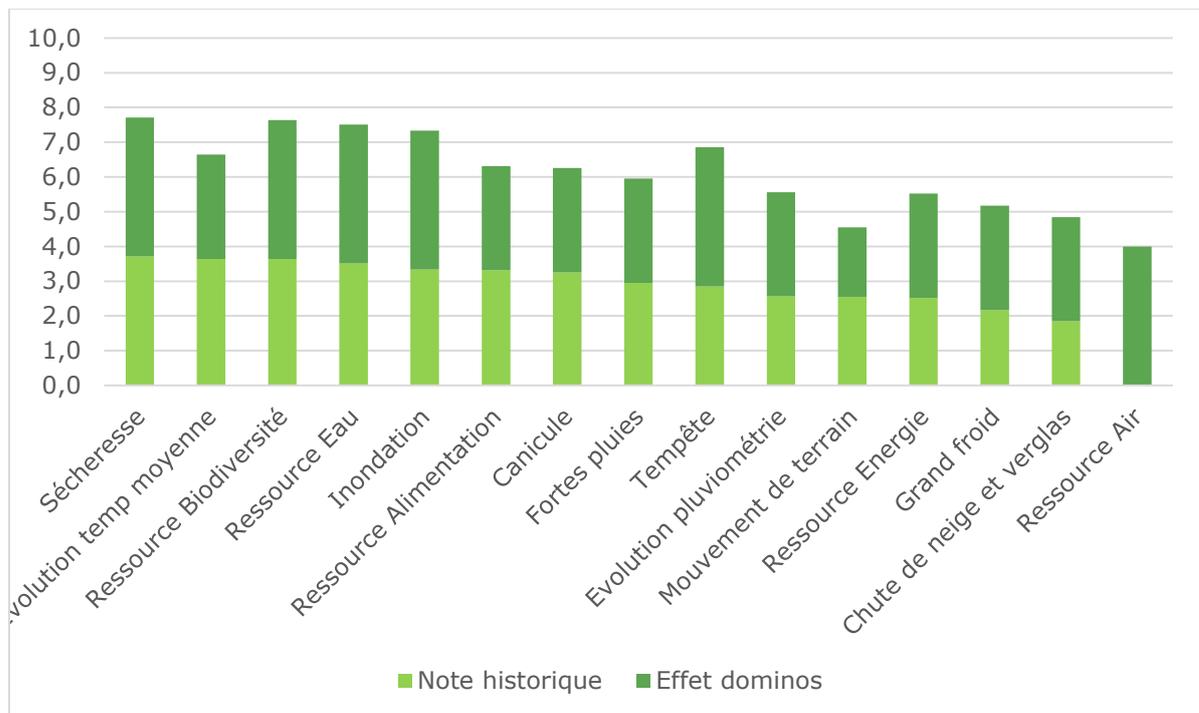
Dans une démarche de préservation de la ressource en eau, certains jardins, parcs, bois et cimetières sont arrosés avec de l’eau non potable. 80 jardins sont aujourd’hui alimentés à l’ENP et dix autres vont l’être prochainement. L’essor des dispositifs de stockage des eaux pluviales lié à l’application du Plan ParisPluie (pour les eaux non directement infiltrées) peut permettre dans des grands parcs d’optimiser l’utilisation des eaux de pluie et de les rendre donc plus « utiles » en limitant les pertes par ruissellement ou envoi à l’égout. Actuellement, cinq grands jardins ont ce type de dispositif depuis plusieurs années. Un retour d’expérience est en cours.

Toutefois, la capacité d’adaptation semble moins robuste concernant le risque de sécheresse, le plan sécheresse permet l’adaptation d’autres systèmes (eau potable par exemple) au détriment du système parcs, jardins, bois et cimetières.

- Effets dominos

Les effets dominos n’ont pas d’effet sur la conclusion. La sécheresse, l’augmentation des températures moyennes et la raréfaction des ressources eau et biodiversité eau restent les principaux risques. Toutefois ils accentuent les risques.

Figure 36 : Note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières avec effets dominos



4.3.3 Une vision des risques actuels par aléa et ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système parcs, jardins, bois et cimetières.

Tableau 8 : Notation des risques du système parcs, jardins, bois et cimetières

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Sécheresse	3,7	3,9
Evolution temp moyenne	3,6	3,8
Ressource Biodiversité	3,6	3,8
Ressource Eau	3,5	4,1
Inondation	3,3	3,5
Ressource Alimentation	3,3	3,3
Canicule	3,3	3,4
Fortes pluies	3,0	3,1
Tempête	2,9	3,0
Evolution pluviométrie	2,6	2,7
Mouvement de terrain	2,5	2,7
Ressource Energie	2,5	2,3
Grand froid	2,2	2,0
Chute de neige et verglas	1,8	1,8
Ressource Air	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Seules les activités d'entretien sont exposées à la raréfaction de la ressource en énergie à savoir :

- les systèmes d'arrosage automatique ;
- les organes de circulation/pompage des fontaines ornementales (environ 150 fontaines) ;
- les brumisateurs (environ 40 installations) ;
- l'éclairage des lieux (environ 8 000 points lumineux),
- la recharge des véhicules ou engins électriques (de plus en plus nombreux en remplacement du diesel voire du thermique) ; et
- la recharge ou le branchement de matériels mécaniques horticoles (débroussailleuses, souffleuses, chauffage des serres etc.).

En cas de coupure électrique longue, consécutive par exemple à une inondation, le fonctionnement du système ne sera pas en péril mais pourrait-être altéré. Il est opportun de noter que la sensibilité actuelle du système est plus élevée que celle relevée en 2012 du fait de la substitution du diesel, de l'essence etc. à l'électrique de certains véhicules/engins (entretien DEVE). Toutefois, la raréfaction de la ressource n'impacte pas directement les éléments structurels (faune et flore) du système. Enfin, la défaillance au niveau de l'entretien peut par ricochet, occasionner une gêne esthétique pour les utilisateurs.

Le risque est relativement modéré.

Ressource eau

Le système parcs, jardins, bois et cimetières est entièrement exposé à la raréfaction de la ressource. La ressource en eau participe à la préservation de la faune et de la flore du système et favorise les fonctions écologiques des parcs, jardins, bois et cimetières (Eau de Paris, Stratégie Biodiversité). Le système est donc particulièrement sensible car, sans ressource en eau, le système est complètement à l'arrêt. En effet, la raréfaction de la ressource peut occasionner des pertes végétales importantes l'été, voire des accidents (chute de branches). Les utilisateurs pourront être confrontés à une baisse des loisirs récréatifs que procure le système à moindre coût, et en particulier pour les usagers les plus démunis. Les parcs, jardins et bois ont un fort intérêt touristique (histoire et patrimoine, culture, activités pédagogiques ou récréatives etc.) qui pourrait se dégrader et donc entraîner une baisse de la fréquentation touristique des lieux (APUR, 2010).

Le risque est relativement fort.

La restriction de l'eau dans l'avenir, comme le suggèrent les modèles climatiques 5 , pourrait avoir des conséquences néfastes sur la végétation des parcs, jardins et perspectives arborées de la capitale, sur les façades et toits végétalisés, mettant en péril toute la politique de la « nature en ville » de la municipalité.

Ressource alimentation

Le système est exposé à la raréfaction de la ressource alimentaire en raison du développement croissant des projets d'agriculture urbaine. Les impacts attendus du changement climatique sur l'agriculture pourraient donc touchés le système parisien : altération des récoltes (canicule, sécheresse, etc.), développement des maladies et des invasions. Aujourd'hui, ce risque est sans doute moins bien anticipé en raison de son déploiement récent et appelle aux déploiements de mécanisme de contrôle.

Ressource en biodiversité

Le système est très fortement exposé à la raréfaction de la ressource en biodiversité. La raréfaction de la ressource pourrait dégrader les services de régulation (qualité de l'air, puits de carbone, lutte contre les îlots de chaleur urbains) dans les parcs, jardins, bois et cimetières mais aussi les services culturels (Explicit, Safege, 2012). Le système est donc sensible, d'une part, par cette perte de fonction écologique des espaces verts mais aussi par les répercussions sur les usagers d'autre part, telles que la détérioration du cadre de vie et de la santé des habitants, de la qualité paysagère et du pouvoir de rafraîchissement de ces lieux (Plante&Cité, 2017).

Le risque est relativement fort.

Évolution des températures moyennes

La totalité du système est exposé face à cet aléa. Il est donc très sensible car l'évolution des températures peut amener à des changements progressifs dans la phénologie des espèces présentes dans les parcs, jardins bois et cimetières (Simonet.G, 2012). L'augmentation des températures favorise ainsi l'apparition d'espèces exotiques envahissantes mettant en péril la biodiversité d'une part (DEVE). Et d'autre part, l'augmentation des températures moyennes se fait aussi ressentir au travers des modifications des aires de distribution de certaines espèces animales et végétales vecteurs de maladies, toxiques ou encore allergisantes (moustiques tigre, chenilles processionnaires, ambroisie, pollens etc.) et de disparition d'espèces. Enfin, avec l'augmentation des températures moyennes, une prolifération de certains nuisibles est possible (moustiques par exemple) faute de grand froid (entretien DEVE). Toutefois, cet aléa pourrait réduire les risques liés aux casses des installations d'arrosage ou fontaineries à cause du gel. Les répercussions sur les usagers face à cet aléa sont la détérioration du cadre de vie des habitants, de la qualité paysagère (gêne esthétique) et la diminution du pouvoir de rafraîchissement de ces lieux (Plante&Cité, 2017).

Le risque est fort.

Évolution de la pluviométrie

La quasi-totalité du système est exposé face à cet aléa. Il est modérément sensible car l'évolution de la pluviométrie peut amener à des changements progressifs dans la phénologie des espèces présentes dans les parcs, jardins bois et cimetières (Simonet.G, 2012). L'évolution de la pluviométrie favorise ainsi l'apparition d'espèces exotiques ou la modification de l'aire de répartition d'espèces pouvant être vecteurs de maladies, toxiques ou allergisantes et donc soulever des questions de santé publique (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017). Toutefois, la sensibilité des utilisateurs est relativement faible et concerne principalement l'évolution des caractéristiques paysagères.

Le risque est modéré.

Sécheresse

Le risque de sécheresse est l'enjeu prioritaire de ce système. La quasi-totalité du système est exposée face à l'aléa sécheresse. Il est extrêmement sensible car la sécheresse va entraîner une dégradation des conditions de la faune et la flore présentes dans ce système avec notamment la mortalité de plusieurs essences et/ou l'apparition d'espèces exotiques ou la modification de l'aire de répartition d'espèces pouvant être vecteurs de maladies, toxiques ou allergisantes et donc soulever des questions de santé publique (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017). La sécheresse peut aussi provoquer des dégradations de la qualité des plans d'eau et impacter la faune, soit par évaporation, soit par limitation du débit d'adduction lié à l'application du Plan Sécheresse (entretien DEVE). La sécheresse implique également une dégradation de la qualité agronomique et structurelle des sols (apports en nutriments pour les végétaux, capacité d'absorber les eaux pluviales etc.). Les principaux impacts pour les Parisiens en période de sécheresse sont la détérioration du cadre de vie à travers l'augmentation des îlots de chaleur urbains et la gêne esthétique (déchaussement des espaces verts).

Le risque est fort.

Canicule

La quasi-totalité du système est exposée face à l'aléa canicule. Tout comme la sécheresse, la canicule entraîne une dégradation des conditions de la faune et la flore. La canicule se traduit également par une perte des fonctions écologiques de certains espaces. En effet, une étude (EPICEA 2012) a constaté durant les nuits de canicule, que les zones les plus fraîches sont celles où la végétation est omniprésente. Une dégradation de la végétation dans les parcs, jardins, bois et cimetières a donc une conséquence négative importante sur la population par la baisse du pouvoir de rafraîchissement de ces lieux. Pour pallier cet inconvénient, depuis 2012, une quarantaine de brumisateurs ont été mis en place dans les jardins en 3 ans pour faire face au besoin de rafraîchissement (fonctionnement juin à septembre en général) (entretien DEVE).

Dans le cadre de la Stratégie d'Adaptation face au changement climatique (2015) et du nouveau Plan Climat de Paris (2018), une application mobile Extrema a été développée. Elle permet aux usagers de savoir où se rafraîchir en cas d'épisodes caniculaires.

Le risque est relativement fort.

Grand froid

Le système est fortement exposé face à l'aléa. Toutefois, le niveau de criticité des éléments exposés est faible. En effet, certaines essences vont être plus sensibles au gel et aux pics de froid sans mettre en cause la viabilité d'une population tout entière. Mais les périodes de grand froid peuvent provoquer des casses dans les systèmes d'arrosage et de fontainerie, surtout s'ils ne sont pas mis en hivernage (entretien DEVE). Si ces casses ne sont pas repérées et réparées, des fuites importantes peuvent s'installer sur la durée, avec des conséquences telles que des surconsommations d'eau, des infiltrations dans des ouvrages enterrés (RATP, caves, etc.), voire des effondrements si le sous-sol est de mauvaise qualité (entretien DEVE). Désormais, un nombre important de fontaines à boire ou de fontaines ornementales peuvent continuer à fonctionner tout l'hiver sans incident. L'accès à l'eau est donc facilité pour les usagers (entretien DEVE).

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Le système est fortement exposé face à l'aléa. Toutefois, le niveau de criticité des éléments exposés est modéré. Les chutes de neige et verglas auront tendance à impacter essentiellement la structure des espaces concernés. L'accès aux espaces verts peut être temporairement bloqué. Lorsque le risque est jugé important et que les services n'ont pas encore pu traiter les sites, des messages d'information sont indiqués sur les lieux et sur paris.fr interdisant l'accès aux parcs et jardins (entretien DEVE). En effet, certaines essences vont être plus sensibles aux chutes de neige sans mettre en cause la viabilité d'une population tout entière. En effet, certaines essences

vont être plus sensibles aux chutes de neige sans mettre en cause la viabilité d'une population tout entière.

Le déneigement à travers le salage peut également avoir un impact défavorable sur la végétation et les sols. Dans les jardins parisiens, un déverglaçant sans sel est utilisé pour limiter l'impact du salage (Entretien DEVE). Ce traitement sans sel de la neige n'est pas forcément utilisé pour la végétation sur l'espace public.

Le risque est faible.

Fortes pluies

Le système est fortement exposé car la quasi-totalité est aérienne. Le système est modérément sensible. Certaines espèces végétales peuvent être très sensibles physiquement aux phénomènes météorologiques intenses. Des pluies intenses peuvent également provoquer des remontées depuis le réseau d'assainissement ou l'actionnement des déversoirs d'arrosage, avec dans les deux cas une pollution possible des eaux (entretien DEVE), en particulier l'ENP prélevée en Seine et utilisée ensuite pour l'arrosage ou les fontaines ornementales. Les fortes pluies peuvent également entraîner des destructions ponctuelles sans pour autant altérer au bon fonctionnement du système. Les utilisateurs sont peu impactés par cet aléa.

Le risque est modéré.

Inondation

Tout le système est exposé. Le système est particulièrement sensible, d'une part car un grand nombre de parcs, jardins, bois et cimetières se situe en cas de crue centennale en zone inondable (IAU IdF, 2012) et des dégâts considérables peuvent ainsi être attendus. Des animaux peuvent également être en danger en cas d'inondation. En principe 84 des 525 jardins seraient potentiellement concernés par la crue, selon la hauteur d'eau (entretien DEVE). En 2006, il avait fallu déménager les animaux du jardin des Plantes pour des raisons vitales (AFP, 2016). D'autre part, la sensibilité des écosystèmes peut être affectée par des pollutions liées aux débordements (DRIEE, 2011). Les espaces pouvant être complètement noyés, l'accès peut être rendu difficile voire impossible pour les utilisateurs. Le Service d'Exploitation des Jardins (SEJ) a édité un « Cahier de consignes de crue » pour les jardins. Le risque est relativement fort.

Tempête

Le système est fortement exposé. Certaines espèces végétales peuvent être très sensibles physiquement aux phénomènes météorologiques intenses. Certains arbres en particulier sont très vulnérables à l'aléa tempête du fait de leur système racinaire peu résistant (Simonet.G, 2012). La tempête de 1999 illustre bien ce phénomène, de nombreux arbres couchés ont été retrouvés après cette catastrophe naturelle. Les usagers des lieux peuvent être impactés, d'une part par l'accès compromis en cas de tempête, mais aussi par les risques de chute occasionnés par cet aléa.

Malgré, le caractère exceptionnel des vents violents, le choix des essences d'arbres adaptées au milieu naturel francilien est important.

La Mission Gestion de Crise ou la permanence DEVE diffusent systématiquement des messages en amont des événements et lors de leur début pour appeler les agents à la vigilance et demander la fermeture immédiate des sites, le cas échéant. Ces messages sont également diffusés en ligne pour les Parisiens. Toujours pour la sécurité des parisiens, une surveillance renforcée des arbres est effectuée annuellement pour vérifier l'état sanitaire de chacun d'entre eux. Couplé à cette surveillance, un contrôle visuel est également réalisé plus fréquemment. Ainsi, depuis 2014, la Ville de Paris dispose d'une base de données qui permet de suivre en temps réel et pour chaque arbre son entretien et son état de santé.

Le risque est modéré.

Mouvement de terrain

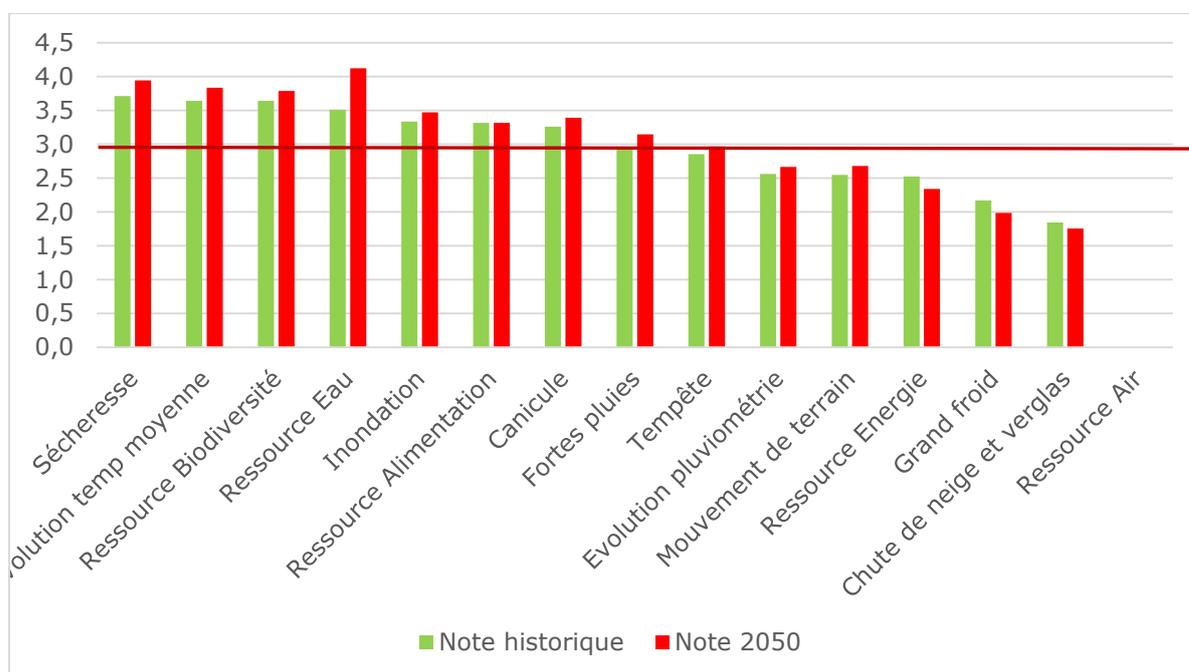
Plusieurs jardins se trouvent exposés à des degrés divers à cet aléa, en raison de la présence d'anciennes carrières, ou d'un sous-sol de mauvaise qualité (présence de gypse notamment ou décompactages), ou d'une conception particulière (jardins sur dalles ou ouvrages d'art). Si le risque est jugé élevé, ils sont fermés au public le temps de la réalisation des travaux de confortement (quelques cas dans le 18^{ème} et le 20^{ème} arrondissement) (entretien DEVE).

Le risque est relativement modéré.

Évolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, les principaux risques restent la sécheresse, l'évolution des températures moyennes et la raréfaction de la biodiversité et de la ressource en eau.

Figure 37: évolution de la note de risque du système parcs, jardins, bois et cimetières (sans effets dominos)



4.3.4 Les sources

- Ministère de la Transition Écologique et Solidaire/Ministère de la Cohésion des Territoires, Plan de prévention du risque d'inondation de Paris - Zonage réglementaire (2007)
- Agence Parisienne du Climat, Une centrale photovoltaïque géante sur le toit d'un réservoir d'eau potable d'Eau de Paris (2019)
- APUR : Situation et perspectives de la place de la nature à Paris (2011)
- APUR, Les îlots de chaleur urbains à Paris (2012)
- ASEVI, Charte régionale de la biodiversité et des milieux naturels (2003)
- Desplat, J., Kounkou-Arnaud, R., Lemonsu, A., et al., Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Échelle de l'Agglomération parisienne (2012)
- DRIIE Ile-de-France, Evaluation des conséquences négatives des inondations (2011)
- DRIIE Ile-de-France, Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Ile-de-France (2013)
- Eau de Paris, 2020-2038 Une stratégie d'investissement raisonné (2018)
- EcoJardin, Carte des sites labellisés
- IAU idF 2012 (UTEA, DDT, Diren-idF 2006, AESN, IIBRBS), IAU idF

- Loustau, D, Rapport final du projet CARBOFOR. Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts des différents scénarios climatiques et sylvicoles (2004)
- Mairie de Paris, Nouveau Plan Climat Air Énergie Nouveau Plan Climat Air Énergie (2017)
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes (2017)
- OCDE, Etude sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France (2014)
- Simonet, G. et Blanc, N., L'adaptation de la gestion des espaces naturels urbains aux changements de la variabilité climatique régionale : exemple de Paris et Montréal (2012) <https://doi.org/10.4000/vertigo.11861>
- URBIO, Biodiversité des aires urbaines (2017)
- Ville de Paris, Carte de zonage pluvial de Paris (2019)
- Ville de Paris, Les jardins publics et les arbres protégés des fortes chaleurs (2019)
- Ville de Paris, Plan de biodiversité de Paris 2018-2024 (2018).

4.4 Gestion des déchets

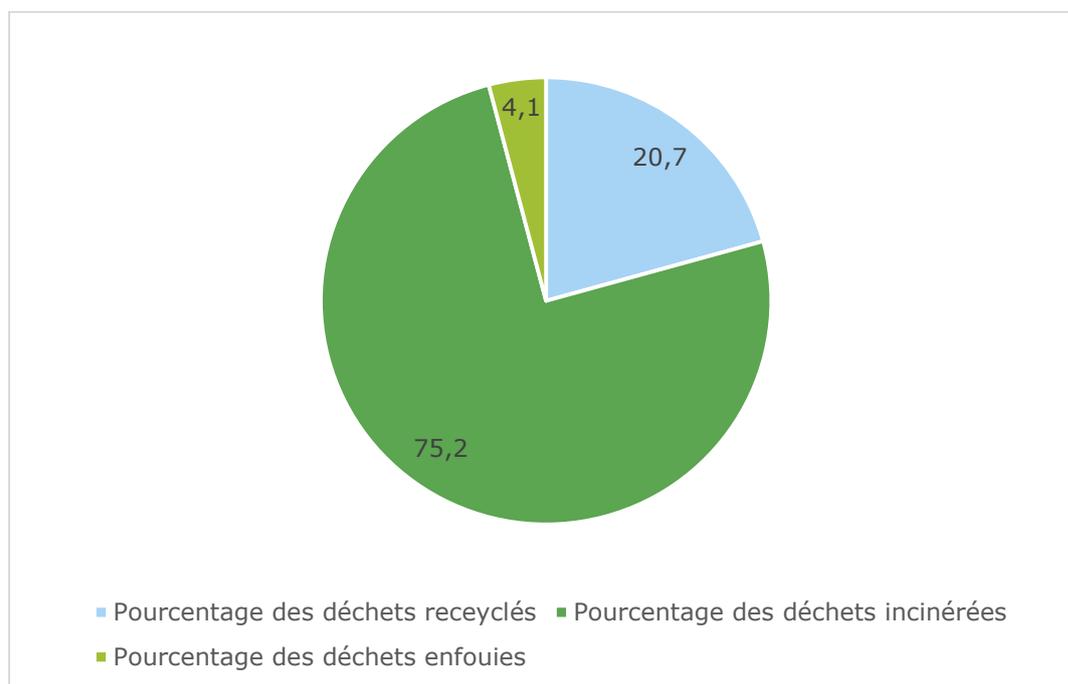
4.4.1 Description du système

La gestion des déchets est scindée en deux compétences principales : la collecte et le traitement.

À Paris, l'organisation de la collecte des déchets des ménages et assimilés relève de la Direction de la propreté et de l'eau (DPE). Les services municipaux assurent la collecte dans les 2^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème}, 8^{ème}, 9^{ème}, 12^{ème}, 14^{ème}, 16^{ème}, 17^{ème}, et 20^{ème}, la collecte des autres arrondissements est réalisée par des entreprises privées. La Ville de Paris expérimente aussi depuis 2017 la collecte des déchets alimentaires. La collecte de déchets est assurée par 518 bennes. Pour assurer la collecte, la Ville de Paris dispose d'un foncier important : 6 garages et plus d'une centaine de locaux sociaux pour les éboueurs, appelés communément ateliers.

Le traitement des déchets parisiens est confié au Syctom, l'agence métropolitaine des déchets ménagers.

Figure 38 : Répartition en pourcentage du traitement des déchets
(Source : Ville de Paris, RPQS 2019)



Le Syctom est également en charge de la valorisation des déchets à travers ces trois usines d'incinération des déchets de l'agglomération parisienne.

Enfin, le service de propreté de la DPE assure la propreté de 1 785 km de voies dont le boulevard périphérique, 2 900 km de trottoirs, 36 hectares de voies piétonnes et de nombreux sites touristiques à très forte fréquentation estivale, les rives du canal Saint-Martin, le champ de Mars et les Champs Élysées¹⁴.

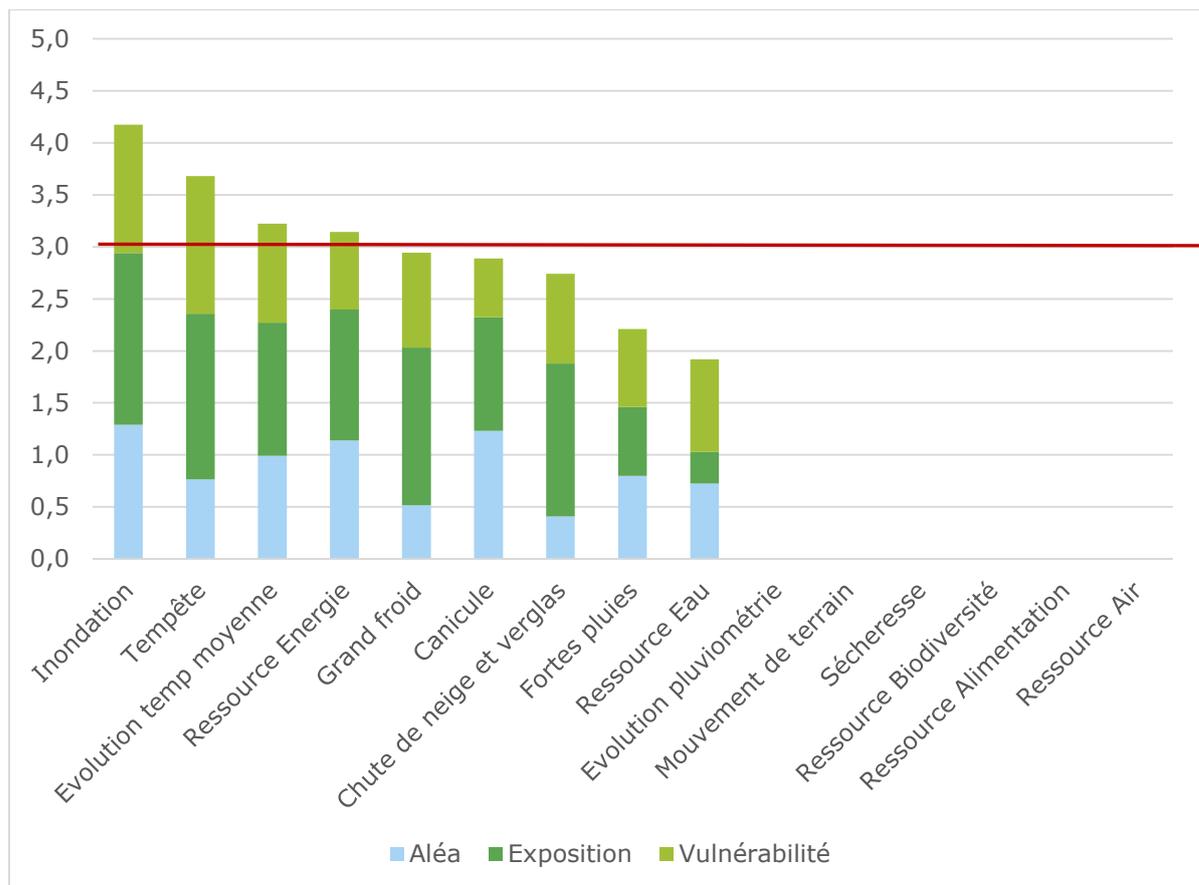
¹⁴ Ville de Paris, 2017, MIE : La politique parisienne en matière de propreté
<https://cdn.paris.fr/presse/2020/03/23/64b64e4896c8fc80f8ed9b7614c530af.pdf>

4.4.2 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

Les enjeux prioritaires du réseau de gestion des déchets et propreté sont les suivants :

- Les **inondations** : particulièrement liée aux **infrastructures de transport**, la collecte des déchets serait très affectée par une inondation majeure : incapacité de ramassage, indisponibilité de nombreux bâtiments de stockage et de traitement des déchets. **L'accumulation de déchets** non traités pourrait poser des problèmes de **pollution et de santé publique**.
- Les **tempêtes** : tout comme les inondations, les tempêtes apparaissent comme une des catastrophes naturelles les plus **productrices de déchets** entraînant ainsi une gestion délicate des déchets.

Figure 39 : Part des composantes dans la note de risque du système gestion des déchets et propreté



- Exposition du système

La collecte de déchets représente la phase la plus exposée aux aléas climatiques tandis que la phase de traitement semble plus préservée sauf face à l'aléa inondation. Le service de propreté est exposé à la raréfaction de la ressource en eau et aux épisodes de grands froids et de chutes de neige. Dans son ensemble, le réseau reste fortement exposé aux inondations et tempêtes.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Les impacts techniques sont principalement liés à une perturbation voire à l'arrêt de la collecte des déchets. En effet, les aléas grand froid et chute de neige peuvent provoquer une rupture du service de gestion des déchets et propreté pour des contraintes de circulation. L'augmentation des températures quant à elle peut perturber le réseau par l'augmentation des fréquences de collecte du fait du développement massif des bactéries.

Les inondations et les tempêtes sont à l'origine de la production de déchets post-catastrophes entraînant une forte perturbation du réseau et une gestion très délicate.

Les principales répercussions pour les utilisateurs sont les nuisances olfactives et l'exposition à des risques sanitaires liés par exemple à la prolifération de rongeurs.

- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation est jugée correcte, avec une bonne connaissance des principaux risques clairement soulignés dans le Plan régional de prévention et de gestion des déchets. Il identifie en amont des situations exceptionnelles (pandémie, catastrophe naturelle, etc.) les installations de collecte et de traitement de déchets qui seront impactées par ces situations afin de préparer au mieux la gestion du réseau. Toutefois, cela n'a pas toujours été le cas. En effet, ce n'est que depuis 2013 que les plans régionaux doivent présenter, d'une part les "enseignements tirés des situations de crise, notamment en cas de pandémie ou de catastrophe naturelle [...]" et d'autre part, "la description de l'organisation à mettre en place pour assurer la gestion de déchets en situation exceptionnelle risquant d'affecter l'organisation normale de la collecte ou du traitement des déchets, notamment en cas de pandémie ou de catastrophes naturelles, et l'identification des zones à affecter aux activités de traitement des déchets dans de telles situations" (CEPRI, 2013).

Pour ce qui concerne les fortes températures, lorsque le plan canicule est activé, les horaires de collecte sont décalés afin de limiter l'exposition du personnel aux fortes chaleurs.

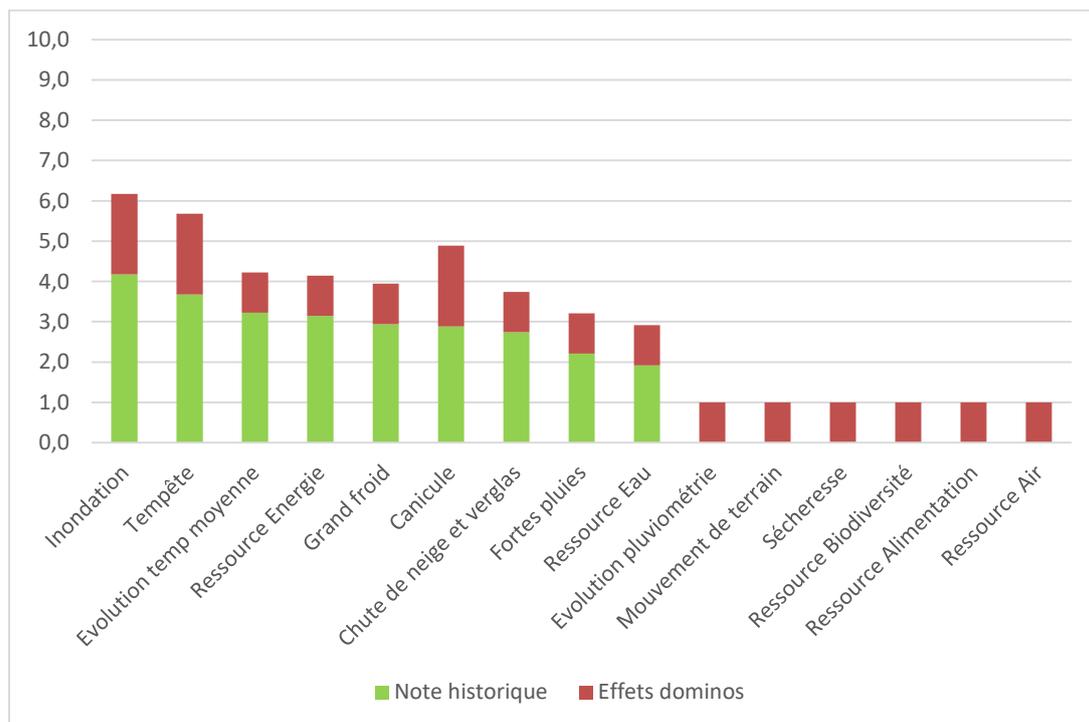
La Ville de Paris travaille également depuis quelques années à la réduction même des déchets. Elle dispose en effet d'une bonne politique pour réduire les déchets notamment à travers les actions citées dans le PLPDMA et les feuilles de route Economie Circulaire.

- Effets dominos

Les notes des effets dominos du système des déchets sont plus faibles que celles des autres systèmes. Les effets dominos du système déchets ont un impact mineur sur les autres systèmes. Les inondations et les tempêtes restent les principaux risques.

La canicule est plus visible, au regard de son influence sur le développement des maladies et son impact sur la santé publique.

Figure 40 : Note de risque du système de gestion des déchets avec effets dominos



4.4.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système de gestion des déchets.

Tableau 9 : Notation des risques du système gestion des déchets et propreté

	Note de risque historique (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Inondation	4,2	4,3
Tempête	3,7	3,8
Evolution temp moyenne	3,2	3,4
Ressource Energie	3,1	2,9
Grand froid	2,9	2,7
Canicule	2,9	3,0
Chute de neige et verglas	2,7	2,6
Fortes pluies	2,2	2,4
Ressource Eau	1,9	2,3
Evolution pluviométrie	0,0	0,0
Mouvement de terrain	0,0	0,0
Sécheresse	0,0	0,0
Ressource Biodiversité	0,0	0,0
Ressource Alimentation	0,0	0,0
Ressource Air	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le système est partiellement exposé. La Ville de Paris s'est résolument engagée dans une politique de réduction de la pollution et du bruit que le ramassage génère. Elle a choisi la solution du Gaz Naturel Véhicule (GNV). Ainsi, la collecte des déchets dépend principalement du GNV et pour 4 bennes de l'électricité (véhicules électriques). En cas de raréfaction de la ressource, la collecte de déchets pourrait donc être altérée. La sensibilité est modérée car le GNV est disponible en grandes quantités et provient de sources variées, il permet une diversification des ressources énergétiques et la préservation des autres ressources naturelles (Ville de Paris, 2020). Les usines de traitement des déchets du SIAAP sont également très dépendantes de l'énergie pour leur fonctionnement.

Dans l'autre sens, il est important de noter également que trois centres de valorisation énergétiques du Syctom produisent de l'électricité et de la vapeur grâce à la chaleur dégagée par l'incinération des déchets. La revente de vapeur et d'électricité a rapporté en 2017 plus de 62 millions d'euros (Syctom). Aussi, le Syctom étudie avec le SIAAP la possibilité de produire du biométhane à partir des boues d'épuration et des ordures ménagères.

Le risque est relativement fort.

Ressource eau

Seule la partie propreté (lavage des voiries) est exposée à la raréfaction de cette ressource. En effet, les engins de nettoyage comme les laveuses fonctionnent avec de l'eau. Dans une démarche de préservation de la ressource en eau, depuis quelques années, le nettoyage des rues est effectué à partir du réseau d'eau non potable. Le réseau est donc moins sensible à la raréfaction de la ressource en eau. Toutefois, en cas de pandémie, le basculement sur le réseau d'eau potable peut être envisagé comme ce fut provisoirement le cas avec la pandémie de la COVID-19 (ARS, 2020). Dans ces cas-là, s'il y a une tension sur l'eau potable, le lavage des voiries pourrait ne pas s'effectuer du fait de son caractère non prioritaire. En cas de non nettoyage des voiries, des nuisances olfactives et l'encrassement des trottoirs etc. peuvent dégrader le confort de vie des habitants.

Le risque est faible.

Ressource alimentation

Le système n'est pas directement concerné par la ressource alimentation.

Ressource en air

Le système n'est pas directement concerné par la dégradation de la qualité de l'air.

Ressource en biodiversité

Le système n'est pas directement concerné par la ressource biodiversité.

Évolution des températures moyennes

L'ensemble du système est exposé à l'évolution des températures moyennes. La collecte des déchets est principalement sensible à cet aléa. En effet, comme le souligne l'ASTEE dans son rapport en 2019 « Eaux, déchets et changement climatique », l'évolution des températures moyennes à la hausse peut entraîner la nécessité d'augmenter les fréquences de collecte de déchets organiques afin de garantir des conditions sanitaires acceptables, en évitant le développement massif de bactéries potentiellement pathogènes. La population sera donc de plus en plus contrainte à subir des odeurs nauséabondes si la fréquence de collecte est insuffisante.

Le risque est relativement fort.

Évolution de la pluviométrie

Le système n'est pas directement concerné par l'évolution de la pluviométrie.

Sécheresse des sols

Le système n'est pas directement concerné par l'aléa sécheresse des sols.

Canicule

Tout le système est exposé, toutefois, le niveau de criticité est faible. La phase la plus sensible aux canicules de la gestion des déchets et de la propreté est la collecte. En effet, les fortes chaleurs représentent un risque sanitaire pour le personnel travaillant à la collecte des déchets. Pour pallier à cette sensibilité, le Plan canicule peut être activé et donc modifier les horaires de collecte afin de limiter les risques encourus par l'exposition du personnel (Plan canicule).

Le risque est modéré.

Grand froid

Tout le système est exposé à cet aléa. Le service propreté et la collecte des déchets sont principalement sensibles aux grands froids. Pour limiter le risque de verglas, l'arrêt du recours à l'eau pour le nettoyage des voiries est nécessaire. Les opérations de collecte des ordures ménagères peuvent également subir des perturbations liées à la difficulté d'accès. Ces prestations reprennent normalement après l'épisode de froid.

Le risque est modéré.

Chute de neige et verglas

Tout le système est exposé. Encore une fois, la collecte des déchets est particulièrement sensible à cet aléa. La collecte de déchets peut être complètement à l'arrêt en cas de chutes de neige et verglas pour des contraintes de circulation. Si les épisodes de neige durent, les Parisiens peuvent être impactés par l'accumulation de déchets devant chez eux ainsi que par la présence de nuisances olfactives.

Le risque est modéré.

Inondation

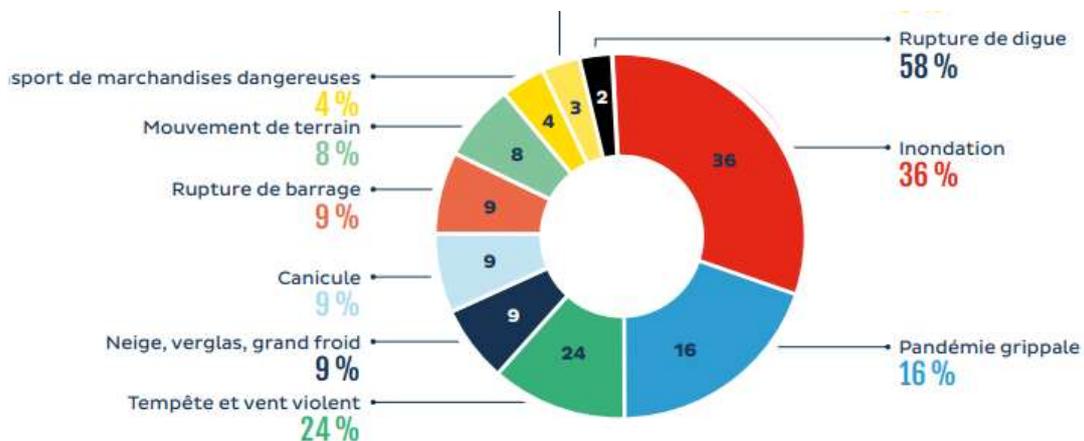
Le système est exposé dans son intégralité à l'aléa inondation. Si les crues deviennent plus fréquentes, plusieurs événements en cascade peuvent avoir lieu. Tout d'abord, les « déchets d'inondation » concernent des volumes et des quantités très importants. En effet, les inondations apparaissent comme une des catastrophes naturelles les plus productrices de déchets entraînant ainsi une gestion délicate des déchets (CEPRI, 2012). Ces déchets qui sont en général stockés de manière temporaire, dans des conditions inhabituelles et dégradées par rapport aux conditions

habituelles et réglementaires, peuvent générer des risques sanitaires pour la population (prolifération de rongeurs, de bactéries etc.) (ASTEE, 2019).

La perturbation dans les collectes peut avoir par la suite des conséquences sur les rejets atmosphériques des usines d'incinération à cause des arrêts et redémarrage plus fréquents (ASTEE, 2019). Enfin, trois usines d'incinération du Syctom sur le territoire sont situés en zone inondable (Syctom,2019). Le risque inondation apparaît comme l'enjeu prioritaire du système. Le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) conforte notre résultat. En effet, trois risques prioritaires sont retenus le cadre du PRPGD, les risques d'inondation, de pandémie grippale et de vent violent. Pour limiter les risques sur le réseau, le PRPGD met en avant trois actions à mener en amont des catastrophes : quantifier et caractériser les déchets, identifier les installations ad hoc et définir les enjeux logistiques de gestion.

Le risque est très fort.

Figure 41 : Cotation des risques selon la matrice analytique de la région Ile-de-France (Source : PRPGD)



Tempêtes

L'ensemble des éléments du réseau est exposé aux tempêtes. Tout comme les inondations, les tempêtes apparaissent comme une des catastrophes naturelles les plus productrices de déchets entraînant ainsi une gestion délicate de ces derniers (CEPRI,2012). Du matériel peut être détruit tel que les bacs à collecte par exemple. Cette gestion délicate se répercute sur les habitants par une rupture de service pouvant aller jusqu'à plusieurs jours.

Le risque est fort.

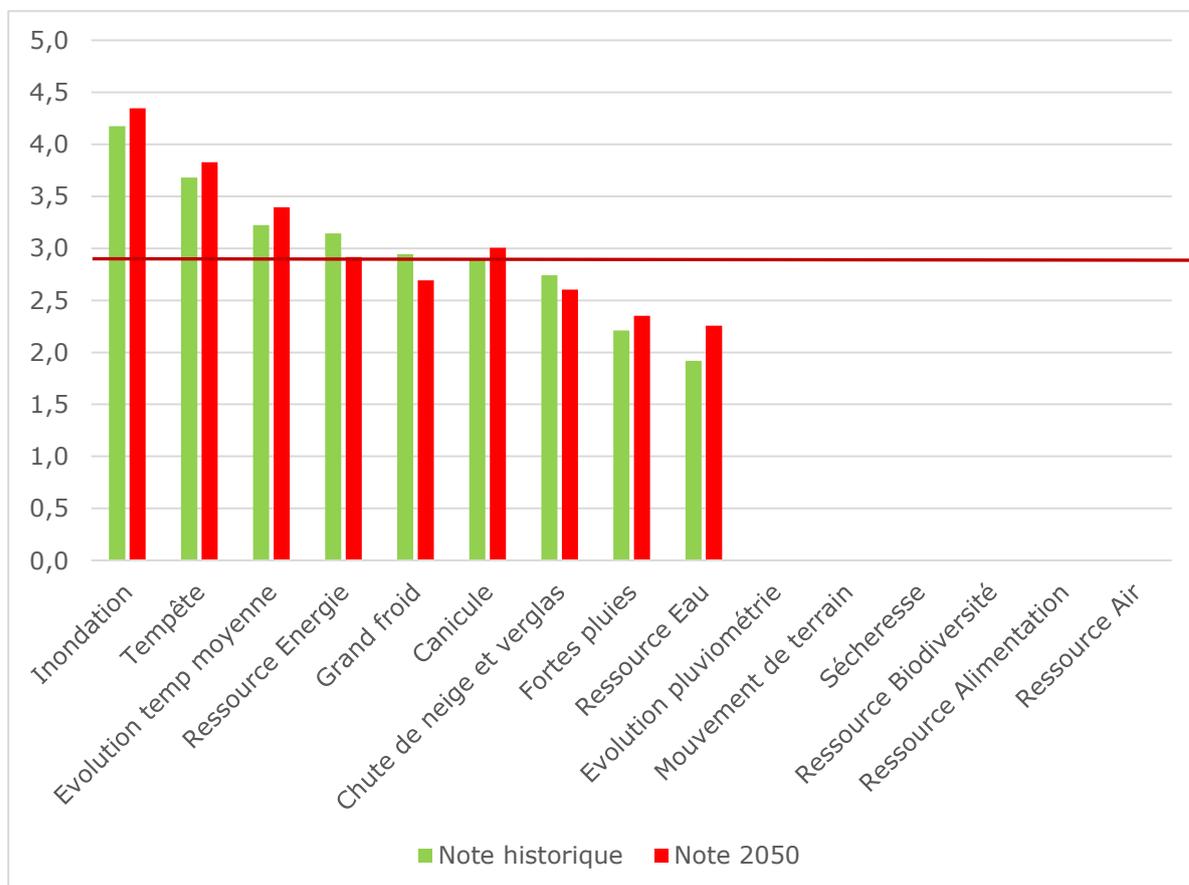
Mouvement de terrain

Le système n'est pas directement concerné par les mouvements de terrain.

Évolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, les principaux risques restent les inondations et les tempêtes. L'intensification future de ces aléas accentue la note de risque.

Figure 42 : évolution de la note de risque du système gestion des déchets à l'horizon 2050



4.4.4 Les sources

- Astee, Eaux, déchets et changement climatique (2019)
- CEPRI, Les collectivités territoriales face aux déchets des inondations : des pistes de solutions (2012)
- Région Ile-de-France, Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) (2019)
- SYCTOM, Centre de valorisation énergétique
- SYCTOM, Exploitation de trois unités de valorisation énergétique à Paris (2019)
- Ville de Paris, La collecte des déchets ménagers (2020)
- Ville de Paris, Les équipes de la propreté mobilisées pendant le second confinement (2020)
- Ville de Paris, Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public de prévention et de gestion des déchets ménagers et assimilés à Paris (2019).

4.5 Télécommunications

4.5.1 Description du système

Une majorité des activités économiques dépend aujourd'hui du réseau de télécommunications. Un impact sur ce réseau est susceptible d'isoler temporairement une partie de la population et de bloquer certaines activités, notamment si elles dépendent de données traitées en ligne. Le système fait référence à l'ensemble de l'infrastructure utile aux télécommunications parisiennes. Ainsi, on trouve sur le territoire 2 100 antennes, dont 500 antennes 5G récemment implantées et autorisées par l'ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques et des postes). Paris possède une charte de téléphonie mobile et a obtenu un niveau maximal d'exposition de 5 V/m « équivalent 900 MHz » en tout lieu de vie intérieur (Charte relative à la téléphonie mobile, Mairie de Paris, 2017), renforcé par rapport au seuil précédent de 7V/m. Des contrôles de l'ANFR (Agence Nationale des Fréquences) sont appliqués. Cela représente une baisse du niveau maximal d'exposition de près de 30 % par rapport à la charte de 2012 et fait de la Ville de Paris une des métropoles les plus protectrices. En Ile-de-France, le principal réseau de fibre optique noire a été constitué par Telcité, filiale télécom de la RATP, utilisant le réseau de métro et RER pour cela. Une cinquantaine de sociétés utilise leurs services.

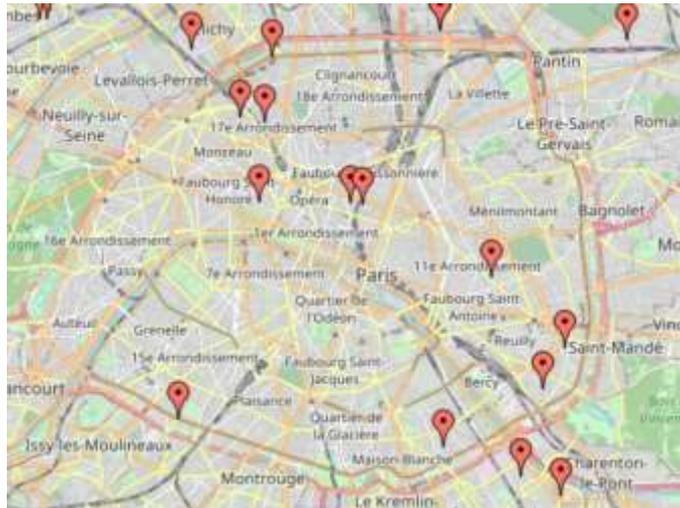


Figure 43 : Carte des data centers de la ville de Paris (Source : France Datacenter, 2020)

Les composants fonctionnels d'un data center

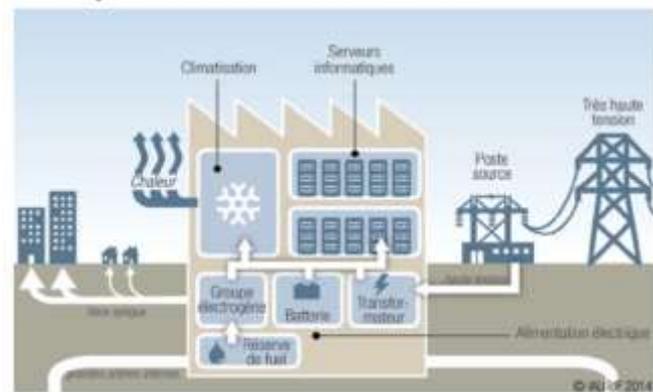


Figure 44 : Composants fonctionnels d'un data center (Source : IAU IDF 2014)

Paris compte aussi 10 data centers sur son territoire, pour une surface cumulée de plus de 20 000 m². En région Ile-de-France, le nombre de data centers monte à 123, pour 490 GWh de chaleur fatale récupérable (Institut Paris Région, 2019). Leur importance stratégique est en croissance, tout comme leur consommation énergétique (on prévoit que 13 % de l'électricité mondiale soit consommée par le numérique en 2030 d'après le rapport ADEME sur l'impact spatial et énergétique des data centers sur les territoires, en se basant sur une précédente étude de 2015). A l'échelle de Paris, cela pourrait correspondre à ¼ de la croissance énergétique du Grand Paris d'ici à 2030, l'équivalent en consommation d'une ville d'un million d'habitants (Institut d'aménagement et d'urbanisme Ile-de-France, 2015). Les projets visent le multi usages, comme le data center de la Ville de Paris¹⁵, Porte de la Chapelle, relié au réseau de chauffage urbain et dont la chaleur fatale est récupérée pour le chauffage de logements à proximité.

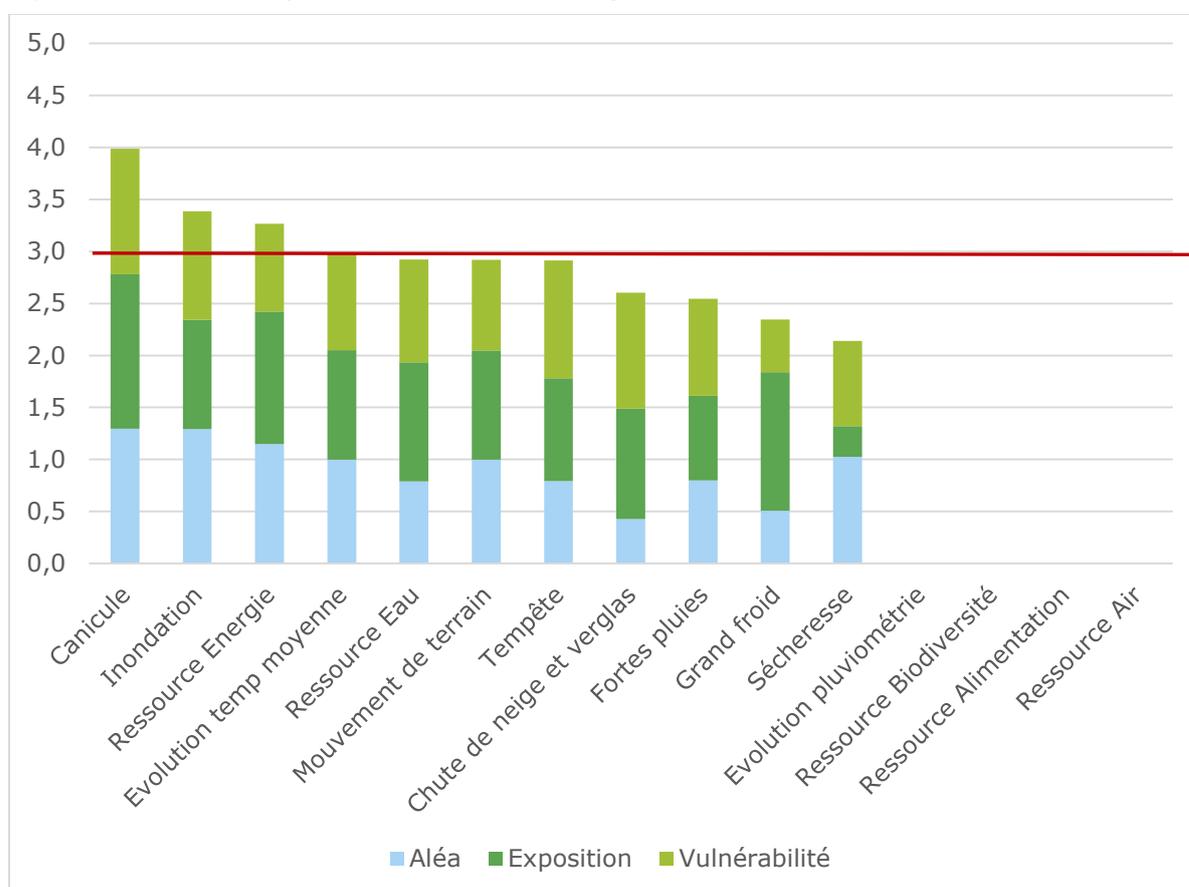
¹⁵ <https://www.lesnumeriques.com/vie-du-net/ville-paris-inaugure-son-propre-data-center-n87463.html>

4.5.2 Les enjeux prioritaires pour le système

Le système des télécommunications de Paris apparaît comme **particulièrement vulnérable au risque de canicule et d'inondation**. Si l'**inondation** présente des risques de **dommages techniques plus marqués dans la zone de crue** et une possible bascule sur le reste du réseau, la **canicule représente un risque général pour l'ensemble du réseau**. En effet, il conjugue un **faisceau de facteurs aggravants** pour l'ensemble de l'infrastructure : électronique des antennes, sensibilité aux hautes températures des data centers, risque de coupure de courant et manque de ressources froides. Le **surdimensionnement actuel** et les **nouvelles spécifications** techniques vers des températures seuil et des températures de fonctionnement plus élevées semblent **préserver le système** en cas de crise mais des **conflits d'usage** relatifs à ces **forts besoins énergétiques et en eau** sont à anticiper.

Par rapport à la précédente étude de 2012, le système profite d'une intégration spécifique dans le cas de la précédente étude, car il n'avait pas été étudié. Les résultats présentés ici sont donc une première étape.

Figure 45 : Part des composantes dans la note de risque du réseau des télécommunications



- Exposition du système

Le système est protégé en partie car enterré ou passant par les réseaux souterrains. Le bâti des centres de données est récent et profite des normes de construction en vigueur. Néanmoins, le système possède une partie de son infrastructure en extérieur, notamment ses antennes relais, directement exposées aux aléas. Le système reste dans son intégralité énergivore, exposé au manque de ressource en énergie, et en partie au manque de ressource en eau pour son refroidissement.

- Vulnérabilité

- Sensibilité du système

La sensibilité du système est essentiellement technique et liée à sa dépendance à la ressource énergétique, au vu de ses besoins croissants en électricité, notamment pour le rafraîchissement des data centers. Une coupure électrique reste donc un élément critique. Les antennes relais sont sensibles à la chaleur et aux vents forts. La population est relativement peu sensible aux aléas climatiques en lien avec le système de télécommunications mais est impactée par leurs effets d'accroissement des îlots de chaleur urbains. Il peut ainsi se retrouver en partie isolée et sans possibilité de communiquer en cas de chute d'une partie du système.

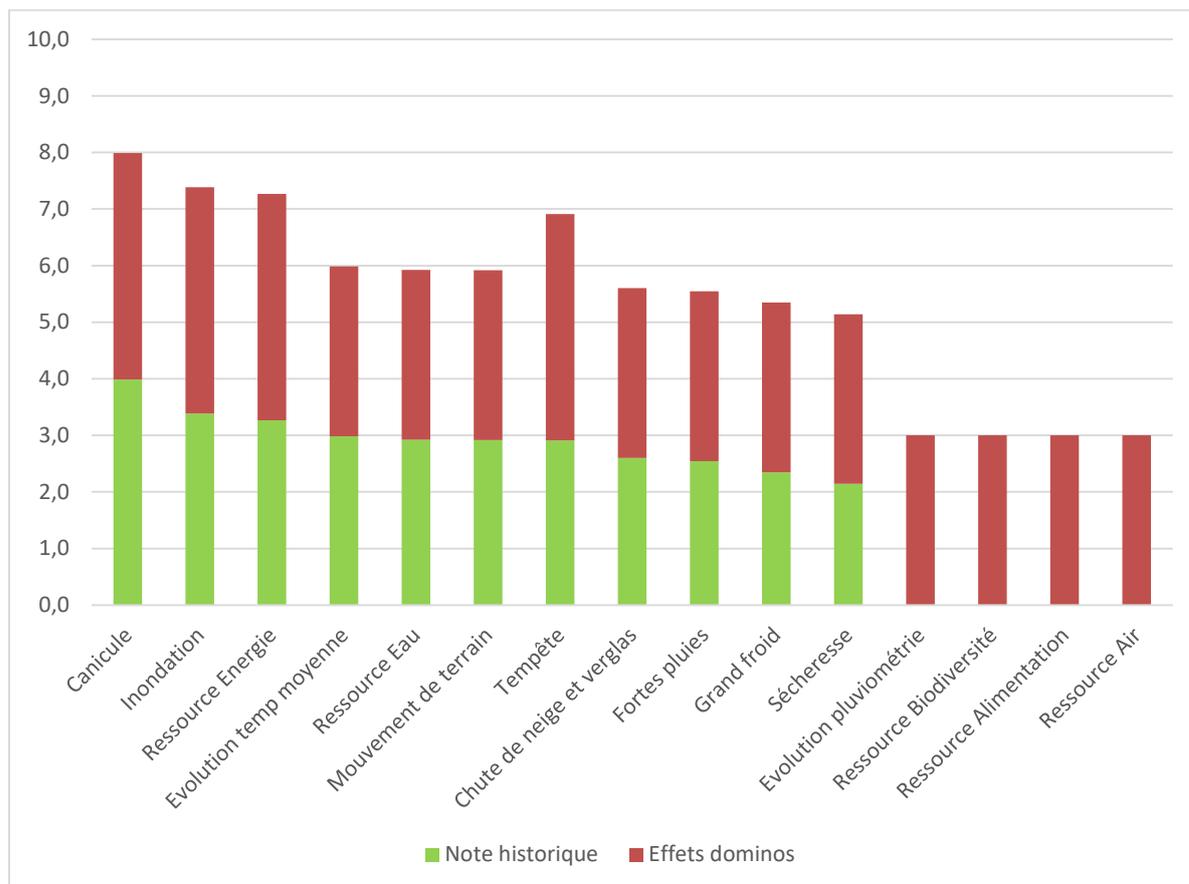
- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation dépend essentiellement de la gestion des opérateurs qui se montrent soucieux de la qualité de service de leurs installations au vu des attentes de leurs clients. Les impacts sur le réseau sont bien documentés par les acteurs, y compris l'anticipation sur des effets futurs, comme la baisse de débit en cas de pluies fortes pour le réseau 5G. Les stratégies de diversification de la production énergétique de la Ville de Paris, de sécurisation du réseau électrique et de perméabilisation de la voirie (PCAET, 2017) devraient profiter au système, notamment pour limiter les effets des possibles coupures de courant et des fortes pluies. Ces coupures de courant sont largement anticipées par les opérateurs de data centers qui ont mis en place des stratégies aux multiples niveaux de sécurisation. Il faut ajouter à cette sécurisation la stratégie générale d'amélioration de la performance énergétique des data centers (APL Data center, 2018) qui tend à limiter la dépendance à la climatisation. Cependant, on trouve encore relativement peu de mention au développement du réseau de télécommunication dans les documents stratégiques, notamment sur leurs possibles besoins en énergie et en eau, ou encore sur leur contribution aux îlots de chaleur urbains.

- Effets dominos

Les effets dominos avec les autres systèmes soulignent l'importance des aléas inondation et canicule. Dans le cas de la canicule, l'impact des autres systèmes vers le réseau des télécommunications est particulièrement lié aux systèmes du réseau de froid et du réseau électrique. Dans l'autre sens, il s'agit surtout de la contribution aux ICU liée au rejet de chaleur des infrastructures. Dans le cas d'une inondation, les effets d'une chute des communications viendraient aggraver la crise en ne permettant pas aux autorités de communiquer les messages d'alerte pour gérer la situation de crise, pour le réseau de transport ou les personnes exposées à la montée des eaux.

Figure 46 : Note de risque du réseau des télécommunications avec effets dominos



4.5.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système de télécommunication.

Tableau 10 : Notation des risques du système télécommunications

	Note de risque historique (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Canicule	4,0	4,2
Inondation	3,4	3,5
Ressource Energie	3,3	3,0
Evolution temp moyenne	3,0	3,1
Ressource Eau	2,9	3,4
Mouvement de terrain	2,9	3,1
Tempête	2,9	3,0
Chute de neige et verglas	2,6	2,5
Fortes pluies	2,5	2,7
Grand froid	2,3	2,1
Sécheresse	2,1	2,3
Evolution pluviométrie	0,0	0,0
Ressource Biodiversité	0,0	0,0
Ressource Alimentation	0,0	0,0
Ressource Air	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le système de télécommunications de Paris est très dépendant de la ressource électrique, puisque très énergivore. Une rupture de service en cas de coupure de courant est très dommageable, avec arrêt de multiples services liés. La stratégie de diversification de la ressource énergétique de Paris (PCAET, 2017) et la flexibilité du système électrique via son maillage devraient contribuer à accroître la résilience du système à l'avenir. Toutefois, plusieurs études suggèrent la création d'hébergeurs alternatifs et d'un service public du numérique pour suivre la qualité de service (ADEME, 2019).

Le risque est modéré.

Ressource eau

Une partie des data centers de Paris utilise l'eau pour leur refroidissement (par exemple, OVH16, dont un data center sert notamment au chauffage de la piscine de la Butte aux Cailles). Des systèmes additionnels de refroidissement sont prévus en cas de manque d'eau ou de température trop élevée de l'eau (un seuil de rejet de l'eau étant fixé à 30°C à Paris selon le règlement d'assainissement de la ville), basés sur la climatisation classique ou l'évaporation d'eau. Un manque d'eau obligerait les data centers à activer des systèmes plus énergivores et une gestion de la chaleur fatale plus diffuse localement (qui contribue aux effets d'ICU).

Le risque est modéré.

Ressource alimentation

Le système n'est pas concerné par la ressource alimentation.

Ressource air

Le système n'est pas concerné par la ressource air.

Ressource biodiversité

Le système n'est pas concerné par la ressource biodiversité.

Évolution des températures moyennes

La partie enterrée du réseau de télécommunications est peu sensible à l'évolution des températures moyennes mais les composantes extérieures (antennes et centres de regroupement) sont sensibles à la variation des températures. Une hausse des températures entraîne une baisse de performance, en lien avec le besoin de rafraîchissement des data centers ainsi qu'une hausse des coûts pour l'approvisionnement en énergie pour maintenir le froid. La plupart des data centers fonctionnent à une température d'environ 22°C, mais les préconisations récentes sont à la hausse (recommandations de 18 à 27°C en entrée de serveur selon l'ASHRAE17), permettant d'allonger les périodes d'utilisation de free cooling et limiter les coûts énergétiques. C'est le cas des data servers OVH, fonctionnant à 28°C.

Le risque est modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le système n'est pas impacté par les baisses de cumuls pluviométriques, hors épisodes extrêmes.

Sécheresse

La sécheresse des sols n'impacte pas le système.

¹⁶ <https://www.usinenouvelle.com/article/comment-ovh-evite-le-coup-de-chaud-a-ses-datacenters.N859570>

¹⁷ <https://www.apl-datacenter.com/fr/relever-la-temperature-des-salles-serveurs-pour-ameliorer-la-performance-energetique-data-centers/>

Canicule

Le système est particulièrement sensible à la canicule à différents niveaux. Les antennes, très exposées au soleil et généralement placées en terrasse, ont une alimentation électrique dont l'électronique est sensible aux hautes températures. Les terminaux utilisateurs (ordinateurs et smartphones) sont également sensibles et peuvent voir leurs performances dégradées. La chaleur entraîne également une surchauffe des data centers, encore plus impactée si le système de climatisation est lui aussi dégradé. Enfin, la chaleur en salle des serveurs rend plus difficile les interventions de maintenance. Les précédents épisodes de canicule n'ont cependant pas causé de panne majeure. Le surdimensionnement (quasiment doublé dans certains cas) et la modification vers le haut des spécifications techniques pour les seuils maximaux (calés sur seuils espagnols¹⁸) a permis d'améliorer la résilience des data centers. Cette résilience dépend cependant en grande partie de l'approvisionnement en froid, dont la panne représente la plus grande menace avec les coupures électriques. Ces deux derniers facteurs, défaut d'approvisionnement froid et coupure électrique, sont possibles lors d'épisodes caniculaires. Les opérateurs possèdent leur propre plan canicule, comme la projection d'eau pour les équipements de toits, mais cela ne pourrait compenser une panne des réseaux énergétiques. A ce jour, la priorisation des usages relative aux télécommunications en cas de tension d'usage sur les ressources « froid » et « eau » n'apparaît pas dans les documents stratégiques.

Le risque est fort.

Grand froid

Le matériel de télécommunications est très exposé aux périodes de grand froid mais beaucoup moins sensible qu'en période de canicule, le matériel étant plus résilient au froid qu'au chaud. Cela explique par ailleurs la multiplication de l'installation de data servers massifs dans les zones froides du globe. Le système requiert peu de chaleur pour fonctionner.

Le risque est faible.

Chute de neige et verglas

Le signal de télécommunication peut être altéré par le verglas et les chutes de neige sur les antennes (phénomène de « bande brillante » à fort pouvoir d'atténuation dû aux flocons). On ne trouve cependant pas de retour relatif à ce problème au niveau de Paris et des tests sont attendus, notamment pour la sensibilité du réseau 5G. Néanmoins, les infrastructures sont susceptibles d'être plus difficiles à atteindre en cas de maintenance nécessaire. Les réseaux de télécommunications deviennent d'ailleurs essentiels dans ces épisodes de neige et verglas, pour les personnes bloquées dans les transports. Le Plan Grand Froid de la Ville de Paris permet de limiter les déplacements et d'atténuer la saturation des réseaux.

Le risque est relativement modéré.

Fortes pluies

Les ruissellements locaux en période de fortes pluies concernent les zones de topographie basse du territoire mais l'infrastructure du système y est peu sensible, en dehors des antennes qui y sont exposées. Une baisse de performance du signal de télécommunication reste théoriquement possible, avec une baisse du débit significative, notamment pour la 5G, en lien avec l'utilisation des ondes millimétriques¹⁹ (ondes profitant de fréquences hautes, avec un faible pouvoir de pénétration, et donc perte du signal en traversant les gouttes d'eau). Cependant, ces ondes ne sont pas encore utilisées et devraient l'être dans les prochaines années. Les travaux de limite de dépendance à un poste source pour le réseau électrique permettent également de limiter les possibles pannes dues à une coupure électrique.

Le risque est relativement modéré.

¹⁸ <https://www.zdnet.fr/actualites/pics-de-canicule-pourquoi-les-datacenters-francais-tiennent-le-coup-39888299.htm>

¹⁹ <https://www.lesnumeriques.com/telephone-portable/5g-la-pluie-risque-de-faire-chuter-les-debits-a144279.html>

Inondation

Une partie du réseau, située en bord de Seine et dans les zones inondables, est concernée. En particulier les centraux télécoms (67 sites d'Orange sont en zone inondable d'après l'opérateur²⁰). Quant aux câbles de télécommunications, ils transitent en galeries des métros, et seraient également submergés mais resteraient malgré tout fonctionnels pour ceux en fibre optique. Les câbles en cuivre seraient sensibles à l'oxydation (le CEPRI a émis des recommandations sur le type de câbles et la gestion de saturation des réseaux de télécommunications) et pourraient impacter internet et le téléphone (Opérateur Orange, 2016). Les antennes relais permettraient d'assurer une couverture mobile minimum, mais celles situées sur les toitures des immeubles submergés n'auraient plus de courant électrique. Le réseau serait ainsi partiellement inopérant. Le PPRI ne dispose pas d'un plan spécifique aux télécommunications mais des suggestions sur l'utilisation limitée des réseaux sont incluses, comme la préférence aux SMS.

Le risque est relativement fort.

Tempête

Les forts vents liés aux tempêtes menacent essentiellement les antennes en terrasse et provoquent des difficultés d'accès aux toitures si une maintenance est nécessaire (comme lors de la tempête Qumaira en 2014 avec chute d'une antenne relais²¹). Des ruptures de service localisées peuvent ainsi impacter les zones isolées mais les antennes relais alentour peuvent couvrir en partie la zone impactée. Les récents épisodes de tempêtes en France ont causé des ruptures de réseaux de télécommunications, essentiellement par la perte de réseaux enterrés emportés par la crue. A Paris, le risque tempête ne devrait pas affecter lourdement le réseau mais causerait des impacts très localisés.

Le danger est modéré.

Mouvement de terrain

Le réseau de télécommunications est peu sensible au risque de mouvement de terrain. Les réseaux enterrés ne sont pas sensibles aux risques de retrait-gonflement des argiles, tout comme les fondations lourdes des data centers. Une rupture de service localisée pourrait avoir lieu en cas de mouvements de terrains sur les anciennes carrières, avec une incidence sur une partie des réseaux (internet) mais sans risque pour la population. L'évaluation environnementale d'un data center d'Interxion²² à la Courneuve ne montre par exemple pas de risque particulier relatif aux mouvements de terrain en lien avec l'activité.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

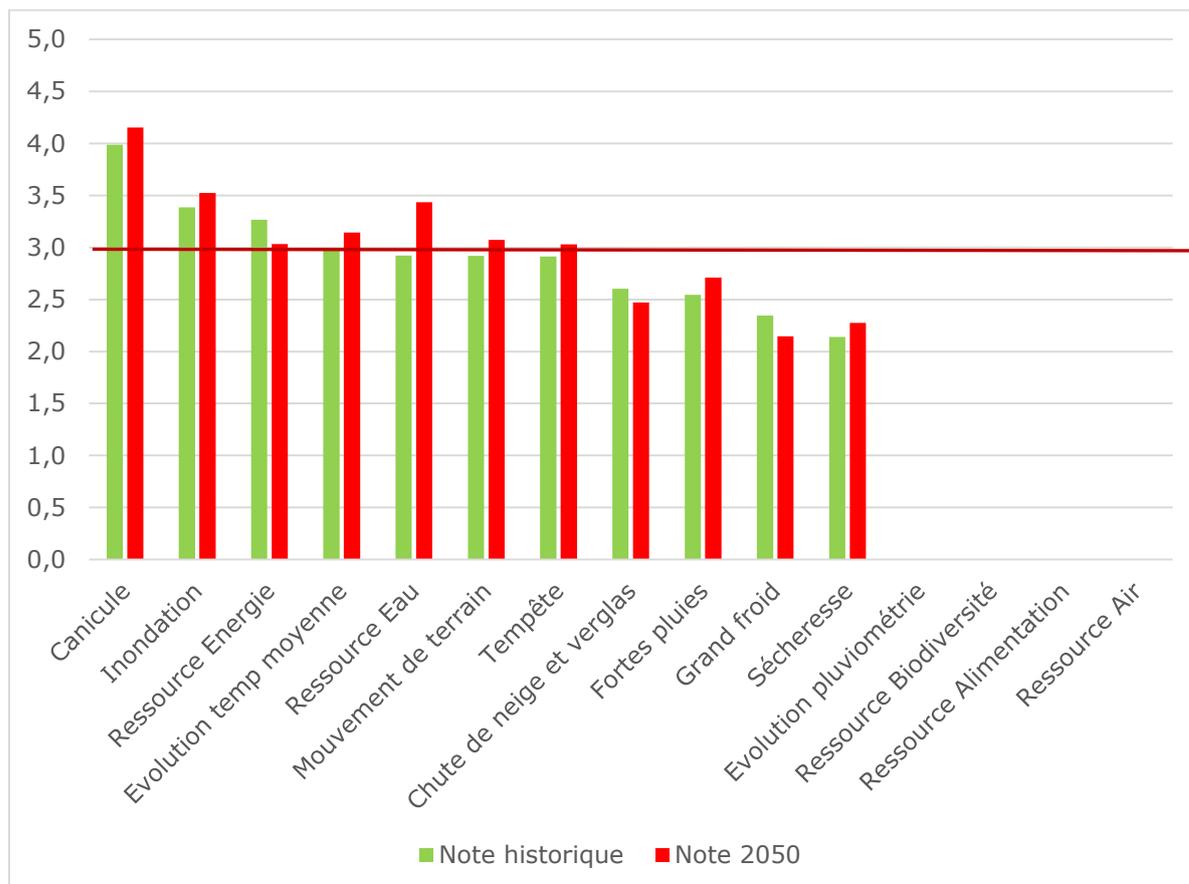
La canicule apparaît comme le principal risque pour les réseaux de télécommunications, et l'évolution à l'horizon 2050 est susceptible d'accentuer toujours plus son niveau de risque. Le défaut de ressource en eau est également un risque à considérer particulièrement. Celui-ci est susceptible de devenir un des risques principaux avec l'inondation.

²⁰ https://www.lexpress.fr/actualites/1/societe/eau-electricite-telecoms-le-quotidien-en-cas-de-crue-majeure-de-la-seine_1772100.html

²¹ https://www.huffingtonpost.fr/2014/02/07/photo-tempete-qumaira-antenne-relais-ile-de-france_n_4747849.html

²² https://lacourneuve.fr/sites/default/files/2019-06/PAR8_e%CC%81tude_impact.pdf

Figure 47 : évolution de la note de risque du réseau des télécommunications à l'horizon 2050



4.5.4 Les sources

- Entretien Qualité de l'air, 2020
- APL Data center, *Relever la température des salles serveurs pour améliorer la performance énergétique des data centers* (2018)
- APUR, Atlas de l'énergie dans le Grand Paris – Consommation // production // tendances et enjeux de demain (2020)
- BRGM, Cartographie de la susceptibilité à l'apparition de désordres liés à différents phénomènes géologiques sur la Ville de Paris, Rapport BRGM, Planche 9 (2014)
- Caisse des dépôts, ADEME, *L'impact spatial et énergétique des data centers sur les territoires* (2019)
- DRIEE/SPE, *Arrêté inter préfectoral sur franchissement seuil vigilance Seine* (2020)
- Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Ile-de-France, *Les data centers franciliens, un essor sous contrainte* (2015)
- L'usine nouvelle, *Comment OVH évite le coup de chaud à ses data centers* (2019)
- Institut Paris Région, *les impacts énergétiques et spatiaux des data centers sur les territoires* (2019)
- Mairie de Paris, *Charte téléphonie mobile* (2017)
- Mairie de Paris, *Nouveau Plan Climat Air Énergie de Paris* (2017)
- Mairie de Paris, *Plan Climat de la Ville de Paris* (2018)
- Mairie de Paris, *Plan Climat Air Energie de la Métropole du Grand Paris* (2018)
- Mairie de Paris, *Plan Canicule*
- Préfecture de Paris, *Plan PPRI Prévention risques inondations du département de Paris* (2015).

4.6 Transports et mobilité

4.6.1 Description du système

Paris est un nœud dense de transports et concentre beaucoup d'infrastructures ferroviaires, routières ou fluviales pour le transport de personnes et de marchandises. On évoque ici l'ensemble des systèmes de transports de la ville, métro, réseau ferré court et longue distance, automobile, deux roues motorisés, vélo ou encore la marche à pied qui reste encore le principal mode de déplacement pour les liaisons Paris-Paris (Bilan des déplacements, Mairie de Paris, 2016).

Figure 48 : Répartition modale des déplacements en transports en commun (Observatoire des déplacements, 2019)



Huit millions de déplacements sont enregistrés chaque jour à Paris dont 88 % par les Parisiens. La part de la circulation automobile poursuit d'année en année sa tendance à la décroissance avec une baisse annuelle de 5 % observée en 2018 quand le développement des pistes cyclables induit une hausse annuelle de 10 % des déplacements à vélo (Observatoire des déplacements, 2018).

Figure 49 : évolution annuelle 2017/2018 de la circulation dans Paris intra-muros (Observatoire des déplacements, 2018)



Le réseau de pistes cyclables approche désormais le millier de kilomètres et le système vélo (voies, stationnement...) poursuit son développement. Le réseau ferré reste massivement utilisé pour les transports en commun (RER, métro, train, tramway).

Le transport de marchandises dépend des réseaux externes à la ville, comme le réseau aérien, ferroviaire et fluvial. Mais il dépend encore et surtout principalement du réseau routier. Un tiers des parisiens aurait recours à la livraison à domicile (Observatoire des déplacements, 2018). Un développement de modes alternatifs de transport de marchandises est en cours, comme par

voie fluviale avec réaménagement de certains ports comme Javel-Bas (APC, 2020), l’Ile-de-France constituant une destination majeure pour les trafics des ports maritimes.

4.6.2 Enjeux prioritaires pour le système

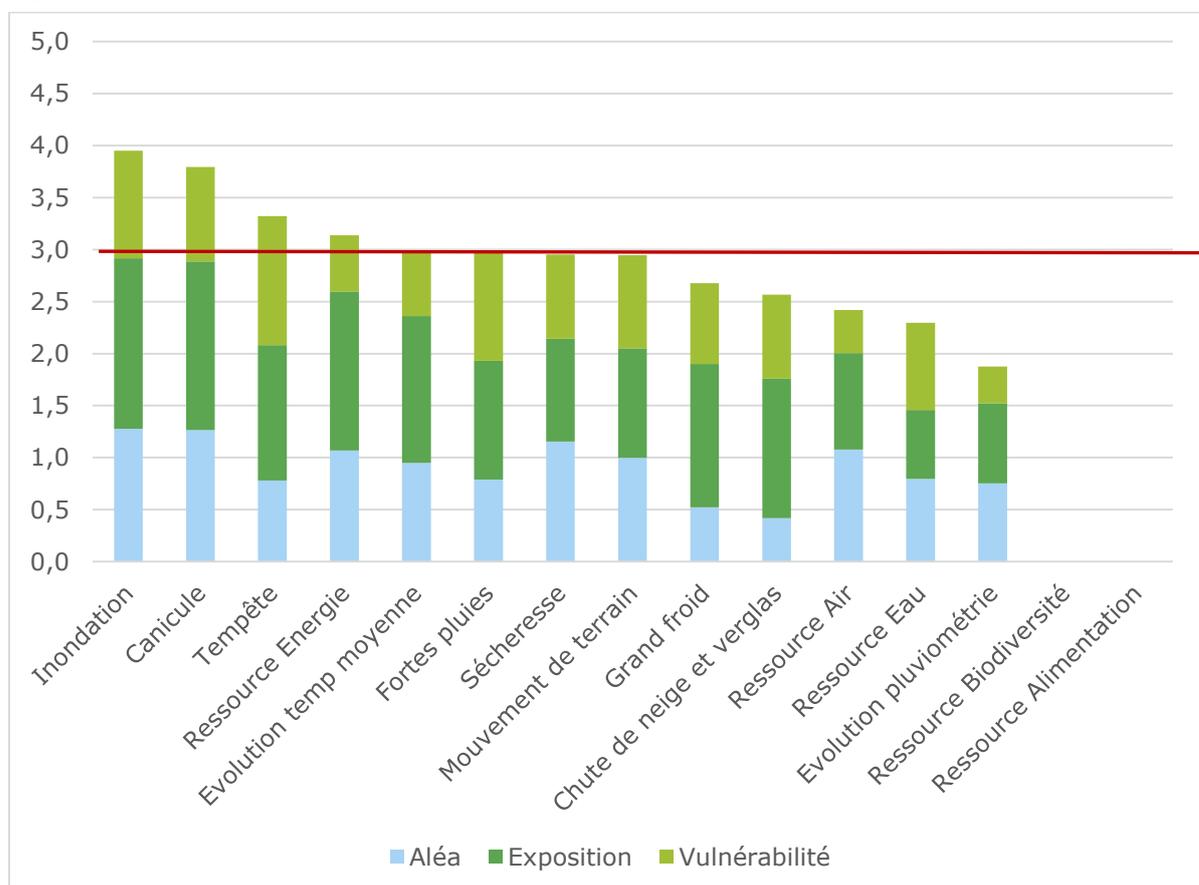
Le système transport et mobilité de la Ville de Paris est concerné par de **nombreux risques en raison de la variété des modes de transport** et de son **exposition aux aléas climatiques** de tout ordre.

Les risques **inondation et canicule apparaissent particulièrement impactant**. Une crue centennale signifierait la **paralysie de tout le réseau** ou presque pendant une **durée longue**. Les **canicules** présentent des risques similaires au cadre bâti pour les usagers du transport public, avec un **fort inconfort thermique** et une sensibilité plus forte de l’ensemble du réseau, notamment le **réseau ferré dont l’infrastructure est sensible** aux hautes chaleurs, y compris le réseau souterrain (sensibilité des transformateurs électriques). L’évolution du mix énergétique du transport parisien vers une plus **grande diversification et la limitation des moteurs thermiques** sont plutôt positives du point de vue de la **dépendance au coût du carburant et de la pollution de l’air** mais posent la question de la **bonne préparation du réseau** aux carburants alternatifs, notamment la mise à disposition de stations-services pour le gaz.

Les **modes actifs, piétons et vélos**, semblent **les plus résilients** et ne sont que ponctuellement impactés mais la part **de ce mode** est très dépendante des évolutions climatiques, notamment les fortes pluies ou les épisodes de tempête, ce qui oblige à avoir un **réseau dimensionné en conséquence**.

Le **transport de marchandises** semble en retrait et encore **très dépendant du mode routier**, ce qui accentue sa **vulnérabilité en cas de blocage** du réseau routier (en cas de chutes de neige et tout particulièrement en cas d’inondation, ce qui bloquerait l’approvisionnement de Paris). Il profiterait du **développement d’alternatives**, comme cela est aujourd’hui initié avec le développement du réseau fluvial ou des livraisons à vélo.

Figure 50 : Part des composantes dans la note de risque du système de transport et mobilités



Exposition du système

Le système est globalement très exposé à tous les aléas possibles, surtout ses composantes de surface. Les réseaux de transport souterrain permettent de limiter l'exposition aux variations fortes de température ou aux épisodes de neige et tempête mais sont plus exposés aux inondations qui entraîneraient un arrêt d'une large partie du réseau de métro sur une large partie du territoire.

- Vulnérabilité
 - Sensibilité du système

La sensibilité du système provient principalement des altérations du trafic qui découlent des pannes (électrique, voie ferrée ou matériel) ou des aléas localisés. Les modes actifs profitent de leur moindre dépendance aux infrastructures et énergies pour limiter leur sensibilité aux aléas impactant le trafic. Le développement de ces modes actifs permet également de limiter la sensibilité des autres modes en désaturant les réseaux routiers. Mais le report possible sur les transports ferrés et routiers en cas d'aléa est un facteur aggravant pour la sensibilité des transports, réduisant circulation des modes actifs.

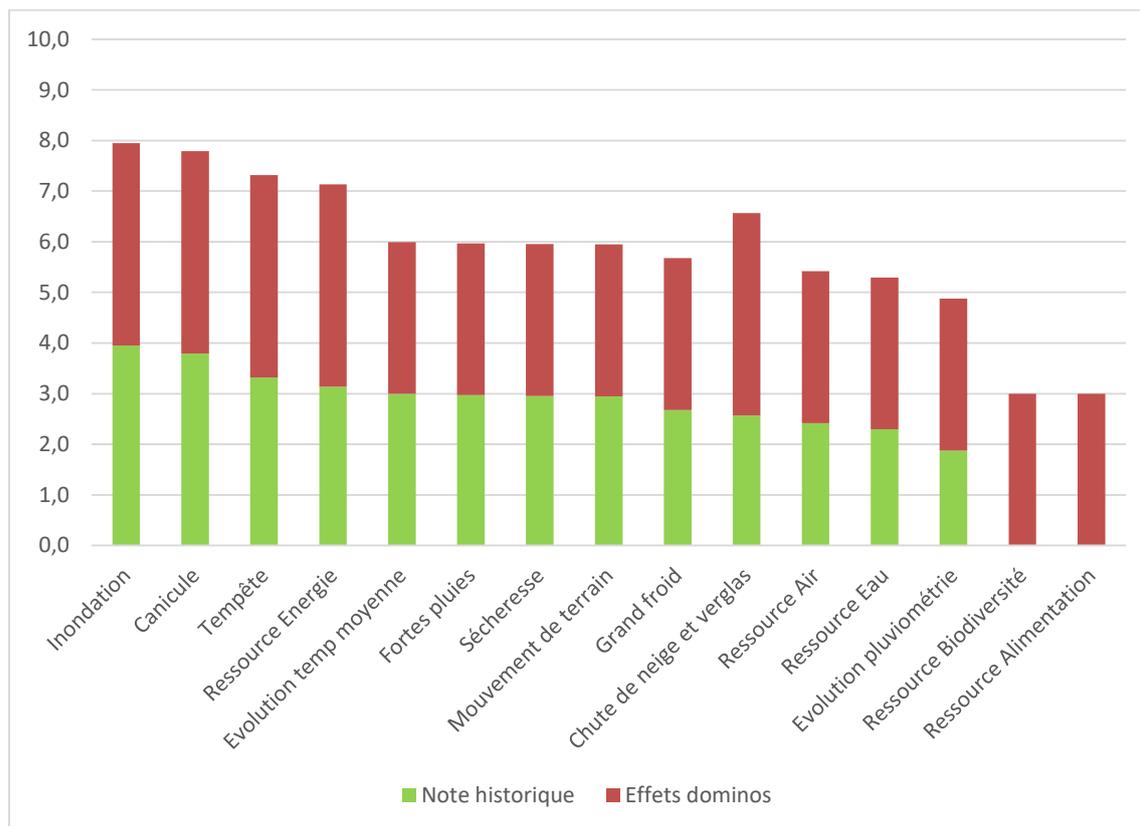
- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation du système dépend des stratégies de réponses aux incidents par les opérateurs de transport. La Ville de Paris a entrepris des actions sur la voirie qui permettent de continuer à privilégier les mobilités actives (développement de voies cyclables, piétonisation des rues) et limiter les effets des aléas (meilleure perméabilisation des sols pour limiter les phénomènes d'inondation localisée). Les plans nationaux ou régionaux permettent d'apporter une réponse aux situations de crise (Plan Neige et Verglas) et les décisions liées à l'évolution du mix énergétique du transport (Plan Vélo, Plan de déplacement des Administrations parisiennes, développement transports en commun et fin des moteurs thermiques dans le PCAEM) devraient permettre de limiter la dépendance au mode routier et au carburant. Cependant, si ces alternatives couvrent bien le transport de personnes, le transport de marchandises reste encore très dépendant du mode routier et donc plus sensible malgré une volonté affichée (Charte en faveur d'une logistique urbaine durable).

- Effets dominos

Les effets dominos sont particulièrement importants pour le réseau de transport, essentiel à la majorité des gestions de crise, interventions de maintenance ou interventions pour aider la population et impactent globalement tous les risques.

Figure 51 : Note de risque du système de transport et mobilités avec effets dominos (sur 10)



4.6.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système de santé publique.

Tableau 11 : Notation des risques du système de transport et mobilités

	Note de risque (sur 5) Historique	Note de risque (sur 5) 2050
Inondation	4,0	4,1
Canicule	3,8	3,9
Tempête	3,3	3,5
Ressource Energie	3,1	2,9
Evolution temp moyenne	3,0	3,2
Fortes pluies	3,0	3,2
Sécheresse	3,0	3,1
Mouvement de terrain	2,9	3,1
Grand froid	2,7	2,4
Chute de neige et verglas	2,6	2,4
Ressource Air	2,4	2,1
Ressource Eau	2,3	2,7
Evolution pluviométrie	1,9	2,0
Ressource Biodiversité	0,0	0,0
Ressource Alimentation	0,0	0,0

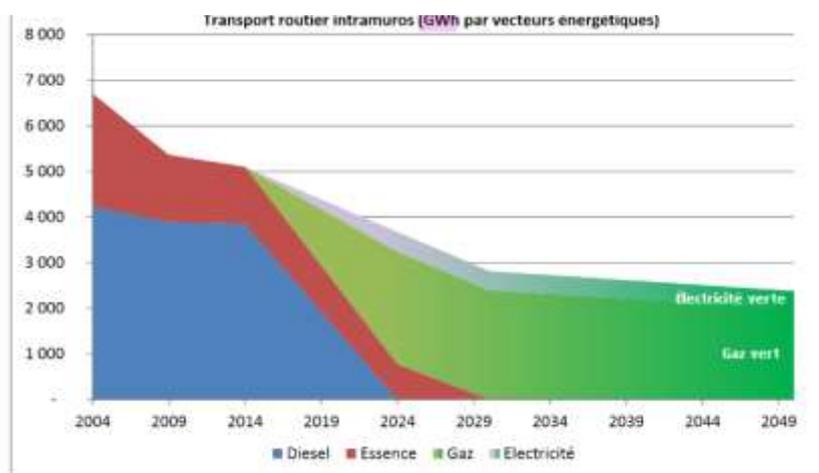
1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Le système de transport de Paris est très énergivore, et reste le troisième poste de consommation énergétique, mais la part de ses besoins a baissé sensiblement, notamment vis-à-vis des ressources fossiles, comme l'illustre la baisse de 26 % entre 2004 et 2018 des millions.km effectués intramuros par voie routière (Bilan GES de Paris, 2018). C'est un résultat des objectifs de la politique de développement des mobilités actives et de réduction de la part de la circulation automobile (PCAEM, 2018), ce qui permet également de limiter la sensibilité à la hausse du coût du carburant. Le système de transport dépend directement de l'électricité (réseau ferré, métro, tramway et train) et cette dépendance devrait augmenter avec le développement des mobilités électriques (voitures, vélos, camions). RTE suggère le recours à un nouvel EPR à l'échelle nationale pour accompagner ce développement à horizon 2030-2033. La dépendance au réseau électrique est donc accentuée à l'échelle de Paris, mais celui-ci apparaît très résilient, en dehors des épisodes de crue et de canicule.

Le recours au gaz vert se développe également et devrait s'accroître pour le transport routier intramuros (Figure ci jointe) (Nouveau Plan Climat Air Energie de Paris, 2017), ce qui expose le transport à la disponibilité du gaz et aux stations de recharge, dont les normes de construction imposent des critères contraignants (distance vis-à-vis des logements)²⁴.

Figure 52 : Transport routier intramuros par vecteurs énergétiques (GWh) (Nouveau Plan Climat Energie de Paris, 2017)



Le système de transport reste un élément critique du bon approvisionnement en ressources énergétiques pour la ville, notamment le réseau ferré. La diversification et relocalisation du mix énergétique limite la dépendance à la ressource mais ajoute de la pression au système de transport qui devra assurer le bon acheminement des ressources (bois principalement), notamment pour le réseau de chaleur. Des questions subsistent sur l'état de développement des énergies alternatives, notamment le réseau de distribution, pour le système de transport (Charte en faveur d'une logistique urbaine durable, 2013).

Le risque est modéré.

Ressource eau

Les transports de Paris sont faiblement exposés à la raréfaction de la ressource en eau, en dehors du transport fluvial [diminution du débit de la Seine de 29 % à horizon 2100, (Cahier 2 : Paris face au changement climatique, 2020), susceptible d'impacter le transport fluvial amont] et du nettoyage de la voirie. Cette question du transport fluvial tendra néanmoins à occuper une place croissante car la fermeture de la Seine à la navigation constitue donc une entrave aux transports de marchandises (produits grande distribution etc.) mais aussi au tourisme.

²³ <https://www.usinenouvelle.com/article/tribune-quel-mix-energetique-optimum-pour-la-france-en-2030.N588193>

²⁴ <https://www.lesechos.fr/pme-regions/ile-de-france/gaz-naturel-le-reseau-des-stations-automobiles-se-densifie-1145548>

La qualité des eaux (provenant du réseau d'eau non potable) utilisées pour le nettoyage de la voirie fait l'objet d'analyses et le dimensionnement actuel du réseau ne semble pas constituer un risque à ce niveau. Le développement du transport fluvial pourrait constituer le facteur d'exposition majeur, à la sensibilité croissante à l'avenir, si une partie plus importante des transports utilise ce mode [+5 % de croissance annuelle pour le transport des marchandises et celui des passagers²⁵ (VNF, 2018)].

Le risque est aujourd'hui relativement modéré.

Ressource alimentation

Le système n'est pas concerné par la ressource alimentation.

Ressource air

Le système de transport est en lien direct avec la qualité de l'air. En cas de dépassement de seuils, des restrictions d'usage s'appliquent aux véhicules thermiques selon leur catégorisation Crit'Air. La zone de faible émission (ZFE) couvre l'intégralité du territoire de la Ville de Paris et s'applique aujourd'hui aux véhicules classés Crit'Air 4 ; une zone à faibles émissions couvre également le territoire métropolitain, avec un autre niveau d'interdiction. Les restrictions vont se renforcer jusqu'à la seule autorisation des véhicules Crit'air 1 en 2024, et l'interdiction prévue des véhicules thermiques en 2030²⁶. Les restrictions s'appliquent également aux véhicules de transport de marchandises. Cette réglementation incite à une accélération du remplacement du parc automobile vers un parc moins émissif. La contribution et l'exposition aux seuils de pollution de l'air devraient connaître une forte baisse dans les prochaines années pour le transport, limitant en conséquence la vulnérabilité du système à la ressource en air. La feuille de route pour la qualité de l'air (DRIEE Ile-de-France, 2018) liste et chiffre les actions à mettre en œuvre pour accompagner ce changement (11 défis principalement axés sur l'évolution de la mobilité automobile et le recours au vélo, aux transports en commun, la gestion de la logistique).

Le risque est relativement modéré.

Ressource biodiversité

Le système n'est pas concerné par la ressource biodiversité.

Évolution des températures moyennes

Le système est exposé à l'évolution des températures moyennes, qui affecte le confort des usagers et les infrastructures. La sensibilité technique du système reste cependant limitée avec un point d'attention cependant sur la température seuil de 45°C de dilatation des voies ferrées (la température des rails est de 58°C quand la température extérieure est de 30°C à Paris, Transilien, 2015). Les récentes actions de restriction d'accès à certains types de véhicules thermiques (PCAEM, 2018) devraient contribuer à limiter l'impact du transport sur les effets locaux d'îlots de chaleur urbains. Mais l'inconfort thermique lié à l'augmentation de fréquence des jours chauds et très chauds (Cahier 2 : Paris face au changement climatique), notamment dans les transports en commun, reste un facteur significatif de sensibilité, et pourrait influencer les choix des parisiens. Ce risque est moins documenté que les impacts des épisodes caniculaires.

Le risque est modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le système est exposé à l'évolution de la pluviométrie (en dehors des réseaux souterrains) mais y est peu sensible. La baisse du nombre de jours de pluie est susceptible d'impacter favorablement le système en favorisant les modes actifs et en limitant les ralentissements de circulation.

Le risque est faible.

²⁵ <https://www.leparisien.fr/economie/le-grand-retour-du-transport-fluvial-porte-par-la-vague-verte-16-09-2019-8152821.php>

²⁶ <https://www.paris.fr/pages/nouvelle-etape-crit-air-des-le-1er-juillet-2017-4834>

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols implique également une sécheresse végétale et une recrudescence de feux de talus, occasionnant une cause majeure des retards sur le réseau SNCF (SNCF, 2020). La sécheresse des sols implique également une sécheresse de la végétation, pouvant accentuer l'inconfort thermique des usagers des modes actifs. Ce risque apparaît peu dans les documents stratégiques de la ville de Paris mais fait l'objet d'une surveillance par les opérateurs. La sécheresse des sols implique aussi une sécheresse des arbres situés dans les espaces publics et la voirie et limite la contribution de ceux-ci, en termes de fraîcheur. Une étude actuellement en cours « Arbre et climat » (Mairie de Paris, 2019), devrait permettre de mieux percevoir les impacts possibles selon les espèces d'arbres.

Le risque est modéré.

Canicule

La canicule représente encore à ce jour un des risques majeurs pour le système de transport non enterré. Le système est intégralement exposé à l'aléa et sa sensibilité est critique et à multiples facteurs : fort inconfort thermique dans les transports en commun et véhicules individuels pour les usagers et les professionnels du transport de marchandises, performance amoindrie des véhicules avec risques de pannes électriques, dilatation des rails et des caténaires, sensibilité électronique, cumul de chaleur et fonte du bitume des routes. Le réseau enterré (métro notamment) est un peu moins sensible mais les risques de pannes liés aux surchauffes des transformateurs subsistent. Les « tournées chaleur » des techniciens (Transilien, 2017) permettent de contrôler plusieurs fois quotidiennement les températures du rail. Les Parisiens ont toujours recours aux mobilités actives d'après les retours de terrain (Direction de la voirie et du déplacement, 2020) et de nouveaux revêtements avec un meilleur albedo sont testés. Les îlots de fraîcheur et les ombrières permettent également de maintenir l'utilisation de modes actifs en cas de canicule.

Le risque est fort.

Grand froid

Le système est exposé aux épisodes de grand froid mais sa sensibilité est moins critique que lors des canicules. Les rails, contractés par le froid, peuvent présenter des fissures, repérés par ultrason (Transilien Plan Grand Froid, 2015) et pouvant interrompre la circulation, ce qui peut occasionner des impacts sur les livraisons, notamment pour l'approvisionnement en ressources énergétiques. L'équipement roulant est assez résilient. Le transport fluvial peut être complètement interrompu en cas de gel de la Seine, comme durant l'épisode de gel de 200627, bien que cet événement reste rare et affecte surtout le transport fluvial en amont de la ville. Le transport routier est assez peu sensible, notamment sur les véhicules récents dont les équipements sont résistants au froid. Les utilisateurs sont exposés au froid mais les équipements de chauffage des modes de transport sont généralement bien dimensionnés. On note cependant une plus grande sensibilité des marcheurs et cyclistes qui peuvent se reporter sur d'autres modes de transport. Les acteurs (Entretien Recherche Voirie Déplacement, 2020) ne citent pas de point d'attention particulier complémentaire.

Le risque est modéré.

Chute de neige et verglas

Les épisodes de chutes de neige et de verglas sont très impactants pour le système de transport en surface qui se voit très ralenti, voire complètement interrompu selon l'intensité de l'aléa, sur la quasi-totalité des types de transports routiers (transport en commun, transport de marchandises, particuliers). Le dernier épisode en date, en 2018, a ainsi vu un record de bouchons sur le périphérique francilien, des bus de la RATP immobilisés au dépôt et un retard

²⁷ https://www.lemonde.fr/a-la-une/article/2006/02/22/la-seine-gelee-sur-8-kilometres_743952_3208.html

conséquent dans la circulation des trains²⁸. Ces difficultés entraînent un accès difficile à tous les services de la ville, système de santé, activité économique ou réseau de distribution énergétique si une panne est signalée. Le Plan Neige et Verglas (Ministère de l'Intérieur) a pour objectif d'anticiper, puis de contribuer à gérer les conséquences d'un épisode de neige ou de verglas impactant plus d'un département de la région Ile-de-France et donne les instructions à communiquer pour répondre à la crise, allant jusqu'à l'interdiction de circulation et le renvoi sur des aires de stockage pour les poids lourds. Un salage préventif des routes est aussi mis en place quand le plan est enclenché. Le Plan Grand Froid de la SNCF permet aussi de palier au risque de rupture des caténaires par accumulation de glace.

Le risque est modéré.

Fortes pluies

Le système de transport parisien est exposé aux fortes pluies qui peuvent provoquer des inondations localisées par ruissellement. Des ralentissements de circulation et une plus forte accidentologie (aquaplaning) sont ainsi possibles. Des retards de circulation sont attendus, d'autant plus qu'un report des modes actifs vers les transports en commun et la voiture contribue à la saturation des axes. La perméabilisation des sols et la recherche sur les nouveaux matériaux de voirie absorbante, engagées par la Ville de Paris, constituent le principal axe de réponse pour limiter les dégâts des fortes pluies et la stagnation des eaux.

Le risque est modéré.

Inondation

Le système de transport de la Ville de Paris est particulièrement exposé au risque inondation, en raison de la concentration des nœuds de transport dans la zone inondable en bord de Seine et des répercussions en chaîne sur l'intégralité du réseau d'un blocage des flux de transport.

Dès les premiers niveaux de crue, les infrastructures de transport sont impactées avec la fermeture de tronçons complets d'infrastructures et des répercussions notamment sur l'échangeur de l'autoroute A4 et sur le RER C (Entretien Recherche Voirie Déplacement, 2020). Les entrées d'eau menacent les réseaux ferrés souterrains et la résistance des tunnels et stations de métro à la submersion est soumise à incertitudes. L'alimentation électrique serait coupée au niveau de la zone, ce qui impacterait la signalisation du trafic. L'exercice EU Sequana (Préfecture de police, 2016), simulant les effets d'une crue prévoit que 140 kilomètres de lignes de métro seraient inutilisables sur les 250 kilomètres qui le composent et un grand nombre de stations seraient fermées. La majeure partie des ponts serait submergée ou fermée à la circulation en raison de la fragilisation des structures due à la force du courant. Le seul moyen de passer d'une rive à l'autre de Paris resterait alors le boulevard périphérique. Un retour à la normale après une inondation de type 1910 serait de 5 ans minimum si aucune mesure préventive n'était mise en œuvre (Cahier 2 : Paris face aux aléas climatiques, 2020). Le PPRI reste, en cas d'inondation, le principal document explicitant la stratégie de gestion de risques et son système d'alerte est calibré pour répondre à la montée progressive des eaux, mais manque d'une stratégie de réajustement des voies (Direction voirie et chaussée, 2020). Le transport de marchandises serait naturellement également impacté, avec un risque sur les approvisionnements.

Bien que des actions de sensibilisation et de surveillance (EPISEINE) soient entreprises et de nombreuses actions sur les aspects ponctuels des autres systèmes impactés (maintien partiel du fonctionnement du réseau électrique), une large paralysie du réseau semble inévitable.

Le risque est fort.

Tempête

Le système de transport est exposé au risque de tempête dont les forts vents provoquent des chutes d'objets ou d'arbres et peuvent bloquer des parties du réseau ferroviaire ou routier, en

²⁸

https://www.lexpress.fr/actualite/societe/meteo/ile-de-france-paralysee-par-la-neige-scandale-ou-fatalite_1982839.html

dehors du réseau souterrain. L'alimentation en énergie du réseau de transports collectifs pourrait être également impactée (électrique principalement) si les caténaires étaient touchés. Bien que ces impacts soient localisés, ils entraînent des grandes perturbations sur le réseau. Par exemple, la tempête Ciara, en février 2020, a perturbé le trafic de toutes les lignes du Transilien, notamment le RER A (chute d'arbres), celui du RER B (panne d'alimentation électrique)²⁹. Les impacts sont localisés mais nécessitent une gestion de crise, dont sont coutumiers les opérateurs de réseau. Les mobilités actives sont particulièrement affectées, les cyclistes et piétons étant très sensibles aux forts vents.

Le risque est relativement fort.

Mouvement de terrain

Les cavités du sous-sol parisien sont liées aux réseaux souterrains du système de transport parisien. La sécheresse des sols est susceptible d'impacter les infrastructures de transport, en cas de retrait-gonflement des argiles, qui peut provoquer des fissures dans les infrastructures de transport. Ce phénomène n'est cependant pas répertorié sur le territoire de la Ville de Paris. Le risque lié aux sols argileux est très localisé, principalement au nord de Paris. Les travaux de cartographie des sous-sols parisiens et les technologies de sonde permettent de mieux suivre l'humidité des sous-sols et les phénomènes d'érosion du gypse antéludien. Des cas d'effondrement de la voûte des métros ont déjà été répertoriés, comme l'effondrement de 2003 lors des travaux pour le prolongement du métro « Olympiades » et la destruction de locaux scolaires à proximité (Académie de Paris, 2010), mais sont principalement liés aux techniques de construction.

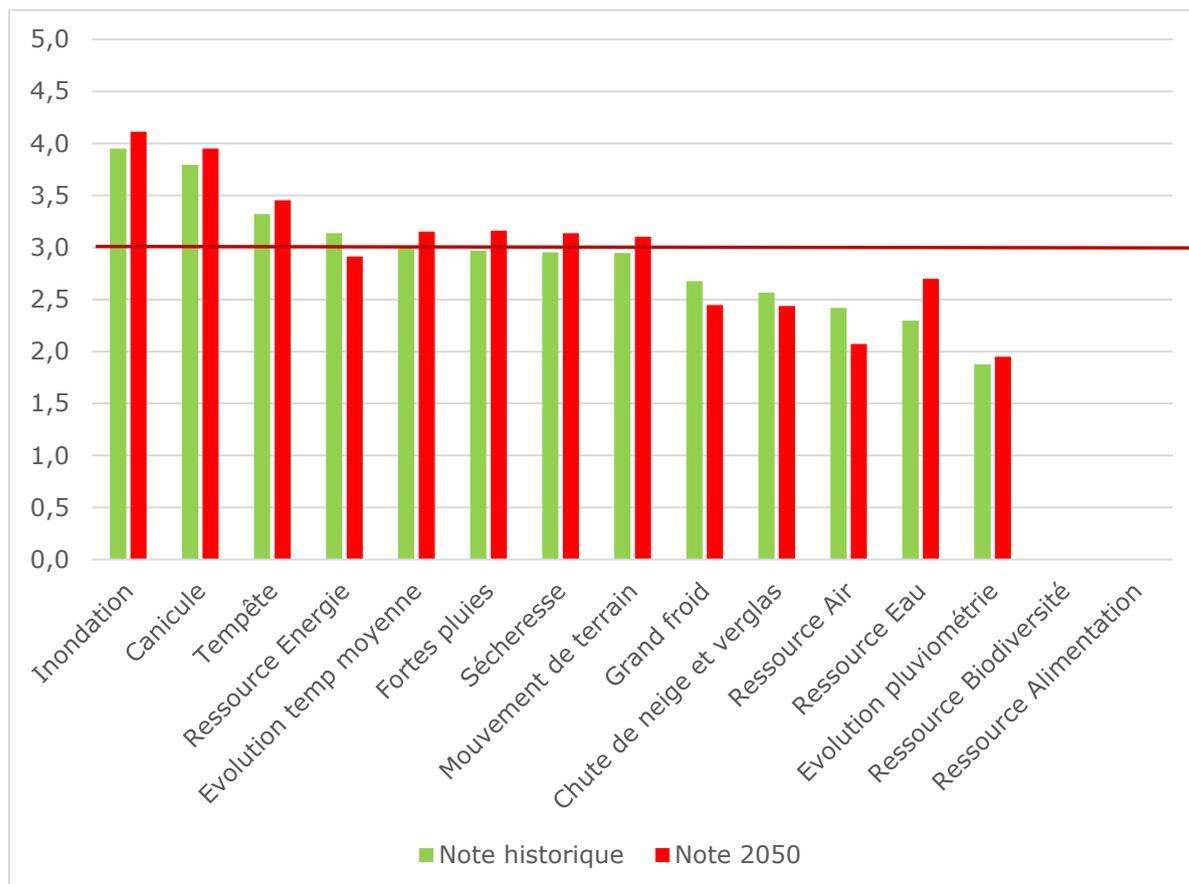
Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, les évolutions climatiques suggèrent que certains risques, déjà forts, pourraient avoir un niveau de risque réhaussé, notamment l'inondation et la canicule pour leur risque de récurrence plus élevé (Cahier 2 : Paris face au changement climatiques, 2020). Les autres risques progressent également à la hausse, en dehors des aléas hivernaux qui profiteront de la baisse attendue de la fréquence et de l'intensité de ces événements. Le risque lié à la qualité de l'air devrait diminuer drastiquement, avec les récents efforts de la ville pour lutter contre la pollution de l'air liée au trafic routier. Un point d'attention concerne la ressource en eau, alors qu'une politique du développement du réseau fluvial est en cours.

²⁹ <https://www.francebleu.fr/infos/meteo/tempete-ciara-fortes-perturbations-du-traffic-ce-lundi-matin-en-ile-de-france-1581319603>

Figure 53 : évolution de la note de risque du système de transport et mobilités (sans effets dominos)



4.6.4 Les sources

- Entretien Recherche Voirie Déplacement, 2020
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- APUR, *Le Livre blanc des mobilités à l'horizon 2030* (2018)
- Agence Parisienne du Climat, *Le transport de marchandises à Paris : la Seine comme alternative ?* (2020)
- Caisse des Dépôts, *Infrastructures de transport en France : Vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation* (2009)
- BRGM, *Cartographie de la susceptibilité à l'apparition de désordres liés à différents phénomènes géologiques sur la Ville de Paris, Rapport BRGM, Planche 9*
- CEREMA, *Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, volet infrastructures et systèmes de transport, action 3* (2017)
- Commissariat Général du Développement Durable, *Chiffres clés du transport* (2020)
- DRIEE, *Feuille de route pour la qualité de l'air* (2018)
- EpiSeine, *Elearning, Serez-vous prêt pour la prochaine inondation ?*
- IAU idF, *Densimos 2006/Satase 77, Satase 78-91, Satase 95, Siaap, IAU - BD Assainissement* (2008)
- Ile-de-France mobilités, *Carte du réseau d'Ile-de-France Mobilités* (2021)
- Institut Paris Région, *Fret fluvial en Ile-de-France : crue ou décrue ?* (2020)
- Mairie de Paris, *Charte en faveur d'une mobilité urbaine durable* (2013)
- Mairie de Paris, *Nouveau Plan Climat Air Energie de Paris* (2017)
- OCDE, *Etude sur gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France* (2014)
- Observatoire du Plan Vélo Paris, *2015*
- EU Sequana, *Préfecture de police*, (2016)
- SNCF, *Rails et variations de températures, Transilien* (2015)

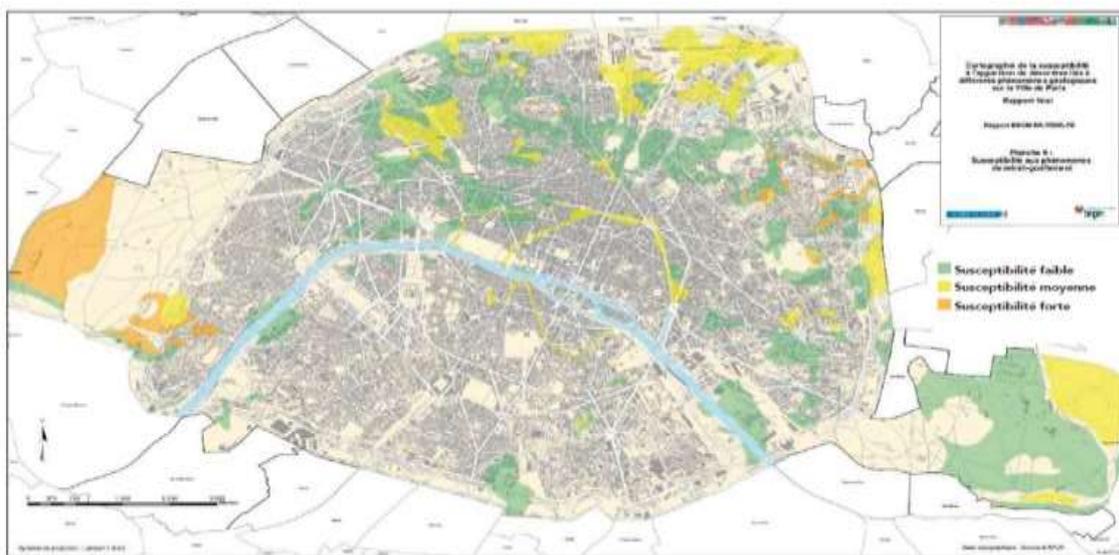
- [SNCF Transilien, Pourquoi les variations de températures sont à l'origine des perturbations \(2017\)](#)
- [Ville de Paris, Bilan déplacements en 2018 à Paris \(2018\)](#)
- [Ville de Paris, Bilan des émissions de gaz à effet de serre \(2020\)](#)
- [Ville de Paris, Plan Canicule Paris \(2020\)](#)
- [Ville de Paris, Plan Grand Froid \(2018\)](#)
- [Ville de Paris, Stratégie de résilience de Paris \(2017\)](#)
- [Ville de Paris, Les eaux pluviales : Parispluie \(2019\).](#)

4.7 Sous-sols

4.7.1 Description du système

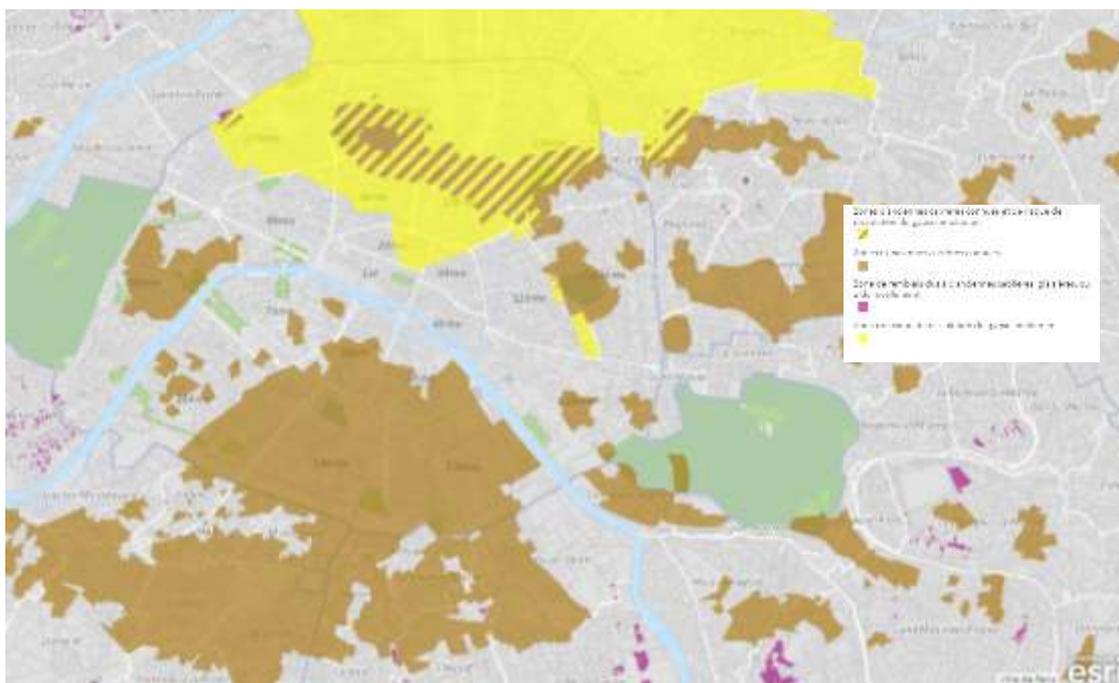
Le sous-sol parisien, ou « Paris souterrain », se réfère à tous les éléments du sous-sol, carrières, catacombes, caves d'immeubles, galeries techniques et voies souterraines utilisées pour le transport (métro, RER, train, tunnels routiers). Dans la présente étude et pour éviter une double comptabilité du risque, nous excluons du périmètre des sous-sols les composantes déjà évoquées dans d'autres systèmes distincts, notamment les tunnels pour le transport (système transport et mobilité), les composantes souterraines utilisées pour les réseaux énergétiques (canalisations des réseaux de froid, chaleur, gaz), et les égouts (systèmes « assainissement » et « eau non potable ») dont le risque lié au sous-sol a déjà été évalué par ailleurs.

Figure 54 : Localisation des zones de susceptibilités au retrait-gonflement des argiles (Mairie de Paris, BRGM)



La présente analyse se focalise sur les composantes restantes, carrières et catacombes. Les carrières souterraines de Paris sont un ensemble de carrières interconnectées, utilisées historiquement en tant qu'ossuaires, puits d'accès aux nappes phréatiques, notamment pour l'activité de brasserie, ou extractions de minéraux pour la construction, dont des politiques d'obligation de consolidation par les propriétaires ont été émises fin XIX^{ème} siècle. Enjeu militaire pendant la seconde guerre mondiale, les carrières sont ensuite utilisées à des fins de tourisme ou d'évènements musicaux, puis leur accès est restreint à partir de 1955 et des consolidations ont ensuite lieu, notamment à partir d'injection de béton liquide. Les mouvements de terrain relatifs aux carrières restent relativement rares, mais on note quelques incidents localisés, comme la destruction de locaux d'une école en 2003 par suite d'effondrement d'une voûte d'un tunnel de métro en construction (Académie de Paris, 2010). Le risque lié aux effondrements est systématiquement mentionné dans les procédés de construction et des cartographies des sous-sols parisiens sont en cours de mise à jour, dans le cadre de la stratégie de résilience (Action 13, Mieux connaître les sous-sols pour réduire les risques d'effondrement et d'inondation).

Figure 55 : Zonage de carrières et risques (Mairie de Paris)



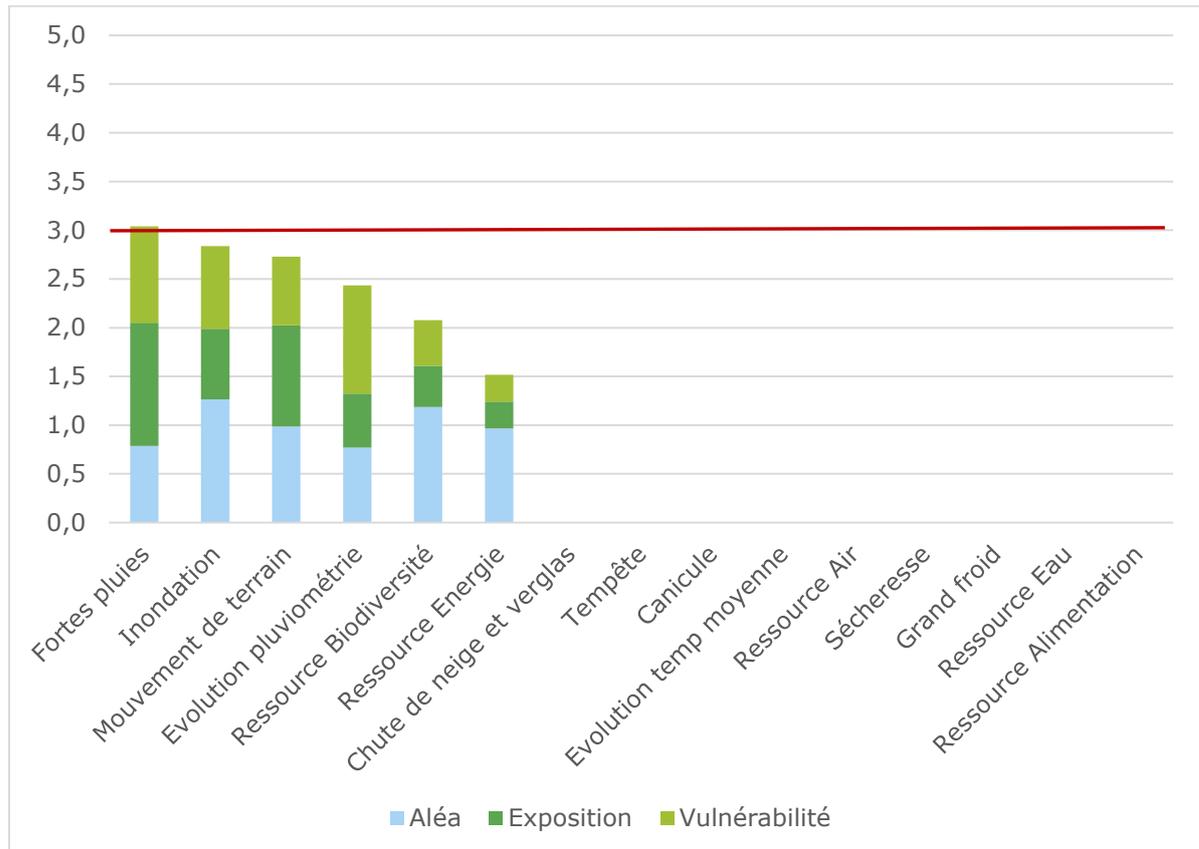
4.7.2 Enjeux prioritaires pour le système

Les sous-sols de Paris, dans le périmètre considéré ici (principalement carrières et hors caves du cadre bâti, réseau d'assainissement et réseaux souterrains de transport et de distribution énergétique considérés par ailleurs) sont principalement concernés par les **aléas impliquant des évolutions de battement des nappes phréatiques**, fortes pluies et inondations. Bien que le périmètre de la zone inondable en cas de crue de la Seine ne concerne pas les carrières, le sous-sol de Paris reste sensible à des remontées de nappes, qui seraient susceptibles de créer de **nouvelles cavités**, particulièrement dans la partie gypseuse, principalement dans le nord de la ville. Un développement du réseau de piézomètres est attendu à ce sujet. Les phénomènes de **mouvement de terrain, en lien avec la sécheresse des sols**, sont aussi à considérer mais semblent aujourd'hui représenter une **menace limitée** étant donné la typologie et l'artificialisation des sols parisiens. En dehors de ces aléas, le sous-sol parisien est **relativement peu sensible au changement climatique**, car il reste protégé de nombreux aléas aériens. Les cartographies des sols, mentionnés dans la Stratégie de Résilience, devraient également permettre de mobiliser la technologie 3D et les outils de mesure modernes pour améliorer le suivi des mouvements de sols.

Le sous-sol, relativement peu vulnérable, fait aujourd'hui partie des **solutions** aux aléas sur d'autres systèmes, que ce soit en offrant des espaces protégés de la chaleur à la population ou en constituant une **réserve de frais** que la Ville de Paris commence à mobiliser, par l'installation de puits canadiens notamment.

Par rapport à la précédente étude de 2012, le sous-sol n'avait pas été considéré comme un système à part et son analyse de vulnérabilité dans la présente étude est donc une première étape.

Figure 56 : Part des composantes dans la note de risque du système sous-sols



- Exposition du système

Le sous-sol parisien est réparti sur l'ensemble du territoire, mais ses zones les plus exposées aux aléas dépendant de leur sensibilité. En l'occurrence, les sous-sols dans les carrières de gypse, au Nord de Paris, sont les plus exposés. Les anciennes carrières se trouvent dans le Nord et le Sud de Paris mais ne sont pas dans la zone de crue définie par le PPRI.

- Vulnérabilité du système

- Sensibilité

Le sous-sol parisien est sensible selon ses caractéristiques géotechniques. Le gypse antéludien, qui peut se dissoudre avec présence d'eau, est sa sensibilité technique la plus marquée. La population est relativement peu sensible mais les dégâts consécutifs aux mouvements de terrain, aujourd'hui rares mais demain plus prononcés selon la sécheresse des sols, peuvent être particulièrement impactants.

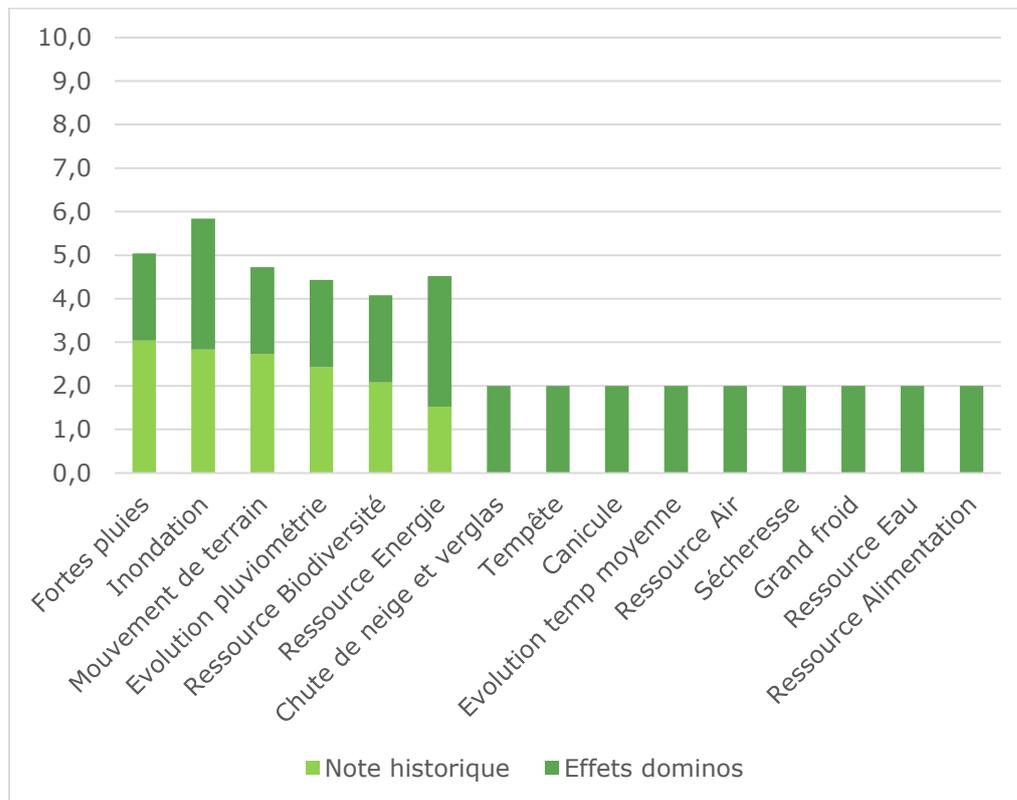
- Capacité d'adaptation

L'Inspection Générale des Carrières est l'acteur principal pour le suivi et la gestion du sous-sol. Une nouvelle cartographie des sous-sols a débuté et rentre dans le cadre de l'action 13 de Stratégie de Résilience. Le sous-sol faisait l'objet d'un suivi, notamment de hauteur des nappes via la présence de piézomètres depuis 1978, mais le développement du réseau de piézomètres souterrains devrait permettre de fournir les données à tous les opérateurs concernés (Ville de Paris, Enedis, RATP, etc.). Des actions menées en surface devraient également permettre de limiter l'impact des aléas. Ainsi la perméabilisation en surface devrait amener à une meilleure répartition des précipitations et limiter les entrées d'eau lors de ruissellements localisés. Ces actions devraient améliorer le suivi des sous-sols, dont le faible nombre d'incidents à ce jour pose une question sur son suivi suffisant.

- Effets dominos

Les effets dominos accentuent le risque lié à l'aléa inondation. Bien que relativement peu dépendant des autres systèmes, la fragilisation possible d'une partie des sous-sols pourrait impacter le cadre bâti ou les réseaux de transport. Cependant, la zone concernée par une submersion ne concerne pas les sous-sols et ces effets seraient alors liés à une remontée des nappes, aujourd'hui difficile à localiser.

Figure 57 : Note de risque du système de sous-sols avec effets dominos (sur 10)



4.7.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système des sous-sols.

Tableau 12 : Notation des risques du système des sous-sols

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Fortes pluies	3,0	3,2
Inondation	2,8	3,0
Mouvement de terrain	2,7	2,9
Evolution pluviométrie	2,4	2,5
Ressource Biodiversité	2,1	2,2
Ressource Energie	1,5	1,4
Chute de neige et verglas	0,0	0,0
Tempête	0,0	0,0
Canicule	0,0	0,0
Evolution temp moyenne	0,0	0,0
Ressource Air	0,0	0,0
Sécheresse	0,0	0,0
Grand froid	0,0	0,0
Ressource Eau	0,0	0,0
Ressource Alimentation	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

Les sous-sols sont très peu énergivores. Les seules consommations sont électriques et principalement liées à l'entretien ou à la visite des sous-sols, et négligeables à l'échelle de la ville. Cependant, on peut mentionner le fait que Paris utilise de plus en plus les sous-sols comme ressource énergétique dans le cadre du développement de la géothermie (PCAEM, 2018), pour la production de chaleur et de froid grâce à la différence de températures, et un objectif de production de 330 GWh annuel d'ici 2050. Cette caractéristique reste cependant en dehors du périmètre du système étudié ici et est traitée dans la partie « réseau de chaleur ».

Le risque est très faible.

Ressource eau

Les sous-sols de Paris sont utilisés en partie en tant que réservoirs d'eau, comme pour le réservoir de Montsouris ou le réservoir sous l'Opéra Garnier. Cette caractéristique est traitée dans la partie relative au cycle urbain de l'eau. L'eau pose des problèmes d'infiltrations, raison principale pour laquelle ce type de réservoir avait été initialement conçu. Le sous-sol sert également de repère de suivi pour les nappes phréatiques (fontaine des Capucins). Les variations de température de l'eau apparaissent négligeables pour les cavités souterraines (INERIS, 2010). La ressource en eau n'est pas critique pour les sous-sols, l'impact des sécheresses géotechniques des sols sera évoqué dans la partie mouvement de terrain.

Ressource alimentation

Le système n'est pas concerné par la ressource alimentation.

Ressource air

Le système n'est pas affecté par la qualité de l'air.

Ressource biodiversité

Bien que plongé dans l'obscurité, un écosystème est présent dans les sous-sols parisiens, rongeurs, insectes, gastéropodes ou chauve-souris, mais pas ou peu de végétation. La Ville de Paris organise des campagnes de suivi de certaines espèces³⁰, dont certaines réapparaissent, favorisées par la re-végétalisation de la ville. On ne trouve pas de sensibilité particulière des sous-sols selon le type de biodiversité dans la littérature.

Le risque est faible.

Évolution des températures moyennes

Les sous-sols ne sont pas sensibles à l'évolution des températures moyennes. On note cependant une élévation de la température des sous-sols parisiens, liée à différents facteurs techniques et climatiques (changement de surface, habitat, industrie, transport). Sans incidence observée, cette observation sert également d'indicateur de l'élévation moyenne de la température de surface.

Évolution de la pluviométrie

La tendance à la baisse des cumuls pluviométriques n'est pas facteur de sensibilité. Néanmoins, la plus grande variabilité des précipitations peut influencer sur la stabilité des sols dans des proportions qui demeurent aujourd'hui mal cernées et doivent faire l'objet de recherche supplémentaire.

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols ne concerne pas le système, mais la sécheresse géotechnique (retrait gonflement des argiles) est évoquée dans le risque de mouvement de terrain.

³⁰ <http://www.vigienature.fr/fr/actualites/nouvelle-espece-chauve-souris-se-cache-paris-3314>

Canicule

Les sous-sols ne sont pas sensibles aux canicules. Ils peuvent cependant constituer une partie de la solution. Les catacombes sont régulièrement citées comme une suggestion de visite en période caniculaire³¹. Le projet « Air des carrières » (2018), en partenariat avec le service de l'Inspection Générale des Carrières et Climespace, reprend le principe du puits canadien en profitant de l'air continuellement frais des carrières pour refroidir des bancs en terre situés en surface³² et est un exemple de la stratégie de la ville dans ce domaine (Plan Climat, 2018).

Grand froid

Les sous-sols ne sont pas sensibles aux périodes de grand froid, leur température reste relativement stable tout au long de l'année.

Chute de neige et verglas

Les sous-sols ne sont pas exposés aux chutes de neige et verglas.

Fortes pluies

Une étude porte sur la stabilité des cavités souterraines (INERIS, 2010) et les vulnérabilités face aux aléas climatiques. Le régime hydrogéologique est l'un des principaux facteurs de développement de cavités naturelles, notamment en lien avec le niveau des nappes. Un impact est attendu sur les terrains évaporitiques, la catégorie dans laquelle on trouve le gypse parisien qui couvre une large surface du nord de Paris. Les fortes pluies peuvent provoquer une forte amplitude de battements des nappes phréatiques, ce qui peut contribuer à accentuer la dissolution du gypse. On observe cependant principalement le phénomène en région parisienne suite aux pompages industriels et rabattements de nappe (baisses du niveau piézométrique) liés aux grands travaux (Toulemont 1981, 1987). De nouvelles cavités peuvent alors apparaître. Mais il est difficile de trouver un suivi des impacts, un précédent rapport (Remontées des nappes dans Paris et la petite couronne, BRGM, 1987) mentionne les impacts des dissolutions du gypse mais précise que ceux-là ne génèrent pas d'effondrement. Le suivi est relativement peu documenté.

Le risque est modéré.

Inondation

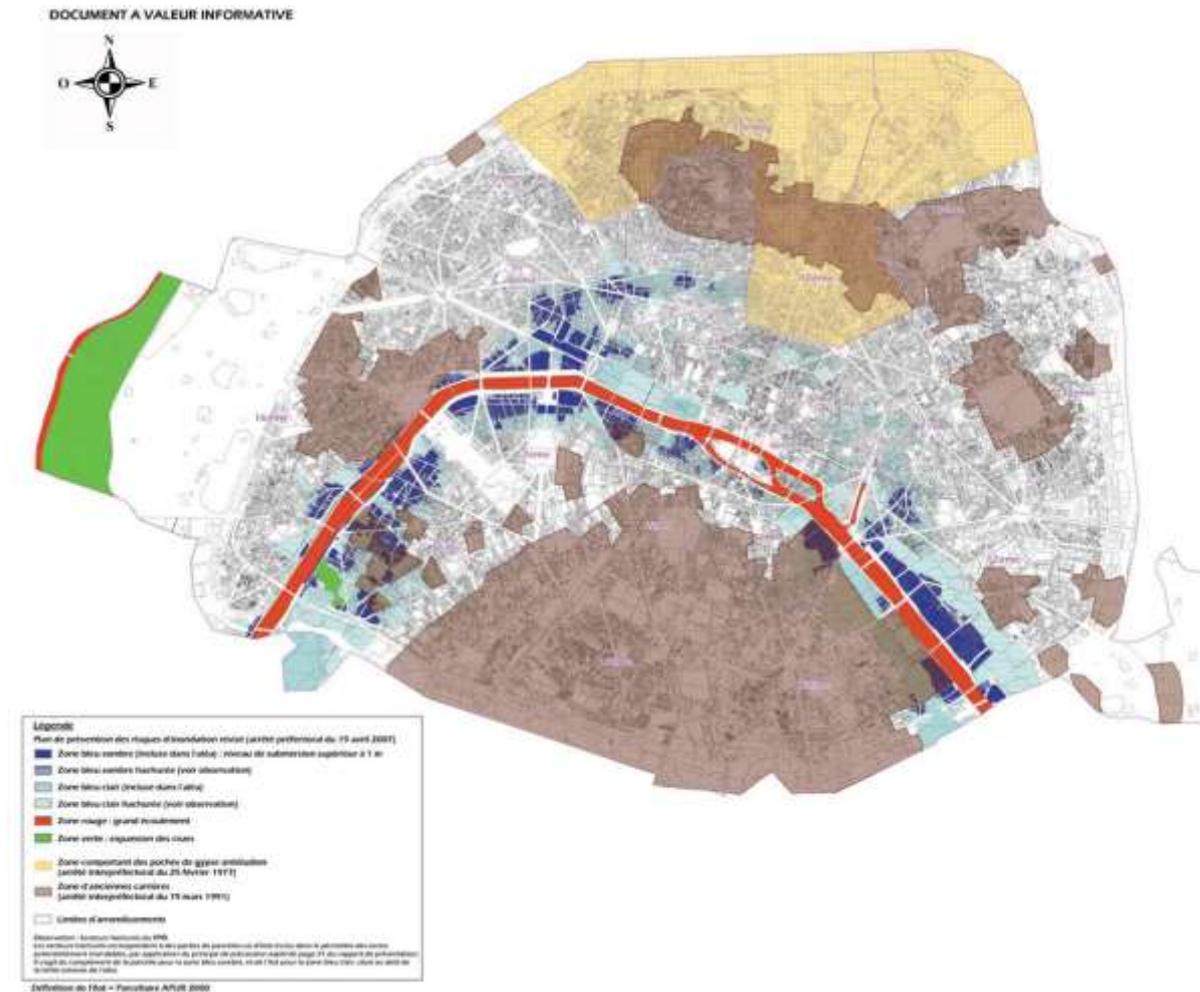
Le phénomène de remontée de nappes fait partie des causes principales de l'aléa inondation à Paris, en plus de l'élévation du niveau de la Seine (Cahier 2 : Paris face au changement climatique, 2020). Selon leur catégorisation, les inondations peuvent affecter les sous-sols de Paris. Les anciennes carrières (incluant les catacombes) et les zones comportant du gypse sont cependant en dehors de la zone inondable. En cas de crue, les pompes de rabattement de nappe pourraient ne plus fonctionner et induire une remontée rapide de nappe, et une inondation des sous-sols. Ces impacts concernent principalement les parties du sous-sol en dehors du périmètre du présent système (transport, réseaux énergétiques) et devraient éviter les anciennes carrières.

Le risque est relativement fort.

³¹ <https://www.lefigaro.fr/voyages/canicule-grottes-prehistoriques-cites-souterraines-douze-lieux-a-la-fraiche-eviter-le-coup-de-chaud-20200727>

³² <https://www.faireparis.com/fr/projets/faire-2018/air-des-carrieres-1343.html>

Figure 58: Carte des risques naturels majeurs (Préfecture de Paris, 2008)



Tempête

Les sous-sols ne sont pas exposés à l'aléa tempête, principalement caractérisé par de forts vents.

Mouvement de terrain

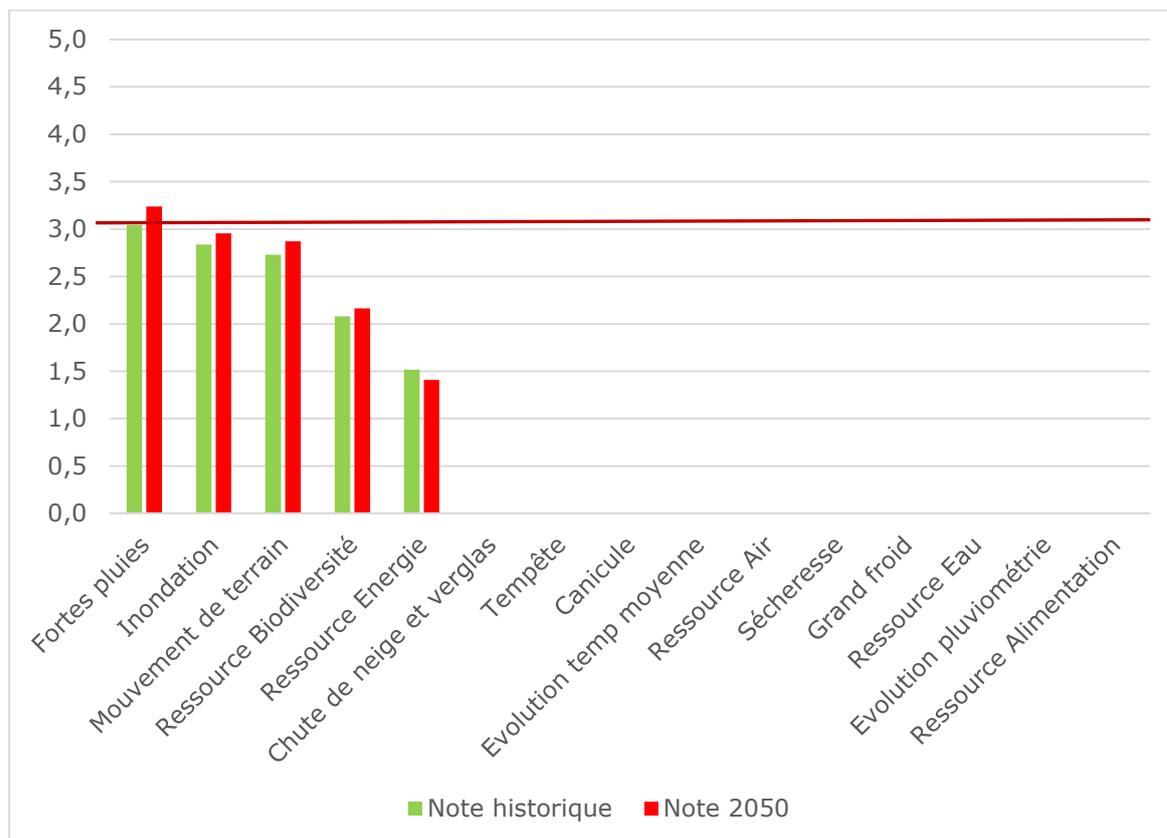
Le risque mouvement de terrain concerne les sous-sols. Les mouvements de terrain peuvent être dus à des évolutions géotechniques, comme les retraits-gonflement des argiles à la suite de la sécheresse des sols (variations de volume du sol suivant niveau d'hygrométrie), ou suite à des travaux sur les réseaux environnants. L'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles est cependant mineure à Paris, le sous-sol étant artificialisé en grande partie, très localisé et concerne principalement des zones vertes, comme le bois de Boulogne. On trouve essentiellement au Nord de Paris quelques zones de sensibilité moyenne ou faible qui sont cartographiées (Figure 59). Les zones de carrières de Paris sont exposées au risque humain plus que climatique, comme celui dû à des dégâts survenant après travaux (effondrement de voûte sur le chantier de métro Meteor en 2003) et le changement climatique devrait être amené à jouer un rôle aggravant, notamment en asséchant les sols, mais le phénomène est à ce jour limité. La cartographie des 2500 km de galeries du métro entamée en 2017 et les objectifs de cartographie des sous-sols par l'Institut Général des Carrières (Stratégie de résilience, Action 13) devraient contribuer à mieux anticiper les risques d'effondrement.

Le risque est modéré.

Évolution à l'horizon 2050

Les aléas susceptibles d'impacter le système sous-sol parisien sont susceptibles d'évoluer de manière négative à l'échelle 2050, principalement en raison de l'évolution des intensités et des fréquences, comme décrit dans le Cahier 1 de la présente étude. L'évolution des régimes pluviométriques apparaît comme un des principaux facteurs aggravants du système sous-sols de Paris.

Figure 59 : évolution de la note de risque du système sous-sols (sans effets dominos)



4.7.4 Les sources

- IGC, Anciennes carrières de Paris (2015)
- Académie de Paris, *Qu'en est-il du risque "mouvements de terrain" à Paris* (2010)
- APUR, Paris Projet n°3, Les sous-sols de Paris, (1970)
- UNPG, Les carrières une chance pour la biodiversité (2008)
- Préfecture, Carte des risques majeurs de Paris
- APC, Réutilisation des sous-sols pour l'apport de frais, Plan Climat (2018)
- Assemblée Nationale, Rapport sur les mines et cavités souterraines (1999)
- IAU idF, Densimos 2006/Satase 77, Satase 78-91, Satase 95, Siaap, IAU - BD Assainissement (2008)
- CGEDD, Effondrement sur le chantier Meteor (2003)
- France Stratégie, Objectif Zéro artificialisation nette
- Ville de Paris, Inspection Générale des Carrières : tout savoir sur les sous-sols (2021)
- Ville de Paris, Stratégie de résilience de Paris (2017)
- Ville de Paris, Les eaux pluviales : ParisPluie (2019).

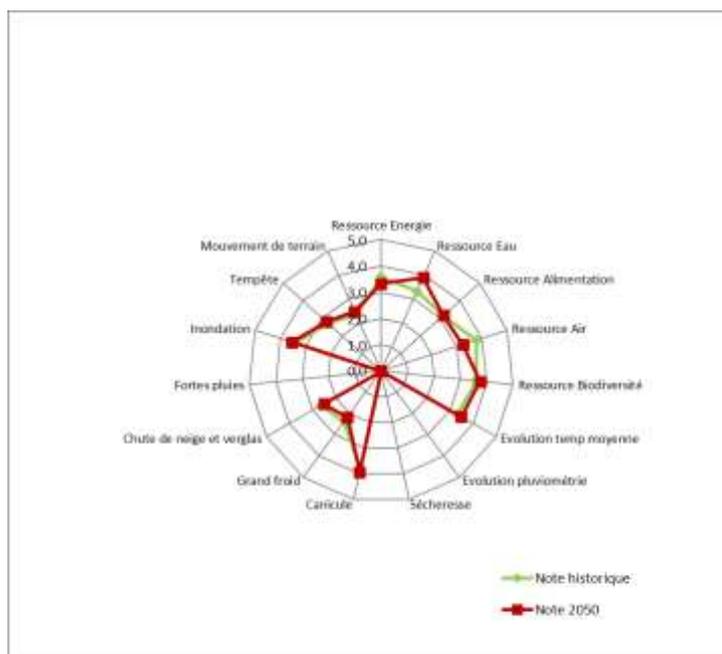
5. SANTÉ PUBLIQUE

5.1 Synthèse des enjeux prioritaires

La **population** quant à elle est plus exposée aux risques **d'inondation, de canicule et de raréfaction des ressources biodiversité et air**. De nouveaux risques devraient par ailleurs se développer : maladies infectieuses et vectorielles, infections d'origine hydrique et alimentaire, problèmes relatifs à la santé mentale et à la santé au travail dans un monde changeant.

Les établissements de santé de la Ville de Paris sont majoritairement concernés par le **risque de raréfaction de la ressource en énergie et ressource en eau** du fait de leur forte dépendance.

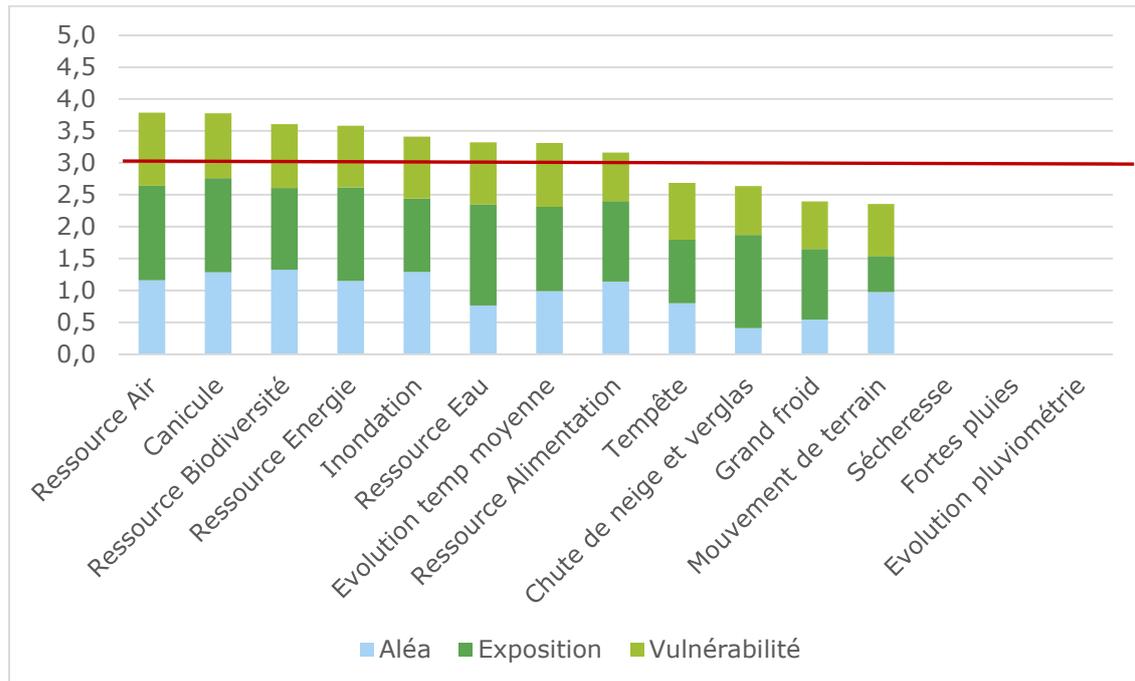
Figure 60 : Vision des enjeux prioritaires en matière de santé publique



Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

- Une mise en exergue des risques émergents liés au changement climatique : maladies infectieuses et vectorielles, problèmes de santé mentale et de santé au travail.
- Un **constat similaire pour le risque** concernant la raréfaction des **ressources eau et énergie**. Le système ne peut être opérationnel que si l'approvisionnement en eau courante et courant électrique sont effectués.
- L'ajout dans l'analyse de la **qualité de l'air** a permis de souligner le **risque important** encouru par le système de santé publique. Plus particulièrement à cause des enjeux sanitaires liés au **niveau d'ozone**.
- Le risque de la **raréfaction de la ressource en biodiversité** sur le système de santé dans le rapport 2012 était nul. Toutefois, l'actualisation a permis de corriger cette analyse. La perte de la biodiversité comme mentionné plus haut serait **positivement corrélée à la survenue de pandémies**. Ainsi la note de risque est désormais importante. De même, cette potentielle altération sur le territoire parisien constitue un fort enjeu de santé publique au regard des services qu'elle rend : rafraîchissement, confort thermique, santé mentale etc.
- Le risque de la raréfaction de la ressource en alimentation sur le système de santé dans le rapport 2012 était nul. Toutefois, l'actualisation a permis de corriger cette analyse. La **raréfaction de la ressource en alimentation** impacte le régime alimentaire des parisiens même si la note de risque est faible.
- Un constat de **risque plus fort pour l'aléa** canicule du fait de la part incompressible de l'aléa d'une part et de l'augmentation des îlots de chaleur urbain d'autre part.

Figure 61 : Part des composantes dans la note de risque du système santé publique



- Exposition du système

Le système de santé peut être divisé en deux pour évoquer l'exposition. D'une part, les structures de santé ont tendance à être plus exposées à la raréfaction des ressources, d'autre part, la population est impactée par les changements moyens et dans les extrêmes. En revanche, l'exposition aux inondations et à la ressource en eau concerne l'ensemble du système.

D'une manière générale, si le nombre de malades augmente (et donc la demande de soin), l'offre de soin sera également impactée.

- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

Plusieurs impacts techniques peuvent être mentionnés.

D'une part les impacts liés à l'arrêt ou à la perturbation de l'offre de soin :

- L'offre de soin est très dépendante de la ressource en eau et à la ressource en énergie. Comme expliqué plus haut, pour rester opérationnel, un équipement de santé doit pouvoir rester approvisionné en eau potable et en courant électrique. Toutefois les ruptures totales sont rarissimes. Le dernier incident survenu à Paris date de 2008 à l'hôpital Saint-Antoine. Une panne totale d'électricité a mis en difficulté cet hôpital qui a dû évacuer les personnes en réanimation. Les hôpitaux sont dotés de groupes électrogènes mais des temps de latences peuvent réduire la capacité du système à répondre à la demande de soin.
- La présence d'équipements de santé en zone inondable rend l'offre de soin très vulnérable dans ces périodes d'inondations. En effet, de nombreux établissements de santé ne pourront continuer leurs activités que partiellement et certains devront fermer temporairement.

D'autre part, les impacts liés à l'augmentation des risques sanitaires pour la population :

- L'augmentation des enjeux sanitaires liée aux canicules qui sont de plus en plus nombreuses. Ce risque est d'autant plus important que la présence d'îlots de chaleur urbains nombreux à Paris accroît le risque d'un développement de maladies vectorielles, influe sur les évolutions de la biodiversité en milieu urbain et nuit au confort d'été des habitants.
- L'augmentation des risques de survenue de pandémies de grande ampleur en lien avec la raréfaction de la biodiversité constitue une menace majeure pour des villes densément peuplées comme Paris.

- L'augmentation des températures accroît le risque d'un développement de maladies vectorielles et infectieuses.
- L'augmentation de la pollution de l'air en particulier marquée par les épisodes d'ozone et de particules 2.5.
- L'augmentation possible des allergies au pollen.
- Un risque sérieux de développement de troubles en lien avec la santé mentale des personnes et la santé au travail.

- Capacité d'adaptation

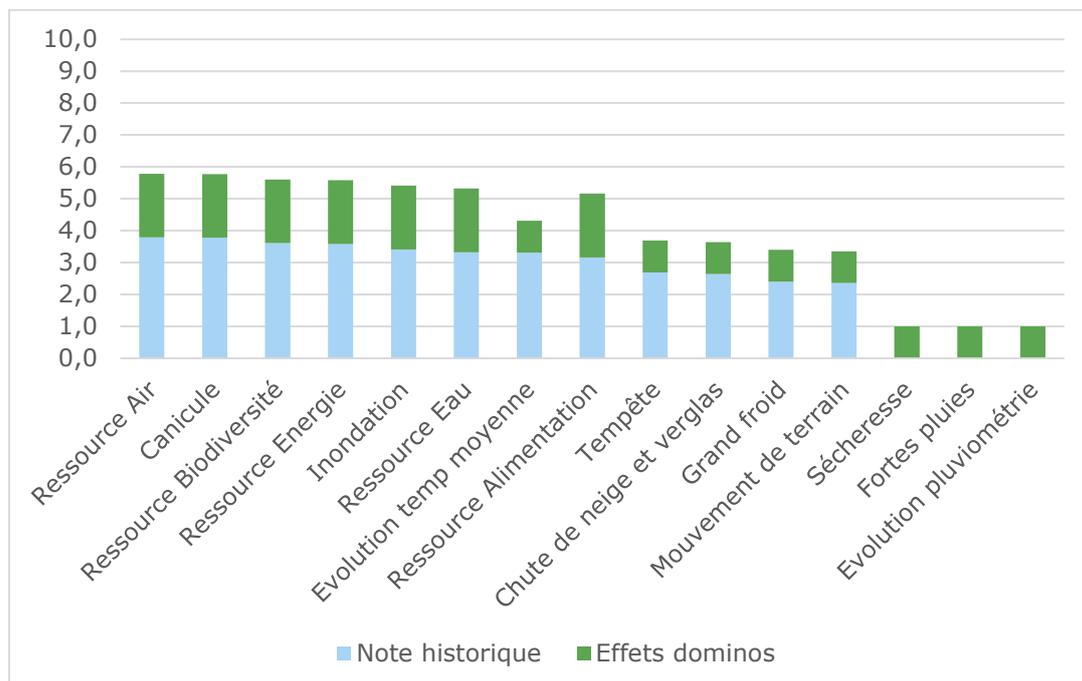
Ces dernières années, la prise en compte des problématiques environnementales et climatiques dans le champ de la santé a progressé. Pour la Ville de Paris, le plan Paris Santé Environnement vise à mieux comprendre les enjeux sanitaires liés à l'environnement et à intégrer des objectifs d'amélioration de la santé des parisiens dans le fonctionnement de la ville et dans ses projets urbains. A la suite de ce plan, des évaluations d'impacts santé sur des projets urbains ont été réalisées, intégrant les dimensions d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. La Ville de Paris (SPSE) et l'APUR ont construit un outil cartographique pour identifier les inégalités environnementales, sociales et territoriales de santé à Paris. Enfin, une étude sur la relation entre température et mortalité en Ile-de-France de Santé publique France en 2020 vient renforcer les connaissances dans ce domaine. A Paris, un intérêt particulier est porté aux actions de réduction de l'îlot de chaleur urbain, qui semblent prometteuses pour réduire le risque en complément des interventions ciblées en direction des populations les plus vulnérables notamment à travers le fichier REFLEX et CHALEX par exemple.

Les efforts réalisés en réduisant par exemple le diesel et la diminution du trafic routier ont réellement permis de réduire le niveau de particules fines (2.5) à Paris et donc réduire les risques sanitaires qui leur sont liés. Toutefois, le niveau d'ozone dépasse les normes et recommandations de qualité de l'air de façon récurrente et ne montre pas à la différence des PM_{2,5} de baisse tendancielle. Les actions réduisant l'ozone sont donc vivement encouragées. Enfin, la situation sanitaire actuelle met en exergue la nécessité d'avoir un système de santé dimensionné aux situations exceptionnelles (pandémie, catastrophe naturelle, canicule etc.).

- Effets dominos

Les effets dominos tendent à accentuer l'ensemble des risques. Les impacts du système de santé sur les autres systèmes (notamment attractivité économique) peuvent être particulièrement importants en cas de survenue d'un événement majeur (pandémie, inondation par exemple).

Figure 62 : Note de risque du système de santé publique avec effets dominos



5.1.1 Principales évolutions par rapport à 2012

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

- Une mise en évidence des enjeux émergents liés au développement des maladies vectorielles et infectieuses, aux pathologies mentales.
- Un constat similaire pour le risque concernant la raréfaction des ressources eau et énergie. Le système ne peut être opérationnel que si l'approvisionnement en eau courante et courant électrique est effectif.
- L'ajout dans l'analyse de la qualité de l'air a permis de souligner le risque important encouru par le système de santé publique.
- Le risque de la raréfaction de la ressource en biodiversité sur le système de santé dans le rapport 2012 était nul. Toutefois, l'actualisation a permis de corriger cette analyse. La perte de la biodiversité comme mentionné plus haut serait positivement corrélée à la survenue de pandémies. Ainsi la note de risque est désormais importante.
- Le risque de la raréfaction de la ressource en alimentation sur le système de santé dans le rapport 2012 était nul. Toutefois, l'actualisation a permis de corriger cette analyse. La raréfaction de la ressource en alimentation impacte le régime alimentaire des parisiens même si la note de risque est faible.
- Un constat de vulnérabilité plus fort pour l'aléa canicule du fait de la part incompressible de l'aléa d'une part et de l'augmentation des îlots de chaleur urbain d'autre part.

5.2 Description du système

L'analyse du système santé publique se penche sur les conditions propres à la Ville de Paris (population, offre de santé, environnement, conditions de vie) qui impactent la vulnérabilité ou la robustesse de sa population au changement climatique sur le plan sanitaire.

Les liens entre changement climatique et santé sont multiples. Ils peuvent découler des effets directs du changement climatique sur la santé, des effets indirects via la dégradation de l'environnement, et de ceux par le biais des impacts du changement climatique sur les déterminants sociaux de la santé. Ces effets ne sont en outre pas indépendants entre eux.

Ici, l'analyse se focalise principalement sur les effets directs et indirects sur le système de soins, et certains effets indirects sur la santé de la population susceptibles de découler des aléas et de la dégradation des ressources prises en compte dans le cadre de la présente méthodologie.

Le système de santé peut être divisé en deux parties d'analyse. D'une part, les structures de santé et d'autre part, la population.

L'offre de soin est particulièrement dense à Paris avec, d'une part, les professionnels de la santé présents en grand nombre (avec une densité plus de deux fois supérieure à celle de la France) et d'autre part, une offre hospitalière importante et diversifiée. Toutefois, la démographie médicale parisienne est sous tension, avec une baisse de 3,3 % entre 2014 et 2017 de la densité de médecins généralistes qui ne cesse de décroître et avec une part de médecins généralistes âgés de plus de 60 ans en 2018 qui représente près de 50 %.

En 2017, on comptait près de 10 400 prescripteurs³³ dont de 2 400 médecins généralistes.

Sur la même période, on relève aussi une baisse des spécialistes et des chirurgiens-dentistes et une hausse de près de 40 % des effectifs de sages-femmes.

³³ Omnipraticiens, spécialistes, chirurgiens-dentistes et sages-femmes

5.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système de santé publique.

Tableau 13 : Notation des risques du système de santé publique

	Note de risque historique 2020 (sur 5)	Note de risque 2050 (sur 5)
Ressource Air	3,8	3,2
Canicule	3,8	3,9
Ressource Biodiversité	3,6	3,8
Ressource Energie	3,6	3,3
Inondation	3,4	3,6
Ressource Eau	3,3	3,9
Evolution temp moyenne	3,3	3,5
Ressource Alimentation	3,2	3,2
Tempête	2,7	2,8
Chute de neige et verglas	2,6	2,5
Grand froid	2,4	2,2
Mouvement de terrain	2,4	2,5
Sécheresse	0,0	0,0
Fortes pluies	0,0	0,0
Evolution pluviométrie	0,0	0,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

La consommation énergétique du tertiaire à Paris s'élève en 2018 à 15,8 TWh à climat normal, soit une baisse de 5 % par rapport à 2004 (Bilan GES de Paris 2018). La santé représente 11 % des consommations énergétiques du tertiaire en 2018.

Le mix énergétique du tertiaire à Paris est marqué par un usage prédominant de l'électricité qui représente 45 % des consommations énergétiques. La chaleur est prépondérante dans les besoins de chauffage.

Le système est fortement exposé, l'ensemble des éléments structurels du réseau est dépendant de la ressource en énergie (entretien DASES). En effet, comme le souligne l'étude de 2012, quatre conditions sont nécessaires pour qu'un établissement de soins puisse rester opérationnel et l'approvisionnement en courant électrique en fait partie. Cette dépendance rend ainsi le système de santé publique très sensible car, en cas d'interruption dans la distribution de l'énergie électrique, tous les appareils qui ne sont pas raccordés à un onduleur s'arrêtent de fonctionner. L'accès au soin assuré pour la population parisienne est donc compromis et peu engager des risques vitaux. Pour limiter ce risque, les établissements de santé sont équipés de groupes électrogènes. Toutefois, il peut y avoir un temps de latence plus ou moins long avant que les structures de soins soient progressivement réalimentées (entretien DASES).

Le risque est fort.

Ressource eau

Le système est fortement exposé face à la raréfaction de la ressource en eau. En effet, les besoins en eau sont considérables et très diversifiés. Ils sont estimés, en moyenne, à 750 litres d'eau par jour par lit d'hospitalisation (Office International de l'eau, 1998). Le système est donc très sensible d'autant plus que l'eau est également un élément essentiel de l'hygiène nécessaire à la santé. La détérioration projetée de la qualité de l'eau peut entraîner une recrudescence des maladies hydriques par contamination.

Comme pour le réseau électrique, l’approvisionnement en eau potable est fondamental pour le bon fonctionnement du réseau. Sans cela, le système pourrait être perturbé et donc de ne pas assurer à la population dans le besoin les soins nécessaires. La qualité des eaux de baignade face à une raréfaction de la ressource soulève également des enjeux sanitaires. Le Plan Qualité de l’Eau et Baignade stipule des travaux importants pour atteindre une eau de baignade saine.

Le risque est relativement fort.

Ressource alimentation

Une plus grande variabilité de l’approvisionnement alimentaire ainsi que la dégradation de la qualité des denrées impacteraient directement la population parisienne avec un risque accru de maladies causées par l’alimentation (altération du régime alimentaire, développement de carences etc.) mais aussi une précarisation des publics les plus vulnérables en case d’augmentation des prix alimentaires.

Le risque est relativement fort.

Ressource en air

La pollution de l’air constitue aujourd’hui un enjeu de santé public majeur sur Paris. Le système est en effet très exposé à la dégradation de la qualité de l’air. 70 % des parisiens sont exposés à un air de mauvaise qualité (Stratégie de résilience de Paris). La pollution de l’air constitue aujourd’hui le premier stress sanitaire pour les Parisiens, équivalent à l’alcool ou au tabac (Stratégie de résilience de Paris). Plus particulièrement, l’ozone et les particules fines contribuent à la dégradation de la qualité de l’air ayant des conséquences sur le système de la santé (AIRPARIF, 2019). Les impacts sanitaires sont aujourd’hui connus : effets à court terme sur les enfants, les sujets âgés ainsi que les personnes souffrant de maladies chroniques. Parmi les pathologies et les risques, on compte : maladies respiratoires, risques cardio-vasculaires, décès prématurés, cancers. On compte par ailleurs des risques importants liés à une mauvaise qualité de l’air intérieur (combustion bois, polluants etc.). Sur le volet qualité de l’air, Paris a massivement déployé ces dernières années une stratégie de lutte contre les polluants primaires et la pollution liée au trafic routier. Cette stratégie de transformation devrait contribuer à diminuer largement les enjeux dans la décennie à venir. De même, le plan de Santé environnementale va dans le même sens sur les deux volets, qualité de l’air intérieur et qualité de l’air extérieur.

Le risque est aujourd’hui fort.

Ressource en biodiversité

Le système est très exposé à la raréfaction de la biodiversité. Les experts de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) ont publié un rapport démontrant un lien entre la tendance à la hausse des pandémies et la raréfaction de la biodiversité (IPBES, 2020). En effet, en multipliant les interactions avec des milieux originels (forêts vierges, etc.) pour ses propres besoins (approvisionnement, construction etc.), l’Homme favorise le déplacement et le contact avec des espèces porteuses de nouveaux types de maladies. Le groupe met en évidence une corrélation positive entre ces interactions et le risque accru de pandémie de grande ampleur, accentuée par la mondialisation des échanges. La vulnérabilité aux épidémies est d’autant plus importante dans des villes très denses comme Paris et très touristiques. De façon indirecte donc, l’altération mondiale de la biodiversité fait encourir un risque réel au système de santé publique en particulier dans des centres névralgiques comme Paris. L’expérience de la pandémie récente (depuis 2020) ne permet pas encore de mesurer l’ampleur des impacts tant sur les infrastructures (saturations, reports de soins, gestion de crise), que sur les personnels hospitaliers et les populations (surmortalité, morbidité). Le coût économique global reste aussi à apprécier. Cette pandémie devra donc faire l’objet d’un retour d’expérience dédiée permettant d’intégrer et de renforcer les capacités de prise en charge et de gestion de crise à l’échelle du territoire parisien.

Au-delà du risque indirect, la raréfaction de la biodiversité à l'échelle du territoire parisien peut fortement impacter la santé des parisiens en diminuant la qualité des services qu'elle rend : confort thermique, qualité de vie, santé mentale.

Le risque est relativement fort.

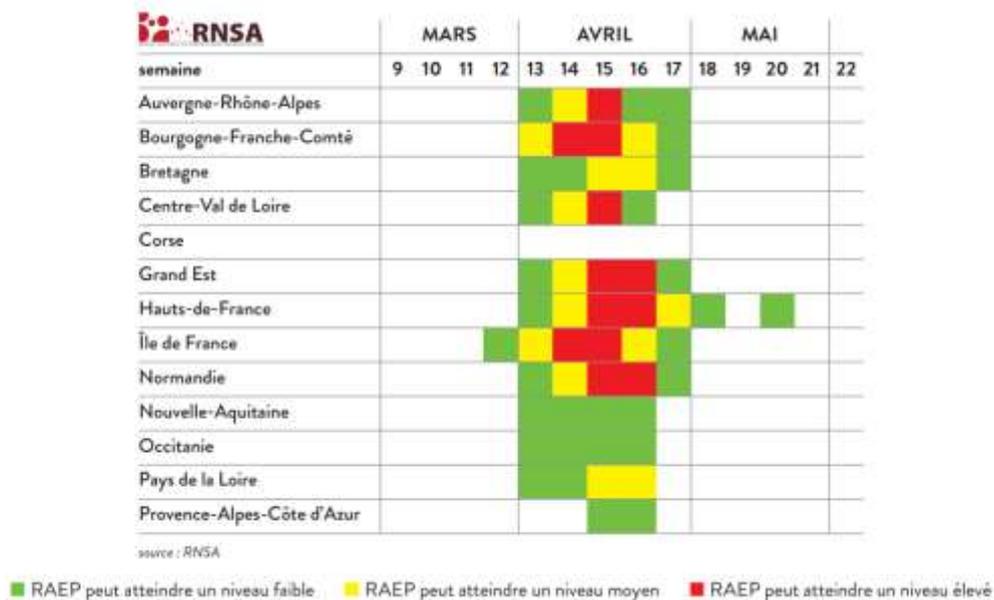
Évolution des températures moyennes

Le changement climatique influe largement sur les conditions de développement et de propagation de vecteurs (type moustique) en allongement les périodes propices à leur reproductibilité. Aussi le moustique tigre est aujourd'hui bien installé en région parisienne et trouve des conditions favorables dans certains espaces végétalisés ou en eau. A l'avenir, on pourrait assister à la recrudescence de maladies portées par ces vecteurs (type Chikungunya).

L'augmentation des températures favorise par ailleurs les problèmes allergiques. Selon une étude³⁴ réalisée par l'Association des pollinarius sentinelles de France, le Réseau National de surveillance aérobiologique et Atmo France, la pollinisation est directement liée à la température et aux précipitations. Toutefois, le lien diffère en fonction des espèces considérées. Pour certaines espèces (arbres à chatons par exemple), un climat plus chaud entraîne une augmentation des quantités de pollen émises. En revanche, pour d'autres espèces comme les graminées, un climat plus chaud entraîne une forte baisse des quantités de pollen émises.

Le risque d'allergie lié à l'exposition aux pollens (RAEP) pour le bouleau plus précisément, atteint facilement un niveau élevé dans la région Ile-de-France. Pour cette espèce, un climat plus chaud entraîne une forte hausse des quantités de pollen émises (Association des pollinarius sentinelles de France, le Réseau National de surveillance aérobiologique et Atmo France).

Figure 63 : RAEP pour le bouleau en 2019
(Source :RNSA)



L'augmentation des températures sur certaines espèces peut ainsi entraîner une augmentation du nombre de réactions allergiques dues aux pollens. Ces réactions peuvent provoquer des affections bénignes mais parfois sévères (Météo France). L'augmentation des températures couplée à la stratégie de végétalisation de la Ville de Paris, ainsi qu'aux modifications des aires de distribution de certaines espèces végétales liées elle-mêmes au changement climatique peut accentuer ce risque.

Le risque est modéré.

³⁴ ³⁴ APSF, RNSA, Atmo France, 2019 : Surveillance des pollens et moisissures dans l'air ambiant

Évolution de la pluviométrie

Le système n'est pas directement concerné par l'évolution de la pluviométrie.

Sécheresse des sols

Le système n'est pas directement concerné par l'aléa sécheresse des sols.

Canicule

L'ensemble de la population est exposé à la canicule. L'exposition à des températures élevées constitue un risque sanitaire majeur, pouvant conduire au décès ou à des séquelles importantes comme cela a été le cas en août 2003 où la surmortalité à Paris a été estimée à plus de 1 000 décès. (Emmanuelle Cadot et Alfred Spira). Parmi les populations les plus à risques, on retrouve les personnes âgées (plus de 65 ans et en particulier celles de plus de 85 ans). Elles constituent donc le point d'attention particulier lors de ces événements extrêmes. De plus, les effets des fortes chaleurs sont amplifiés à Paris en raison du phénomène d'îlots de chaleur urbains. Une étude réalisée au niveau de l'Ile-de-France par Santé Publique France met en évidence que des caractéristiques urbaines contribuant à l'ICU sont associées à un risque plus élevé de décès liés à la chaleur (Santé publique France, 2020).

L'offre de soin peut ainsi rapidement être saturée si le nombre de patients augmente rapidement comme ce fut le cas en 2003 ou plus récemment lors de la pandémie du COVID-19. Une situation pandémique en période de fortes chaleurs pourrait donc être critique.

Afin de limiter les conséquences des canicules, la Ville de Paris engage différentes mesures de prévention et de communication (Plan canicule, fichier CHALEX, fichier REFLEX etc.). Au-delà de ces dispositifs, les comportements individuels (fermeture des fenêtres et volets, pas de sortie aux heures les plus chaudes etc.) ont également évolué, font l'objet d'actions de communication et permettent de limiter l'exposition aux canicules.

Le risque est relativement fort.

Grand froid

L'ensemble de la population est exposé aux épisodes de grands froids. Le grand froid, comme la canicule, constitue un danger pour la santé de tous. Certaines personnes sont plus vulnérables face à la baisse des températures à savoir les personnes âgées, les nouveau-nés, les personnes à mobilité réduite, les sans-abris, les professionnels travaillant en extérieur et les ménages les plus modestes (Assurance Maladie, 2021). Cependant, tant dans la littérature que dans l'expérience française, les vagues de froid n'ont jusqu'à aujourd'hui pas correspondu à des augmentations brutales et massives de la mortalité comme c'est le cas pour les vagues de chaleur. Les effets du grand froid sont plus diffus, plus étalés dans le temps et difficilement distinguables des effets des épidémies saisonnières (Guide national de prévention et de gestion des impacts sanitaires et sociaux liés aux vagues de froid). Il est également important de tenir compte des effets indirects de l'aléa grand froid sur l'état de santé des populations. En effet, l'utilisation des appareils de chauffage, plus importante pendant cette période, augmente les risques d'intoxication au monoxyde de carbone (Météo France). Ce gaz toxique, indétectable par l'homme, est émis lors de la combustion incomplète de bois, gaz, charbon ou essence.

Malgré la hausse des températures moyennes à Paris, les épisodes ponctuels de grand froid devraient persister en hiver à Paris, mais survenir moins fréquemment (stratégie d'adaptation).

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

L'ensemble du système est exposé aux chutes de neige et verglas. Plus particulièrement, le transport de patients et l'accès par la route au soin peuvent être compromis. En effet, la neige et le verglas peuvent affecter gravement la vie quotidienne en interrompant la circulation routière, ferroviaire ou le trafic aérien (Météo France). Ils peuvent aussi occasionner des pics de passages aux urgences pour traumatismes dus à des chutes ainsi qu'une recrudescence des intoxications par le monoxyde de carbone (Guide national de prévention et de gestion des impacts sanitaires et sociaux liés aux vagues de froid).

Le risque est modéré.

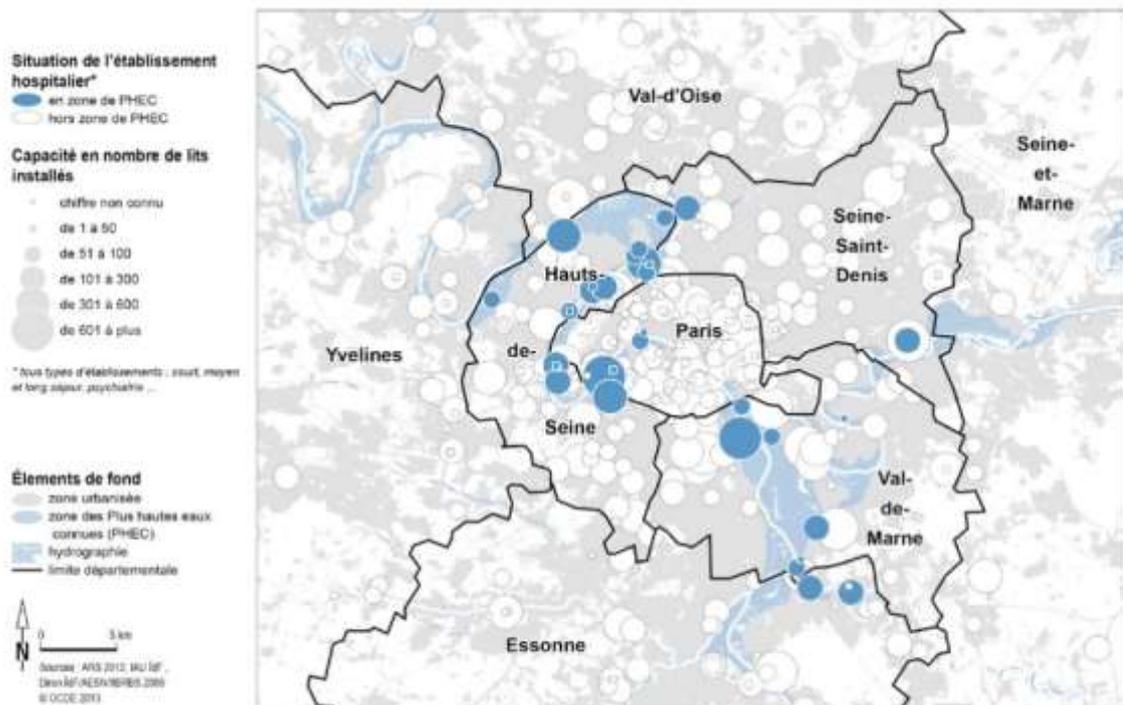
Fortes pluies

Le système n'est pas directement concerné par les fortes pluies.

Inondation

De nombreux établissements de santé sont situés en zone inondable. Le PPRI a identifié 18 établissements de soins parmi lesquels l'hôpital européen Georges Pompidou, 16 lieux d'hébergement pour personnes âgées et 16 lieux d'hébergement pour personnes handicapées ou en difficulté en zone inondable. Une étude de l'OCDE publiée en 2014 présente une cartographie plus complète du nombre d'établissements concernés.

Figure 64 : Établissements et équipements de santé en zone inondable (OCDE, 2014)



A travers des impacts directs et indirects, les inondations occasionnent des effets néfastes sur le système de santé publique. Les inondations peuvent directement impacter les populations à travers des cas de noyades ou d'hypothermie, des chocs psychologiques, des maladies liées à l'eau soit par contact, soit par la détérioration de l'approvisionnement en eau potable ou encore des infections respiratoires aiguës et des pathologies cardiaques liées au développement de moisissures (CEPRI, 2018). Toutefois, les pertes de vie humaine sont peu probables du fait de la lenteur de la crue (OCDE, 2014). Par ailleurs, en cas d'inondation, les conditions de circulation peuvent être rendues difficiles sur le territoire (voies inondées, circulation réservée aux véhicules autorisés...). De nombreux établissements de santé ne pourront continuer leurs activités que partiellement et certains devront fermer temporairement. Une telle situation générera une augmentation des temps d'attente dans les services hospitaliers.

Le risque est fort.

Tempêtes

Le système est exposé aux tempêtes. En effet, comme on a pu le constater lors de la tempête de 1999, des dégâts considérables ont été relevés. Plus particulièrement, des accidents de la route notamment liés aux chutes d'arbres ont affecté le système de soins. Bien qu'aucun décès imputable à la tempête dans Paris n'ait eu lieu, des décès ont été constaté dans le reste de la France (L.Papegay, 2003). Plus récemment, l'évaluation des impacts psychologiques et sanitaires d'évènements (Santé publique France, 2011) tels que la tempête Xynthia montre que ces évènements ont un impact sur la santé certain.

Le risque est modéré.

Mouvement de terrain

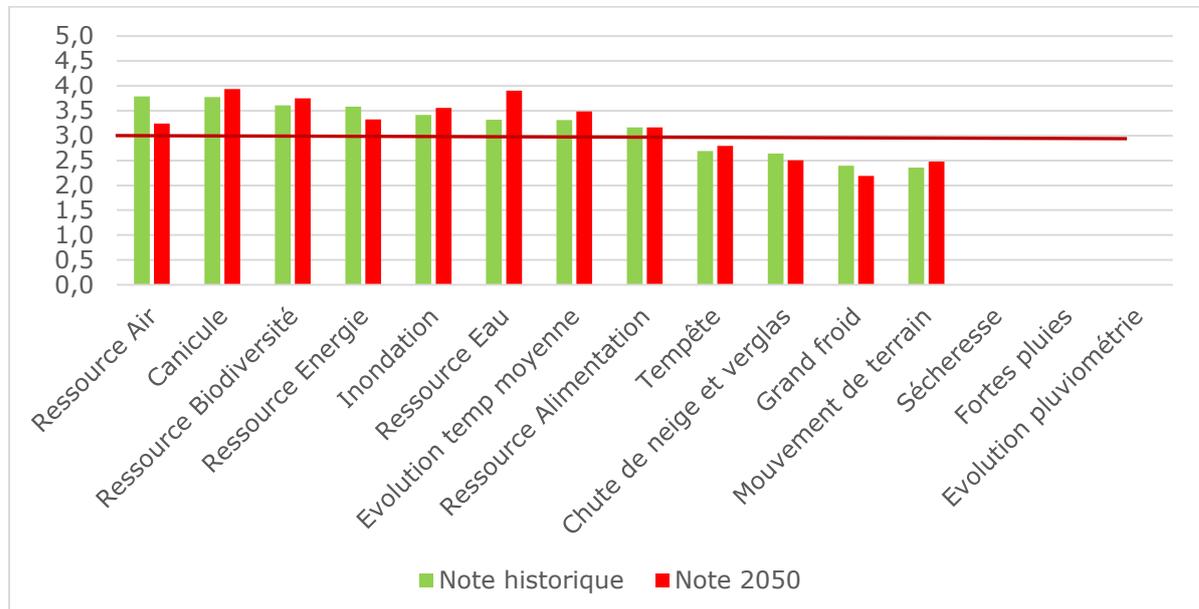
Le système est peu exposé au risque de mouvement de terrain. Toutefois, une partie du cadre bâti parisien est situé en zones à risque de mouvement de terrain. Ainsi, les équipements sanitaires situés dans ces zones peuvent être fragilisés. Les personnes situées dans ces zones à risques peuvent également être blessés.

Le risque est relativement modéré.

Évolution à l'horizon 2050

Si les enjeux de qualité de l'air devaient diminuer à l'avenir, on comprend que les enjeux de santé publique relatifs aux canicules, inondations, températures moyennes ou bien encore inondations devraient se renforcer à 2050.

Figure 65 : Évolution de la note de risque du système de santé publique (sans effets dominos)



5.4 Les sources

- AIRPARIF 2019, Bilan de la qualité de l'air année 2019
- AIRPARIF, Dossier : L'ozone sous toutes ses coutures
- APSF, RNSA, Atmo France, 2019 : Surveillance des pollens et moisissures dans l'air ambiant
- ARS 2012, IAU idF, Diren IdF/AESN/IIBRBS 2006
- Atiki, N; Pascal, M; Wagner, V;. 2019. Influence de la chaleur sur quelques causes de recours aux d'urgences en France métropolitaine durant les étés 2015-2017', Bull Epidemiol Hebd: 9-14
- CEPRI, Le secteur de la santé face au risque d'inondation (2018)

- Emmanuelle Cadot et Alfred Spira, « Canicule et surmortalité à Paris en août 2003 », Espace populations sociétés, 2006
- https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_instruction_grand_froid_2018-2019.pdf
- IPBES, IPBES workshop on biodiversity and pandemics (2020)
- Les dossiers de la Seine en partage, Le risque d'inondation en Ile-de-France (2005)
- Ludovic Papegay, Les dégâts sur Paris : éléments pour un bilan (2003)
- Mairie de Paris, Plan d'alimentation durable (2015)
- Mairie de Paris, Plan santé environnement 2018
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011 Bassin Seine Normandie (2011)
- Ministère des affaires sociales et de la santé, Guide d'aide à l'organisation de l'offre de soins en situations sanitaires exceptionnelles (2014)
- Ministère des solidarités et de la santé, Interministérielle DGS/VSS/VSS2/DGSCGC/DGT/DGOS/DGCS/SGMAS/2018/236 du 18 octobre 2018 relative à la prévention et la gestion des impacts sanitaires et sociaux liés aux vagues de froid 2018-2019
- OCDE (2014), Etude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Ile-de-France 2014, Editions OCDE
- Office international de l'eau, Qualité de l'eau dans les établissements de santé (1998)
- Plan de prévention des risques d'inondation du département de Paris (2003)
- Santé Publique France, 2020 : Influence de caractéristiques urbaines sur la relation entre température et mortalité en Ile-de-France
- Santé Publique France, Influence de caractéristiques urbaines sur la relation entre température et mortalité en Ile-de-France (2020)
- Ville de Paris, Canicule : Toutes les infos (2020)
- Ville de Paris, Plan climat de Paris (2018)
- Ville de Paris, Plan grand froid – épisodes de neige (2018).

6. ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIALE

6.1 Synthèse

6.1.1 Principaux enjeux

L'étude de l'attractivité économique et sociale de la ville met en exergue les enjeux suivants :

- Une **fort risque inondation** pour l'ensemble des systèmes avec des répercussions socioéconomiques et techniques colossales en cas de survenue d'une crue de type 1910 : atteinte aux établissements recevant du public (maisons de retraite, écoles par exemple), atteinte à la force productive durablement, pertes de chiffres d'affaire durables pour le secteur du tourisme et des grands événements, une altération importante du patrimoine culturel. Il existe un réel risque pour le fonctionnement même de l'État et des collectivités. Le secteur des assurances serait lui aussi particulièrement touché. Les modes de vie et l'attractivité du territoire seraient durement impactés.
- Un enjeu commun face à la canicule avec des risques sanitaires avérés (morbidity et mortalité accrues) et émergents (santé et productivité au travail) ainsi qu'une augmentation importante des besoins en rafraîchissement. Les modes de vie seraient bouleversés par la survenue de canicules plus récurrentes et plus intenses.
- Une **tension sur la ressource en eau notamment en périodes estivales et caniculaires**, la majorité des systèmes dépendant de l'eau pour le rafraîchissement.
- Un fort enjeu lié à la préservation de la biodiversité comme vecteur d'attractivité du territoire et de rafraîchissement alors que celle-ci est aussi menacée.
- Une **forte dépendance aux ressources énergétiques** notamment pour le transport international de voyageurs (tourisme, grands événements, modes de vie).
- Le tissu économique ainsi que le patrimoine culturel semblent les plus vulnérables au changement climatique.
- Le système assurantiel est le moins sensible, car il exclut un grand nombre de risques (canicule notamment).
- Les **aléas liés au froid, grand froid et neige, sont de moins en moins préoccupants**. Leur intensité est en baisse et les systèmes parisiens ont déjà prouvé leur bon dimensionnement. Cependant, ces aléas pourraient toujours impacter ponctuellement le fonctionnement des systèmes.
- Les **autres aléas (mouvement de terrain, tempête) impliquent des impacts beaucoup plus localisés**. Les études de terrain, notamment la future cartographie des sous-sols, devraient apporter un complément d'informations.

La capacité d'adaptation s'est largement accrue pour le territoire et les systèmes avec :

- L'ensemble des stratégies territoriales (adaptation, résilience etc.) et sectorielles (alimentation, énergie) visant la prise en compte du changement climatique et de la raréfaction des ressources ;
- Une amélioration de la gouvernance du risque inondation à l'échelle du bassin Seine-Normandie ;
- Un investissement réel des opérateurs et du tissu économique sur la gestion économe des ressources mais un travail moindre sur les risques climatiques.

Aujourd'hui les capacités doivent continuer de se déployer, notamment pour :

- Le tissu économique, et notamment le tissu de PME, insuffisamment préparé ;
- Le patrimoine culturel, grand absent des stratégies et pourtant particulièrement exposé.

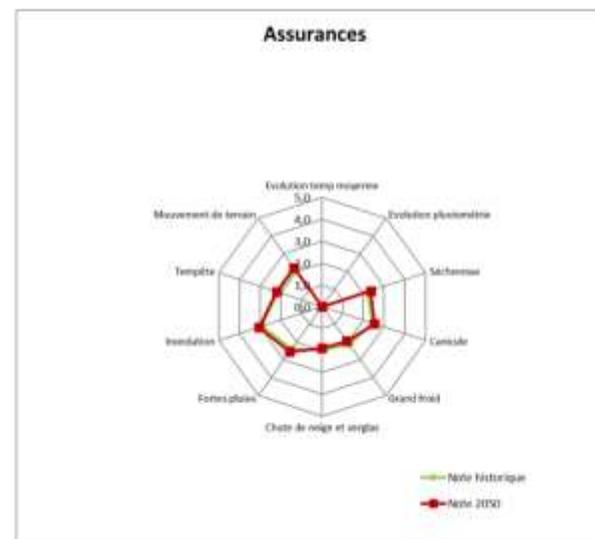
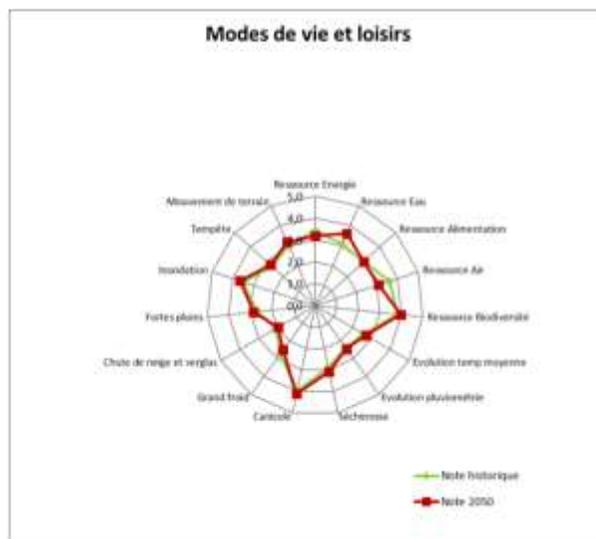
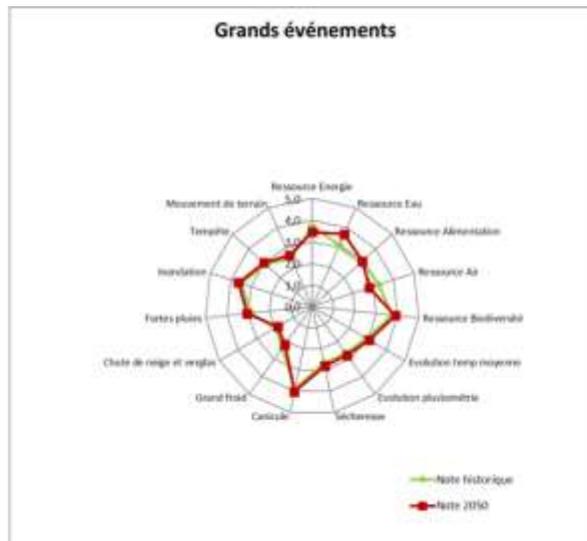
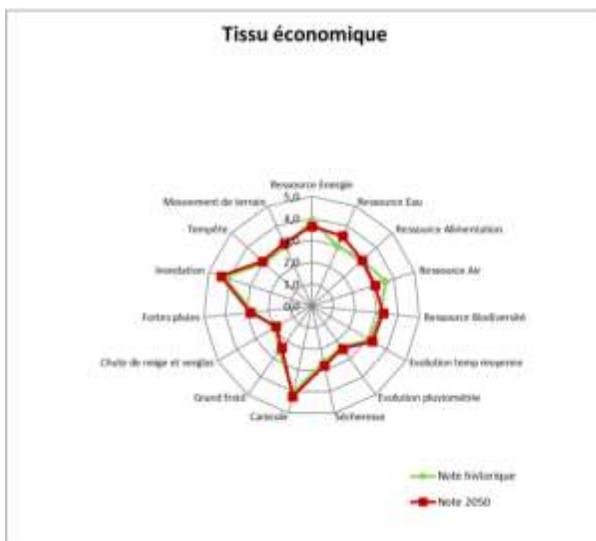
6.1.2 Principales évolutions par rapport à 2012

Par rapport à la précédente étude de 2012, les conclusions sont les suivantes :

- Une réévaluation clairement à la hausse du risque inondation et des impacts multisectoriels.
- Une meilleure prise en compte du patrimoine culturel avec une mise en évidence des enjeux transversaux pour le secteur.
- Un risque nouveau, celui de la biodiversité, en lien avec le déploiement massif du rafraîchissement par la nature en milieu urbain.
- Des tensions accrues sur l'eau avec de forts enjeux de rafraîchissement des populations et de l'espace public.

6.1.3 Tableau de bord des risques et robustesses de réseaux

5	Critique
4,5	Très fort
4	Fort
3,5	Relativement fort
3	Modéré
2,5	Relativement modéré
2	Faible
1,5	Très faible
1	Extrêmement faible



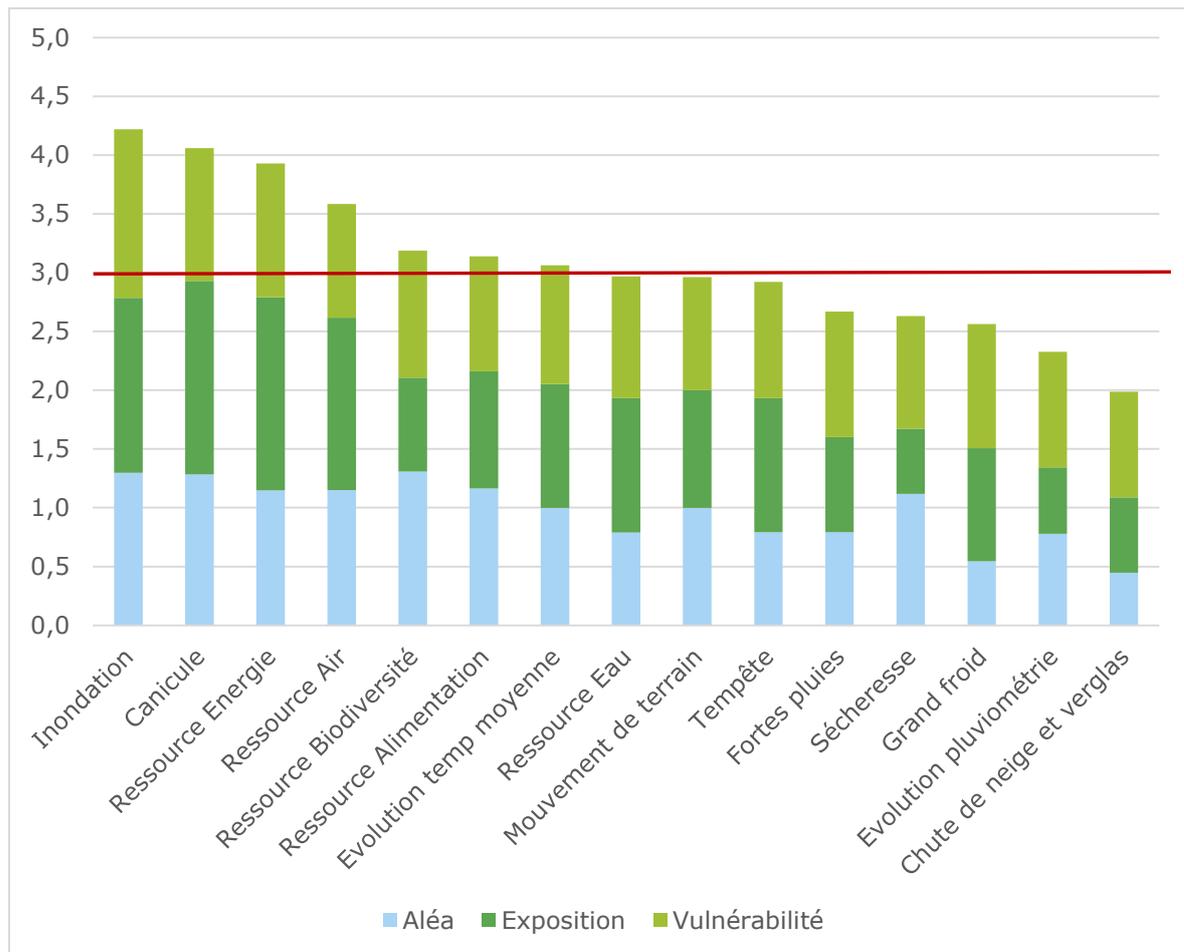
6.2 Tissu économique, filières et emploi

6.2.1 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

Le tissu économique parisien, largement tertiarisé et en forte croissance depuis 2004 est aujourd'hui largement exposé et vulnérable aux risques inondation et canicule. Il est aussi particulièrement dépendant des autres réseaux (réseau électrique, télécommunications etc.). Une crue centennale de la Seine aurait un effet durable sur le fonctionnement de la ville et des fonctions nationales et internationales qu'elles supportent. L'étude OCDE de 2014 pointe en effet des impacts considérables sur le fonctionnement de l'État, des collectivités territoriales, des entreprises et du fonctionnement de l'économie avec un temps de récupération pouvant être particulièrement long (de plusieurs mois en cas de crue centennale). Les canicules interrogent aussi l'ensemble du tissu économique de manière directe ou indirecte : augmentation de l'inconfort thermique dans les ERP, les bureaux et l'espace public, recrudescence des risques sanitaires, hausse des besoins en rafraîchissement. Ces deux risques majeurs questionnent aussi largement la capacité d'adaptation et de résilience du territoire à subir de tels chocs. De nombreuses incertitudes autour de la réduction effective de vulnérabilité face à ces deux enjeux demeurent.

Le tissu économique reste aujourd'hui fortement dépendant de la ressource énergétique et aussi soumis avec prégnance à l'enjeu de qualité de l'air, en particulier en ce qui concerne les ERP pour ce dernier. La meilleure capacité d'adaptation de la ville sur ces deux volets permet d'amorcer aujourd'hui une diminution des risques, observée par les faits, et les transformations planifiées laissent présager la poursuite de la réduction de vulnérabilité en dépit de certaines incertitudes. Les risques relatifs à la biodiversité et à l'alimentation sont des enjeux grandissants pour le territoire parisien, sous l'effet d'une meilleure appréciation des services rendus par la nature à l'économie et du développement de certaines activités économiques (agriculture urbaine notamment). En effet, le développement massif de la végétalisation et des surfaces agricoles implique une nouvelle relation de la ville à son environnement et l'apparition aussi, de nouveaux risques climatiques. Aujourd'hui, la raréfaction annoncée de la biodiversité qui dépasse le simple cadre de la ville, amorce des impacts grandissants pour le tissu économique.

Figure 66 : Part des composantes dans la note de risque du système tissu économique



- Exposition du système

L'ensemble du système est exposé aux risques climatiques avec une différenciation selon la nature des activités. Les ERP doivent faire l'objet de toutes les attentions car ils accueillent des publics potentiellement vulnérables (jeunes enfants notamment). Globalement, la croissance du secteur tertiaire fait augmenter mécaniquement l'exposition du territoire à la nouvelle donne climatique. De nouvelles activités sont exposées comme l'agriculture urbaine, non considérée auparavant.

- Vulnérabilités du système

- Sensibilité

Les impacts techniques et socioéconomiques concernent principalement la survenue d'une inondation centennale en raison de la nature systémique du choc. Les répercussions économiques seraient considérables et les répercussions sociétales durables (interruption de service notamment). La sensibilité sociale aux fortes chaleurs ne doit pas aussi être sous-estimée (santé des travailleurs, accueil de publics vulnérables).

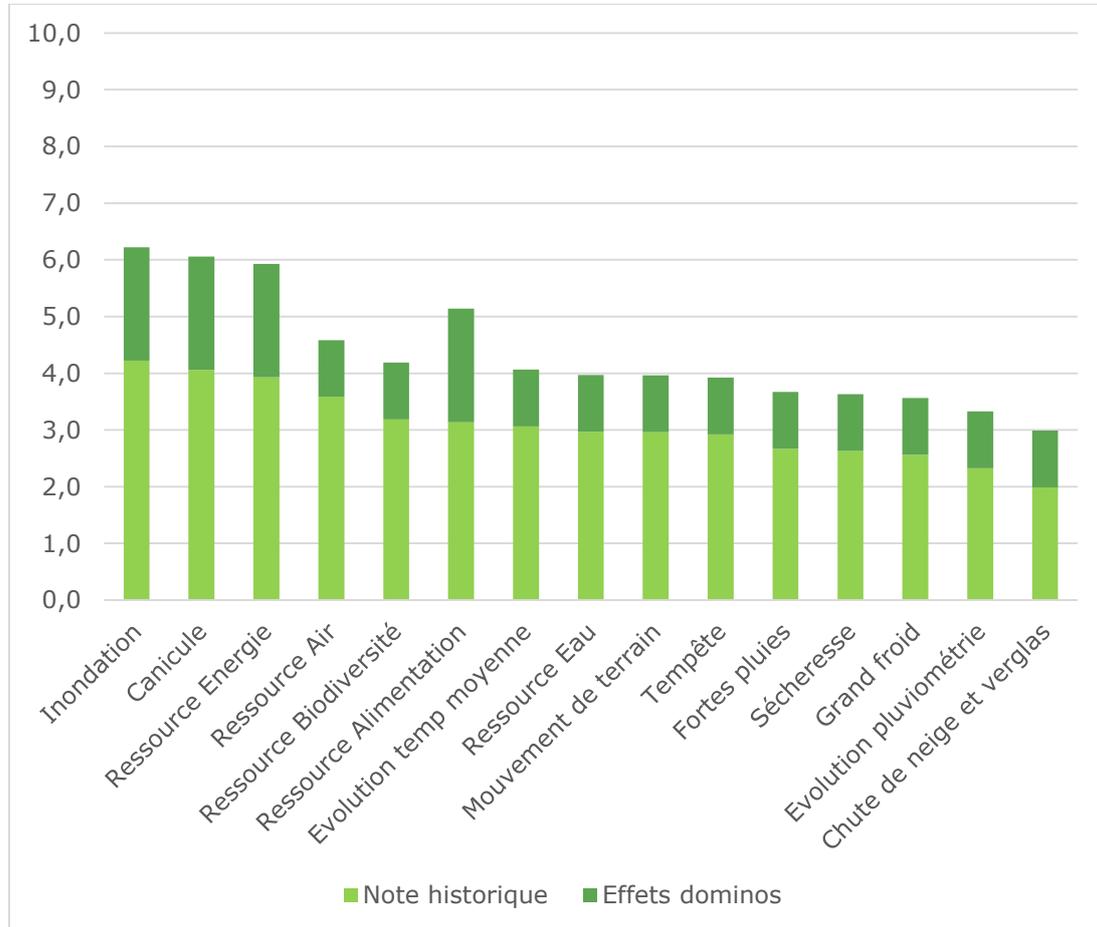
- Capacité d'adaptation

Au-delà du déploiement des capacités d'adaptation du territoire, la capacité d'adaptation du secteur mérite d'être questionnée. En effet, le tissu économique reste dense et composé de PME ce qui rend la préparation et l'anticipation particulièrement complexes. Des efforts sont déployés pour tenter d'impliquer le tissu (ex : Paris Action Climat) mais les capacités des acteurs économiques doivent être renforcées.

- Effets dominos

Les effets dominos montrent que les répercussions sur le tissu économique des inondations, des canicules, de la raréfaction de l'énergie ou bien encore de l'alimentation influent sur d'autres systèmes : santé publique, autres activités économiques (assurances, tourisme notamment), modes de vie et loisirs. Le système subit néanmoins beaucoup plus les effets des autres systèmes sur ces activités du fait de sa forte dépendance à de multiples réseaux (électricité, froid, télécommunications, chaleur, eau potable, assainissement etc.).

Figure 67 : Note de risque du système tissu économique (avec effets dominos)



6.2.2 Définition du système

Nous prenons appui sur la [Nomenclature Économique de Synthèse](#) (NES) de l'INSEE pour définir les activités couvertes par ce système (et les exclusions). Nous excluons les activités économiques couvertes par d'autres systèmes pour éviter la double comptabilité des risques à savoir : l'hôtellerie-restauration, les activités culturelles, récréatives et sportives, la santé, les outils de production d'énergie (industrie), les transports, les télécommunications, les parcs des expositions. Les assurances restent couvertes par ce système. En effet, le système d'assurances recouvre uniquement les solutions assurantielles et non le tissu économique parisien du secteur.

Figure 68 : Filières économiques étudiées

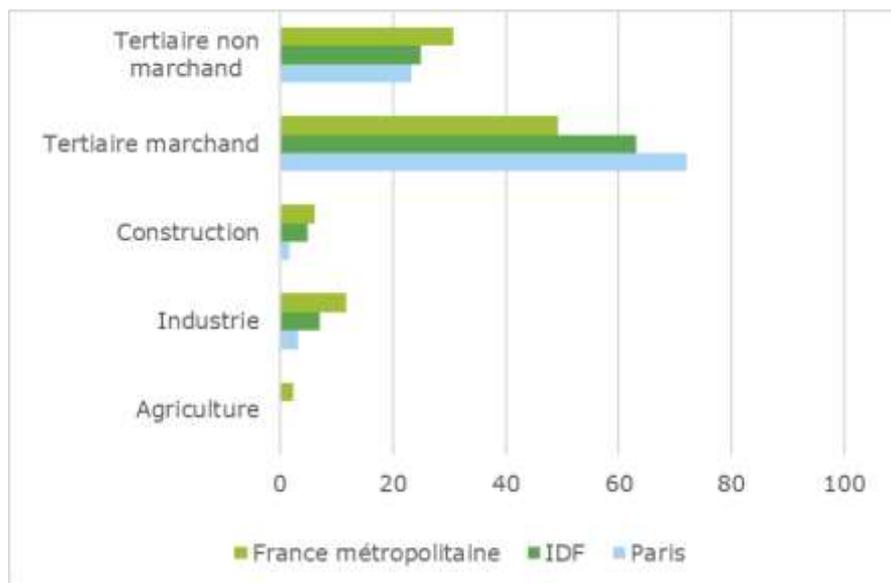
Agriculture	Construction	Tertiaire marchand	Tertiaire non marchand
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> - Bâtiment - Travaux publics 	<ul style="list-style-type: none"> - Commerce - Activités immobilières - Activités financières - Services aux entreprises - Restauration 	<ul style="list-style-type: none"> - Administration publique - Enseignement - Actions sociales

Paris est un pôle économique incontournable en France et dans le monde entier. La capitale française joue en effet un rôle central dans la création de richesse nationale et se distingue par sa compétitivité au niveau international, notamment grâce à la présence de nombreux sièges sociaux d'entreprises et à la concentration d'emplois stratégiques. Son attractivité repose sur la concentration de services et d'équipements, une main d'œuvre diversifiée et qualifiée, un parc tertiaire important et varié ainsi qu'un réseau de transports et de télécommunications particulièrement développé.

Sa situation géographique lui est aussi profitable : située au centre de l'Ile-de-France (première région d'accueil des grandes entreprises), Paris est aussi accessible facilement depuis d'autres places économiques d'importance : Bruxelles, Londres, etc. Les compétences multiples sont donc concentrées et en capacité de se rencontrer.

Le territoire parisien est ainsi particulièrement actif ; en 2019, il compte 2,1 millions d'emplois avec une nette prédominance des activités tertiaires (95 % des emplois). Le tertiaire regroupe les acteurs économiques et institutionnels du territoire.

Figure 69 : Répartition de l'emploi total par grands secteurs en % (Source Direccte Ile-de-France, 2020)



D'après le [Greffé du Tribunal de Commerce](#), les huit grands secteurs d'activités parisiens sont les suivants :

- l'immobilier et la location de biens (35 %) bien représentés ;
- les services aux entreprises (24 %) dans les 1^{er}, 8^{ème}, 16^{ème} et 17^{ème} ;
- les activités financières (9 %) dans les 8^{ème} et 16^{ème} ;
- le commerce (gros et détail) (11 %) dans les 18^{ème} et 20^{ème} ;
- les services collectifs, sociaux et personnels (6 %) ;
- la construction (5 %) dans les 8^{ème} et 20^{ème} ;
- l'hôtellerie-restauration (5 %), bien représenté dans les 8^{ème}, 11^{ème} et 18^{ème} ;
- l'industrie manufacturière (3 %) dans les 2^{ème}, 8^{ème}, 10^{ème} et 11^{ème}.

Dans cette grande diversité d'activités, celles de bureau demeurent les plus répandues sur la capitale avec 38 % de la surface chauffée du parc (Bilan GES 2018, Ville de Paris).

Les 406 731 entreprises parisiennes sont implantées de façon inégale dans les arrondissements. Le 8^{ème} est l'arrondissement qui concentre le plus grand nombre d'entreprises, avec près de 16 % des entreprises parisiennes en 2017. 87 % des entreprises parisiennes sont des micros entreprises (84 % en 2016), 9 % sont des petites entreprises et 4 % sont des entreprises moyennes.

6.2.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système d'attractivité économique et sociale.

Tableau 14 : Notation des risques du système tissu économique

	Note historique	Note 2050
Inondation	4,2	4,4
Canicule	4,1	4,2
Ressource Energie	3,9	3,6
Ressource Air	3,6	3,1
Ressource Biodiversité	3,2	3,3
Ressource Alimentation	3,1	3,1
Evolution temp moyenne	3,1	3,2
Ressource Eau	3,0	3,5
Mouvement de terrain	3,0	3,1
Tempête	2,9	3,0
Fortes pluies	2,7	2,8
Sécheresse	2,6	2,8
Grand froid	2,6	2,3
Evolution pluviométrie	2,3	2,4
Chute de neige et verglas	2,0	1,9

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

- Le tertiaire

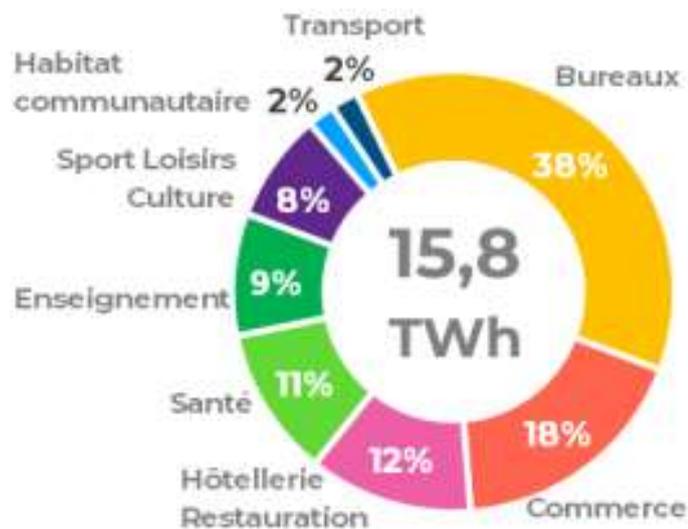
La consommation énergétique du tertiaire à Paris s'élève en 2018 à 15,8 TWh à climat normal, soit une baisse de 5 % par rapport à 2004 (Bilan GES de Paris 2018). Sa consommation énergétique représente plus que le secteur résidentiel. Les bureaux représentent 38 % des consommations énergétiques, devant les commerces (18 %), l'enseignement 9 %, l'habitat communautaire 2 %.

La baisse des consommations énergétiques est significative en raison d'une hausse constante du parc dans la décennie passée. Les bureaux sont les plus consommateurs, devant les commerces et les hôtels-restaurants.

La répartition des usages met en évidence une baisse des besoins de chauffage et eau chaude sanitaire alors que les consommations en électricité spécifique et en climatisation connaissent une forte progression. Ces résultats soulignent l'amélioration générale des performances du bâtiment notamment en période hivernale mais interrogent sur la capacité d'adaptation des bâtiments face aux canicules.

On observe sur ce parc de grandes disparités de performance énergétique : les bureaux restent les premiers consommateurs derrière l'hôtellerie-restauration, le secteur du sport, des loisirs et de la culture et la santé mais devant les commerces, l'habitat communautaire et l'enseignement. Le mix énergétique du tertiaire à Paris est marqué par un usage prédominant de l'électricité qui représente 45 % des consommations énergétiques. En ce qui concerne les besoins de chauffage, la chaleur est prépondérante pour les bureaux.

Figure 70 : Consommation énergétique du Tertiaire par branches (Bilan GES de Paris 2018)



En ce qui concerne spécifiquement l'administration parisienne sur le volet bâtiment (3 600 équipements : crèches, écoles, gymnases, mairies, bibliothèques, piscines), la consommation s'élève à 615 GWh à climat normal en 2018 avec une baisse de 3,5 % par rapport à 2004. On observe une accélération de gains énergétiques sur la dernière période portée par les rénovations lourdes lancées dans le cadre du Plan Climat : rénovation de 300 écoles, 10 piscines, modernisation des chaufferies, amélioration de l'efficacité. Les consommations liées à l'éclairage ont baissé de 53 % par rapport 2004 grâce au marché de modernisation de l'éclairage (2011). Le fonctionnement qui est le second poste d'émissions de gaz à effet de serre est en hausse de 10 % par rapport à 2004. La restauration collective représente le premier poste des émissions du fonctionnement.

L'exposition du secteur à la raréfaction de l'énergie, et en particulier de l'électricité, tend à augmenter en raison de l'augmentation du parc, de la tertiarisation de l'économie et de la dématérialisation croissante des fonctions attachées à ce secteur.

Pour autant, on assiste à un découplage avec la sensibilité puisque les consommations baissent en raison d'un investissement massif dans les politiques de rénovation et d'efficacité énergétique.

La forte dépendance du secteur au système énergétique le rend sensible à toute variation des prix de l'énergie même si le secteur n'est pas menacé par des ruptures d'approvisionnement à court-terme. Aussi la transformation du secteur doit se poursuivre pour parvenir à une résilience totale du secteur à l'horizon 2050. Le Plan Climat 2018 affiche des objectifs ambitieux pour un parc 100 % éco-rénové à cet horizon de moyen terme.

Les capacités d'adaptation sont stimulées par la ville avec la poursuite des efforts pour réduire les consommations énergétiques du tertiaire en particulier : Dispositif [Paris Action Climat](#), programme de rénovation dédié au petit tertiaire à partir de 2020, programme de rénovation du parc de la Ville avec près de 300 écoles, 40 collèges et 15 piscines nécessitant une rénovation ([Ville de Paris](#)). Parallèlement, les opérations de renouvellement urbain ainsi que les nouvelles constructions seront les laboratoires du Plan Climat pour construire des bâtiments bas carbone et à énergie positive ([Plan Climat 2018](#)).

Mais le défi reste important et soumis à de multiples incertitudes liées à la fois à la transition énergétique (changement de mix énergétique en faveur d'un modèle 100 % EnR à l'horizon 2050) et aux capacités intrinsèques du tertiaire aussi à faire face aux enjeux d'efficacité notamment par rapport aux canicules.

- La construction

Le secteur est particulièrement dépendant de l'énergie et utilise des procédés dit énergivores dans le processus de fabrication (béton, ciment etc.). Le secteur des nouveaux logements et locaux est en croissance (+42 % en 2014-2018 par rapport à 2004-2009). La réduction de la dépendance énergétique des process est donc un enjeu de taille pour le secteur.

- La dépendance au transport du tissu économique

Le tissu économique est également fortement dépendant énergétiquement du transport aérien et du transport hors de Paris (routier, fluvial, ferroviaire) pour les marchandises et le déplacement des travailleurs. L'avion représente le premier poste carbone du territoire parisien même si les émissions de GES baissent à la fois pour le transport de marchandises (-20 % en 2018 par rapport à 2004) et pour le transport de personnes (-19 %). Le transport hors de Paris représente quant à lui le troisième poste du territoire en baisse de 24 % avec une prédominance du transport routier (95 %). Le tissu économique est donc fortement sensible à la raréfaction des prix de l'énergie. Sur ce volet dépendance extérieure, le tissu économique commence à travailler sur ses approvisionnements (logistique fluviale par exemple pour l'acheminement de marchandises). La réduction significative de cette dépendance nécessitera aussi très probablement une transformation durable des modes de travail (massification du travail en ligne).

Le risque reste donc aujourd'hui relativement fort.

Ressource en eau

Le tissu économique est exposé pour des usages spécifiques (eau chaude sanitaire, eaux grises, jardinage, rafraîchissement) et plus particulièrement pour certaines activités : services relatifs à l'éducation (crèches, écoles etc.) et à l'action sociale (maisons de retraites, centres d'hébergement des personnes SDF, etc.). D'autres secteurs d'activités sont particulièrement consommateurs d'eau et donc exposés : le secteur de la construction (ex : cimentier) ou bien encore le secteur de l'agriculture urbaine, en développement.

L'évolution du tissu économique parisien vers le tertiaire a été favorable pour le territoire puisque les activités tertiaires sont moins consommatrices d'eau que d'autres secteurs tels que l'industrie par exemple ([Eau de Paris, 2013](#)). L'exposition du tissu économique pourrait se renforcer avec le développement massif de la végétalisation y compris sur le parc tertiaire ainsi que le déploiement de l'agriculture urbaine.

Les impacts attendus du changement climatique sur la ressource ont des effets sur la qualité de l'eau, effets qui s'accroîtront dans le temps et pourront jouer sur le prix de l'eau. Si aujourd'hui le risque de rupture d'approvisionnement à moyen terme semble écarté (Entretien eau de Paris, étude de référence non communiquée au BET), on devrait néanmoins assister à des pics de consommation en période de sécheresse et/ou de fortes chaleurs pour satisfaire les besoins en refroidissement et/ou en rafraîchissement. Des conflits d'usage, aujourd'hui absents, pourraient donc se dessiner. Le secteur tertiaire serait donc un des secteurs potentiellement impactés du fait de son caractère non prioritaire.

Les capacités d'adaptation de la ville et des opérateurs de service en faveur de l'amélioration de la disponibilité et de la qualité de l'eau se sont massivement développées cette dernière décennie : Plan d'Adaptation du bassin Seine-Normandie, Plan Eau de Paris, Plan qualité des eaux et de baignade, Plan ParisPluie, Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris etc. Cela plaide en faveur d'une stratégie de gestion économe de la ressource, de diversification des apports et de récupération de la ressource dans un contexte de raréfaction. Toutefois, des incertitudes demeurent sur la capacité des différents systèmes à interagir et à satisfaire leurs propres besoins. Cette incertitude se répercute nécessairement sur les usages et donc sur le tissu économique.

Le risque est aujourd'hui modéré devrait se renforcer dans le futur.

Ressource alimentation

L'ensemble du tissu économique est concerné par l'alimentation : commerçants alimentaires, grandes chaînes de distribution, agriculteurs urbains, restauration d'entreprises, restauration collective pour l'administration parisienne. Paris doit nourrir **1 million de travailleurs**. En ajoutant les habitants et les touristes, l'alimentation représente un poste considérable du bilan carbone parisien (18 % en 2018).

La restauration collective en faveur des publics précaires constitue un point particulièrement critique. En cas de non-satisfaction, **la fracture alimentaire s'étend à une population modeste encore plus importante**. Les jeunes publics et les personnes en situation de précarité sont donc les premiers concernés par toute variation de la disponibilité de la ressource alimentaire. La forte dépendance actuelle de l'alimentation parisienne à des marchés éloignés rend le secteur particulièrement sensible à la hausse des prix des denrées alimentaires ainsi qu'à de potentielles ruptures d'approvisionnement. Aujourd'hui, la dépendance du tissu économique à l'extérieur reste forte et la vulnérabilité aux ruptures d'approvisionnement et à la hausse des prix élevée. Cette vulnérabilité est bien connue de la Ville de Paris qui agit en faveur de la transformation du modèle alimentaire : préservation et structuration des filières de production locales et amélioration de la qualité environnementale des surfaces cultivées en Ile-de-France, travail sur les modes d'approvisionnement des denrées plus résilients (Plan Climat, Stratégie pour une alimentation durable). Sur le volet administration et restauration collective, Paris est devenu en 2015 le premier acheteur bio de France et fin 2018, la part d'alimentation durable dans les restaurants collectifs municipaux était de 46,7 % avec 40 % de produits issus de l'agriculture biologique. Le chantier de l'alimentation durable est encore colossal et le tissu économique n'a pas encore massivement déployé ses capacités même si des initiatives structurantes sont observées et contribuent à cet objectif (Paris Action Climat, Enseigne Responsable etc.). Le renforcement de l'accompagnement sur ce volet alimentaire semble nécessaire.

Le risque est modéré.

Ressource en biodiversité

En premier lieu, il semble important de clarifier le lien entre biodiversité et économie :

« La notion de dépendance de l'économie vis-à-vis de la biodiversité nous semble ici essentielle à rappeler. Le plus souvent, les liens entre économie et biodiversité sont vus par le biais des « impacts » des activités économiques, comme les pollutions, le changement climatique, la surexploitation des ressources ou encore la fragmentation des écosystèmes. Or, au-delà des impacts, il est essentiel de comprendre qu'en amont de toute activité économique, se trouvent des ressources issues de l'activité des écosystèmes ou des fonctionnalités écologiques. Ce sont sur ces « biens et services écologiques », encore appelés « services rendus par les écosystèmes » que reposent, par les usages que nous en faisons ou les avantages que nous en retirons, toute activité économique » (Emmanuel Delannoy, pour le MEEM, 2016).

Au-delà de l'approvisionnement alimentaire, la biodiversité conditionne aussi grandement le tissu économique parisien : approvisionnement en matières premières renouvelables pour la construction ou la rénovation (bois notamment) ou bien encore le fonctionnement des activités (papier, coton par exemple). Elle est aussi support d'activité économique avec le déploiement de l'agriculture urbaine. Elle fournit des services essentiels de régulation de l'espace urbain et

conditionne aussi l'attractivité économique d'une ville. La sensibilité globale de l'économie parisienne demeure mal cernée. Toutefois le rapport d'[Emmanuel Delannoy, pour le MEEM, 2016](#) estime qu'en tenant compte des dépendances indirectes tout au long des cycles de vie des produits, ce sont près de 80 % des emplois français qui sont concernés par la biodiversité et qui subiraient les impacts d'une dégradation irréversible des écosystèmes. Si l'ensemble des stratégies territoriales parisiennes concourt à la prise en compte de cet enjeu, ce sont bien les travaux engagés depuis près de 10 ans autour des ressources, de la compréhension du « métabolisme urbain » de la ville et du plan d'économie circulaire ([deuxième feuille de route 2017-2020](#)) qui contribuent à identifier les robustesses et les ruptures possibles du système. La relation que le territoire entretient avec la biodiversité pourrait être investie encore plus amplement lors des prochains plans pour mieux mettre en avant les effets de sa raréfaction sur le tissu économique parisien.

Le risque est relativement fort et tendra à s'aggraver.

Ressource en air

L'ensemble du tissu économique est exposé potentiellement à une mauvaise qualité de l'air en raison de la densité urbaine et de la présence de voies à grande circulation [emploi de plein air mais aussi bureaux et établissements recevant du public (ERP) aux abords d'axes pollués]. Nombre ERP sont situés près d'un axe routier à fort trafic ([Plan de Santé Environnementale de Paris](#)). [Une étude réalisée par Airparif en 2021](#) dans 44 établissements parisiens (crèches, écoles et collèges) montre que les niveaux de pollution au NO₂ diminuent significativement entre les rues et les cours des établissements, principalement par l'éloignement ainsi que l'effet protecteur des murs séparant la cour du trafic routier. Les niveaux mesurés sont inférieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En revanche, pour les particules fines (PM_{2,5}), il n'y a pas pratiquement pas de différences entre la situation dans la rue et dans les cours d'école et les seuils dépassent les valeurs recommandées par l'OMS. Au-delà des ERP, certains métiers peuvent être aussi plus exposés que d'autres à la question de la qualité de l'air (services de livraison, chantiers etc.). Les impacts d'une mauvaise qualité de l'air s'exercent principalement sur la santé à long terme des travailleurs et des publics en particulier chez les publics sensibles. La pollution de l'air est une question de fond qui nécessite une action territoriale d'abord sur les transports et l'aménagement. C'est en ce sens que la Mairie de Paris a déployé ces actions à travers son Plan Climat Air Energie pour améliorer sensiblement la qualité de l'air sur son territoire et continuera d'agir pour atteindre le respect des normes fixées par l'OMS : réduction de la présence des véhicules polluants [Zones à Circulation Restreinte, vignette Crit'air, sortie du diesel en 2024, de l'essence en 2030), mise en place de rues et zones sans pollution (Axes Ultra Basse Emission, Système de notation Air'volution pour l'achat de véhicules), incitation à la révision des systèmes de chauffage, plaidoyer pour la limitation de la pollution atmosphérique en Europe pour l'agriculture et l'industrie]. Sur le volet spécifique des ERP, il existe un dispositif « rues aux écoles » qui rend les abords de 155 établissements piétons ou limite très fortement le trafic routier. La capacité d'adaptation est jugée bonne.

Le risque reste aujourd'hui relativement fort mais devrait diminuer à l'avenir.

Évolution des températures moyennes

Tout le système est exposé au réchauffement moyen des températures principalement avec une influence nette sur les besoins en chauffage et en rafraîchissement ainsi que sur le confort thermique des populations (travailleurs, publics). Si les besoins en climatisation sont aujourd'hui faibles, ils tendent aujourd'hui à augmenter d'environ 12 % par décennie à l'échelle régionale.

Les besoins de chauffage qui sont prédominants tendent eux à diminuer d'environ 4 % par décennie. Du fait des spécificités du contexte parisien et de son îlot de chaleur urbain, cette problématique est prégnante pour le tissu économique. Ces tendances devraient se poursuivre et les besoins en rafraîchissement augmenter. Cela interroge donc le confort thermique des espaces de travail notamment et la capacité d'adaptation du bâti tertiaire à intégrer ces nouveaux besoins en rafraîchissement, notamment dans le bâti ancien. L'ensemble des plans de la ville pouvant concourir à l'adaptation cadre bâti (Plan Climat Air Energie, Stratégie d'adaptation, etc.) met en

relief ce changement de paradigme et la nécessité d'étudier plus amplement la capacité inhérente du bâti à s'adapter à la nouvelle donne climatique. Les programmes de rénovation des bâtiments et référentiels de constructions nouvelles convergent vers l'intégration de la notion de climat futur. Le nouveau Plan Local d'Urbanisme qui se veut bioclimatique devrait permettre de massifier les efforts de façon réglementaire.

S'agissant des températures moyennes, le risque reste modéré.

Évolution de la pluviométrie

Le tissu économique à dominante tertiaire reste peu dépendant du changement des conditions moyennes de la pluviométrie. Néanmoins, dans un contexte de déploiement de l'agriculture urbaine et de la végétalisation de la ville, ce changement touche à l'outil productif d'un certain nombre d'emplois : agriculteurs urbains, paysagistes, services des espaces verts. Des conditions hivernales plus humides et des conditions asséchantes en période estivale pourraient avoir des effets sur les rendements agricoles et les peuplements (variabilité des productions, altération de la qualité, épisodes de pullulations et d'invasions plus fréquents, stress hydriques aux peuplements etc.). L'exposition et a fortiori la sensibilité du tissu économique sont donc amenées à se renforcer dans un contexte de déploiement de ces activités. De même, de façon indirecte, c'est toute l'économie régionale agricole vers laquelle la Ville de Paris se tourne pour pérenniser ses approvisionnements alimentaires qui doit faire l'objet d'une vigilance renforcée face aux variations pluviométriques.

A l'échelle locale, les capacités d'adaptation de la ville se sont largement renforcées pour optimiser la gestion de l'eau pluviale avec le Plan ParisPluie : infiltration, récupération, gestion optimisée de la ressource dans un contexte de raréfaction constituent la base de la prise en charge des enjeux sur ce volet.

Le risque reste faible en raison de la part minoritaire du secteur agricole dans l'emploi parisien.

Sécheresse des sols

Ce sont encore l'emploi et les filières liées à l'environnement qui sont susceptibles d'être le plus affectés par l'augmentation en fréquence et en intensité des sécheresses agricoles : stress hydriques sur récoltes, stress aux peuplements voire mortalité accrue, baisse du pouvoir rafraîchissant de la végétation etc. De façon indirecte, la sécheresse des sols peut être associée à une augmentation de l'inconfort thermique dans l'espace public et dans les bureaux du fait d'une moindre action de la végétation en faveur du refroidissement urbain (y compris sur bâtiment). Cela amène aussi à considérer pour ces professions la généralisation de certains dispositifs de type irrigation qui peuvent générer un surcoût de fonctionnement. Le développement des usages de l'eau dans le cadre des activités économiques liés à l'environnement questionne dans un contexte annoncé de moindre disponibilité de la ressource en période estivale. La question de l'eau et du développement des usages est au cœur des préoccupations.

Le risque reste relativement modéré.

Canicule

Le système, dans son intégralité est exposé à l'aléa canicule. L'économie parisienne est très sensible aux épisodes de fortes chaleurs, sensibilité favorisée par le milieu urbain et l'îlot de chaleur attenant. Cela concerne l'ensemble des bâtiments tertiaires et ERP, le secteur du bâtiment, des travaux publics ou bien encore l'agriculture et les espaces verts. Les canicules engendrent tout d'abord une dégradation généralisée du confort thermique dans les bâtiments (tours vitrées par exemple) et dans l'espace public avec des répercussions potentielles sur la santé (coups de chaud, morbidité accrue voire mortalité). Les ERP doivent être considérés comme des points d'attention particulier en raison de l'accueil de publics vulnérables dans les crèches et les écoles (public des jeunes enfants à risque notamment de coups de chaud et de déshydratation). Les canicules peuvent conduire à des interruptions d'activités pour certains travaux extérieurs (L. Bazizin, 2019). Au-delà, elles conduisent à une baisse de productivité des travailleurs. Un rapport de 2004 du Sénat montrait que l'impact d'une canicule sur la productivité

était de 1,5 à 3 milliards d'euros, soit une baisse de croissance de 0,1 à 0,2 % (Sénat, 2004). Au-delà de l'impact direct sur les travailleurs et les publics, les canicules génèrent aussi des besoins en rafraîchissement et en refroidissement supplémentaires, avec parfois un coût économique considérable. Cet enjeu, déjà prégnant, est amené à se renforcer avec le changement climatique. La capacité d'adaptation du secteur doit d'abord se voir à travers les efforts de la ville pour rafraîchir la ville et transformer la manière de concevoir l'urbanisme et l'espace public. Elle prend racine dans les différents plans déployés par la ville : Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET, 2018), Plan ParisPluie (2018), stratégie d'adaptation au changement climatique (2015), stratégie de résilience (2017) et le nouveau plan Paris Frais (2021), le déploiement des réseaux (réseau de froid, réseau d'eau non potable etc.). Avec l'ensemble de ces actions, la ville entend déployer une adaptation massive : objectifs ambitieux de végétalisation, bâtiments et urbanismes adaptés à la nouvelle donne climatique, cours de récréation des écoles et collèges parisiens progressivement transformés en « oasis », mobilisation de l'ensemble des forces et parties prenantes du territoire.

Pour autant, il existe de vraies incertitudes sur la capacité des espaces publics et des bâtiments à absorber aujourd'hui les chocs thermiques attendus, ce qui nécessite des investigations complémentaires. Au-delà, la capacité même du tissu économique mérite d'être développée plus amplement.

Le risque est fort et devrait s'aggraver dans le temps.

Grand froid

L'ensemble du système est potentiellement exposé à cet aléa avec encore une fois une vigilance particulière pour les travailleurs les plus exposés (travaux publics etc.) et les publics les plus vulnérables (jeunes enfants notamment). La sensibilité s'exprime de manière directe sur ces populations et notamment par des risques sanitaires accrus en période de grand froid, conséquences dont la gravité est aussi fonction du temps de l'exposition notamment pour les travailleurs : gelures, crampes, hypothermie ou bien encore troubles musculosquelettiques (Travail.gouv.fr). A noter par ailleurs que le froid peut engendrer dans le bâti une dégradation du confort thermique associée à une hausse des besoins en chauffage. Ce risque est sensiblement moins important à Paris comparativement aux zones moins urbanisées de l'Ile-de-France en raison de l'îlot de chaleur urbain. De même, il tend à diminuer même si, du fait de la variabilité interannuelle du climat, on ne peut exclure la survenue de vagues de froid extrême. L'expérience passée et les plans à l'œuvre font preuve d'un bon dimensionnement en l'absence d'une tendance à l'augmentation du risque.

A noter toutefois que sur les activités agricoles et environnementales, la diminution des périodes froides peut aussi constituer une menace en perturbant le cycle végétatif et en rendant ces activités potentiellement plus vulnérables à des coups de gel tardif par exemple.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Le tissu économique parisien est exposé aux épisodes de chutes de neige et de verglas. La capitale est parfois paralysée par d'importantes chutes de neige. Même si cela ne dure que quelques jours, le trajet entre le domicile et le lieu de travail et les livraisons de marchandises peuvent s'en retrouver perturbés. Certains secteurs peuvent se retrouver à l'arrêt (bâtiment, travaux publics notamment). Ces épisodes peuvent aussi créer des dégâts ponctuels au bâti comme des infiltrations d'eau. En ce qui concerne l'agriculture urbaine, ce sont bien les événements de gel ou de chutes de neige tardifs qui sont préjudiciables, quand la croissance des végétaux a déjà démarré. Ils peuvent altérer la quantité et la qualité de la future récolte. Si les chutes de neige et de verglas devaient se faire moins fréquentes à l'avenir, leur suivi devrait continuer en raison de leurs effets potentiellement importants sur des secteurs cibles en essor.

Le risque est jugé faible.

Fortes pluies

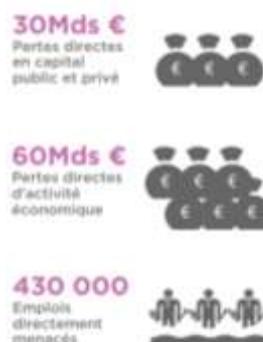
Le tissu économique peut être partiellement exposé à l'impact des fortes pluies. De manière directe, elles peuvent affecter ou perturber les activités extérieures, altérer des productions agricoles ou bien encore créer des dégâts au bâti (infiltrations d'eau, dégâts aux toitures etc.). De manière indirecte, elles engendrent aussi des ruissellements et inondations localisés perturbant le fonctionnement des systèmes de transports notamment. Le temps de retour à la normale reste en général assez rapide quand celles-ci ne sont pas couplées à des inondations par débordement des cours d'eau et remontées de nappes. La tendance à l'intensification des pluies hivernales mais aussi celle relative à l'assèchement des sols en période estivale devraient accroître la sensibilité du territoire aux fortes pluies. Le Plan ParisPluie constitue l'outil phare de gestion des eaux pluviales et permet en ce sens de répondre de façon systémique aussi à ce problème. Des actions sur le patrimoine tertiaire visant notamment la désimperméabilisation des cours d'écoles et collèges sont aussi favorables. Au-delà, les capacités de résilience des bâtiments y compris économiques pourraient être décuplées pour mieux intégrer cet enjeu donc les répercussions sur les milieux et activités socioéconomiques peuvent être conséquentes.

Inondation

L'ensemble du tissu économique parisien est exposé au risque d'inondation par crue de la Seine de façon directe et indirecte. L'étude OCDE sur la gestion des risques inondation : la Seine en Ile-de-France (2014) constitue à cet égard un rapport de référence sur la compréhension globale des enjeux pour les territoires franciliens. D'après cette étude, une crue majeure aurait des conséquences nombreuses sur le fonctionnement économique du territoire avec :

- Un impact potentiel sur le fonctionnement de l'Etat et des collectivités territoriales locales : bâtiments de l'Etat en zone inondable ou de fragilité électrique : palais de l'Elysée, Assemblée Nationale, Palais de justice, Ministère de l'Economie et des Finances à Bercy etc. se trouvent dans la zone inondable. Une crise prolongée aurait des répercussions nationales si ces institutions étaient empêchées de conduire leurs activités dans le temps. Certains bâtiments communaux pourraient aussi être touchés et empêchés dans leurs fonctions, notamment de services sociaux.
- Des impacts sur les entreprises et le fonctionnement de l'économie : locaux et outils de production endommagés, tout ou partie de stocks détruits, pertes d'exploitation aggravées par l'interruption des réseaux d'électricité, de communication et d'eau etc. Le fonctionnement dégradé du réseau de transports entraverait le déplacement des travailleurs. Les PME, représentant 85 % des entreprises en zone inondable seraient sévèrement atteintes par une telle crise. Le secteur des services (informatique, finance, services aux entreprises) serait particulièrement affecté, notamment le quartier central des affaires (QCA) de Paris centré autour du 8^e arrondissement caractérisé par une densité d'emplois tertiaires, la présence de sièges sociaux et de centres de décisions d'entreprises mondialisées. Les activités du secteur reposant largement sur les réseaux, leur vulnérabilité est amplifiée (réseau électrique, télécommunications notamment). Une crue de type 1910 perturberait ainsi les activités économiques pendant environ 1-2 mois (sources : ETPB Seine Grands Lacs, SGZDS, DRIEE, dans OCDE, 2014). Un débit équivalent à 115 % du débit de référence conduirait à des perturbations d'environ 2 à 5 mois. D'après la stratégie de résilience de Paris (2017), les impacts économiques d'une crue centennale seraient les suivants :

Figure 71 : Impacts économiques potentiels d'une crue centennale
(Source : Ville de Paris, stratégie de résilience 2017)



Ce risque nécessite une gouvernance forte à de multiples échelles territoriales. Au-delà des obligations réglementaires et du cadre du PPRi, de la stratégie locale de gestion du risque inondation de la métropole francilienne (SLGRI), un bilan récent de l'OCDE (2018) montre que la capacité d'adaptation du territoire francilien s'est déployée aussi à la suite des inondations de mai 2016, mais de manière encore insuffisante pour réduire durablement le risque de vulnérabilité à une crue majeure. Sur le volet technique, les lacs réservoirs de l'ETPB permettent d'écrêter partiellement des crues en saison hivernale mais des crues tardives comme celles de mai 2016, quand les lacs sont déjà pleins, peuvent difficilement être gérées.

En matière de gestion de crise et de coordination, des progrès considérables ont eu lieu mais la mise en place de plans de continuité des activités demeure partielle dans le tissu économique. Le bilan de l'OCDE insiste sur l'importance de renforcer les mesures de gouvernance, de financement, d'urbanisme résilient et de démarches de continuité de l'activité des entreprises.

Le risque est aujourd'hui fort et devrait se renforcer pour le territoire parisien.

Tempête

Le système est exposé aux tempêtes. Les principaux impacts attendus, très localisés en général, sont liés aux vents forts qui peuvent occasionner l'arrachement ou la panne d'équipements situés en toiture et donc perturber les activités économiques. Les espaces agricoles et/ou végétalisés sont particulièrement sensibles aux tempêtes avec un risque plus marqué de chutes d'arbres ou de dégâts aux infrastructures agricoles, particulièrement exposées en toitures. Les travailleurs publics sont potentiellement vulnérables, puisqu'exposés à la chute d'objets (notamment dans le cas d'un bâti dense et vertical comme à Paris) et la chute d'arbres. Les tendances sont incertaines pour l'évolution des fréquences des tempêtes et les retours d'expérience concernent aujourd'hui des dégâts toujours localisés. Des groupes de travail multi partenariaux MRN (Mission Risques Naturels) œuvrent à l'identification des structures les plus critiques dans ce cadre (forme urbaine, étude des champs de vent).

Le risque demeure relativement modéré et ne devrait pas s'amplifier.

Mouvement de terrain

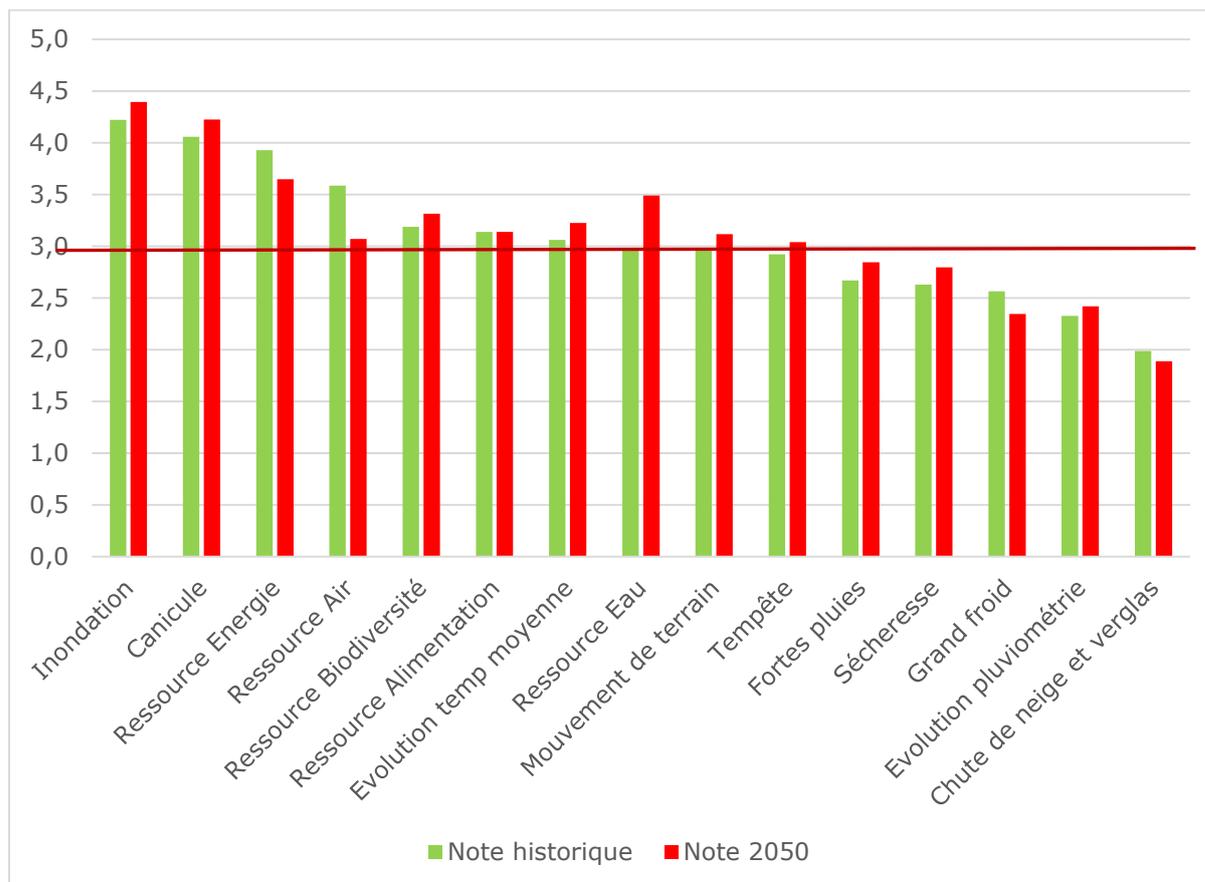
Les risques de mouvement de terrain sont principalement liés à la présence de cavités souterraines d'origine humaine (anciennes carrières de calcaire) ou naturelle (zones de dissolution de gypse antéludien). Ces cavités sont particulièrement sensibles aux variations du niveau d'humidité des sols et aux phénomènes de ruissellement des eaux et induisent des risques de fissuration et d'affaissement. Ces phénomènes sont systématiquement étudiés dans les travaux d'aménagement et ont récemment intégré le Plan ParisPluie. Le nord de la Ville de Paris est principalement concerné par les risques liés au gypse antéludien (effondrements dus à la rupture du toit de la carrière - ou « fontis » - sous l'effet de l'humidité). Les fondations du bâti sont supposées assez profondes pour limiter le risque et des actions d'analyse des sous-sols ont été proposées dans le cadre de la stratégie de résilience. Nous ne disposons pas d'information précise quant au risque spécifique pour le tissu économique parisien.

Le risque est modéré et la problématique pourrait se renforcer.

Évolution à l'horizon 2050

Les enjeux relatifs aux canicules et aux inondations devraient se renforcer tout comme les enjeux liés à la raréfaction des ressources eau et biodiversité.

Figure 72 : Évolution de la note de risque du système tissu économique (sans effets dominos)



6.2.4 Les sources

- Directeur régional Direccte d’Île-de-France, Les chiffres clés édition 2020 (2020)
- Eau de Paris, L’eau à Paris. Un service public (2013)
- Emmanuel Delannoy pour le MEEM, La biodiversité, une opportunité pour le développement économique et la création d’emplois (2016)
- Greffe du tribunal de commerce de Paris 13^{ème} édition, Atlas économique de Paris 2018 (2018)
- Insee, Nomenclature économique de synthèse - NES, 1994-2007 (2016)
- Mairie de Paris, Paris santé environnement : tous ensemble pour une ville-santé (2017)
- Mattea Battaglia (Le Monde), Sans cantine scolaire, la fracture alimentaire s’étend à de nouveaux parents (2020)
- Ministère du travail, de l’emploi et de l’insertion, Vague de froid : employeurs, soyez attentifs à vos salariés (2021)
- Paris Action Climat, site web (2021)
- Philippe Collet, La pollution de l’air des cours des écoles parisiennes est inférieure à celle des rues adjacentes (2021)
- Ville de Paris, Nouveau Plan Climat : 500 mesures pour la Ville de Paris (2018)
- Ville de Paris, Plan Climat de Paris (2020)
- Ville de Paris, Plan économie circulaire de Paris 2^{ème} feuille de route (2018).

6.3 Tourisme et patrimoine culturel

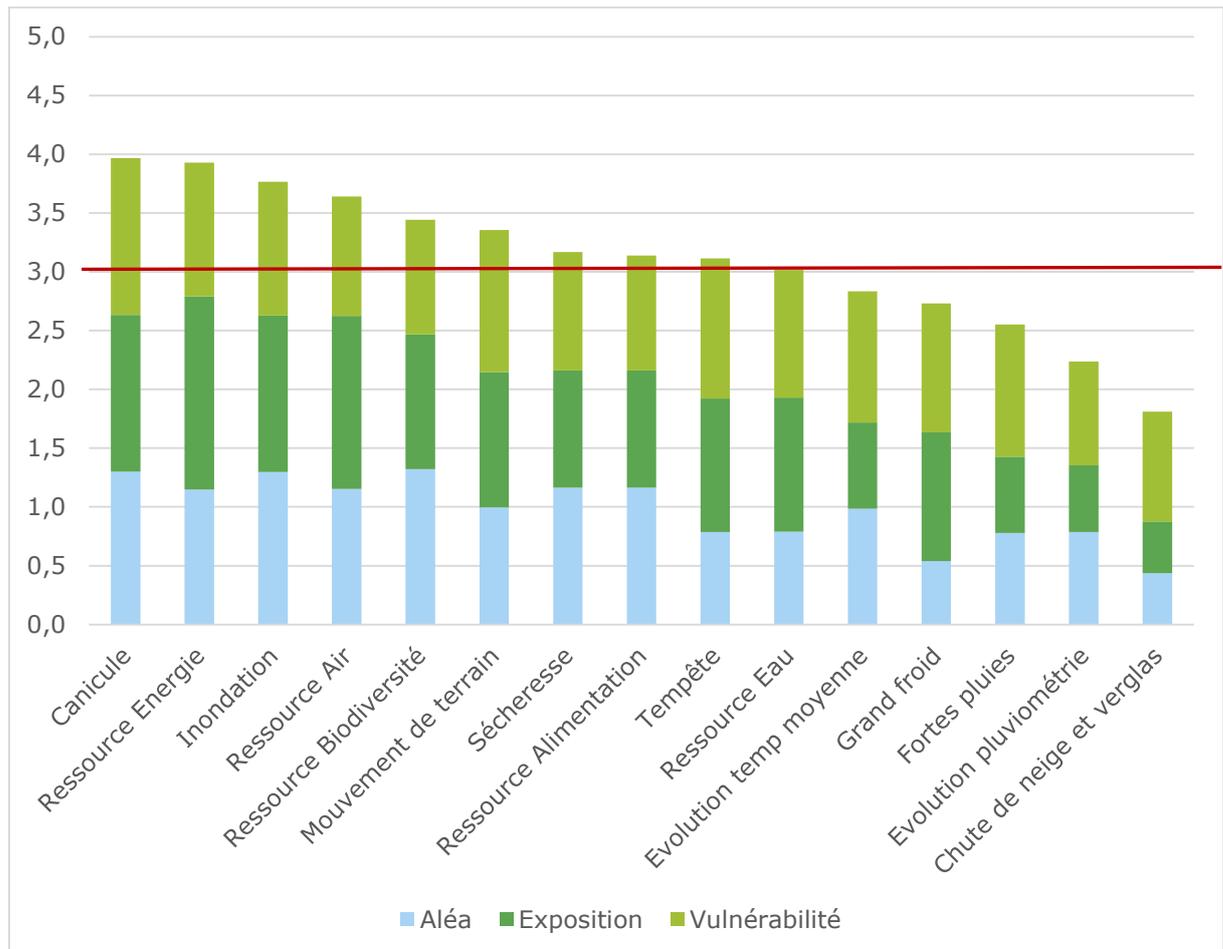
6.3.1 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

Le système touristique et le patrimoine culturel apparaissent fortement à risque face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources avec un grand nombre de risques forts. En ce qui concerne le climat, le secteur est vulnérable face à l’augmentation des canicules et au risque d’inondation. Les canicules représentent un enjeu à la fois pour les touristes sanitaires avec une forte altération du confort thermique et des risques sanitaires accrus mais aussi pour le bâti touristique et le patrimoine culturel. Les fortes chaleurs peuvent altérer le patrimoine intérieur des musées, des collections, des bibliothèques par exemple. Les inondations

par crue majeure représentent également un enjeu de taille avec des pertes économiques anticipées particulièrement importantes quand on inclut par ailleurs les atteintes au patrimoine culturel.

La raréfaction des ressources remet aussi potentiellement en cause le modèle économique du tourisme parisien : forte dépendance énergétique du tourisme aux marchés lointains, un patrimoine naturel source d'attractivité mais aussi fragile face au climat, un secteur fortement dépendant de la ressource en eau et en alimentation qui sera donc challengé face à des tensions possibles sur ces deux ressources.

Figure 73 : Part des composantes dans la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel



- Exposition du système

Le système est fortement exposé aux risques climatiques et à la raréfaction des ressources en raison de son poids, de son rayonnement international et de la densité de l'offre (hôtellerie-restauration, patrimoine culturel). Il est aussi fortement exposé à des enjeux transnationaux liés à sa dépendance aux marchés lointains en matière de clientèle touristique.

- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

Les impacts sur le secteur sont conséquents en matière économique et notamment pour le patrimoine culturel, quels que soient les aléas et ressources considérés.

Les impacts techniques et socioéconomiques concernent principalement la survenue d'une inondation centennale en raison de la nature systémique du choc. Les répercussions économiques seraient considérables et les répercussions touristiques durables (interruption de service notamment). La sensibilité aux fortes chaleurs ne doit pas aussi être sous-estimée.

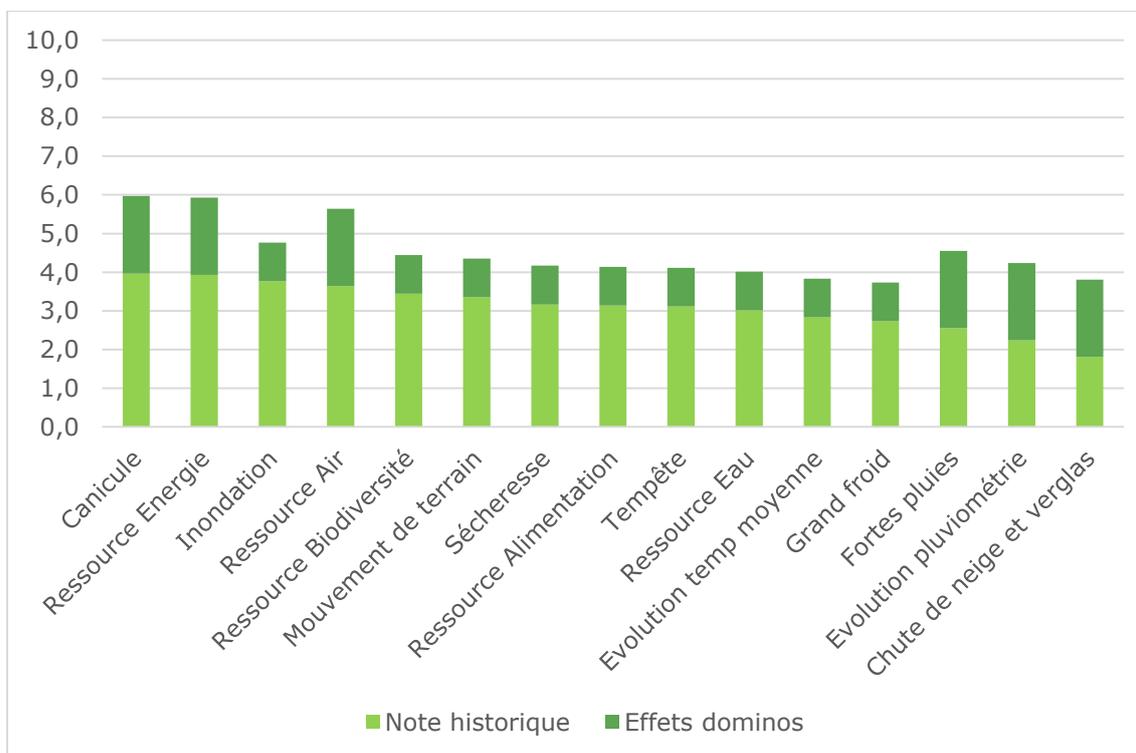
- Capacité d'adaptation

Au-delà du déploiement des capacités d'adaptation du territoire, la capacité d'adaptation du secteur mérite d'être questionnée. En effet, le tissu touristique reste dense et composé de PME ce qui rend la préparation et l'anticipation particulièrement complexes. De même, il semble que le patrimoine culturel est insuffisamment pris en compte dans les stratégies et plans de la ville au regard de l'importance des enjeux.

- Effets dominos

Cette figure montre que le secteur émet des effets limités sur les autres secteurs. Cela ne change donc pas l'ordre des risques.

Figure 74 : Note de risque du système tourisme et patrimoine culturel (avec effets dominos)



6.3.2 Définition du système

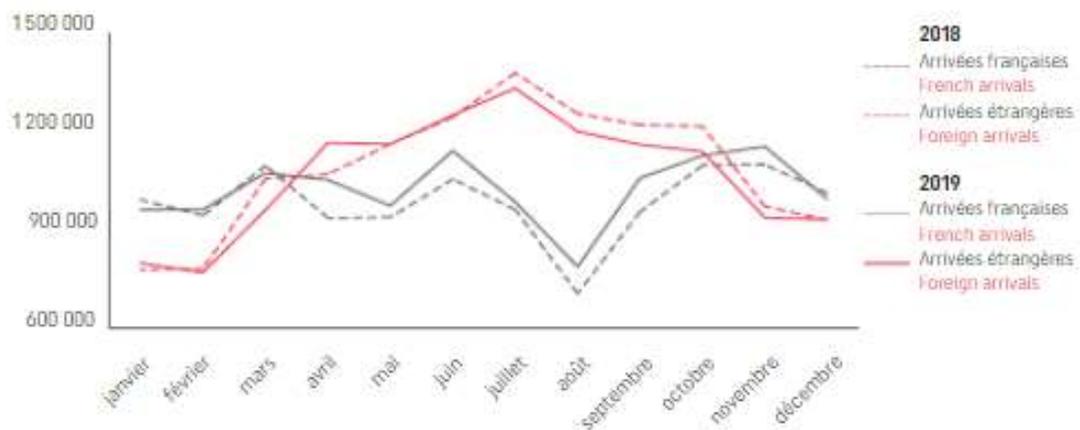
Atout majeur pour le développement économique, le rayonnement international et l'attractivité du territoire, le tourisme à Paris était en croissance continue depuis plusieurs décennies avant la crise de la COVID-19 et représentait environ 7 % du PIB régional, 80 000 entreprises et 395 000 emplois en majeure partie non délocalisables (d'après la CCI Paris, Ile-de-France). Paris se maintient dans le top 3 des destinations touristiques mondiales, selon les différents classements internationaux en vigueur.

A l'échelle du Grand Paris, selon le dernier bilan officiel de l'Office du Tourisme et de Congrès de Paris, l'économie touristique pèse pour 11,7 % de l'emploi salarié en 2018 avec une recette de 4,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires de l'hôtellerie du Grand Paris en 2019. Les emplois touristiques concernent en premier lieu la restauration, puis les transports, l'hébergement et enfin les loisirs.

A noter que pour éviter la double comptabilité, les systèmes des transports parisiens et des loisirs sont exclus de l'analyse du présent système. Le Grand Paris comptabilise en 2019 25 millions d'arrivées hôtelières dont 51 % d'étrangers et 49 % de français. Les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l'Allemagne, la Chine et l'Espagne représentent les premières clientèles étrangères. La clientèle étrangère est composée pour moitié d'européens. Les clientèles logent majoritairement en hôtels 3, 4 et 5 étoiles. La Ville de Paris capte à elle seule 17 millions des arrivées hôtelières avec 58 % de touristes étrangers et 42 % de touristes français. Elle dispose de 1 678 hôtels, ce qui représente environ 72 % des chambres du Grand Paris. A noter par ailleurs l'existence de modes d'hébergements complémentaires : 202 résidences hôtelières sur le Grand Paris et près de 60 000 logements disponibles sur Airbnb à Paris. Le tourisme d'affaires est également très important dans le Grand Paris avec près de 25,5 millions de nuitées.

L'évolution mensuelle des arrivées hôtelières françaises et étrangères dans le Grand Paris montre que la clientèle française préfère les intersaisons et désertent Paris en période estivale. Le tourisme international reste majoritaire de mars à octobre avec un pic de fréquentation observé au début de l'été.

Figure 75 : Evolution mensuelle des arrivées hôtelières françaises et étrangères dans le Grand Paris (Source : OTCP, 2019)



Le patrimoine et l'offre culturelle sont très denses à Paris avec la présence de 3 opéras, 144 musées, 2 206 monuments historiques, 754 écrans de cinémas, 265 théâtres et cabarets.

Les 5 premiers sites culturels par ordre décroissant sont : la Basilique du Sacré-Cœur de Montmartre, le Musée du Louvre, la Tour Eiffel, le Centre Pompidou, le Musée d'Orsay. Les expositions temporaires drainent aussi un nombre de touristes importants.

A noter par ailleurs que la Ville de Paris est propriétaire de 96 édifices culturels (85 églises, 9 temples protestants, 2 synagogues). Ils sont les plus anciens, datant, dans leur grande majorité, d'avant la loi de séparation des Eglises et de l'Etat du 9 décembre 1905. 61 d'entre eux sont ainsi protégés au titre des Monuments historiques et 17 autres, dans le cadre du Plan local d'urbanisme.

7 monuments complètent ce patrimoine original, dont les tours Saint-Jacques et Jean-sans-Peur, le réseau d'adduction d'eau des Sources du Nord, les colonnes du Trône, l'enceinte de Philippe-Auguste. Enfin, la ville gère 500 statues réparties dans l'espace public parisien (jardins, squares, places, ponts, etc.).

Paris est aussi la capitale de la gastronomie avec 14 000 cafés et restaurants, 82 marchés et 90 restaurants étoilés. Enfin, elle est l'une des destinations de shopping les plus prisées au monde ([Stratégie Tourisme 2022](#)).

6.3.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système d'attractivité économique et sociale.

Tableau 15 : Notation des risques du système tourisme et patrimoine culturel

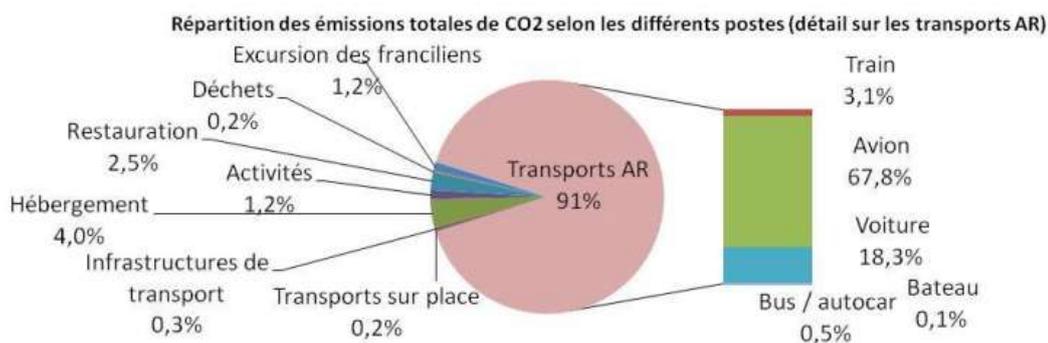
	Note de risque (sur 5) Historique	Note de risque (sur 5) 2050
Canicule	4,0	4,1
Ressource Énergie	3,9	3,6
Inondation	3,8	3,9
Ressource Air	3,6	3,1
Ressource Biodiversité	3,4	3,6
Mouvement de terrain	3,4	3,5
Ressource Alimentation	3,1	3,1
Tempête	3,1	3,2
Ressource Eau	3,0	3,5
Evolution temp moyenne	2,8	3,0
Grand froid	2,7	2,5
Fortes pluies	2,6	2,7
Sécheresse	3,2	3,4
Evolution pluviométrie	2,2	2,3
Chute de neige et verglas	1,8	1,7

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

L'ensemble du système touristique est fortement dépendant de la ressource énergétique. Cette empreinte est largement dominée par le transport international de voyageurs et notamment l'avion comme le montre le bilan carbone réalisé à l'échelle régionale par le [Comité Régional du Tourisme](#) en 2014.

Figure 76 : Répartition des émissions totales de CO₂ selon les différents postes (CRT, 2014)



L'activité sur place reste aussi fortement émettrice. La consommation énergétique du tertiaire à Paris s'élève en 2018 à 15,8 TWh à climat normal, soit une baisse de 5 % par rapport à 2004 (Bilan GES de Paris 2018). Les hôtels-restaurants arrivent en troisième position (12 %), derrière les bureaux et les commerces. Les établissements de l'hôtellerie et de la restauration sont les plus consommateurs du parc tertiaire ce qui s'explique par un patrimoine plus ancien et des usages spécifiques plus importants (conservation et préparation des repas, climatisation, eau chaude sanitaire).

Le mix énergétique du tertiaire à Paris est marqué par un usage prédominant de l'électricité qui représente 45 % des consommations énergétiques. Le gaz est majoritaire pour le chauffage des cafés ; hôtels et restaurants. Le gaz naturel reste prépondérant dans les émissions, le biogaz au niveau national étant encore marginal.

Le secteur est donc fortement dépendant énergétiquement et vulnérable à la hausse des prix des énergies, en particulier pour les clientèles les plus lointaines (Asie, Etats-Unis notamment). Le parc de l'hôtellerie-restauration est aussi vulnérable du fait de la présence d'un tissu important d'indépendants et d'un patrimoine bâti et culturel ancien et donc soumis à des contraintes pour la rénovation et la performance énergétique.

Les capacités d'adaptation sont stimulées par la ville avec la poursuite des efforts pour réduire les consommations énergétiques du tertiaire en particulier : Dispositif [Paris Action Climat](#), programme de rénovation du bâti dédié du patrimoine culturel et muséal dans le cadre du Schéma de développement touristique de Paris 2017-2022. De grands groupes hôteliers et organisations sont aussi engagés dans des contrats de performance énergétique et d'objectifs (BnF, Grand Palais, Louvre etc.).

Pour les autres acteurs du tourisme constitués majoritairement de PME, des initiatives d'accompagnement des parties prenantes ont été renforcées à la suite de la crise de la COVID-19, à l'initiative notamment de l'OCTP. Le programme « [pour un tourisme durable à Paris](#) » vise à accompagner les hébergeurs, les restaurateurs, les lieux d'événements et lieux culturels dans la mise en œuvre d'une démarche de développement durable, notamment sur le volet maîtrise des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie.

En ce qui concerne la dépendance énergétique du secteur aux mobilités lointaines, les capacités d'adaptation sont plus limitées pour les clientèles (hormis des incitations à la compensation). Il n'existe pas à ce jour de réelle remise en cause du modèle touristique parisien (transformation vers un modèle tourné vers la France et l'Europe avec un renforcement des mobilités moins impactantes : train, vélo, etc.) dans le modèle touristique actuel. Cela limite de fait les capacités d'adaptation.

Le risque est fort.

Ressource en eau

Une grande partie du système est dépendant des ressources en eau : hôtels, restauration, patrimoine culturel (fontaines et sites en eau), activités touristiques telles que le tourisme fluvial par exemple. Les touristes sont en règle générale de plus grands consommateurs d'eau que les populations locales. La dégradation de la qualité de l'eau, l'augmentation des sécheresses hydriques, la baisse des débits d'étiage pour les ressources superficielles, et la moindre disponibilité auront des conséquences potentielles sur le secteur : altération de la qualité de l'eau distribuée, coupures ponctuelles et restrictions impactant en priorité les usages non prioritaires : fontaines, arrosage des jardins paysagers, activités nautiques, navigations etc. Les conséquences sont de nature environnementales (altération esthétique des paysages), sociales et sanitaires (moindre rafraîchissement et risques accrus de contamination par l'eau) ou bien encore économiques (pertes liées à l'arrêt de certaines activités touristiques comme le tourisme fluvial). Aujourd'hui, la baisse annoncée des étiages de la Seine questionne les potentiels impacts sur le patrimoine culturel. Les édifices situés sur la nappe alluviale de la Seine pourraient souffrir d'une restriction d'eau dans les sous-sols qui ferait se contracter les terrains asséchés, avec de fait de possibles impacts ([Lefèvre, 2021](#)). Ceux-ci demeurent à ce jour mal cernés. Mais c'est aussi l'ensemble du patrimoine naturel qui constitue donc une ressource touristique qui est aussi menacée par l'accroissement des sécheresses avec comme conséquence une possible dégradation esthétique du paysage et une baisse d'attractivité de ces espaces naturels.

Les capacités d'adaptation de la ville et des opérateurs de service en faveur de l'amélioration de la disponibilité et de la qualité de l'eau se sont massivement développées ces dernières années : Plan d'Adaptation du bassin Seine-Normandie, Plan Eau de Paris, Plan qualité des eaux et de baignade, Plan ParisPluie, Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris etc. Cela plaide en faveur d'une stratégie de gestion économe de la ressource, de diversification des apports et de récupération de la ressource dans un contexte de raréfaction. Toutefois, des incertitudes demeurent sur la capacité des différents systèmes à interagir et à satisfaire leurs propres besoins.

Le programme « [pour un tourisme durable à Paris](#) » vise également à accompagner les acteurs touristiques parisiens sur le volet de la gestion des ressources en eau. Des initiatives dans le secteur sont également observées : diminution de la consommation d'eau par incitation de la clientèle à réutiliser les serviettes de toilette, suivi des consommations et techniques de conservation d'eau etc. L'empreinte eau du secteur restant mal cernée, il est difficile d'évaluer in fine la capacité du secteur à sensiblement diminuer son empreinte sur la ressource.

En ce qui concerne l'impact des étiages de la Seine sur le patrimoine culturel, la capacité d'adaptation reste aujourd'hui mal cernée.

Le risque est jugé modéré mais augmentera.

Ressource alimentation

En termes de restauration commerciale, Paris reste la vitrine de la gastronomie française. Avec plus de 5 700 restaurants, la capitale présente la plus forte densité de cafés-restaurants en France. Toutefois, la logistique sous-tendue par ce maillage du territoire a un coût important tant au niveau économique qu'environnemental. La consommation alimentaire représente 75 000 touristes quotidiens en plus des 2,2 millions d'habitants intra-muros et 7 millions de personnes non résidentes travaillant chaque jour à Paris (Plan Climat Air Energie, 2018). Le secteur touristique comprenant donc les cafés-restaurants, il est particulièrement sensible à la raréfaction des ressources alimentaires et à la variabilité des prix. Les répercussions sont potentiellement nombreuses avec de possibles ruptures d'approvisionnement, une altération des services et une hausse des prix pour les touristes en l'absence de stratégie d'approvisionnement alternative. Sur le volet des capacités d'adaptation, on assiste à une meilleure prise en compte des enjeux alimentaires. Le bilan carbone du tourisme en Ile-de-France a permis de montrer que le poste alimentaire représentait le troisième poste le plus consommateur d'énergie. L'ensemble des stratégies territoriales (résilience, adaptation, climat, économie circulaire etc.) et sectorielles (stratégie alimentation durable) à Paris évoque l'enjeu de pérennisation et de sécurisation de l'approvisionnement alimentaire et déploie des actions en ce sens : aide au développement des emplois agricoles en région parisienne, réflexions autour de l'assiette alimentaire des parisiens permettant aussi de travailler sur les logiques d'approvisionnement lointain (pour la nourriture du bétail notamment). Du côté des restaurateurs, on assiste au déploiement d'initiatives en faveur de l'alimentation durable : approvisionnement local, de saison, bio, développement des labels responsables (éco table par exemple). Les capacités doivent à présent se déployer à l'ensemble du tissu touristique pour augmenter significativement la résilience du territoire.

Le risque est modéré.

Ressource en air

En milieu urbain, l'ensemble du système touristique est fortement exposé aux enjeux de qualité de l'air : touristes, infrastructures touristiques et patrimoine culturel. En ce qui concerne spécifiquement le patrimoine culturel, les dégradations peuvent être multiples : développement de croûtes noires gypseuses, noircissement des façades par les suies, lixiviation et corrosion des vitraux, rouille et corrosion des métaux, carbonatation du ciment et corrosion des armatures, changement de couleur et détérioration des façades. Tous les matériaux sont concernés : la pierre, le ciment, le béton, la brique, la céramique ou encore le bois ([Lefèvre, 2021](#)). Il en résulte une dégradation à la fois physique et esthétique ainsi qu'un coût économique considérable de restauration pour le patrimoine culturel. Les touristes sont davantage exposés à la pollution de l'air notamment lors de pics de pollution car les habitants sont à même de s'en prémunir alors que les touristes seront moins enclins à renoncer à leurs activités extérieures (balades etc.). Les politiques en faveur de la réduction des problématiques liées à l'air (Plan Climat, Plan Santé environnementale etc.) commencent à porter leurs fruits et devraient à terme diminuer les risques tels qu'ils sont connus aujourd'hui à la fois sur le patrimoine et sur les touristes. Certaines problématiques devraient néanmoins perdurer (ozone) et de nouvelles apparaître (question des pollens, des feux de forêt dans la région parisienne), ce qui invite aussi les politiques à maintenir ou à renforcer les actions de sensibilisation en faveur de publics cibles dont les touristes.

Le risque est relativement fort.

Ressource en biodiversité

La biodiversité fait partie intégrante du patrimoine culturel et naturel de la Ville de Paris. Elle constitue à la fois une source d’approvisionnement (bois de construction pour des charpentes par exemple) mais aussi un support d’activités avec la présence d’une trame verte et bleue importante et diversifiée (bois, parcs, jardins, mares, fleuve etc.). Elle offre des services de confort et de régulation y compris pour le secteur touristique (rafraîchissement). La biodiversité constitue aussi un axe de développement touristique retenu par Paris dans sa stratégie tourisme 2022 avec le déploiement de nouveaux espaces verts, de parcours et animations dans les bois, parcs et jardins et des parcours touristiques dédiés à la biodiversité. Cette biodiversité est aujourd’hui fortement menacée et le changement climatique pourrait exercer une pression croissante sur ces espaces. Par conséquent, les menaces qui pèsent sur les ressources touristiques sont nombreuses : modifications et/ou altération des paysages, fragilisation du patrimoine naturel (développement d’invasives et de maladies, homogénéisation de la faune et de la flore etc.), arrêts d’activités (navigation fluviale, baignade, etc.), baisse d’attractivité généralisée du milieu urbain. La raréfaction de la biodiversité constitue une menace pour la pérennité de certains services, fortement utiles pour le tourisme tels que le rafraîchissement en périodes printanière et estivale.

Aujourd’hui la prise en compte de la biodiversité dans les politiques territoriales et sectorielles commence à émerger. Néanmoins, ces dernières demeurent sous-dimensionnées au regard des enjeux de raréfaction. Tourisme et patrimoine culturel doivent se réinventer en renforçant la prise en compte de ces enjeux.

La végétalisation des villes, spécialement des façades et des toits ou terrasses des bâtiments culturels, dans le but de lutter contre l’ICU, devrait être une préoccupation majeure pour les Architectes des Bâtiments de France, car « *il faut éviter que la préservation de l’authenticité du bâti se confonde avec la minéralisation des espaces.* ». Cette doctrine mérite cependant beaucoup de prudence dans son application pratique, en particulier aux monuments historiques emblématiques.

Le risque est relativement fort et se renforce.

Températures moyennes

L’ensemble du système est concerné. Les températures moyennes influent sur le confort thermique des populations touristiques et sur les besoins de chauffage ou de rafraîchissement pour les infrastructures touristiques et le patrimoine culturel. On s’attend globalement à une hausse des besoins en rafraîchissement et une baisse des besoins de chauffage accentués par l’îlot de chaleur urbain. Cela impliquera nécessairement une redistribution voire une augmentation des coûts pour les infrastructures. Cette nouvelle donne climatique questionne la capacité du secteur à prendre en charge ces mutations d’autant que le caractère protégé et emblématique de certains monuments historiques peut compliquer les opérations de rénovation et de réhabilitation. De même, les hôteliers ou les restaurateurs, constitués majoritairement d’indépendants, ne sont pas toujours outillés pour répondre à ces enjeux. La variation du confort thermique est aussi susceptible de constituer une opportunité pour l’organisation d’activités touristiques de plein air, aux intersaisons notamment (ADEME, 2019).

Mais au-delà du confort thermique, le réchauffement moyen est aussi susceptible d’occasionner des impacts importants sur le patrimoine culturel non climatisé (Lefèvre, 2021). En intérieur :

- Augmentation accrue de la température qui influera sur la gestion des collections, les bibliothèques, les archives pour conserver des conditions optimales de conservation ;
- Pression accrue du nombre et de l’activité des insectes nuisibles ;
- Fissuration, écaillage des matériaux poreux humides (murs intérieurs en briques par exemple).

En extérieur, on compte notamment :

- Une insolation accrue des façades avec thermoclastie ;
- Une croissance accrue de lichens, algues et champignons sur les façades ;
- Des dommages accrus aux structures en bois dus aux insectes nuisibles ;
- Etc.

Ces dommages potentiels au patrimoine culturel restent peu pris en compte et ne sont par ailleurs pas mentionnés dans les stratégies sectorielles (tourisme notamment) ou celles de résilience et d'adaptation au changement climatique de la Ville de Paris (Lefèvre 2021).

Le risque est jugé relativement modéré.

Évolution de la pluviométrie

La pluie influence la fréquentation touristique des sites de plein air (Tour Eiffel, jardins etc.) et a des effets directs sur le patrimoine culturel et naturel de la ville. Les variations attendues dans le futur (plus de pluies en hiver, moins en été) auront certainement des effets sur les pratiques touristiques mais ces effets restent difficilement appréciables : des conditions asséchantes et chaudes en milieu urbain ne sont pas forcément propices au tourisme de plein air mais peuvent favoriser la fréquentation des musées par exemple. La réduction des précipitations estivales aura certainement un impact sur le patrimoine bâti mais plutôt mesurable en fin de siècle (Lefèvre 2021), les conditions asséchantes favorisant le caractère érosif des pluies sur les monuments. Cette évolution pourra engendrer des stress thermiques aux peuplements et altérer les paysages urbains. Pour ce qui est de l'augmentation des précipitations en période hivernale et d'humidité attenante, elles peuvent avoir un effet en intérieur (dans les bâtiments non chauffés), sur les bois des bâtiments (déformation et craquages de structures, objets en bois), accroître le risque de moisissure (papier, livres, photos, textiles, œuvres d'art contemporaines) et favoriser la rouille et la corrosion des métaux non protégés.

Les capacités d'adaptation sont aujourd'hui peu évoquées.

Le risque est jugé aujourd'hui relativement faible.

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols concerne les espaces extérieurs végétalisés du patrimoine touristique et culturel mais aussi potentiellement le bâti et ses fondations. L'augmentation attendue des sécheresses édaphiques peut porter atteinte aux fondations des édifices établis sur la nappe alluviale de la Seine, le sol se contractant sous l'effet de son assèchement (Lefèvre 2021). Cette dimension reste peu appréhendée dans les plans territoriaux existants.

Le risque est relativement fort.

Canicule

L'ensemble du système touristique et du patrimoine culturel est exposé à l'augmentation projetée en fréquence et en intensité des canicules. En ce qui concerne le patrimoine culturel, celui-ci est exposé à des risques accrus d'incendie des infrastructures en bois et des charpentes, en lien avec les sécheresses. Il est aussi exposé à un risque de thermoclastie plus important (Lefèvre 2021). Les fortes chaleurs peuvent largement altérer le patrimoine intérieur des musées, les collections, les bibliothèques, réserves et archives. Elles devraient aussi largement dégrader le confort thermique des touristes augmentant aussi de fait les besoins en rafraîchissement et en ventilation. Une hausse des coûts de fonctionnement est attendue pour l'ensemble du secteur (y compris hôteliers, restaurateurs). Les canicules engendrent un risque sanitaire accru pour les populations touristiques (coups de chaud, morbidité et mortalité). Une hausse de fréquentation des espaces de fraîcheur (parcs, jardins, bois, espaces en eau) est probable. Les canicules augmentent aussi le risque de contaminations alimentaires. La capacité d'adaptation du secteur doit d'abord se voir à travers les efforts de la Ville pour rafraîchir la ville et transformer la manière de concevoir l'urbanisme et l'espace public. Elle prend racine dans les différents plans déployés par la ville : Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET, 2018), Plan ParisPluie (2018), stratégie d'adaptation au changement climatique (2015), stratégie de résilience (2017) et le nouveau Plan Paris Frais (2021), le déploiement des réseaux (réseau de froid, réseau d'eau non

potable etc.). Avec l'ensemble de ces actions, la ville entend déployer une adaptation massive : objectifs ambitieux de végétalisation, bâtiments et urbanismes adaptées à la nouvelle donne climatique.

Pour autant, il existe de nombreuses contraintes et de incertitudes sur la capacité des espaces publics et des bâtiments à absorber aujourd'hui les chocs thermiques attendus ce qui nécessite des investigations complémentaires. Au-delà, la capacité même du tissu touristique (hôteliers, restaurateurs etc.) mérite d'être développée plus amplement. Le plan canicule est aussi un outil de gestion du risque sanitaire complémentaire.

Le risque est fort.

Grand froid

Le système est exposé dans son ensemble à la baisse projetée en fréquence et en intensité des grands froids. Les grands froids induisent une hausse des besoins en chauffage et une dégradation potentielle du confort thermique dans les lieux touristiques mal isolés ou non chauffés. Ils induisent aussi pour les touristes de plus grands risques sanitaires, le froid favorisant les pathologies cardiovasculaires et respiratoires (quelques jours après avoir été exposé). Dans un contexte de diminution projetée de cet aléa, le système touristique et le patrimoine culturel disposent d'une bonne capacité d'adaptation. Le plan grand froid permet aussi de gérer la variabilité interannuelle de ce risque.

Le risque est relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Une grande partie du système est concernée par cet aléa, qui devrait sensiblement diminuer dans les décennies à venir. Les chutes de neige ou le verglas sont un frein à la mobilité touristique car elles peuvent donc créer des perturbations dans les transports en commun et engendrer des difficultés pour se déplacer (marche, vélo etc.). Au-delà, des événements de gel-dégel ont potentiellement des effets sur les matériaux des façades et peuvent créer des fissures voire des éclatements ([Lefèvre 2021](#)).

Le risque est très faible.

Fortes pluies

Les pluies intenses sont susceptibles d'affecter le système de manière souvent localisée : bâtiments et systèmes de transports principalement. Elles peuvent engendrer la fermeture temporaire de certains sites touristiques. La tendance à l'intensification des pluies hivernales mais aussi celle relative à l'assèchement des sols en période estivale devraient accroître la sensibilité du territoire aux fortes pluies. Le Plan ParisPluie constitue l'outil phare de gestion des eaux pluviales et permet en ce sens de répondre de façon systémique aussi à ce problème. La résilience du patrimoine culturel et touristique face à cet enjeu devrait se poser avec acuité. Au-delà, les capacités de résilience des bâtiments y compris économiques pourraient être décuplées pour mieux intégrer cet enjeu donc les répercussions sur les milieux et activités socioéconomiques peuvent être conséquentes.

Le risque est relativement modéré.

Inondations

Une crue majeure de type 1910 impactera fortement l'offre touristique et le patrimoine culturel de la Ville de Paris (voir figure ci-dessous). La liste de l'UNESCO (les berges de la Seine entre le pont de Sully à l'est et la Tour Eiffel à l'ouest) est entièrement comprise dans le cadre des débordements de la Seine. Des crues de moindre ampleur (type 2016) peuvent aussi affecter le secteur.

Figure 77 : Liste des monuments parisiens concernés par le risque inondation (Source : Ville de Paris)

Arrondissement	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e
Inondation des sols				Quai de l'Hôtel de ville	Quai Saint-Bernard Quai de la République Jardin des Plantes	Quai Malakoff	Les Quai Musée d'Orsay	Place Gabriel Peri
Inondation des sous-sols et caves	Chargera Jeu de Paume Jardin des Tulaires Musée du Louvre Église Saint-Eustache Les Halles La Conciergerie Seine-Chapelle	Place de l'Opéra Avenue de l'Opéra	Musée des Arts et Métiers	Place de l'Hôtel de Ville	Quartier Saint-Germain Place Saint-Michel	Boulevard Saint-Germain Place Saint-Sulpice Marché Saint-Germain Carrefour de l'Odéon	Invalides Tour Eiffel Musée du Quai Branly	Avenue des Champs-Élysées Petit Palais Grand Palais La Madeleine
Alimentation électrique fragile	Jardin du Palais Royal	Opéra Comique	Place de la République La Mairie	Carre Georges Pompidou		Place de l'Odéon		Gare Saint-Lazare Champs-Élysées
Arrondissement	9 ^e	10 ^e	11 ^e	12 ^e	13 ^e	15 ^e	16 ^e	
Inondation des sols			Faubourg Saint-Antoine	Palais Omnisport Paris-Bercy	Quai d'Austerlitz Quai de Austerlitz Bibliothèque François Mitterrand	Quai André Citroën Quai Grenelle Parc André Citroën Parc des Expositions	Hippodrome de Longchamp	
Inondation des sous-sols et caves	Place de l'Opéra Opéra Garnier Boulevard Haussmann Place d'Estienne d'Orves	Boulevard Bonne Nouvelle Rue du Faubourg Saint-Denis	Théâtre de la Bastille	Gare de Lyon				
Alimentation électrique fragile			Rue Oberkampf Place de la Bastille			Parc des Expositions Palais des Sports	Parc des Pincés Roland Garros	

Liste des monuments du patrimoine parisien concernés par le risque d'inondation

Les conséquences des crues sont multiples sur le secteur. Elles peuvent engendrer des pertes économiques considérables pour les musées et activités concernées, sur le temps long dans le cas d'une crue majeure. Par exemple, pour les bateaux-mouches, l'inondation de 2016 a représenté des pertes estimées à 100 000 euros par jour.

La menace d'une crue majeure sur le patrimoine culturel est réelle avec des conséquences importantes en sous-sols : mouillage et salissure des œuvres, des collections, des archives, des réserves des musées, obligeant à d'importants travaux de séchage et de restauration. En surface, il y aurait une fragilisation des berges, des quais, des ponts et des fondations anciennes causant une instabilité structurale. Les ponts historiques de Paris pourraient constituer des menaces en ralentissant l'écoulement des eaux de crue (Lefèvre, 2021). Au-delà les fragilités électriques toucheraient également l'ensemble du secteur. Des conséquences intangibles liées à l'image de la destination et à sa sécurité affecteraient l'attractivité touristique sur le court-terme.

Ce risque nécessite une gouvernance forte à de multiples échelles territoriales. Au-delà des obligations réglementaires et du cadre du PPRi, de la stratégie locale de gestion du risque inondation de la métropole francilienne (SLGRI), un bilan récent de l'OCDE (2018) montre que la capacité d'adaptation du territoire francilien s'est déployée, aussi à la suite des inondations de mai 2016, mais de manière encore insuffisante pour réduire durablement le risque de vulnérabilité à une crue majeure. Sur le volet technique, les lacs réservoirs de l'ETPB permettent d'écrêter partiellement des crues en saison hivernale mais des crues tardives comme celles de mai 2016, quand les lacs sont déjà pleins, peuvent difficilement être gérées. En matière de gestion de crise et de coordination, des progrès considérables ont eu lieu mais la mise en place de plans de continuité des activités demeure partielle dans le tissu économique. Le bilan de l'OCDE insiste sur l'importance de renforcer les mesures de gouvernance, de financement, d'urbanisme résilient et de démarches de continuité de l'activité des entreprises.

Le risque aujourd'hui fort devrait se renforcer pour le territoire parisien.

Tempête

Le système est exposé aux tempêtes. Les principaux impacts attendus, très localisés en général, sont liés aux vents forts qui peuvent occasionner l'arrachement ou la panne d'équipements situés

en toiture et donc perturber les activités économiques. Les espaces agricoles et/ou végétalisés sont particulièrement sensibles aux tempêtes avec un risque plus marqué de chutes d'arbres ou de dégâts aux infrastructures agricoles, particulièrement exposées en toitures. Les travailleurs et publics sont potentiellement vulnérables, puisqu'exposés à la chute d'objets (notamment dans le cas d'un bâti dense et vertical comme à Paris) et la chute d'arbres. Les tendances sont incertaines pour l'évolution des fréquences des tempêtes et les retours d'expérience concernent aujourd'hui des dégâts toujours localisés. Des groupes de travail multi partenariaux MRN (Mission Risques Naturels) œuvrent à l'identification des structures les plus critiques dans ce cadre (forme urbaine, étude des champs de vent).

Le risque demeure relativement modéré et ne devrait pas s'amplifier.

Mouvement de terrain

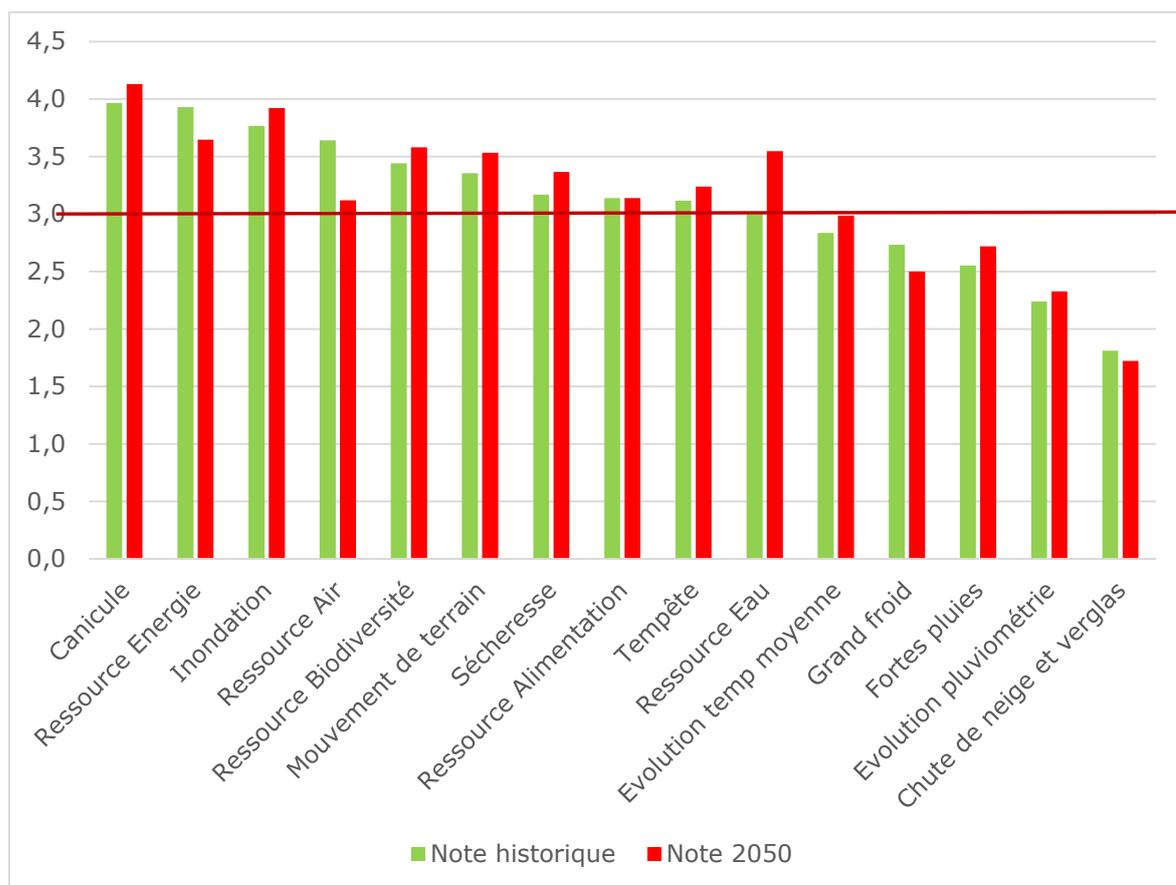
Les risques de mouvement de terrain sont principalement liés à la présence de cavités souterraines d'origine humaine (anciennes carrières de calcaire) ou naturelle (zones de dissolution de gypse antéludien). Ces cavités sont particulièrement sensibles aux variations du niveau d'humidité des sols et aux phénomènes de ruissellement des eaux et induisent des risques de fissuration et d'affaissement. Ces phénomènes sont systématiquement étudiés dans les travaux d'aménagement et ont récemment intégré le Plan ParisPluie. Le nord de la Ville de Paris est principalement concerné par les risques liés au gypse antéludien (effondrements dus à la rupture du toit de la carrière - ou « fontis » - sous l'effet de l'humidité). Les fondations du bâti sont supposées assez profondes pour limiter le risque et des actions d'analyse des sous-sols ont été proposées dans le cadre de la stratégie de résilience. Nous ne disposons pas d'information précise quant au risque spécifique pour le tissu économique parisien.

Le risque est modéré et la problématique pourrait se renforcer.

Evolution à l'horizon 2050

La dépendance du secteur aux canicules, inondations et aux enjeux énergétiques devrait rester prégnante à l'horizon 2050. Au-delà, on assistera probablement à un accroissement des enjeux biodiversité et ressource en eau.

Figure 78 : Évolution de la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel (sans effets dominos)



6.3.4 Les sources

- R-A. Lefevre, Le patrimoine culturel français face au changement climatique mondial (2021)
- Damien Serge Lejal, Paris : Première destination touristique (2019)
- L'Institut Paris Région (cartoviz), La préservation du patrimoine (2021)
- Mairie de Paris, Stratégie tourisme 2022 : Schéma de développement touristique (2016)
- Office du Tourisme et des Congrès, Le tourisme à Paris : chiffres clés (2019)
- Paris Action Climat, site web (2021)
- Site officiel de l'Office du Tourisme et des Congrès, Pour un tourisme durable à Paris (2021).

6.4 Modes de vie et loisirs

6.4.1 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

- Exposition du système

Le système dans son entièreté est exposé à la raréfaction des ressources et au changement climatique. Les modes de vie sont exposés à l'augmentation projetée en intensité des épisodes de canicule et d'inondation. La dépendance des modes de vie à la biodiversité, à la qualité de l'air, à la ressource en énergie est aussi largement questionnée.

- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

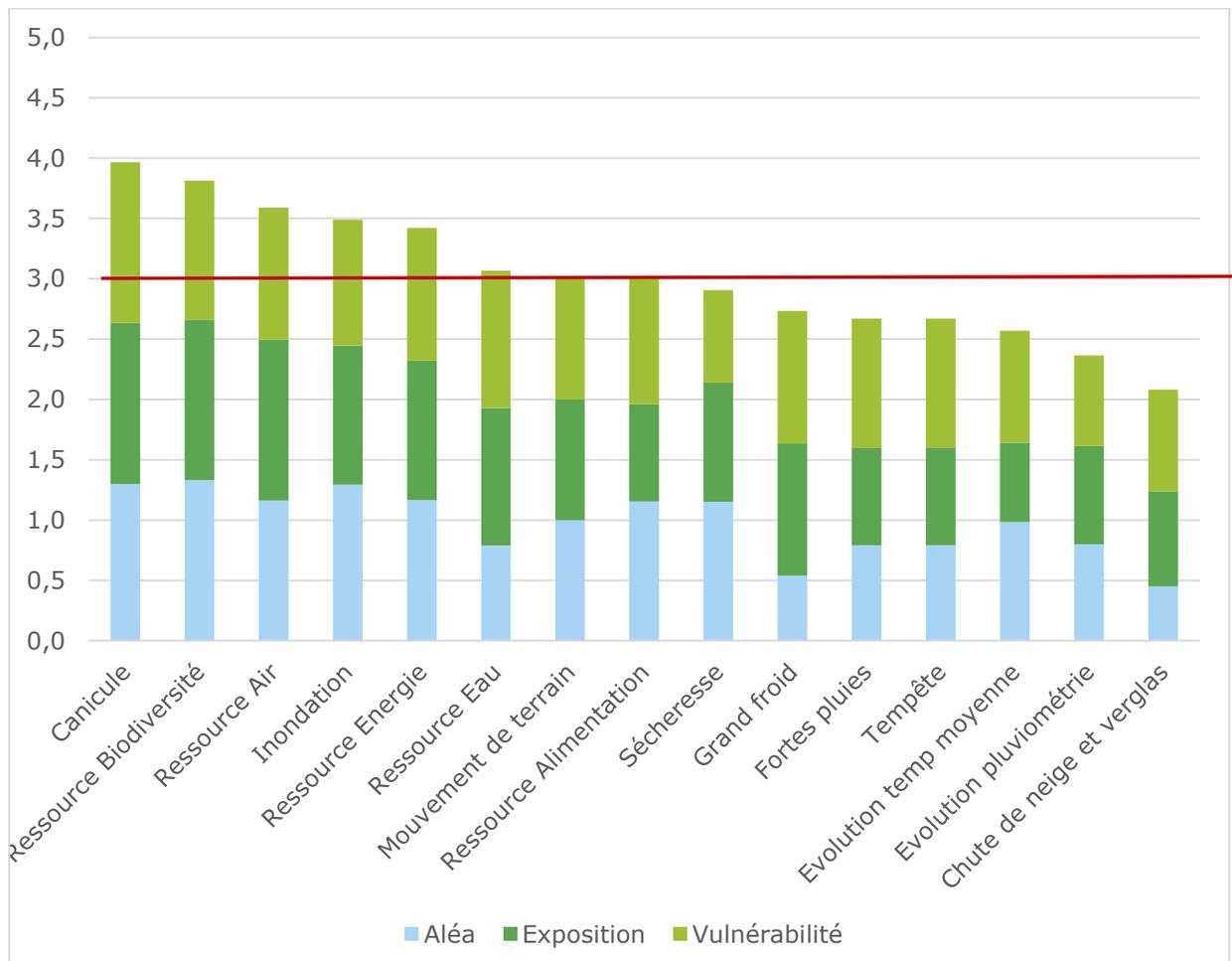
Sans surprise, les modes de vie et les loisirs seront probablement altérés par la canicule : impacts directs sur les habitants avec une forte hausse des besoins en rafraîchissement (baignade, parcs, jardins etc.) alors même que ces espaces pourraient être fragilisés et soumis à restriction d'usage et/ou endommagés par les canicules et sécheresses. Par conséquent, l'attractivité même de la ville peut être questionnée.

Au-delà, une crue majeure aurait aussi un impact considérable sur les modes de vie avec une potentiellement remise en cause également de l'attractivité.

- Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation repose ici sur les actions de la ville visant avant tout le déploiement d'une politique de rafraîchissement urbain (stratégie d'adaptation, résilience, plan frais). Pour autant, des incertitudes demeurent sur l'efficacité de ces mesures face à l'ampleur des changements projetés. Au-delà la gouvernance du risque inondation demeure perfectible et gagnerait à être renforcée.

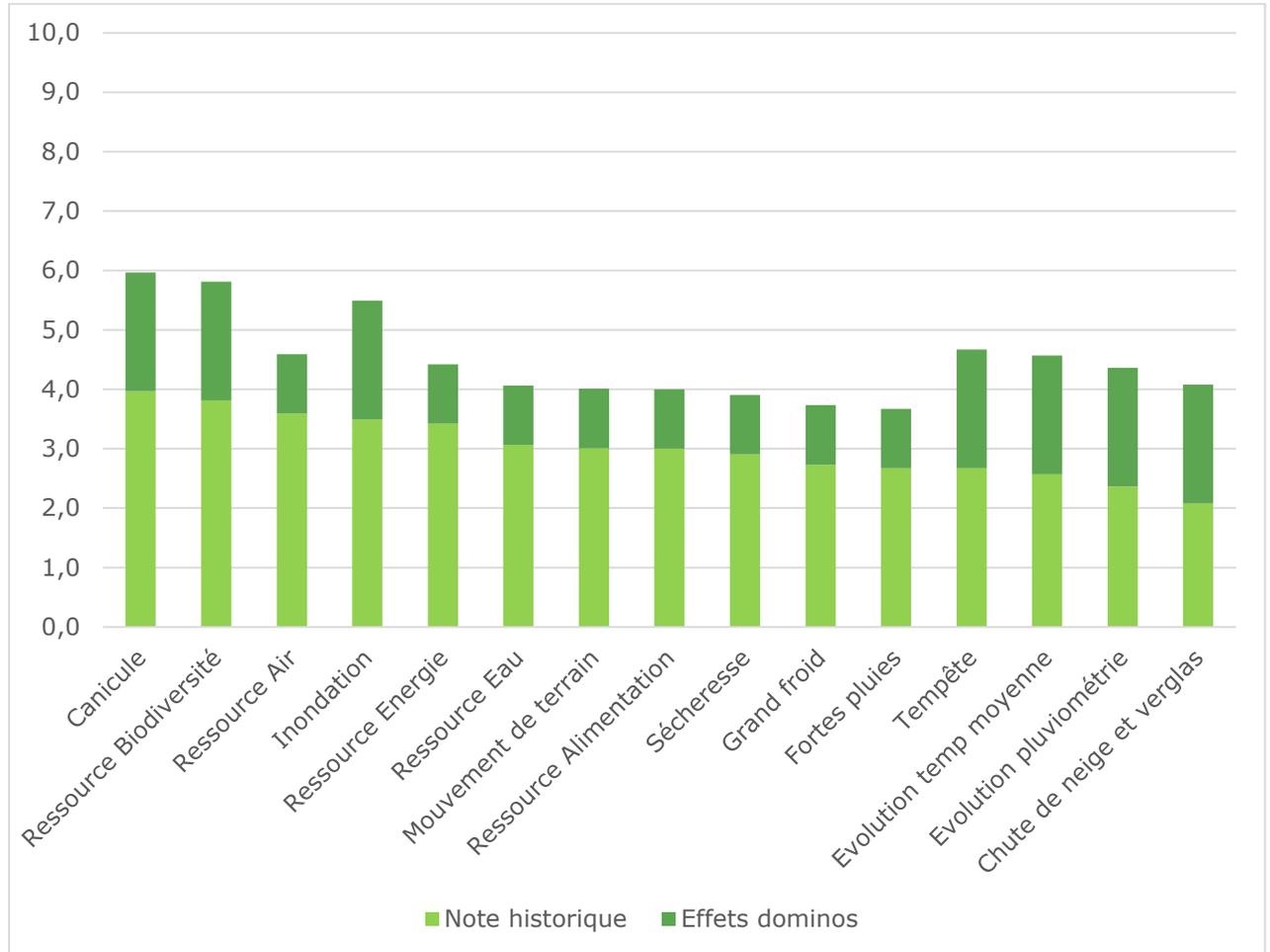
Figure 79 : Part des composantes dans la note de risque du système modes de vie et loisirs



- Effets dominos

Le système subit principalement les effets des autres systèmes.

Figure 80 : Note de risque du système modes de vie et loisirs (avec effets dominos)



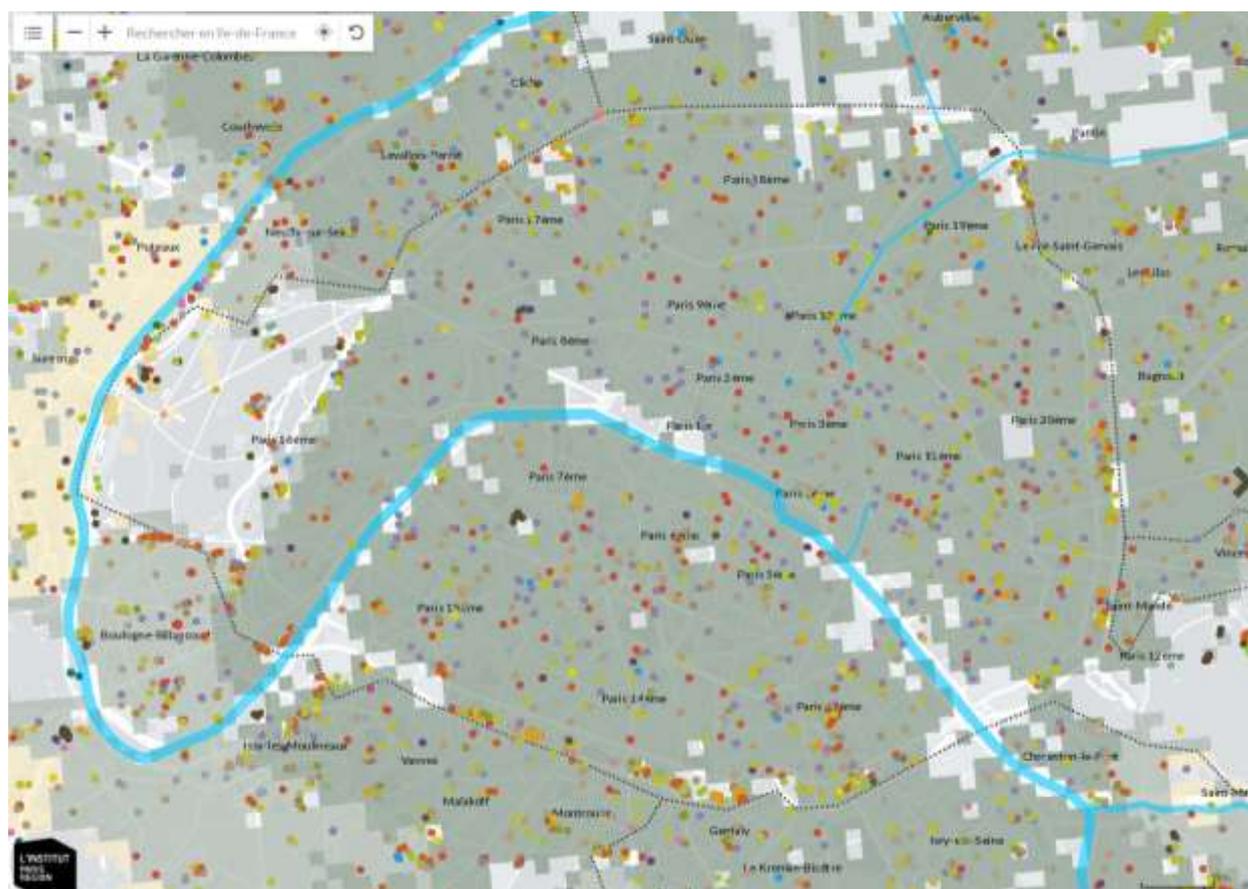
6.4.2 Description du système

Les modes de vie et les loisirs englobent les façons de vivre et de consommer des ménages parisiens ainsi que les infrastructures de sport et de loisirs non traités dans les autres systèmes.

Les loisirs

La Ville de Paris dispose d'une offre dense et diversité en matière de loisirs. Est représentée ci-après l'offre d'équipements de loisirs sportifs.

Figure 81 : Équipements de loisirs sportifs à Paris
 Source : Cartoviz, Institut Paris Région, 2021.



- | | |
|---|--|
| ■ Bassins de natation | ■ Equipement extérieur de petits jeux collectifs |
| ■ Courts de tennis | ■ Equipement de cyclisme |
| ■ Équipements de grands jeux | ■ Equipement Skate park & vélo Freestyle |
| ■ Salles multisports | ■ Pas de tir |
| ■ Salles spécialisées dans une pratique collective | ■ Equipement activités de forme et de santé |
| ■ Salles spécialisées dans une pratique individuelle | ■ Equipement aquatique et nautique |
| ■ Salle de combat | ■ Equipement sports de nature |
| ■ Equipement athlétisme | ■ Equipement pour sports de moteur |
| ■ Equipement équestre | ■ Equipement de sport de raquette (autre tennis) |
| ■ Parcours de golf | ■ Bowling |
| ■ Patinoire | ■ Divers équipement |
| ■ Structure Artificielle Escalade | ■ Boulodrome |

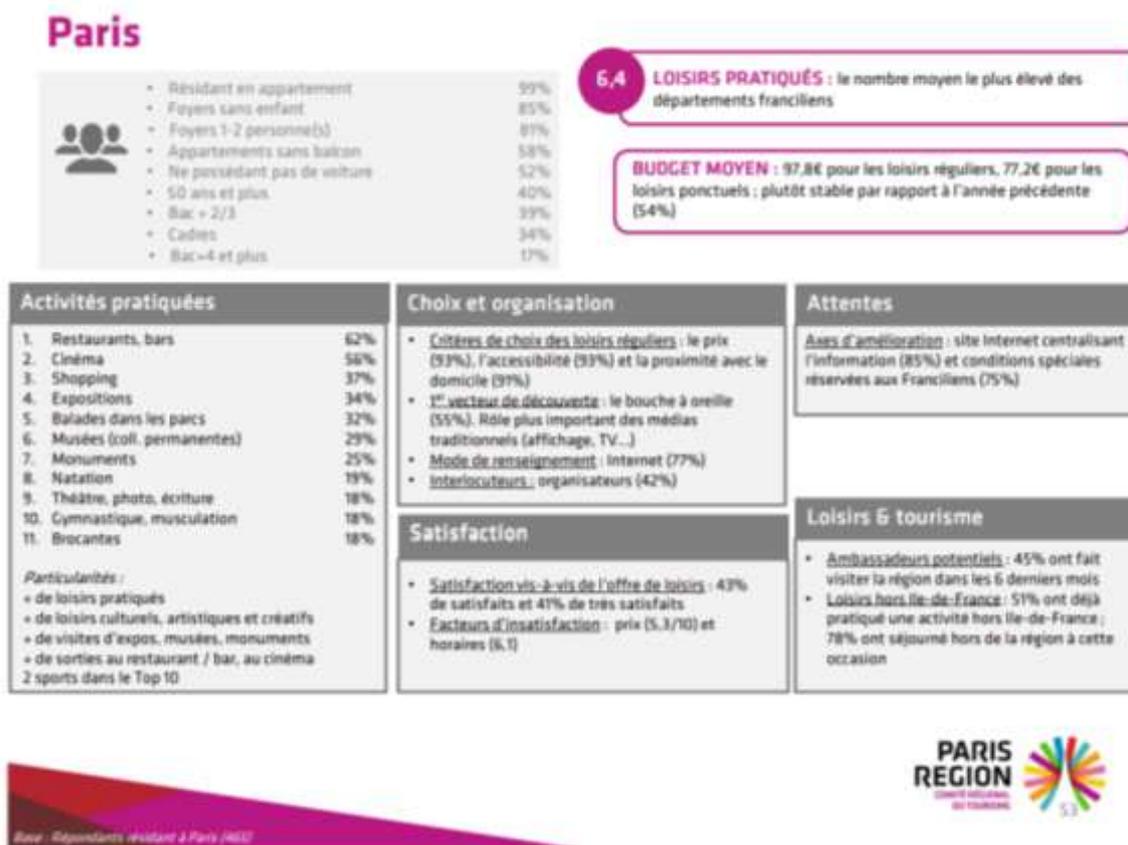
Une étude du CRT Ile-de-France datant de 2012-2013 a étudié les loisirs des franciliens. Cette étude permet d’approcher la structure des loisirs à Paris.

Il résulte que les franciliens ont des loisirs variés et que seuls 10 % des franciliens n’ont réalisé aucun loisir en 2012-2013.

A Paris, les loisirs sont multiples avec, en premier lieu, les sorties (restaurants, bars, balades dans les parcs et jardins, shopping), suivis des loisirs culturels (cinéma, visites de monuments et de sites historiques, expositions etc.), des sports (cyclisme, VTT, natation, gymnastique etc.) et dans une moindre mesure les loisirs créatifs.

Les principaux chiffres de cette étude sont présentés ci-après.

Figure 82 : Structure des loisirs pratiqués par les franciliens en 2012-2013 (CRT Ile-de-France)



Les franciliens pratiquent un nombre moyen de loisirs important, variant de 6,1 au printemps et en été à 5,3 en automne et en hiver. Ceux qui réalisent de nombreuses activités (plus de 10 loisirs) sont davantage présents aux beaux jours (14 % vs 9 % en automne-hiver). On constate par ailleurs une intensification des activités liées aux facteurs socio-économiques en comptant parmi ces "très gros pratiquants" davantage de personnes ayant des niveaux d'études supérieurs

Selon une étude Médiamétrie pour l'Institut Paris Région, la crise sanitaire de la COVID-19 a profondément modifié les intentions en matière de loisirs des franciliens. Le top 3 des activités en baisse dans les intentions après l'épidémie sont le shopping, les foires et les salons ainsi que la fréquentation des bars et des restaurants. Celles en hausse sont : la marche en milieu naturel, l'activité physique en plein air et la fréquentation des parcs et jardins.

Les voyages

D'après le CRT Ile-de-France, en 2012, les franciliens ont été à l'origine de 24 % des voyages effectués par les français (53,6 millions) et de 28 % des nuitées (343,7 millions). Leur taux de départ (85 %) est supérieur à la moyenne nationale (76 %). Les Parisiens, qui représentent 16 % de la population d'Ile-de-France, génèrent 21 % des voyages devant les habitants des Hauts-de-Seine (16 % des voyages). Les principales destinations de ces séjours, effectués pour motifs personnels dans plus de 9 cas sur 10 et d'une durée supérieure à la moyenne française (6,4 nuits), sont les Pays de la Loire, Rhône-Alpes et Bretagne. Les voyages à l'étranger concernent 14 % des cas (11 % au niveau national). Les franciliens séjournent principalement en hébergement non marchand (65 %) et se déplacent d'abord en voiture (60 %). Ils préfèrent les séjours en milieu urbain mais se rendent plus en milieu rural que l'ensemble des français. Ils ont un taux de réservation plus élevé que la moyenne (54 % vs 48 %) notamment sur Internet (70 % vs 66 %).

Mode de consommation et d'alimentation

D'après la stratégie alimentation de la Ville de Paris (2018), le régime alimentaire des parisiens est meilleur que la moyenne française quant aux apports nutritionnels avec une moindre prévalence de l'obésité (19 % en France contre 11 % à Paris). Reste que 70 000 foyers sont en situation de précarité alimentaire. D'après l'enquête médiamétrie, une majorité de franciliens envisagent de modifier leurs habitudes d'achat, 93 % prévoyant de privilégier les produits locaux, et 90 % affirmant vouloir se tourner plus généralement vers le "made in France".

Mode de logement, de travail et de mobilité

Ces systèmes sont traités par ailleurs mais il est important de noter que la crise sanitaire de la COVID-19 a profondément bouleversé ces habitudes avec des tendances observées sur l'accroissement des mobilités douces notamment. Sur le volet logement et travail, les études manquent encore mais devront permettre d'enrichir la réflexion sur la modification en cours des modes de vie.

6.4.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système.

Tableau 16 : Notation des risques du système modes de vie et loisirs

	Note de risque (sur 5) 2020 Historique	Note de risque (sur 5) 2050
Canicule	4,0	4,1
Ressource Biodiversité	3,8	4,0
Ressource Air	3,6	3,1
Inondation	3,5	3,6
Ressource Energie	3,4	3,2
Ressource Eau	3,1	3,6
Mouvement de terrain	3,0	3,2
Ressource Alimentation	3,0	3,0
Sécheresse	2,9	3,1
Grand froid	2,7	2,5
Fortes pluies	2,7	2,8
Tempête	2,7	2,8
Evolution temp moyenne	2,6	2,7
Evolution pluviométrie	2,4	2,5
Chute de neige et verglas	2,1	2,0

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Ressource énergie

La majorité des activités de loisirs est dépendante de l'approvisionnement énergétique. La consommation énergétique du tertiaire à Paris s'élève en 2018 à 15,8 TWh à climat normal soit une baisse de 5 % par rapport à 2004 (Bilan GES de Paris 2018). Le secteur du sport, Loisirs et culture représente 8 % des consommations énergétiques du tertiaire et dispose d'une performance énergétique inférieure à la moyenne (346 kWh/m²/an contre 259 en moyenne). Il s'agit du deuxième poste le moins performant derrière l'hôtellerie-restauration, ce qui le rend potentiellement vulnérable à une hausse des coûts de l'énergie. Du côté des utilisateurs, les conséquences potentielles sont une hausse des prix des prestations de loisirs en milieu couvert. Les activités sportives douces et extérieures ne sont donc pas concernées. En ce qui concerne l'ensemble du mode de vie parisien, il reste un des moins intenses au monde sur le volet carbone (APC).

La capacité d'adaptation est jugée bonne en raison de la bonne prise en charge de cette problématique à l'échelle du territoire à travers les multiples plans et stratégies : Plan Climat (2018), Stratégie d'adaptation (2015) et résilience (2017). Il existe par ailleurs un renforcement de la prise en charge par les opérateurs et équipements : cinémas, bibliothèques et piscines par exemple.

Le risque reste modéré mais devrait diminuer à l'avenir.

Ressource en eau

Une grande partie du système est exposée à la raréfaction de la ressource en eau. Les modes de vie et les loisirs dépendent de l'accès à la ressource. On pourrait assister à une augmentation potentielle des besoins en eau pour satisfaire le rafraîchissement des populations en période estivale. Des interdictions de pratiques de loisirs (type baignade en Seine) ne sont pas à exclure avec les projections de baisse de niveau et de qualité en période de fortes chaleurs. L'eau est en milieu urbain source d'opportunité et de menace face au changement climatique. Les différents plans de la ville vont dans le sens de la maîtrise des consommations d'eau des grands équipements (type piscine). L'ensemble des stratégies parisiennes indique la prise en compte de la question du changement climatique dans ses dimensions quantitative et qualitative. Reste que des incertitudes persistent sur la capacité réelle des milieux et des gestionnaires à satisfaire ces besoins à moyen terme (satisfaction des objectifs de baignade et de rafraîchissement etc.).

Le risque est modéré mais devrait s'amplifier à l'avenir.

Ressource alimentation

Les modes de vie sont concernés par l'accessibilité aux infrastructures alimentaires (épiceries, marchés, restauration) et donc les ressources. La raréfaction des ressources (locales ou importées) pourrait engendrer une hausse des prix des denrées avec un impact fort sur les populations déjà en situation de précarité. Les stratégies de la ville (Adaptation, Résilience, Alimentation) vont toutes dans le sens du développement d'une alimentation plus locale, plus bio et moins carnée. Ces stratégies devraient diminuer en partie la vulnérabilité aux impacts lointains mais des incertitudes demeurent néanmoins sur la capacité de la région à satisfaire de manière durable les besoins du bassin face aux impacts attendus du changement climatique à l'échelle régionale.

Le risque est jugé modéré.

Ressource en air

Les loisirs et les modes de vie parisiens sont particulièrement exposés à la mauvaise qualité de l'air (intérieur et extérieur), en particulier aux abords des axes routiers (stades par exemple). L'accroissement des pratiques sportives et de loisirs en extérieur rend cette problématique particulièrement prégnante. Les principales conséquences restent sanitaires pour l'ensemble de la population parisienne (voir risques sanitaires dans santé publique et grands événements). L'ensemble des actions mis en place depuis plus de 10 ans en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air joue en faveur d'une bonne capacité d'adaptation et de la diminution des enjeux à moyen terme. Toutefois, des risques pourraient subsister (pics d'ozone, pollens ou pollutions liées aux feux de forêt).

Le risque est jugé relativement fort.

Ressource en biodiversité

Les modes de vie parisiens sont amenés à reposer de façon croissante sur le patrimoine naturel (parcs, bois, jardins, Seine, étangs, marres) à la fois en matière de rafraîchissement mais aussi pour satisfaire des pratiques de loisirs (balades, baignades, courses etc.). L'altération possible de la biodiversité menace directement les modes de vie avec de possibles dégradation des espaces naturels et aussi l'interdiction de fréquentation pour des besoins de préservation (parcs, Seine etc.). On assisterait à une perte d'attractivité réelle de l'espace urbain. La politique de déploiement massif de la biodiversité en ville va donc dans le sens de l'accroissement des capacités d'adaptation mais ici aussi de fortes incertitudes subsistent quant à la capacité de la

ville à faire face à l'altération et aux changements, qui s'inscrivent dans une dimension territoriale qui dépasse largement le contexte parisien.

Le risque est jugé relativement fort et devrait s'aggraver dans le temps.

Évolution des températures moyennes

Les évolutions des températures moyennes annuelles et saisonnières affectent les loisirs qu'ils soient organisés en plein air ou en intérieur.

Pour les loisirs organisés en intérieur, les températures sont susceptibles d'influer sur les besoins en chauffage ou en rafraîchissement des populations à des fins de confort thermique. Le confort thermique intérieur est un aspect important de la réussite des manifestations qui nécessite d'être anticipé.

Une augmentation ou une diminution des besoins représentent donc potentiellement une variation de la facture énergétique qui peut être conséquente et qui se répercutera nécessairement sur les clients. De même, l'expérience client est possiblement augmenter ou dégrader en fonction des températures moyennes.

L'ensemble du système est concerné par la variation attendue du confort thermique avec un réchauffement moyen généralisé et une augmentation probable du confort thermique en l'absence de pluies aux périodes hivernales et printanières. S'agissant des températures moyennes, les modes de vie et les loisirs ne sont pas questionnés de façon critique. Cela étant, cette variation moyenne pose des questions de prise en compte du nouveau confort thermique hivernal et estival notamment dans les infrastructures de loisirs intérieurs (bibliothèques, cinémas, salles de sport etc.). Il n'existe pas à notre connaissance de stratégie pour le secteur des loisirs à ce jour. Cela plaide donc en faveur de l'intégration de ces dimensions dans les nouvelles infrastructures.

Le risque est jugé relativement modéré.

Évolution pluviométrie

Les évolutions de la pluviométrie moyenne ne sont pas de nature à affecter les modes de vie ni les loisirs. Aucune sensibilité potentielle n'a été relevée.

Le risque est jugé faible.

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols concerne les espaces extérieurs végétalisés du système ainsi que potentiellement les infrastructures de loisirs. La sécheresse des sols constitue un risque surtout pour le patrimoine végétal avec une dégradation potentiellement pérenne des espaces végétalisés et/ou de nature réceptacles d'activités de loisirs. Des sécheresses prolongées et prononcées réduiraient considérablement l'attractivité des espaces publics, remettant par la même en cause l'attractivité du cadre urbain.

Le risque est jugé relativement modéré.

Canicule

La chaleur influe largement sur les loisirs et modes de vie avec l'adaptation requise des pratiques individuelles, qu'elles soient sportives, récréatives ou culturelles. Une augmentation de la fréquentation des espaces de fraîcheur (parcs, jardins, baignades) est attendue. Les risques sanitaires sont aussi beaucoup plus importants notamment en ce qui concerne la pratique sportive. À terme, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules devrait engendrer une transformation des modes de vie en période estivale, avec une adaptation nécessaire du cadre et des services urbains (horaires de travail, d'ouverture des parcs etc.). Ces éléments sont déjà explorés dans la stratégie d'adaptation (2015) mais devront sans doute faire l'objet d'un déploiement massif. Cela plaide aussi pour une évaluation précise des effets attendus du changement climatique sur l'eau et la biodiversité, les deux leviers clés du rafraîchissement urbain.

Le risque est jugé fort.

Grand froid

Les grands froids, tout comme les canicules, dégradent potentiellement le confort thermique pour les activités de loisirs et peuvent engendrer des risques sanitaires. Les épisodes de grands froids tendent à diminuer sur le territoire et continueront de décroître dans le futur, selon les projections climatiques. Les activités de loisirs nécessitant des conditions particulièrement froides ne seront donc plus forcément pertinentes au regard des coûts énergétiques et écologiques pour le maintien du froid. Par ailleurs, en matière de capacité d'adaptation, jusqu'à présent, les plans développés à la fois par la ville, les opérateurs et gestionnaires de réseaux et d'infrastructures ont montré leur bon dimensionnement.

Le risque est jugé relativement modéré.

Chute de neige et verglas

Les chutes de neige peuvent perturber les déplacements dans l'espace public et donc entraver la pratique de loisirs. Ce risque est très faible et devrait diminuer à l'avenir.

Fortes pluies

Les pluies intenses affectent potentiellement les équipements sportifs et de loisirs de plein air. Les orages d'été en particulier, bien connus à l'échelle du territoire parisien, peuvent perturber les événements directement en dégradant du matériel (ruptures de tentes par exemple) ou indirectement via des inondations flashs qu'ils provoquent. Ils peuvent aussi occasionner des ruissellements rapides, sur des sols déjà asséchés, portant alors atteinte aux milieux aquatiques (pollution diffuse). Des activités nautiques et de baignade pourraient être occasionnellement interdites dans la Seine, surtout si les étiages sont particulièrement marqués.

Par leur caractère souvent localisé et intense, il n'est pas possible d'appréhender leurs évolutions futures. Toutefois, l'augmentation des sécheresses des sols devrait rendre ces pluies intenses d'été potentiellement plus érosives. De même, les milieux aquatiques seraient plus impactés, du fait d'une moindre disponibilité quantitative des ressources superficielles.

Le Plan ParisPluie, le zonage pluvial attendant, le plan qualité des eaux et baignade et l'augmentation attendante des capacités de stockage et de gestion des eaux participent aux efforts d'adaptation à cet enjeu.

Inondations

Une inondation majeure impacterait dans la durée le mode de vie parisien ainsi que les loisirs, rendant une partie des infrastructures inaccessibles. Les répercussions en matière économique et sanitaire seraient importantes (pratiques sportives rendues impossibles pour certaines). Au-delà de l'accessibilité, ce sont l'image et l'attractivité de la ville qui seraient probablement questionnées par ces habitants. L'impact sur les modes de vie de chocs climatiques est in fine encore peu questionné dans les stratégies de la ville.

Le risque est relativement fort.

Tempête

Le système est exposé aux tempêtes. Les principaux impacts attendus, très localisés en général, sont liés aux vents forts qui peuvent occasionner l'arrachement ou la panne d'équipements situés en toiture et donc perturber les activités de loisirs. Les tendances sont incertaines pour l'évolution des fréquences des tempêtes et les retours d'expérience concernent aujourd'hui des dégâts toujours localisés.

Le risque demeure relativement modéré et ne devrait pas s'amplifier.

Mouvement de terrain

Les risques de mouvement de terrain sont principalement liés à la présence de cavités souterraines d'origine humaine (anciennes carrières de calcaire) ou naturelle (zones de

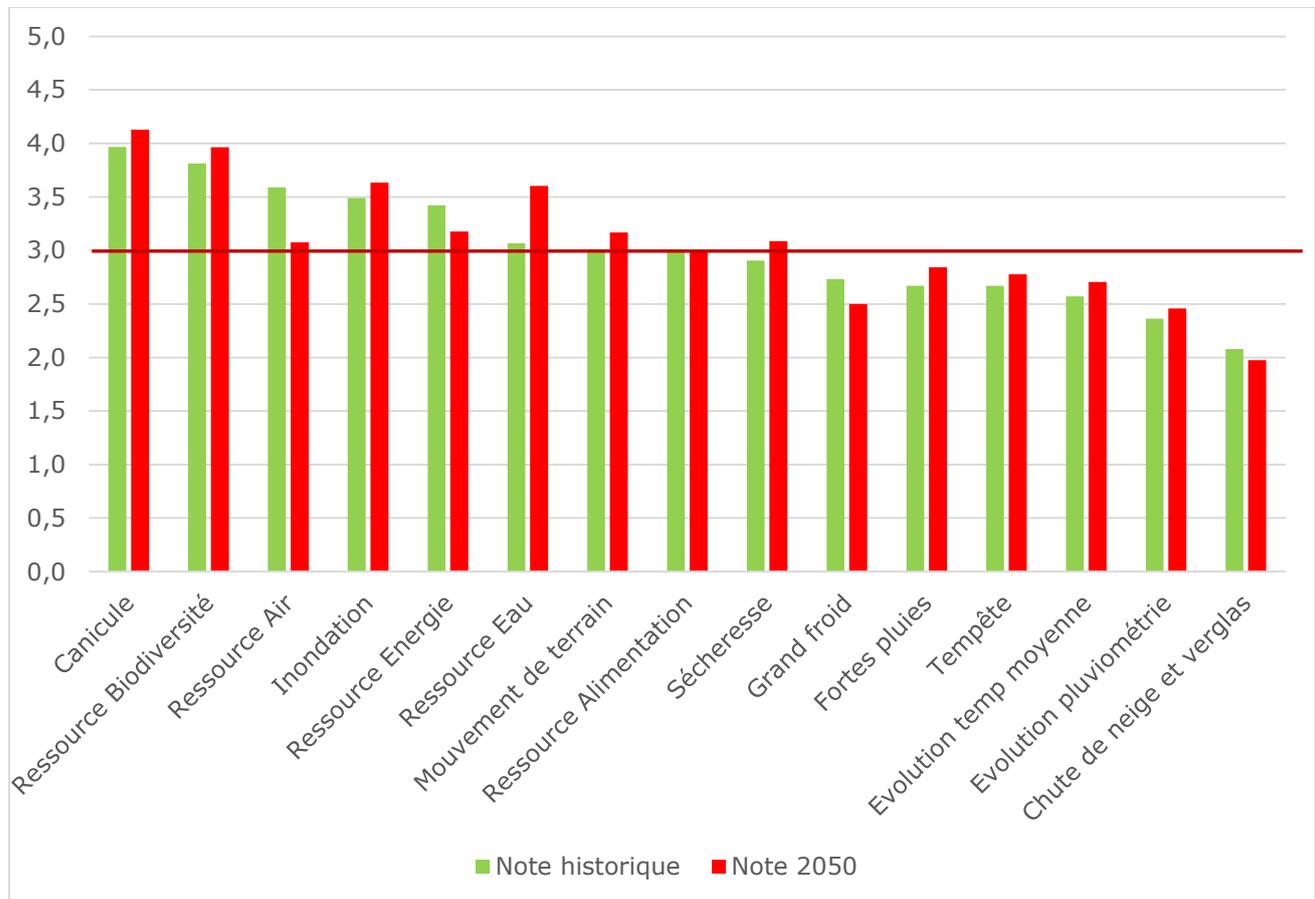
dissolution de gypse antéludien). Ces cavités sont particulièrement sensibles aux variations du niveau d'humidité des sols et aux phénomènes de ruissellement des eaux et induisent des risques de fissuration et d'affaissement. Ces phénomènes sont systématiquement étudiés dans les travaux d'aménagement et ont récemment intégré le Plan ParisPluie. Le nord de la ville de Paris est principalement concerné par les risques liés au gypse antéludien (effondrements dus à la rupture du toit de la carrière - ou « fontis » - sous l'effet de l'humidité). Nous ne disposons pas d'information précise quant au risque spécifique pour les loisirs.

Le risque est modéré et la problématique pourrait se renforcer.

Evolution à l'horizon de 2050

Les enjeux liés à la canicule, aux inondations, à la biodiversité et à l'eau devraient se renforcer pour les loisirs et les modes de vie. Les enjeux liés à la qualité de l'air et à l'énergie devraient devenir moins prégnants.

Figure 83 : Évolution de la note de risque du système modes de vie et loisirs (sans effets dominos)



6.4.4 Les sources

- Mairie de Paris, Stratégie tourisme 2022 : Schéma de développement touristique (2016)
- Office du Tourisme et des Congrès, Le tourisme à Paris : chiffres clés (2019)
- Paris Action Climat, site web (2021)
- Site officiel de l'Office du Tourisme et des Congrès, Pour un tourisme durable à Paris (2021)
- CRT Ile-de-France, étude sur les habitudes de loisirs des franciliens (2013).

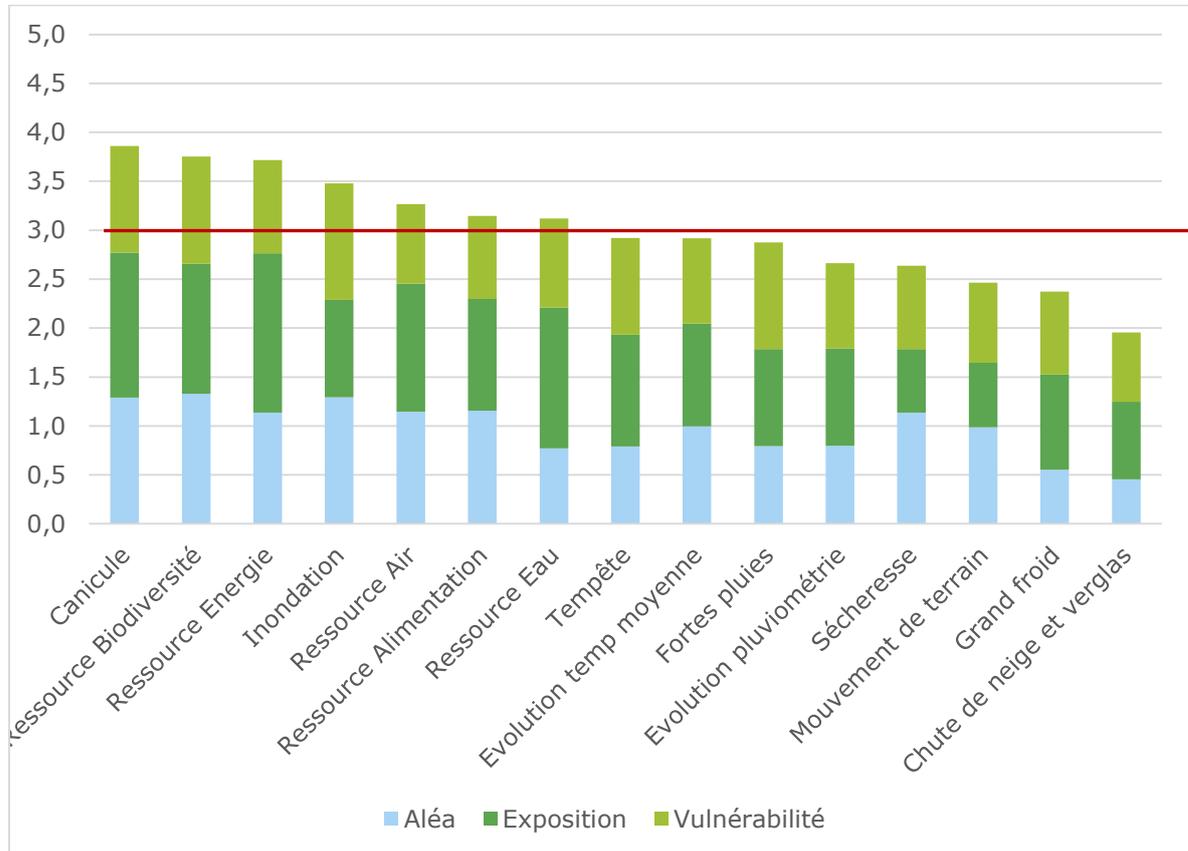
6.5 Grands événements

6.5.1 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

- Exposition du système

Les grands événements, de par leur nature, sont fortement exposés à la raréfaction des ressources : biodiversité, énergie, qualité de l'air, eau et alimentation. Au-delà, ils sont aussi exposés comme le reste du territoire aux enjeux liés aux canicules et aux inondations.

Figure 84 : Part des composantes dans la note de risque des grands événements



- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

La sensibilité est d'abord économique. La raréfaction des ressources est susceptible d'augmenter la variabilité des prix des ressources (énergie, alimentation etc.) et leur disponibilité (eau, biodiversité). Dans un monde de rareté, la pérennité du modèle de grands événements peut même être questionnée. Le coût économique d'une inondation sera aussi très important sur les phases de préparation ou de réalisation d'un événement pouvant jusqu'à remettre en cause son organisation même en cas de crue majeure.

Au-delà les enjeux de canicule et de qualité de l'air restent particulièrement importants pour le territoire. En effet, ils sont susceptibles d'engendrer des risques sanitaires importants pour l'ensemble des populations. Les canicules augmenteront les besoins en rafraîchissement y compris dans l'espace public.

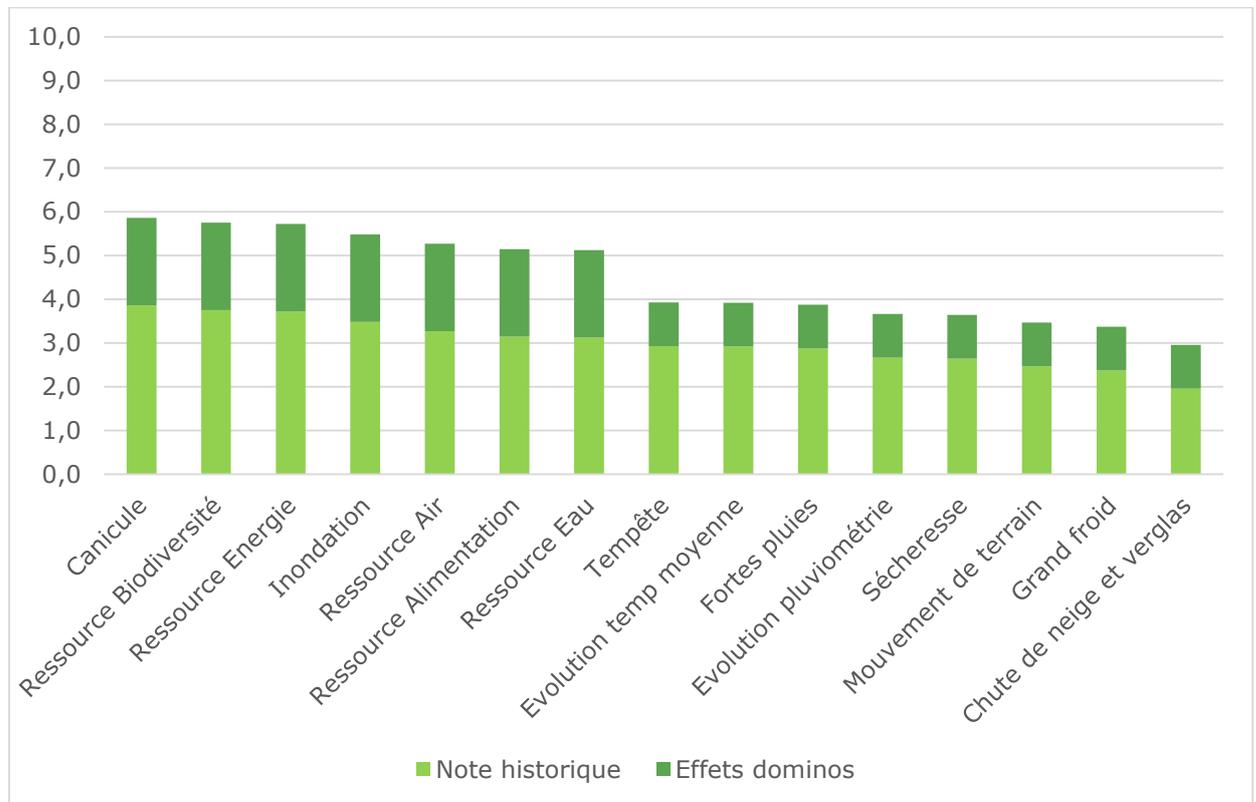
- Capacité d'adaptation

La capacité du secteur face à la raréfaction des ressources s'est largement améliorée ces dernières années avec la mise en place à l'échelle du territoire parisien de deux chartes pour des événements éco-responsables. A cela s'ajoute, le plan d'Économie circulaire ainsi que la stratégie tourisme 2022 ou bien encore la stratégie de durabilité des JOP 2024 qui vont tous dans le sens d'une plus responsabilité. Le volet risque climatique est aujourd'hui insuffisamment pris en charge. De même, Le modèle même des grands événements, en particuliers des « méga-événements » internationaux pourrait être remis en cause.

- Effets dominos

Le système subit principalement les effets des autres systèmes et l'ordre des notes n'est donc pas remis en cause.

Figure 85 : Note de risque du système grands événements (avec effets dominos)



6.5.2 Description du système

D'après le Ministère de l'Intérieur, on qualifie de « grands événements » toutes manifestations sportives, culturelles ou récréatives, à but lucratif ou non regroupant plus de 5000 personnes environ simultanément dans un lieu clos ou dont l'accès est contrôlé et dans une durée prédéterminée approximativement. Le nombre important de personnes attendues simultanément, les conditions de leur déroulement, la nature de l'activité et le lieu d'implantation imposent la mise en œuvre d'un dispositif de sécurité spécifique. La Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) Paris Ile-de-France propose une vision ajustée de cette définition pour le territoire du Grand Paris (voir encadré ci-après).

Figure 86 : Qu'est-ce qu'un grand événement ? la définition de la CCI Paris Ile-de-France**Source : CCI, 2013**

Un grand événement est une manifestation qui :

- A des répercussions territoriales de tous ordres : création de valeur, effet d'image, facteur de cohésion sociale, divertissement... ;
- A un fort impact international : venue de touristes étrangers, effet d'image, réplification de l'événement à l'étranger... bénéfique pour le pays ou le territoire d'accueil ;
- Mobilise des flux financiers importants qui dépassent l'événement lui-même, le lieu de son déroulement au profit de nombreux secteurs d'activités (infrastructures, transports, hébergement, tourisme, restauration...)
- Fait participer et mobilise une grande diversité d'acteurs et de partenaires ;
- Implique une médiatisation très spécifique via les différents médias : télévision, internet, réseaux sociaux, presse spécialisée et généraliste etc.

Les secteurs concernés appartiennent principalement à trois grandes catégories :

- **Les événements sportifs** internationaux multidisciplinaires ou monos disciplinaires ;
- **Les événements culturels** : festivals, concerts, commémorations, expositions ;
- **Les événements professionnels** : foires, salons, congrès et réunions d'entreprises.

En termes de volume, nous considérons que sont de grands événements :

- **Pour les salons** : ceux de dimension européenne lorsqu'ils accueillent un minimum de 200 exposants dont 20 % minimum sont étrangers. Ils sont de dimension mondiale à partir de 500 exposants dont 20% d'étrangers ;
- **Pour les congrès** : les grands congrès internationaux qui accueillent au moins 2 000 congressistes dont 20 % d'internationaux ;
- **Pour les expositions** : toutes les expositions universelles et internationales ainsi que les manifestations culturelles accueillant 250 000 visiteurs dont 20 % d'étrangers ;
- **Pour les événements sportifs** : il s'agit des compétitions accueillant 50 000 personnes en cumulée avec 20 % d'étrangers

La Région Ile-de-France, première destination touristique mondiale, accueille, chaque année des dizaines de grands événements culturels, sportifs mais aussi professionnels. Ces derniers contribuent activement à l'attractivité touristique et économique de la métropole.

Elle accueillait en moyenne sur l'année 2019 : 134 grands salons internationaux (sur les 400 qui se tiennent sur son territoire sur une année), 39 grands congrès internationaux de plus de 2000 participants pour un total cumulé de 220 000 congressistes (sur les 1000 tenus en Ile-de-France), 15 expositions culturelles de dimension internationale d'au moins 250 000 visiteurs chacune, 15 grandes manifestations sportives et hippiques de plus de 50 000 spectateurs pour 1,8 million de personnes accueillies au total.

A noter que le patrimoine culturel et le tourisme sont des thématiques traitées spécifiquement en tant que système et ne font par conséquent pas l'objet d'une évaluation dans le présent cahier. Il s'agit en effet d'éviter la double comptabilité des risques ou opportunités pour le territoire parisien.

6.5.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système.

Tableau 17 : Notation des risques du système grands événements

	Note de risque (sur 5) Historique	Note de risque (sur 5) 2050		
Canicule	3,9	4,0	1	Extrêmement faible
Ressource Biodiversité	3,8	3,9	1,5	Très faible
Ressource Energie	3,7	3,5	2	Faible
Inondation	3,5	3,6	2,5	Relativement modéré
Ressource Air	3,3	2,8	3	Modéré
Ressource Alimentation	3,1	3,1	3,5	Relativement fort
Ressource Eau	3,1	3,7	4	Fort
Tempête	2,9	3,0	4,5	Très fort
Evolution temp moyenne	2,9	3,1	5	Critique
Fortes pluies	2,9	3,1		
Evolution pluviométrie	2,7	2,8		
Sécheresse	2,6	2,8		
Mouvement de terrain	2,5	2,6		
Grand froid	2,4	2,2		
Chute de neige et verglas	2,0	1,9		

Ressource énergie

Les grands événements sont par nature fortement dépendants de la ressource énergétique. Ils mobilisent d'importants moyens logistiques (acheminement matériel, traiteur etc.), des sites événementiels et lieux réceptifs (stades, palais des congrès, centres d'exposition, infrastructures nouvelles temporaires ou permanentes etc.) et drainent un public important sur un pas de temps souvent resserré.

Le transport (personnes et marchandises) et notamment l'aérien occupe une place prépondérante dans la facture énergétique du tourisme d'affaires, en particulier lorsqu'il s'agit d'événements d'envergure internationale (environ la moitié de l'empreinte carbone). Face au poids de la facture énergétique des transports dans l'empreinte des grands événements, la durabilité du secteur face à la raréfaction des ressources énergétiques peut être questionnée. Les transports devraient être de plus en plus coûteux, notamment pour les marchés captifs et éloignés (Chine, Etats-Unis notamment) (APUR, 2010). Le modèle même des grands événements, en particulier des « méga-événements » internationaux pourrait être remis en cause. De même, les marchés captifs pourraient se rétracter au profit de clientèles plus « régionales », européenne et nationale notamment.

Les infrastructures d'accueil événementiels, permanentes ou temporaires, sont également fortement dépendantes de la ressource en énergie par leur capacité d'accueil notamment (216 000m² par exemple pour le parc des expositions de Paris Porte de Versailles) et la maintenance qu'elles nécessitent (ex : pelouse du Parc des Princes). Si les infrastructures permanentes disposent souvent d'une stratégie de gestion énergétique, en revanche, les infrastructures temporaires nécessitent souvent des moyens spécifiques souvent énergivores (groupes électrogènes).

Cette forte dépendance les rend particulièrement sensible à la raréfaction de la ressource et aux variations de prix. En lien également avec le changement climatique (augmentation potentielle des pics de consommation), une augmentation des coûts de structure n'est donc pas à exclure.

Aussi, en dépit des efforts de rafraîchissement à l'échelle de la ville, on pourrait assister à une augmentation des besoins énergétiques lors de pics de canicule essentiellement pour des besoins

de froid de rafraîchissement massif des spectateurs et parties prenantes des événements. La mise en service de solutions énergivores (climatisations notamment) seraient contre-productives. Enfin, en lien avec la raréfaction de l'énergie et les changements climatiques, les grands événements pourraient subir des coupures d'alimentation ou des instabilités de réseaux perturbant de fait leur organisation. La sécurisation électrique par la mise en service de groupes électrogènes est également préjudiciable aux efforts d'atténuation du changement climatique. Le risque est jugé fort mais devrait diminuer à l'avenir en raison de sa bonne prise en charge.

Le risque est relativement fort.

Ressource eau

On estime qu'une manifestation rassemblant 1000 personnes consomme en moyenne l'équivalent de 30 000 litres d'eau (Institut National de l'Economie Circulaire, 2020 d'après [ADEME, 2017](#)).

Les évolutions projetées de la ressource en eau potable montrent une hausse des tensions territoriales sur la ressource avec un accroissement des pics de consommation en lien notamment avec l'augmentation des fortes chaleurs et des sécheresses. Si l'usage de l'eau potable est prioritaire, en revanche, les usages de nature événementiel ne devraient pas l'être, en particulier en période critique c'est-à-dire l'été (juin, juillet, août, septembre). Cela peut conduire à des restrictions d'usage comme l'interdiction d'arrosage des terrains de sport et donc la dégradation du support d'une manifestation sportive (Parc des Princes, Stade Jean Bouin ou bien encore l'Hippodrome de Longchamps par exemple) alors même que les besoins en irrigation devraient s'accroître. Cet enjeu demeure limité sur les terrains dont la ville de Paris est propriétaire puisqu'ils sont majoritairement synthétiques.

Il en est de même pour la question de l'usage des milieux naturels en particulier la Seine et du bassin de la Villette à des fins de manifestations sportives ou culturelles. Le plan baignade vise à améliorer de façon significative la qualité de l'eau de la Seine. Les projections d'étiages plus longs et plus intenses, couplées à une augmentation projetée de la température des milieux aquatiques pourraient entraîner une dégradation de la qualité de l'eau en période de canicule (développement de blooms algaux favorisés par les cyanobactéries par exemple). Des restrictions de baignade et d'activité pourraient donc avoir lieu. Cela pourrait notamment affecter un grand événement comme Paris Plage, qui accueille nombre d'activités autour de la baignade et des sports nautiques au bassin de la Villette et de la Seine, l'usage de la Seine ayant vocation à s'amplifier à la suite des Jeux Olympiques et Paralympiques.

Enfin, face à l'accroissement des températures et en particulier des canicules, les grandes manifestations verront les besoins en rafraîchissement des parties prenantes (sportifs, spectateurs) augmenter. Cela nécessitera donc la mise en place de dispositifs de rafraîchissement qui seront autant de pressions supplémentaires sur la ressource en eau en période de pics de consommation (brumisateurs, douches, dispositifs éphémères etc.). De nouvelles problématiques sanitaires sur la question de l'eau devrait apparaître (vigilance quant au risque de légionelle par exemple) nécessitant une vigilance sanitaire renforcée en période estivale.

Le risque est jugé relativement fort.

Ressource alimentation

Les grands événements sont souvent pointés du doigt en matière de gestion alimentaire et de gaspillage induit. En effet, les traiteurs et organisateurs d'événements dimensionnent de façon large les quantités en raison des incertitudes inhérentes au taux de participation et font souvent face à des pertes importantes de denrées alimentaires (Institut National de l'Economie Circulaire, 2020). D'autres enjeux sont aussi cités : éloignement des marchés de production, logistique, qualité des produits, suremballage. Ce secteur, poste clé de l'événementiel, est aujourd'hui fortement sensible à une potentielle raréfaction des ressources alimentaires : vulnérabilité à la hausse des prix et à de potentielles ruptures d'approvisionnement en raison de l'intensité des consommations sur une période très courte et en l'absence de prise en charge. En cas de crise alimentaire, ce secteur ne serait par ailleurs pas prioritaire.

Si le déploiement de l'agriculture urbaine sur ces méga structures constitue une source d'opportunité dans la logique d'approvisionnement (territoriale mais aussi événementielle) cela pose de nouveaux défis face aux changements climatiques. L'agriculture urbaine devient en effet potentiellement vulnérable face aux canicules, sécheresses et peut aussi être menacée de dégradation voire de raréfaction.

Le risque est jugé relativement fort.

Ressource air

Les manifestations dans l'espace public ou bien encore les grands événements sportifs de plein air qu'ils soient ponctuels (ex : Euro 2016) ou récurrents (ex : Roland Garros) sont particulièrement exposés aux enjeux de qualité de l'air. Une mauvaise qualité de l'air peut en effet affecter directement la santé des populations (sportifs, organisateurs, spectateurs) et conduire potentiellement à des reports, des adaptations ou annulations d'événements ou d'activités spécifiques lors de pics de pollution.

La qualité de l'air en intérieur est également un sujet de premier ordre lors des événements ou manifestations sportifs en espace confiné. En effet, le rassemblement d'un grand nombre de personnes dans un espace clos ou l'entretien des infrastructures peuvent avoir un impact fort sur la qualité de l'air intérieur et la santé respiratoire des personnes.

Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'air sont de plusieurs natures pour les grands événements. Les répercussions sont tout d'abord d'ordre sanitaire : l'étude de Greenpeace (2018) résume les principales conséquences sanitaires pour les sportifs. L'activité sportive peut augmenter de façon très conséquente la ventilation du sportif (jusqu'à 10 fois en cas d'effort très intense), l'exposant de fait à de plus grandes quantités de polluants. Par période de chaleur importante, le taux d'ozone inhalé peut également être multiplié par quatre à l'occasion d'un effort. Cela peut provoquer des effets immédiats tels que des irritations des voies aériennes, des crises d'asthme. A long-terme, il en résulte une augmentation des risques de mortalité, de pathologies bronchiques, d'altération des fonctions cardiovasculaires ou de risque accru de cancer du poumon notamment.

Il existe aussi clairement un risque d'altération de la performance sportive. Une étude pilote menée sur une compétition mondiale d'athlétisme (C.Reche, 2016) a montré les conséquences potentiellement délétères de l'exposition des sportifs de haut niveau aux polluants atmosphériques durant l'exercice : diminution de la fonction pulmonaire, exacerbation de l'asthme, bronchoconstriction notamment.

Au-delà des risques pour les sportifs, il existe aussi des risques augmentés pour les populations vulnérables (asthmatiques, jeunes enfants par exemple) participant aux grands événements, notamment en période de pics de pollution d'autant que ce risque est souvent couplé, en période de fortes chaleurs, aux risques de coup de chaud. Le risque demeure indépendant de l'événement en lui-même, mais se voit de plus en plus important à la vue des impacts du changement climatique et de la récurrence des pics de chaleur et pollution.

Enfin, la qualité de l'air peut influencer sur l'organisation des événements ou bien encore le déroulement des activités proposées. En effet, en cas de pic de pollution et de dépassement de seuil d'alerte, il est recommandé de réduire les activités physiques d'intensité élevée (compétition sportive par exemple). La pratique d'une activité physique d'intensité modérée peut être maintenue mais les conditions doivent être adaptées (privilégier les secteurs à l'écart des axes routiers et les moments de la journée où le niveau de pollution est moindre).

Néanmoins, la pratique d'une activité sportive dispose de nombreux bénéfices sur la santé, notamment si celle-ci est pratiquée sur le long terme et de manière régulière. Ainsi, une pratique sportive régulière engendre davantage d'effets positifs sur la santé que d'effets négatifs provoqués par la pollution. Pour exemple, une étude de L'Observatoire Régional de la Santé en Ile-de-France estime que les bénéfices de la pratique du vélo sont vingt fois supérieurs aux risques de pollution dans la région, en raison des bienfaits de l'activité physique et de la réduction du stress (ORS, 2012).

Aujourd'hui, l'exposition des grands événements à une pollution de fond tend à diminuer sous l'effet de la réglementation et du déploiement des mesures volontaristes à l'échelle parisienne (zones faibles émissions etc.). A l'avenir les travaux prospectifs indiquent une évolution encore favorable pour la plupart des polluants. Toutefois, la problématique de l'ozone, qui dépasse le simple contexte parisien, devrait perdurer à terme, ce qui incite à la plus grande vigilance quant à l'organisation des grands événements, notamment en été.

A noter par ailleurs qu'aujourd'hui le territoire parisien reste peu exposé aux risques de pollution de l'air engendrés par la survenue de feux de forêt de grande ampleur dans le bassin parisien, qui compte de grands domaines forestiers (Fontainebleau, Rambouillet etc.). Toutefois, le risque étant amené à augmenter dans le futur sous l'effet de l'augmentation des canicules et des sécheresses agricoles, il pourrait impacter de plein fouet Paris, les nuages de fumée toxique pouvant se déplacer sur de longues distances. On pense en particulier aux événements dramatiques survenus dans la région de Melbourne en Australie en Janvier 2020. Le maintien de l'Open de tennis d'Australie dans des conditions d'accueil largement dégradées (nuage de fumée toxique lié aux incendies) et [mettant à mal la santé des sportifs et des spectateurs \(malaises, difficultés respiratoires etc.\)](#), avait largement été contesté.

Les pollens (bouleau, ambrosie etc.) peuvent aussi jouer un rôle défavorable sur les grands événements extérieurs survenant entre avril et septembre. D'après les simulations faites par le Réseau National de Surveillance Aérobiologique ([RNSA, 2018](#)), les effets du changement climatique sur les pollens risquent de s'amplifier dans le futur. Les pollens peuvent impacter directement la santé des populations ([Ville de Paris, consulté le 15/03/2021](#)) par le biais de réactions allergiques appelées pollinoses (rhino-conjonctivites, irritation des bronches et plus rarement de l'asthme). A l'échelle de la ville une surveillance attentive, une information précoce et une sensibilisation du public sont mises en place en partenariat avec les réseaux nationaux (RNSA, AirParif). Des mesures visant le renforcement de la surveillance sont déployées à l'instar du [pollinarium sentinelle](#).

Le risque est jugé relativement fort.

Ressource biodiversité

Les manifestations de grande ampleur peuvent porter préjudice à la biodiversité en dégradant ou en modifiant des habitats, en artificialisant ou en érodant les sols mais aussi par la pollution générée (déchets notamment), par des approvisionnements en matières premières non sourcées (bois non géré durablement par exemple pour les besoins de construction) ([IUCN, 2019](#)). Elles en sont aussi fortement dépendantes puisque les espaces de biodiversité sont aussi le réceptacle de grands événements (Bois de Boulogne, Bois de Vincennes, Champs de Mars, Seine) et assurent des fonctions essentielles (rafraîchissement des populations, pratiques sportives).

D'autres espaces, comme les berges du Bois de Boulogne, accueillent une importante diversité floristique et faunistique importante. Cela s'explique notamment par une naturalité et une surface plus importante des habitats naturels présents. Néanmoins la présence de ces espèces dans ces espaces verts et aménagés peut être menacés lors des périodes estivales et de l'affluence de personnes.

Face à l'enjeu de biodiversité, les **infrastructures ou lieux de grands événements** (stades, parc des expositions, Palais des congrès, espaces et places publiques, bois etc.) cristallisent aussi des enjeux grandissants liés à la réintroduction de la biodiversité en ville. Ils constituent des potentiels importants de support et d'accueil de la biodiversité urbaine alors même qu'ils sont soumis de manière récurrente à des usages intensifs ([APUR, 2011](#)). Au-delà, ces espaces de nature en ville jouent un rôle de rafraîchissement pour les équipements, espaces et activités qu'ils accueillent. La réintroduction des espaces de nature, support de biodiversité en ville, prend des formes variées : toitures végétalisées, forêts ou espaces agricoles urbains par exemple. A ce titre, le Parc des expositions Paris Expo Porte de Versailles accueille désormais sur le toit du Hall 6 une ferme urbaine de 14 000m². Ces nouveaux espaces sont soumis de fait aux enjeux de raréfaction de la biodiversité projetée en lien avec la fragmentation des habitats, les pollutions locales et diffuse et le changement climatique qui exacerbe les pressions.

Le risque est jugé relativement fort et sera renforcé à l'avenir avec l'accélération attendue de perte de biodiversité.

Évolution des températures moyennes

Les évolutions des températures moyennes annuelles et saisonnières affectent l'organisation des grands événements qu'ils soient organisés en plein air ou en intérieur.

Pour les événements organisés en intérieur (Palais des congrès, Centre des expositions etc.) celles-ci sont susceptibles d'influer sur les besoins en chauffage ou en rafraîchissement des populations à des fins de confort thermique. Le confort thermique intérieur est un aspect important de la réussite des manifestations qui nécessite d'être anticipé.

Une augmentation ou une diminution des besoins représentent donc potentiellement une variation de la facture énergétique qui peut être conséquente et qui se répercutera nécessairement sur les clients. De même, l'expérience client est possiblement augmenter ou dégrader en fonction des températures moyennes.

L'augmentation en cours et projetée des températures moyennes en toutes saisons peut aussi être **source d'opportunité pour l'organisation d'événements de plein air**, en particulier aux intersaisons du fait d'une amélioration potentielle du confort thermique (ADEME, 2019). Cette opportunité peut néanmoins être contrebalancée par d'autres paramètres climatiques plutôt défavorables (ex : augmentation des précipitations au printemps par exemple).

Les lieux d'accueil de manifestation en plein air sont potentiellement affectés par les modifications tendanciennes des températures surtout quand ils sont en lien avec le patrimoine végétal.

Enfin, l'augmentation des températures moyennes a un impact direct sur les manifestations sportives. Par exemple, le marathon de Paris : [une étude](#) a montré que la température optimale pour un marathon serait entre 4 et 10°C, et une augmentation de température de même quelques degrés ralentit les coureurs (12 minutes plus lent pour une température entre 15 et 21°C).

En ce qui concerne ce paramètre, la capacité d'adaptation est jugée satisfaisante car il ne s'agit pas d'un extrême. Toutefois, la rénovation ou la construction d'infrastructures nécessitent la prise en compte de cette nouvelle donnée climatique qui modifie le climat moyen. Par exemple, dans le cadre de la construction du village des athlètes pour les Jeux Olympiques et Paralympiques 2024, le constructeur propose des bâtiments assurant la [résilience de l'infrastructure et le confort d'été à l'horizon 2050](#).

Le risque est jugé aujourd'hui modéré mais devrait devenir relativement fort.

Évolution pluviométrie

Par nature, les grands événements de plein air sont fortement conditionnés par la pluviométrie. Des pluies continues peuvent largement contribuer au report, à l'annulation d'un événement ou à conduire à une baisse de fréquentation (feux d'artifice du 14 juillet, fête de la musique). Les grandes manifestations sportives telles que Roland Garros sont souvent affectées par des conditions pluviométriques défavorables. Cela a des répercussions économiques notamment relatives aux coûts assurantiels des organisateurs en cas de pluie continue. Seules deux finales dans l'histoire de Roland Garros ont dû être reportées (notamment en 2012). Un spectateur se voit rembourser son ticket d'entrée s'il a assisté à moins de deux heures de jeu dans la journée, au-delà, aucun remboursement n'est effectué (sauf souscription à une assurance optionnelle qui augmente ce seuil à moins de 3h de jeu dans la journée pour être remboursé). Ce coût assurantiel est en hausse et il semble que les pluies pendant la saison de Roland Garros soient plus fréquentes qu'auparavant (Entretien Fédération Française de Tennis, 2020). La couverture rétractable du cours Philippe Chartrier permet de répondre partiellement à la survenue de cet aléa.

Le risque est jugé modéré et devrait rester stable.

Sécheresse des sols

En lien avec les canicules, la sécheresse des sols affecte nécessairement la qualité des terrains de sport (pelouses) et des lieux d'accueil des manifestations estivales (parcs notamment). Elle peut donc altérer l'expérience sportive ou utilisateur. En lien avec les sécheresses hydriques, elles portent atteinte au couvert végétal et favorisent le stress hydrique des peuplements diminuant de fait leur capacité de rafraîchissement. La question des sécheresses tendra à se renforcer dans un contexte de développement massif du végétal dans la ville et d'objectif de rafraîchissement des populations.

Le risque est jugé modéré mais devrait se renforcer.

Canicule

La canicule est un enjeu de premier ordre pour l'organisation des événements estivaux annuels (Paris Plage etc.) et exceptionnels (Jeux-Olympiques 2024 notamment). Ces dernières années, la ville de Paris a connu de nombreux épisodes caniculaires (2003, 2006, 2015, 2018, 2019, 2020). La période de retour étant de plus en plus courte, ces aléas deviennent récurrents et sont par ailleurs amplifiés par l'îlot de chaleur urbain.

Les infrastructures d'accueil couvertes peuvent subir en cas de canicule et en fonction de leurs caractéristiques, une dégradation plus ou moins prononcée du confort thermique intérieur et ce même en présence de dispositifs visant le rafraîchissement (climatiseurs par exemple). A noter que l'intensité du rafraîchissement varie selon le type d'événement. Des questions de ventilation dans les espaces fortement fréquentés comme les salons ou les foires peuvent également se poser en cas de fortes chaleurs. Ainsi lors du dernier salon de l'aéronautique du Bourget, des remontées ont été faites en ce sens (Source : entretien Viparis, 2020).

Concernant les espaces extérieurs recevant de grandes manifestations, la sensibilité va varier en fonction des aménagements et du coefficient de végétation. Les espaces arborés, en particulier ceux à végétation haute, restent les champions du rafraîchissement (îlots de fraîcheur) comparés aux espaces imperméabilisés ou à végétation partielle ou basse. La présence d'eau, d'ombrage ou de vent dans l'espace public ainsi que les aménagements urbanistiques vont également jouer dans la sensibilité des espaces aux fortes chaleurs. Hormis les bois de Boulogne, de Vincennes et les buttes Chaumont, l'espace parisien public reste fortement exposé aux fortes chaleurs (voir carte ci-après des îlots de fraîcheur). Les grands lieux de rassemblement (Champs de Mars, Jardins des tuileries, Avenue des Champs-Élysées) sont encore aujourd'hui très exposés au soleil et donc aux canicules.

Au-delà des espaces et infrastructures se sont bien les populations qui seront affectées par les fortes chaleurs lors de grands événements notamment durant les événements sportifs. Des manifestations annuelles comme l'arrivée du Tour de France ou bien encore des événements exceptionnels comme les Jeux Olympiques et Paralympiques 2024 sont concernés.

S'agissant des sportifs, l'impact des chaleurs extrêmes sur leur performance et leur santé est évident. Lorsque les températures atteignent **33 à 35°C**, et selon le taux d'humidité de l'air, la température combinée aux efforts physiques intenses peut entraîner des impacts sur la santé des sportifs (déshydratation, épuisement, hyperthermie maligne). Dans le cas de l'Open d'Australie de 2014 et l'US Open de 2018, 5 et 9 Joueurs respectivement se sont retirés au premier tour pour cause de chaleur.

Dans le cas d'efforts longs comme les marathons, des températures avoisinant les 30°C sont déjà dangereuses, comme le montre le bilan du **marathon de Boston** (2012) : 2100 coureurs traités pour blessures en lien avec la chaleur. Fin 2019, une **décision** fût prise par l'IOC de relocaliser l'épreuve du marathon de Tokyo vers Sapporo, plus de 500 km au nord, en raison des températures jugées trop élevées à Tokyo (souvent au-delà de 30°C). Les températures moyennes sur juillet et août à Paris sont actuellement **équivalentes** ou légèrement inférieures à celles de Sapporo.

La santé des spectateurs est un autre enjeu majeur des évènements estivaux. D'autres évènements se déroulant pendant ou autour de l'été, qui rassemblent un grand nombre de personnes et se déroulent en extérieur sont la fête de la musique, la fête Nationale, la marche des fiertés, Paris Plages. Lors de l'Open d'Australie de 2014, plus de 100 spectateurs ont été traités pour coups de chaleur. Même en l'absence d'activité physique intense, les températures caniculaires peuvent provoquer des hyperthermies dangereuses, justifiant l'interdiction de manifestations y compris culturelles. Pour certains évènements, comme la fête de la musique, la consommation d'alcool peut exacerber les effets de la chaleur.

Les projections climatiques signalent une augmentation marquée des Jours de canicules en milieu et fin du siècle, du triple au vingtuple. Les impacts des canicules sur les grands évènements risquent donc d'augmenter fortement. Les besoins futurs en rafraîchissement seront donc accrus.

Hors Europe, seulement huit villes de l'hémisphère nord (Saint-Pétersbourg en Russie, Riga en Lettonie, Bichkek au Kirghizstan) et Oulan-Bator en Mongolie) pourraient être suffisamment accueillantes en termes de températures pour recevoir les Jeux Olympiques et Paralympiques d'été d'ici la fin du siècle selon l'Université de Californie à Berkeley (Natura-Sciences, 2018).

En matière d'évènements sportifs majeurs, il existe aujourd'hui une vraie nécessité de se munir de plans « chaleur » pour prévoir le report ou l'annulation en fonction des seuils de température et d'humidité, ou prévoir des aménagements comme des temps de repos ou des ravitaillements en eau plus fréquents (US Open, 2018). Les stratégies de résilience climatique restent encore trop peu présentes par ailleurs chez les gestionnaires d'infrastructure.

A l'échelle du territoire, le département peut déclencher à la demande du préfet un [plan d'urgence canicule](#) qui sert entre autres à déterminer les [conditions de report](#) ou d'annulation des grands évènements.

Au-delà le rafraîchissement de la ville pour l'accueil des grands événements passe à la fois par des leviers d'adaptation structurels sur le long-terme (réglementation, aménagement par l'inclusion systématique d'objectifs ambitieux de rafraîchissement, développement de la biodiversité et des écosystèmes attenants etc.) et des mesures de gestion de crise à effet immédiat, qui concernent principalement la sensibilisation et la mise à disposition de petits équipements (dispositifs de rafraîchissement temporaires type brumisateurs, fontaines à eau, piscines gonflables, dispositifs d'ombrage). A travers ces différents plans (plan Paris Frais, Plan Local d'Urbanisme Bioclimatique etc.) et les objectifs ambitieux affichés (création de forêts urbaines, désimperméabilisation de 100 hectares de voiries, plantation massive d'arbres etc.) la Ville de Paris entend transformer son territoire. La rapidité et l'intensité des changements à l'œuvre challengent néanmoins les capacités d'adaptation du territoire à court terme.

Le risque est jugé fort et devrait se renforcer.

Grand froid

Les grands froids, tout comme les canicules, dégradent potentiellement le confort thermique des manifestations couvertes. Ils altèrent l'expérience de plein air (ex : Marché de Noël) ou la favorise (comme les [patinoires éphémères](#)). Les épisodes de grands froids tendent à diminuer sur le territoire et continueront de décroître dans le futur, selon les projections climatiques. Les activités liées aux grands événements nécessitant des conditions particulièrement froides ne seront donc plus forcément pertinentes au regard des coûts énergétiques et écologiques pour le maintien du froid.

Par ailleurs, en matière de capacité d'adaptation, jusqu'à présent, les plans développés à la fois par la Ville, les opérateurs et gestionnaires de réseaux et d'infrastructures ont montré leur bon dimensionnement.

Le risque est jugé modéré et devrait diminuer.

Chute de neige et verglas

Les chutes de neige perturbent principalement les déplacements lors des manifestations hivernales. Par ailleurs certains équipements sportifs sont sensibles au verglas et à la neige comme les pelouses des terrains de football. Ce risque est limité pour les équipements parisiens. De même une baisse du nombre des jours de gel et des jours sans dégel est attendu d'ici 2050.

Le risque lié à cet aléa tendra donc à décroître.

Fortes pluies

Les pluies intenses affectent aussi les grands événements. Les orages d'été en particulier, bien connus à l'échelle du territoire parisien, peuvent perturber les événements directement en dégradant du matériel (ruptures de tentes par exemple) ou indirectement via des inondations flashs qu'ils provoquent (ex : bouches de métro). Ils peuvent aussi occasionner des ruissellements rapides, sur des sols déjà asséchés, portant alors atteinte aux milieux aquatiques (pollution diffuse). Des activités nautiques et de baignade pourraient être interdites dans la Seine, surtout si les étiages sont particulièrement marqués.

Par leur caractère souvent localisé et intense, il n'est pas possible d'appréhender leurs évolutions futures. Toutefois, l'augmentation des sécheresses des sols devraient rendre ces pluies intenses d'été potentiellement plus érosives. De même, les milieux aquatiques seraient plus impactés, du fait d'une moindre disponibilité quantitative des ressources superficielles.

Le plan Paris Pluie, le zonage pluvial attenant, le plan qualité des eaux et baignade et l'augmentation attenante des capacités de stockage et de gestion des eaux participent des efforts d'adaptation à cet enjeu. Les infrastructures de grands événements ont par ailleurs un rôle majeur à jouer dans la récupération et le stockage des eaux pluviales.

Le risque est jugé aujourd'hui modéré mais devrait devenir relativement fort.

Inondation

Les impacts des inondations sont importants pour les sites culturels qui peuvent accueillir aussi des manifestations (nef du Grand Palais par exemple). En plus des dégâts sur les bâtiments ou le patrimoine culturel, les inondations peuvent aussi causer l'annulation ou le report d'événements ponctuels. En mai 2016, la compétition de football UEFA Euro a été impactée par les inondations. Initialement prévue sur les quais de Seine, l'événement a dû être rapatrié en urgence sur le parvis de l'Hôtel de Ville deux jours avant, en raison de l'inondation des quais. Des animations ont aussi été annulées. En février 2018, l'hippodrome Paris Longchamp a également été **inondé** pendant plusieurs jours.

Les inondations peuvent finalement impacter des événements qui ne sont pas en proximité directe des inondations, par la coupure de routes et de transports en commun (coupure d'A86 lors inondations de 2016, inondation du RER C) affectant la fréquentation.

Au-delà des inondations de faible intensité, c'est bien l'ombre d'une crue majeure de type 1910 pouvant survenir principalement en hiver qui affecterait durablement le secteur. Des crues tardives de type mai 2016 sont aussi craintes. En effet en cas de survenue d'une crue majeure, les répercussions sur les infrastructures (transport, énergie etc.) ainsi que sur le bâti et l'espace public seraient telles que cela perturberait la préparation et l'organisation des événements dans le temps. En effet, certains systèmes seraient affaiblis et auraient un temps de retour à la normale potentiellement long (pouvant aller de quelques mois dans le cas d'un réseau d'énergie à quelques années pour les infrastructures de transport). De même, le nettoyage se ferait sur la durée (infrastructures, parcs, jardins, chaussées etc.). Des milieux, réceptacles d'activités événementiels comme la Seine pourraient voir la qualité des eaux dégradées de façon prolongée.

Pour les grands événements, cela peut avoir de multiples répercussions : impacts sur leur préparation dans le cadre notamment d'un événement exceptionnel de type Jeux Olympiques et Paralympiques mais aussi dommages aux infrastructures support (ex : Grand Palais), problèmes de transports de personnes ou de biens (logistique fluviale par exemple), ou bien encore annulations ou reports d'événement. Une crue serait fortement dommageable pour l'économie du secteur et l'ensemble des secteurs du territoire. De même, les répercussions en termes d'image et de fréquentation dureraient dans le temps.

La capacité d'adaptation systémique de la ville s'est largement améliorée ces dernières années : amélioration des connaissances (étude OCDE sur les inondations), exercice de gestion et plan de crise (Sequana 2016), amélioration de la prise en compte dans les politiques publiques du climat, de la résilience et de l'eau. Les efforts doivent encore se disséminer à l'ensemble des politiques sectorielles concourant notamment à l'adaptation au changement climatique du secteur. Quant au tissu économique participant de l'effort, l'OCDE recommande un renforcement de la prise en compte du risque (plan de continuité des activités par exemple).

Le risque est jugé relativement fort et devrait se renforcer dans le temps.

Tempête

Les grands événements sont sensibles aux vents violents et aux tempêtes. Ils peuvent être annulés ou reportés si les conditions ne sont pas favorables (Feu d'artifice par exemple) ou mettent en danger les participants (événement de plein air). La survenue d'une tempête peut perturber aussi un événement en cours : coupure électrique, rupture de télécommunication, dégradation du bâti, chute d'arbres que ce soit sur des grands sites d'exposition (Paris Expo Porte de Versailles par exemple), des parcs (bois de Boulogne, Vincennes), des espaces de grands rassemblements (Champ de Mars) ou artères arborées. Le risque de tempête tend aujourd'hui à diminuer sur le territoire sans que cette diminution puisse être attribuée au changement climatique. Les contours futurs restent incertains. En revanche, le développement massif de l'arbre en ville devrait renforcer la problématique en cas de survenue de tempête, pouvant impacter l'installation des structures temporaires, matériels de scénographies. En cas de tempêtes violentes, un risque de chute des structures est envisageable, pouvant entraver la sécurité des participants.

Le risque est jugé modéré et devrait rester stable en raison des incertitudes sur l'évolution de ces événements.

Le risque est relativement modéré.

Mouvement de terrain

Sur l'ensemble de la ville, l'exposition aux mouvements de terrain lié au retrait gonflement des argiles est minime. Les éléments situés dans des zones de susceptibilité forte sont surtout à l'ouest du bois de Boulogne (Paris Longchamp). Les impacts s'observent cependant plutôt sur des habitations individuelles, aux [fondations superficielles](#). Les infrastructures de grands événements sont donc peu concernées par ce risque.

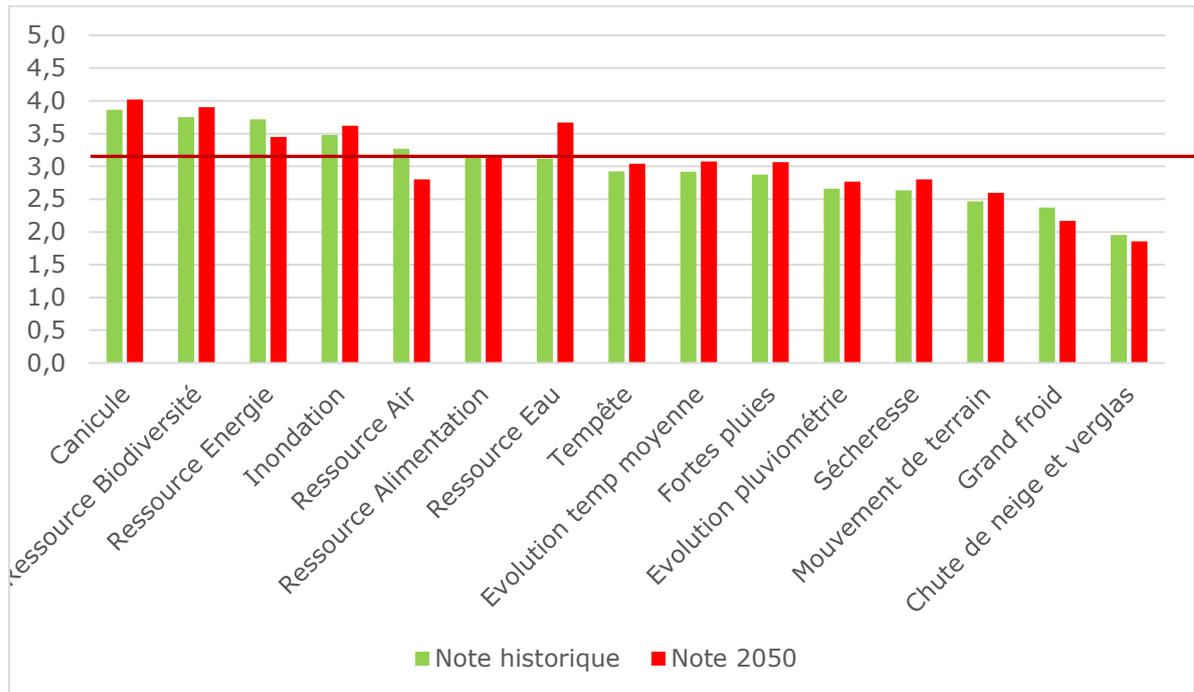
Les mouvements de terrain liés à la dissolution du gypse et des cavités souterraines restent mal cernés à l'échelle de notre étude. Il n'est donc pas possible d'apprécier le risque pour le secteur

Le risque est relativement modéré.

Evolution à l'horizon 2050

Les enjeux prégnants pour le secteur que sont la canicule, la biodiversité, les inondations ou bien encore l'alimentation et les ressources en eau devraient se renforcer sous l'effet du changement climatique et de la raréfaction des ressources. Les enjeux énergie et qualité de l'air resteront importants mais ne devraient pas augmenter.

Figure 87 : Évolution de la note de risque du système mode de vie et loisirs (sans effets dominos)



6.5.4 Les sources

Voir cahier grands événements.

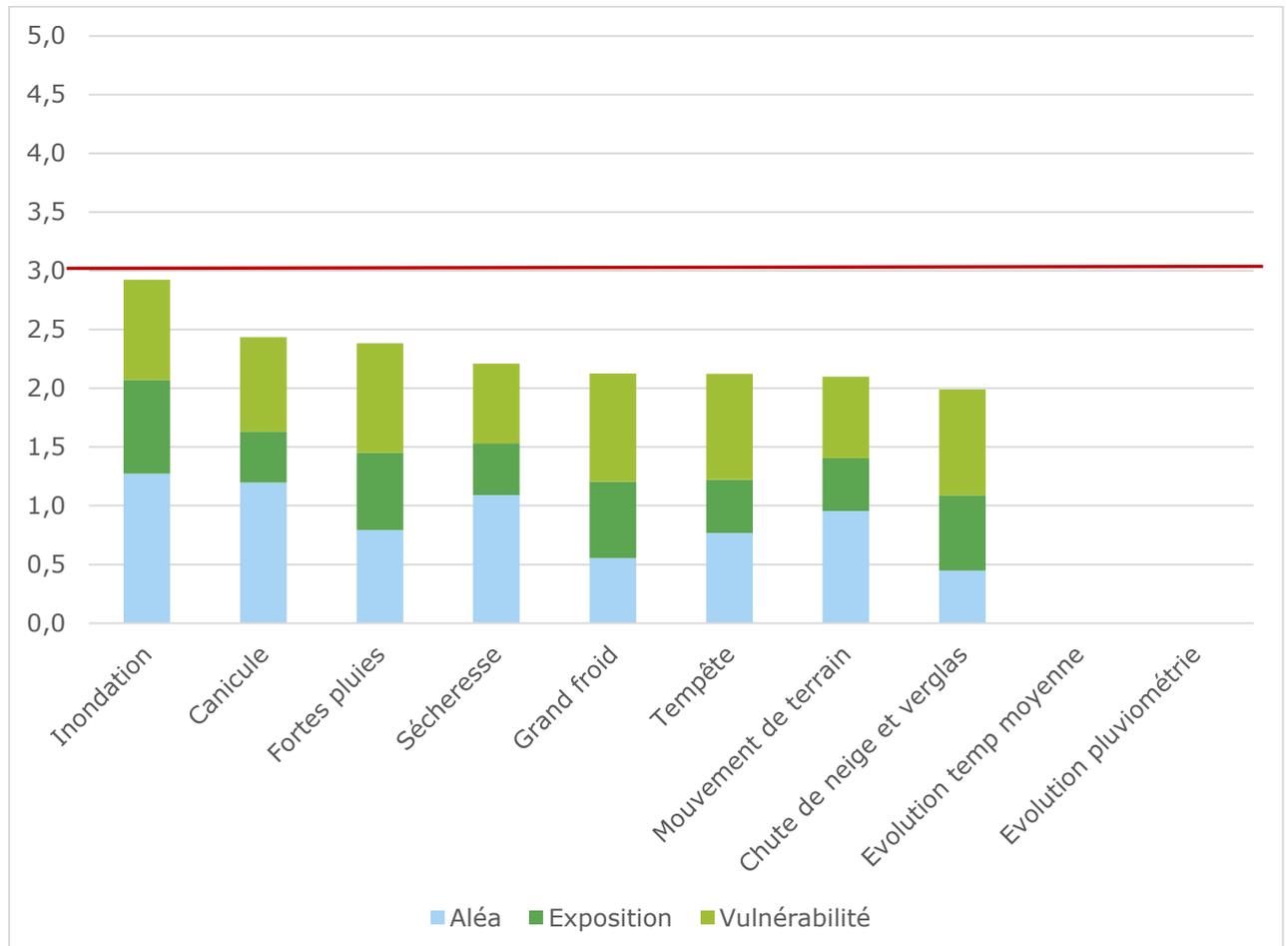
6.6 Système assurantiel

6.6.1 Synthèse des enjeux prioritaires pour le système

- Exposition du système

Le système assurantiel est particulièrement exposé au risque inondation sur le territoire parisien. Le risque canicule occupe une place croissante mais n'est aujourd'hui pas couvert par le système.

Figure 88 : Part des composantes dans la note de risque du système tourisme et patrimoine culturel



- Vulnérabilités du système
 - Sensibilité

La sensibilité concerne principalement l'assurance de personnes et de biens sur le volet inondation, dans une partie de Paris en bord de Seine et zones basses de la ville. Sont touchés la garantie inondation ainsi que le régime des catastrophes naturelles. Avec le changement climatique on devrait assister à une augmentation des sinistralités pour les biens et les personnes ainsi que des indemnisations avec des répercussions des surcoûts assurantiels pour les résidents et une augmentation des franchises.

- Capacité d'adaptation

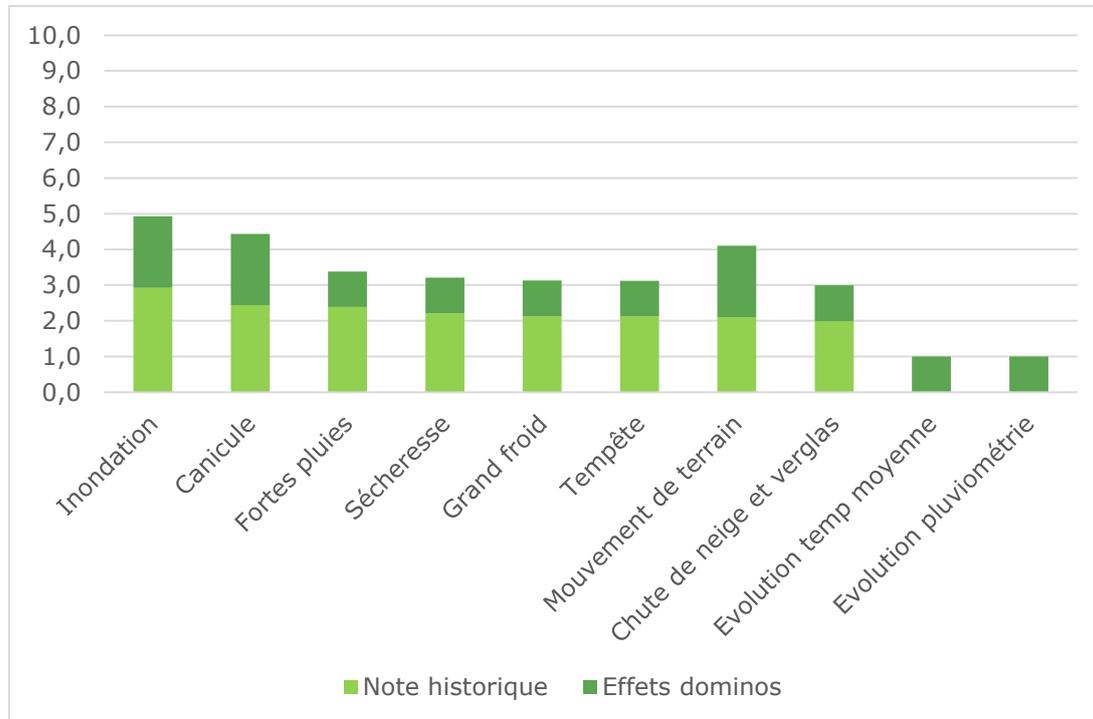
Face au risque inondation, les biens personnels ou professionnels des Parisiens sont en très grande majorité assurés. Le régime CatNat est un dispositif robuste garantissant à ce jour une protection forte des particuliers et entreprises parisiennes vis-à-vis de ce risque avec : une généralisation à tous les individus et entreprises, une assiette annuelle conséquente, une mutualisation des risques au niveau national notamment. En raison de l'augmentation attendue du risque inondation du au changement climatique et à l'accroissement des enjeux dans les zones exposées, le régime devrait subir des ajustements à 2050 sans pour autant de remise en cause profonde du système (CCR, 2018).

En ce qui concerne les activités et biens de la Ville de Paris, elles ne sont pas toutes couvertes par des contrats d'assurance et ne peuvent donc pas bénéficier de la couverture CatNat.

- Effets domino

Le système assurantiel impacté par effet domino le cadre du bâti et l'espace public, la santé publique, le patrimoine ainsi que les activités économiques.

Figure 89 : Note de risque du système assurantiel (avec effets dominos)



6.6.2 Description du système

Une assurance est un service qui fournit une prestation lors de la survenance d'un événement incertain et aléatoire souvent appelé « risque ». La prestation, généralement financière, peut être destinée à un individu, une association ou une entreprise, en échange de la perception d'une cotisation ou prime. Par extension, l'assurance est le secteur économique qui regroupe les activités de conception, de production et de commercialisation de ce type de service ([Wikipédia](#)). Le système assurantiel étudié ici ne s'intéresse pas spécifiquement aux activités présentes sur le territoire parisien mais bien aux solutions offertes par le secteur économique en général et sa capacité à satisfaire les besoins du territoire face aux risques climatiques identifiés. Les solutions sont revues par ailleurs uniquement face au changement climatique. La raréfaction des ressources est donc exclue dans le cadre du présent exercice.

6.6.3 Une vision des risques actuels et futurs par aléa et par ressource

Ce tableau met en évidence les enjeux en matière de risques climatiques et de raréfaction pour le système.

Tableau 18 : Notation des risques du système assurantiel

	Note de risque (sur 5) 2020 Historique	Note de risque (sur 5) 2050
Inondation	2,9	3,0
Canicule	2,4	2,5
Fortes pluies	2,4	2,5
Sécheresse	2,2	2,3
Grand froid	2,1	1,9
Tempête	2,1	2,2
Mouvement de terrain	2,1	2,2

1	Extrêmement faible
1,5	Très faible
2	Faible
2,5	Relativement modéré
3	Modéré
3,5	Relativement fort
4	Fort
4,5	Très fort
5	Critique

Chute de neige et verglas	2,0	1,9
---------------------------	-----	-----

Sécheresse des sols

La sécheresse des sols concerne la problématique de contraction/rétraction des argiles. Le sous-sol de la ville de Paris est en grande majorité constitué de matériaux remaniés et artificiels alors que le phénomène de subsidence touche principalement les maisons individuelles, constructions légères et fondées superficiellement. Ce type de bâtiment est très minoritaire à Paris. Avec l'accroissement de la sécheresse, on pourrait néanmoins assister à un accroissement des sinistralités sur les bâtiments avec une répercussion des surcoûts assurantiels pour les résidents. Des contraintes constructives supplémentaires pourraient être imposés par les assureurs. Il existe dans le domaine assurantiel une politique d'amélioration de la connaissance du risque sécheresse (Travaux de la Fédération Française des Assurances par exemple en 2018).

Le risque est relativement modéré.

Canicule

La canicule concerne l'assurance des personnes (via leur contrat santé) mais n'impacte pas directement les assurances de biens qui ne prennent aujourd'hui pas en compte ce phénomène sans dommage direct. Ce risque, déjà fort à Paris en raison de l'effet d'îlot de chaleur urbain et la forte artificialisation de l'espace, est amené à se renforcer. Cela conduira à une augmentation potentielle des consultations médicales et hospitalisations liées aux fortes chaleurs. Les frais de santé remboursés par les complémentaires santé pourraient donc augmenter. Il n'existe pas de prise en charge direct de ce risque par les assureurs. Ils agissent en revanche dans le domaine de la prévention en diffusant les bons réflexes à adopter en cas de canicule vis-à-vis des personnes fragiles. Le plan départemental canicule couvre par ailleurs ce risque.

Le risque est relativement modéré.

Grand froid

Le grand froid concerne l'assurance des personnes (via leur contrat santé) ainsi que la garantie gel/dégâts des eaux suite à rupture de canalisation. Ce risque est présent sur Paris même si l'aléa devrait être moins prégnant dans les décennies à venir. Cela conduit à de potentielles consultations médicales et hospitalisations liées au froid ainsi qu'à un risque de dégât des eaux. En matière assurantielle cela peut donc engendrer des déclenchements d'indemnisations, uniquement sur le volet dégât des eaux, le volet santé étant pris en charge par l'assurance maladie et les complémentaires santé. Il n'existe pas de prise en charge directe de ce risque par les assureurs. Ils agissent en revanche dans le domaine de la prévention en diffusant les bons réflexes à adopter en cas de grands froids vis-à-vis des personnes fragiles. Le plan municipal grand froid couvre par ailleurs ce risque.

Le risque est faible.

Chutes de neige et verglas

Les chutes de neige concernent l'assurance des personnes et la garantie gel/dégâts des eaux suite à rupture de canalisation. Elles peuvent engendrer des consultations médicales et des hospitalisations liées à des chutes. Des dégâts des eaux peuvent aussi être plus importants. Il n'existe pas d'action spécifique des assureurs face à cet aléa dans un contexte de changement climatique.

Le risque est faible.

Fortes pluies

Sont concernées l'assurance de personnes et de biens et la garantie dégâts des eaux suite à fortes pluies. Les fortes pluies peuvent engendrer une augmentation des indemnisations « dégâts des eaux ».

Il n'existe pas d'action spécifique des assureurs relative à l'aléa dans un contexte de changement climatique.

Le risque est modéré.

Inondation

Les inondations concernent l'assurance de personnes et de biens dans une partie de Paris en bord de Seine et zones basses de la ville. Sont touchés la garantie inondation ainsi que le régime des catastrophes naturelles. Avec le changement climatique on devrait assister à une augmentation des sinistralités pour les biens et les personnes ainsi que des indemnisations avec des répercussions des surcoûts assurantiels pour les résidents et une augmentation des franchises. Il existe une étude approfondie des scénarios de crue et un accompagnement des mesures de protection.

Le risque est jugé modéré.

Tempête

Les tempêtes concernent l'assurance des biens en cas de corps projetés qui viendraient causer un dommage. Les modèles ne prévoient pas à ce jour d'augmentation du risque.

Le risque est faible.

Mouvement de terrain

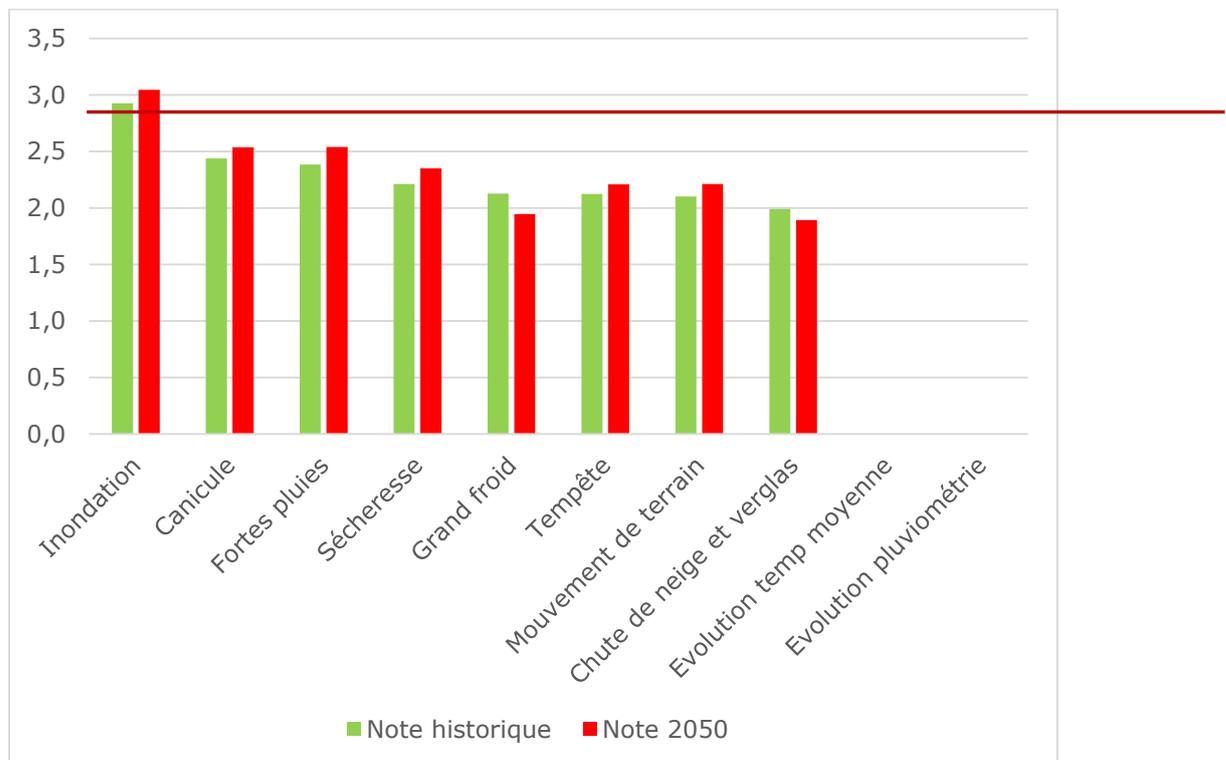
Le risque de RGA sur Paris est minime.

Le risque est jugé faible.

Évolution à l'horizon 2050

Les enjeux inondation et canicule devraient se renforcer pour le secteur assurantiel sous l'effet du changement climatique.

Figure 90 : Évolution de la note de risque du système assurantiel (sans effets dominos)



6.6.4 Les sources

Voir cahier assurances.

7. LES ENJEUX PRIORITAIRES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA RARÉFACTION DES RESSOURCES

Les changements climatiques en cours et à venir affectent de manière considérable le territoire parisien. Les observations indiquent que le cap symbolique **des 2°C de réchauffement** par rapport à l'ère préindustrielle est désormais franchi à l'échelle du territoire parisien. Sans surprise, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des **périodes caniculaires** constitue le premier enjeu d'autant que **l'îlot de chaleur urbain**, en amplifie les effets. **L'aléa inondation**, mieux cerné aujourd'hui, constitue aussi un aléa prioritaire car il est susceptible d'être affecté négativement par le changement climatique. Si le signe de ce changement n'est pas détectable dans les observations passées, de nombreuses études récentes convergent vers une augmentation de l'aléa en intensité dans le futur. Certains aléas ayant déjà sensiblement diminué au cours du siècle passé continueront quant à eux de décroître sur le territoire parisien : aléa neige, verglas et grand froid. D'autres sont moins bien appréhendés, notamment celui relatif à l'évolution des mouvements de terrain ou bien encore celui des pluies intenses estivales.

7.1 L'accroissement de la surchauffe urbaine, un enjeu critique pour Paris

7.1.1 Le constat : des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes et intenses

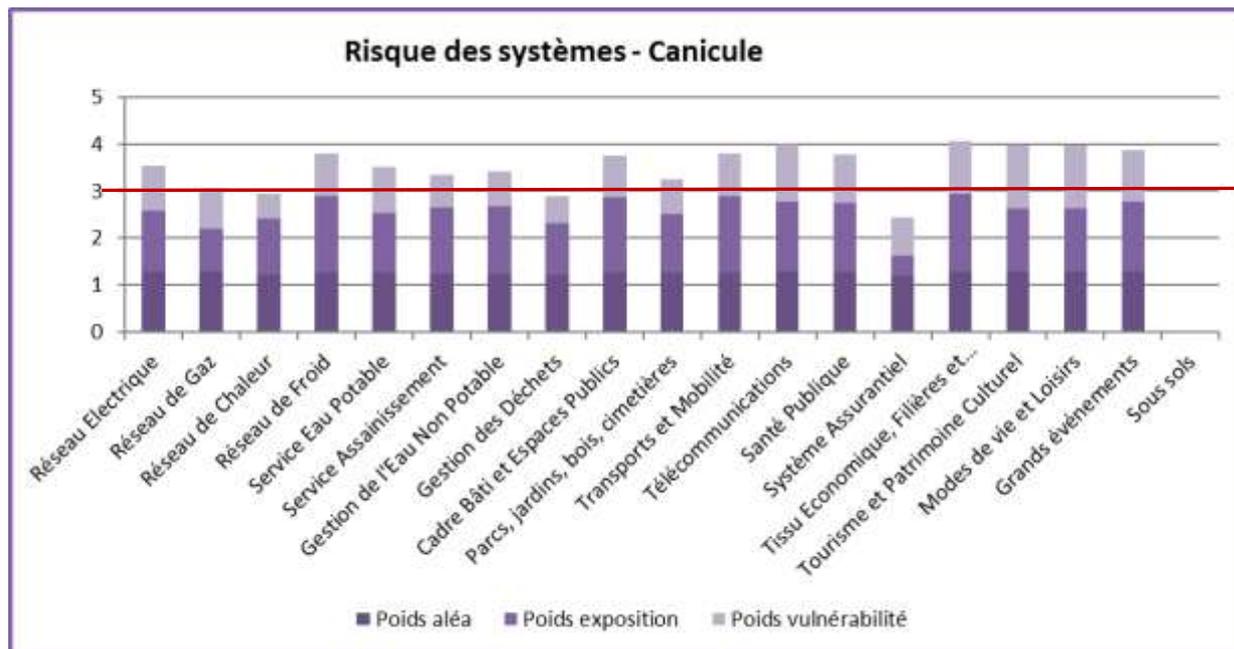
Corollaire de l'augmentation des températures, la fréquence et l'intensité des épisodes de fortes chaleur et canicules vont s'élever dans le futur, pour devenir **un problème urbain critique**, l'effet d'îlot de chaleur étant par ailleurs sous-estimé par les modèles climatiques. Tous les indicateurs convergent en ce sens.

Recensées depuis 1947 en Ile-de-France par Météo-France, **les vagues de chaleur ont été sensiblement plus nombreuses au cours des dernières décennies**. La canicule de 2003 est la plus sévère survenue sur la région et c'est durant l'épisode du 23 au 26 juillet 2019 qu'a été observée la journée la plus chaude (42,6°C) depuis 1947. Celle de 2020 est la troisième canicule la plus importante. Tous les indicateurs futurs sont au rouge : 22 jours en 2050 de très fortes chaleurs (températures égales ou supérieures à 30°C) contre 14 aujourd'hui, 20,5 nuits tropicales contre seulement 5 aujourd'hui. Les vagues de chaleur devraient donc être **plus fréquentes mais aussi plus sévères et plus longues**. Elles pourraient aussi se produire sur une période plus étendue (du printemps à l'automne).

7.1.2 Les enjeux prioritaires

L'enjeu canicule est critique pour une grande partie du cadre d'attractivité économique et sociale, la santé publique, le cadre urbain ainsi que les réseaux électriques et de froid.

Figure 91 : Risque des systèmes face à la canicule



Un risque sanitaire majeur

La population est particulièrement sensible au risque canicule et en particulier les publics en situation de risque ou de précarité (population de plus de 65 ans, jeunes enfants également, malades chroniques, femmes enceintes...) : **coups de chaud, déshydratation, risques cardiovasculaires accrus, surmortalité**, à l'image de la canicule de 2003 (surmortalité estimée à 1000 décès pour Paris cette année-là).

Une étude récente met en évidence que des caractéristiques urbaines contribuant à l'îlot de chaleur urbain sont associées à un risque plus élevé de décès lié à la chaleur. Une étude récente évaluait que la surmortalité augmente de manière sensible en cas de canicule et que ce risque est encore plus marqué pour les canicules nocturnes en milieu urbain (Laaidi et al.2012), et que la différence de mortalité est également marquée entre les différentes zones de la région parisienne selon leur niveau d'arborisation (Santé Publique France, 2020).

Afin de limiter les conséquences des canicules, en lien avec le plan canicule, la Ville de Paris engage différentes **mesures de prévention et de communication** (fichier REFLEX, carte des îlots de fraîcheur etc.). Ces dispositifs de prévention jouent un rôle positif dans la diminution des risques sanitaires associés aux canicules. D'autres actions telles que le déploiement des **cours d'école OASIS** vont dans le sens d'une amélioration de la prise en charge des jeunes publics en cas de canicule.

La hausse des températures a également des effets sanitaires indirects, à travers l'élévation des risques liés à la **pollution de l'air, notamment à la pollution à l'ozone** en période caniculaire ou encore la prolifération de certaines algues (comme les cyanobactéries), avec des risques de **contamination de l'eau potable et des eaux récréatives** (Rapport du Sénat coordonné par R. Dantec, 2019).

Enfin, le réchauffement climatique facilite la propagation des **maladies vectorielles**, notamment en raison de l'extension de l'aire de peuplement du moustique tigre, qui est le vecteur des virus du chikungunya, de la dengue et du Zika.

Bâti et espace public en surchauffe

En lien avec l'inconfort estival d'une large partie du bâti parisien, la canicule est un aléa particulièrement impactant pour le système. Il y est sensible à de multiples égards, avec un besoin de capacité conséquent pour l'approvisionnement en froid collectif et pour éviter le recours aux climatiseurs individuels. **L'effort à produire pour atteindre un niveau satisfaisant de qualité thermique du bâti est encore considérable et l'inconfort**

thermique estival reste un facteur de risque prépondérant pour la population. Les actions en cours et à venir sont nombreuses (PCAET, 2018) mais les indicateurs restent insuffisants pour évaluer l'évolution de la résilience du système global. En lien avec le plan climat, les stratégies d'adaptation et de résilience, **de nombreuses actions en cours ou à venir convergent dans tous les cas vers l'accroissement des capacités de rafraîchissement et la résilience** : déploiement des îlots et parcours de fraîcheur, création d'un référentiel bâtiment prenant en compte le confort d'été, stratégie de végétalisation massive et déploiement de 40% de surfaces perméables végétalisées en 2030. Par ailleurs, d'ici à 2030, l'objectif est d'augmenter de 2% l'indice de canopée. Le PLU bioclimatique, en cours de construction, devrait permettre d'agir de façon plus systémique sur cet enjeu.

Un réseau électrique sensible

Le système électrique apparaît très vulnérable aux épisodes caniculaires car les éléments hors terre, **comme les boîtiers de jonction sont particulièrement sensibles à la chaleur.** La consommation électrique supplémentaire est un élément complémentaire de sensibilité, rapprochant le système de pics de consommation. La canicule de 2020 a occasionné des claquages répétés sur le réseau parisien et a impacté jusqu'à 50000 foyers par épisode. Sur la période, 237000 clients ont été concernés par des coupures momentanées en Île de France (Senat, 2020).

Le système a une bonne capacité d'adaptation grâce aux actions d'amélioration du maillage du réseau, la politique de remplacement des accessoires sensibles, notamment ceux liés aux câbles papier ou l'installation de groupes électrogènes (Schéma Directeur énergétique métropolitain, 2019). La redondance du réseau électrique est aussi à rappeler et devrait permettre de limiter les impacts, comme indiqué dans le premier paragraphe sur la disponibilité de la ressource énergétique.

Vigilance sur les télécommunications

Le système est particulièrement sensible à la canicule à différents niveaux. Les antennes, très exposées au soleil et généralement placées en terrasse, ont une alimentation électrique dont l'électronique est sensible aux hautes températures. La chaleur entraîne également une surchauffe des data centers, encore plus impactée si le système de climatisation est lui aussi dégradé. Enfin, la chaleur en salle des serveurs rend plus difficile les interventions de maintenance. Les précédents épisodes de canicule n'ont cependant pas causé de panne majeure. Le surdimensionnement (quasiment doublée dans certains cas) et la modification vers le haut des spécifications techniques pour les seuils maximaux (calés sur seuils espagnols³⁵) a permis d'améliorer la résilience des datacenters. Cette résilience dépend cependant en grande partie de l'approvisionnement en froid, dont la panne représente la plus grande menace avec les coupures électriques. Ces deux derniers facteurs, défaut d'approvisionnement froid et coupure électrique, sont possibles lors d'épisodes caniculaires. Les opérateurs possèdent leur propre plan canicule, comme la projection d'eau pour les équipements de toits, mais cela ne pourrait compenser une panne des réseaux énergétiques. A ce jour, la priorisation des usages relatives aux télécommunications en cas de tension d'usage sur la ressource froid et eau n'apparaît pas dans les documents stratégiques.

Par conséquent, les menaces qui pèsent sur les ressources touristiques sont nombreuses : modifications et/ou altération des paysages, fragilisation du patrimoine naturel (développement d'invasives et de maladies, homogénéisation de la faune et de la flore etc.), arrêts d'activités (navigation fluviale, baignade, etc.), baisse d'attractivité généralisée du milieu urbain

Un coût pour le tissu économique et touristique

Le réchauffement et à fortiori les fortes chaleurs **représentent également un risque pour l'appareil productif en lien avec la baisse potentielle de productivité des travailleurs,** notamment dans les secteurs les plus exposés (tels que le bâtiment) mais non exclusivement.

³⁵ <https://www.zdnet.fr/actualites/pics-de-canicule-pourquoi-les-datacenters-francais-tiennent-le-coup-39888299.htm>

Une étude datant de 2016 et menée par l'Organisation Internationale du travail (OIT) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a montré que pour la France la perte de productivité est évaluée à 0,01% pour une hausse des températures de 1,5°C, 0,02% pour une hausse de 2,4°C et 0,29% pour une augmentation de 4°C. En ce qui concerne spécifiquement les fortes chaleurs, les coûts de la canicule de 2003 avait été estimé à 0,2 points de PIB pour la France sur l'année mais son impact, tant général que sectoriel, aurait pu être beaucoup plus conséquent si elle s'était prolongée après le 15 août, à la reprise de l'activité économique.

Les fortes chaleurs impactent aussi les coûts énergétiques des établissements recevant du public, des entreprises pour satisfaire les besoins en rafraîchissement des employés, des utilisateurs ou des clients. Le secteur de l'hôtellerie-restauration semble être particulièrement impacté.

Aujourd'hui, si le plan climat mentionne le secteur touristique comme un secteur stratégique, la place de l'adaptation dans la stratégie tourisme 2022 de la Ville reste peu évoquée voire absente des actions envers le secteur.

En règle générale, le tissu économique, et notamment celui des PME, semble peu outillé pour prendre en compte les risques climatiques dans ses activités.

Zoom sur le patrimoine culturel

Celui-ci est exposé à des risques accrus d'incendie des infrastructures en bois et des charpentes, en lien avec les sécheresses. Il est aussi exposé à un risque de thermoclastie plus important (Lefèvre 2021). Les fortes chaleurs peuvent largement altérer le patrimoine intérieur des musées, les collections, les bibliothèques, réserves et archives. Elles devraient aussi largement dégrader le confort thermique des touristes augmentant aussi de fait les besoins en rafraîchissement et en ventilation.

Vers un renouvellement des modes de vie et des loisirs

La chaleur influe largement sur les modes de vie avec l'adaptation requise des pratiques individuelles, quelles soient sportives, récréatives ou culturelles. Une augmentation de la fréquentation des espaces de fraîcheur est attendue. A terme l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules devrait engendrer une transformation des modes de vie en période estivale, avec une adaptation nécessaire du cadre et des services urbains (horaires de travail, d'ouverture des parcs etc.). Ces éléments sont déjà explorés dans la stratégie d'adaptation (2015) mais devront sans doute faire l'objet d'un déploiement massif.

7.1.3 Le prise en charge des enjeux

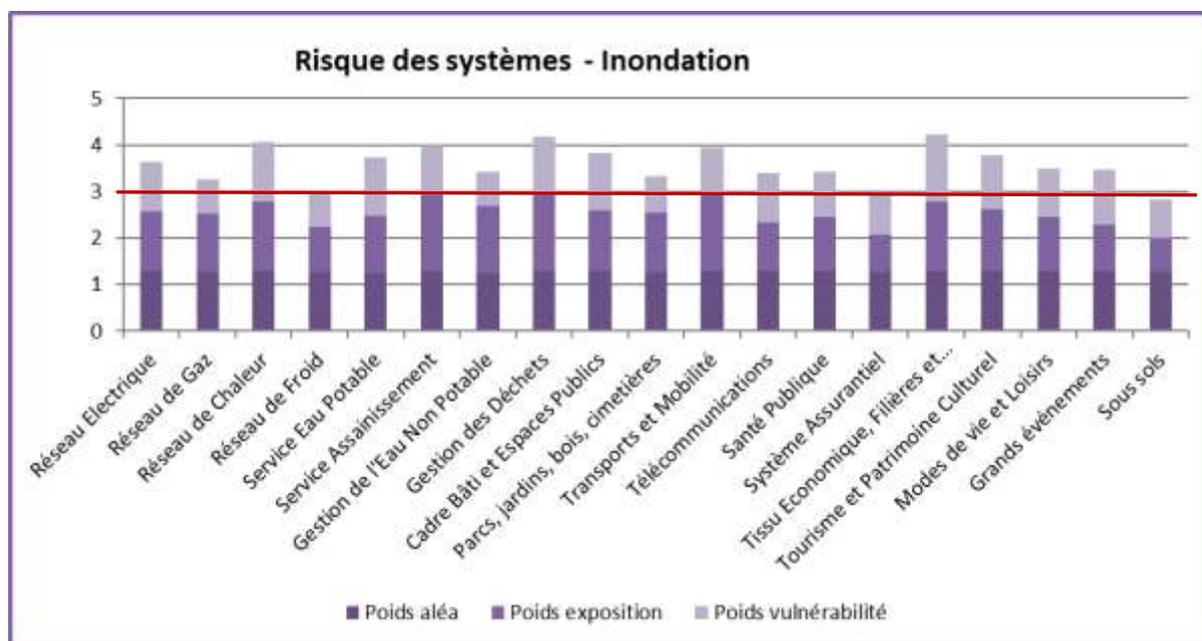
La prise en charge transversale de l'enjeu s'est donc considérablement améliorée avec la mise en œuvre des stratégies d'adaptation (volet dédié du PCAET) et de résilience qui affichent clairement des objectifs ambitieux en matière de rafraîchissement urbain. Paris entend en effet déployer sa capacité d'adaptation à travers l'utilisation de l'ensemble des leviers en sa possession :

- le levier réglementaire permettant d'inscrire durablement dans le temps les prescriptions fortes répondant aux enjeux d'adaptation au changement climatique. Il permet le plus souvent d'organiser un débat démocratique autour de ses enjeux pour une meilleure intégration. L'adoption de ses leviers peut s'avérer relativement longue (PLU ou zonage pluviale) mais certains sont plus rapides à mettre en place (code de la rue)
- les leviers financier et budgétaire dont le premier doit permettre l'accélération de la mise en place des dispositifs en attendant les effets de la réglementation. Il doit soutenir les innovations dans le domaine et parer à l'urgence. Le budget doit quant à lui pouvoir refléter l'action climatique et les priorités dans ce sens, c'est aussi un outil « censeur » de la dépense publique devant prendre en compte l'adaptation dans les projets municipaux.
- le levier relatif à l'aménagement du territoire dont la réalisation des projets (anticipe dans un premier temps puis) est permise par l'évolution du cadre réglementaire et l'inscription de lignes budgétaires adaptés
- le levier d'information et de formation permettant d'accompagner les changements dans nos modes de vie ainsi que l'évolution de nos pratiques professionnelles, induits par le changement climatique.

7.2 Les inondations, une nouvelle donne climatique et une recrudescence des enjeux pour les systèmes parisiens

Le risque inondation arrive en tête des enjeux pour l'ensemble des systèmes parisiens.

Figure 92 : Risque des systèmes face aux inondation



7.2.1 Constat : vers des épisodes de crue probablement plus intenses

S'il n'existe pas de signal passé du changement climatique en ce qui concerne les inondations par crue, des travaux récents indiquent un signal à l'augmentation futur :

- **L'étude de P. Roudier (2016)** : à scénario +2°C, augmentation de l'intensité des crues de débit centennal (+20 à +40%) mais aussi décennal (+10 à +20%) ;
- **L'étude CCR-Météo-France (2018)** : sous scénario extrême (RCP8.5), augmentation des cumuls de pluie sur 72h et augmentation entre 20 et 50% de la probabilité de survenance de débordement ou ruissellement associés
- **Le projet Extremoscope (IPSL-Météo-France)** : augmentation d'un facteur 1,5 à 2 des pluies type mai 2016 (3 jours de pluie quasi-continues) ayant occasionné une crue à 6,10m à Paris.

7.2.2 Les enjeux prioritaires

Un tissu économique et touristique fortement impacté

Paris présente une forte vulnérabilité face au risque inondation avec des enjeux majeurs, comme l'a rappelé la crue de mai-juin 2016. Cette inondation de période de retour de 20 ans, a causé des dommages supérieurs à un milliard d'euro sur l'ensemble du bassin (OCDE, 2018). En 2014, l'étude OCDE sur l'impact socio-économique d'une crue type 1910 chiffre entre 3 et 30 milliards d'euros de dommages directs, 5 millions de citoyens affectés et des répercussions économiques majeures à l'échelle du pays. Si la capacité d'adaptation du tissu économique s'est améliorée notamment pour les grandes entreprises avec les plans de développement des activités, elle reste à développer largement auprès des PME (OCDE, 2018).

Des dégâts considérables pour le patrimoine culturel

La menace d'une crue majeure sur le patrimoine culturel est réelle avec des conséquences importantes en sous-sols : mouillage et salissure des œuvres, des collections, des archives, des réserves des musées, obligeant à d'importants travaux de séchage et de restauration. En surface, il y aurait fragilisation des berges, des quais, des ponts et des fondations anciennes causant une instabilité structurale. Les ponts historiques de Paris pourraient constituer des

menaces en ralentissant l'écoulement des eaux de crue (Lefèvre, 2021). Au-delà les fragilités électriques toucheraient également l'ensemble du secteur. Des conséquences intangibles liés à l'image de la destination, sa sécurité affecteraient l'attractivité touristique sur le court-terme.

Un système de soin très exposé

Quatre conditions sont nécessaires pour qu'un établissement de soin puisse fonctionner : être approvisionné en électricité et en eau potable, être chauffé et être accessible par la route. Une crue majeure comme celle de 1910 réduirait alors de 40% les capacités d'hospitalisation.

Un réseau de chaleur particulièrement vulnérable

Il existe un fort risque inondation pour la majorité des réseaux (plus particulièrement pour le réseau de chaleur et le réseau électrique, dans une moindre mesure pour le réseau de froid, modéré pour le réseau de gaz), sur une partie localisée du réseau ou, par effet domino, sur l'intégralité du réseau.

Le réseau de chaleur de la Ville de Paris est le plus à risque. **Sa sensibilité à l'immersion apparaît aujourd'hui comme son principal point faible**, avec un pouvoir d'impact très marqué en lien avec la technologie vapeur qui implique un arrêt des boucles. Dans le cas d'une crue centennale, le redémarrage complet du réseau pourrait prendre plusieurs mois. Son actuel dimensionnement, sa ressource énergétique diversifiée et l'évolution de l'aléa grand froid devraient en revanche limiter sa sensibilité dans les périodes de forte production hivernale, si la logistique des combustibles n'est pas perturbée.

Un risque commun à l'ensemble des réseaux du cycle de l'eau

L'ensemble des systèmes est vulnérable et en particulier le réseau d'eau potable avec certaines des **usines de potabilisation** localisées en zone inondable, des atteintes potentielles à la qualité de l'eau voire une rupture d'approvisionnement en cas de pollution massive. Il en est de même pour le réseau d'assainissement avec 20 % des stations d'épuration représentant 85 % des capacités localisées en zone inondable. En cas de crue centennale, les risques de débordements sont inévitables. En effet, le système est dimensionné pour des crues décennales (entretien Eau de Paris).

Un cadre du bâti altéré

450 000 logements, 100 000 établissements et 830 000 personnes sont exposés à une crue centennale en Île de France (Institut Paris Région, 2018), et 90% de la surface des zones inondables sont urbanisées. A l'échelle de l'Île-de-France, environ 60% des surfaces d'habitat sont exposées à des niveaux d'aléas forts à très forts (avec une hauteur de submersion supérieure à 1 m). La sensibilité du bâti est liée à plusieurs facteurs, la rupture d'approvisionnement énergétique (tous réseaux sauf gaz) et en conséquence du chauffage, des dégradations matériels (inondations de cave) à la déstabilisation potentielle du bâti.

Un système de transport particulièrement sensible

Le système de transport de la ville de Paris est particulièrement exposé au risque inondation, en **raison de la concentration des nœuds de transport dans la zone inondable** en bord de Seine et des répercussions en chaîne sur l'intégralité du réseau d'un blocage des flux de transport. Dès les premiers niveaux de crue, les infrastructures de transport sont impactées avec la fermeture de tronçons complets d'infrastructures, et répercussions notamment sur l'échangeur de l'autoroute A4 et sur le RER C (Entretien Recherche Voirie Déplacement, 2020). Les entrées d'eau menacent les réseaux ferrés souterrains et la résistance des tunnels et stations de métro à la submersion est soumise à incertitudes. L'exercice EU Sequana (Préfecture de police, 2016), simulant les effets d'une crue prévoit que 140 kilomètres de lignes de métro seraient inutilisables sur les 250 kilomètres qui le composent et un grand nombre de stations seraient fermées. La majeure partie des ponts serait submergée ou fermée à la circulation en raison de la fragilisation des structures due à la force du courant. Le seul moyen de passer d'une rive à l'autre de Paris resterait alors le boulevard périphérique. Un retour à la normale après une inondation de type

1910 serait de 5 ans minimum. Le transport de marchandises serait naturellement également impacté, avec un risque sur les approvisionnements.

Bien que des actions de sensibilisation et de surveillance (EPISEINE) soient entreprises et de nombreuses actions sur les aspects ponctuels des autres systèmes impactés (maintien partiel du fonctionnement du réseau électrique), une large paralysie du réseau semble inévitable.

7.2.3 La prise en charge des enjeux

Au-delà de l'application du PPRI, **la prise en charge du risque inondation s'est considérablement améliorée** à l'échelle du bassin versant et de la ville avec :

- Une amélioration de la connaissance du risque (étude OCDE 2014 notamment) ;
- La mise en œuvre d'exercice de gestion de crise par la préfecture de police ;

Une amélioration de la prise en compte du risque dans les politiques publiques du climat, de la résilience et de l'eau (plan EPTB).

L'OCDE note en 2018 des voies d'amélioration possibles avec :

- Une meilleure prise en compte dans les grands projets d'aménagement et en règle générale dans l'urbanisme dont les documents stratégiques reflètent encore peu le risque d'inondation de la Seine ;
- Le renforcement de la prise en compte du risque pour certains opérateurs de réseaux ;
- Le renforcement de la gestion de crise, de la gouvernance partagée et des stratégies de protection.

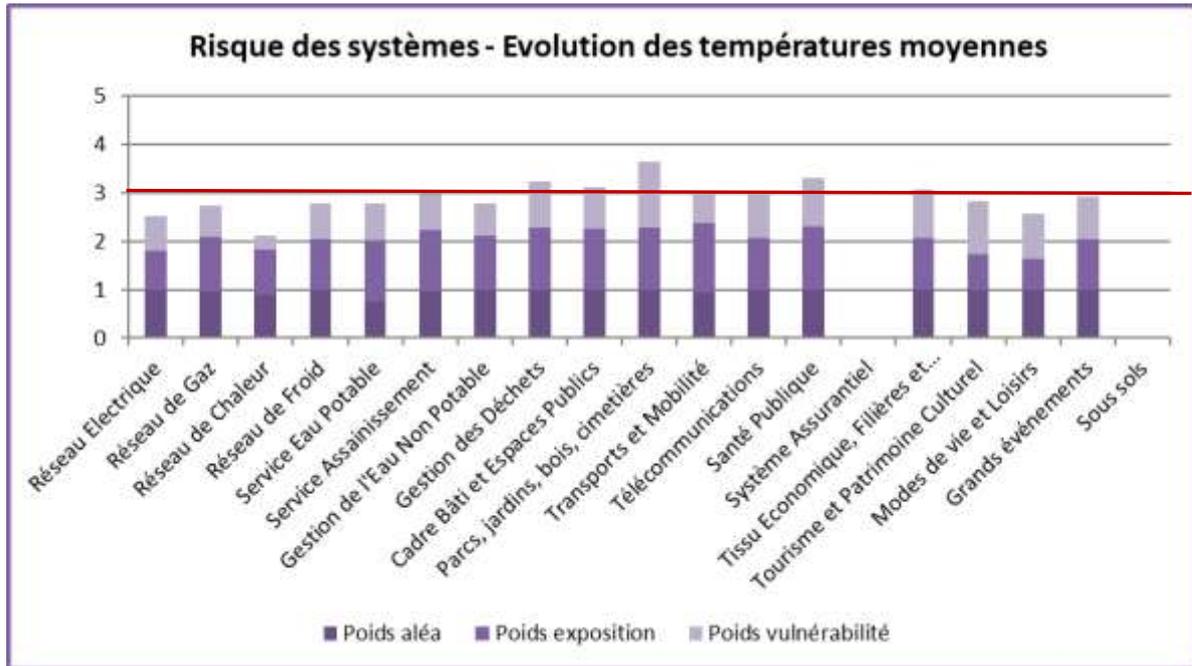
7.3 Une sensibilité contrastée des systèmes à la nouvelle donne climatique moyenne (températures et précipitations)

Au-delà des extrêmes, le changement climatique apporte un changement des conditions moyennes, changement auquel les systèmes réagissent de manière différenciée.

Ainsi les températures moyennes augmentent et continueront d'augmenter modifiant donc le cadre de vie et le confort thermique dans la ville.

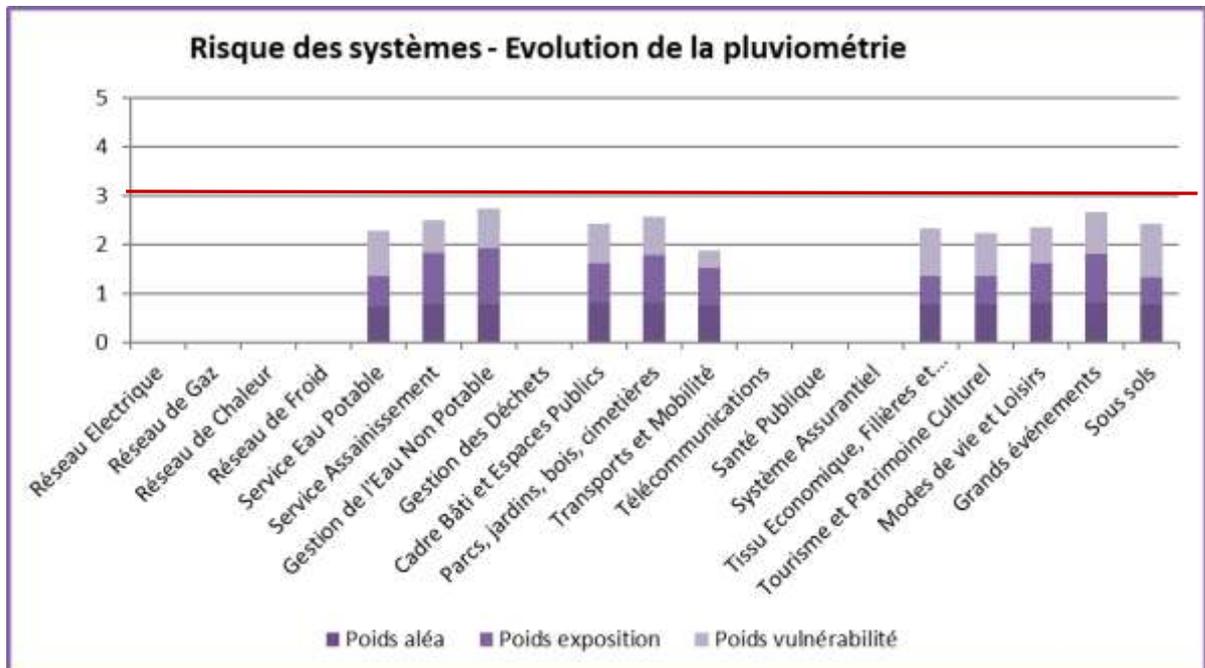
Le système des parcs et jardins est particulièrement sensible ainsi que le système santé publique et le cadre du bâti. En effet, pour les parcs et jardins, cela signifie une translation des aires de répartition des espèces, une augmentation possible des épisodes de maladies et d'invasion ainsi qu'une altération de la biodiversité. En matière de santé publique, le réchauffement favorisera l'émergence de nouvelles maladies (maladies à vecteur type moustique tigre), les allergies aux pollens par exemple. Le confort thermique dans l'espace public et le bâti sera quant à lui modifier.

Figure 93 : Risque des systèmes face aux températures moyennes



Concrètement, si le volume des précipitations ne devrait pas fondamentalement changé en revanche, on devrait assister à une plus grande variabilité avec plus de pluie en hiver et moins en été. Cela aura des répercussions sur les systèmes naturels (parcs et bois) ainsi que sur la gestion des réseaux du cycle de l'eau (assainissement, eau non potable) et l'organisation des grands événements.

Figure 94 : Risque des systèmes face à l'évolution de la pluviométrie moyenne



7.4 Des risques climatiques moins prégnants pour le territoire

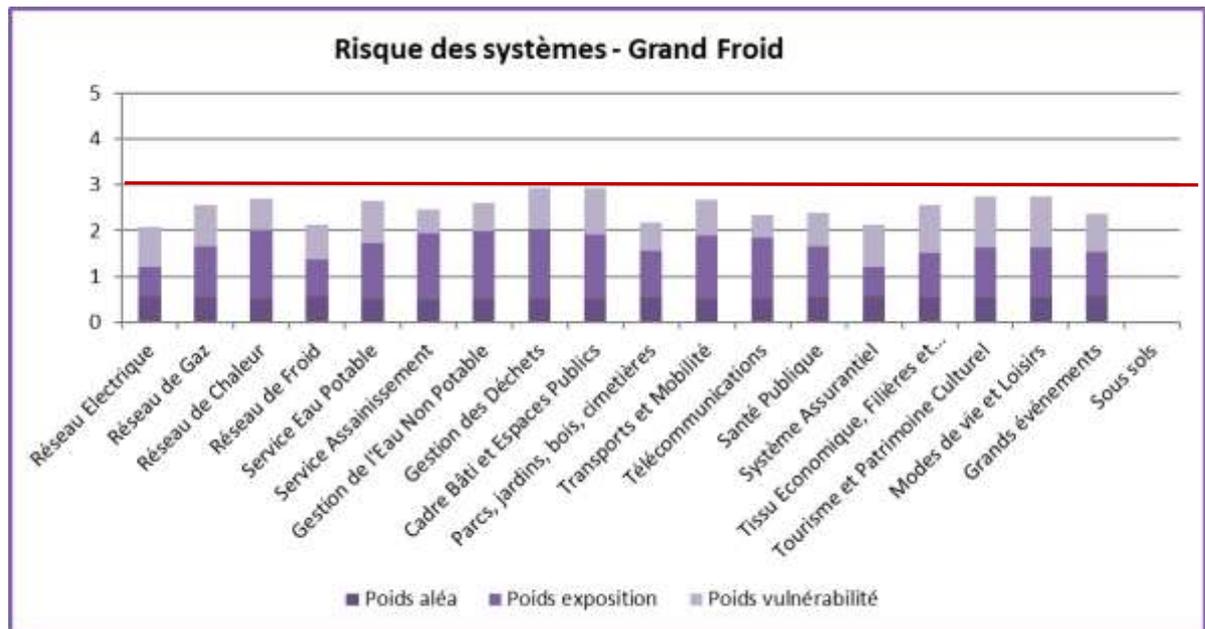
Le réchauffement tendanciel de la Capitale devrait plaider en faveur d'une diminution des enjeux urbains liés aux vagues de froid, à la neige ou au verglas.

On constate en effet une diminution observée dans la fréquence et l'intensité des épisodes de grands froids. Les grandes vagues de froid ont toutes eu lieu avant les années 2000. Dans le futur, les épisodes de froid devraient être moins fréquents et moins intenses mais ne disparaîtront pas pour autant.

Les réseaux parisiens ont déjà prouvé leur bon dimensionnement quant à ces aléas. Cependant, ils pourraient toujours impacter ponctuellement le fonctionnement des systèmes, comme par exemple le transport de combustibles dans le cas d'un épisode neigeux.

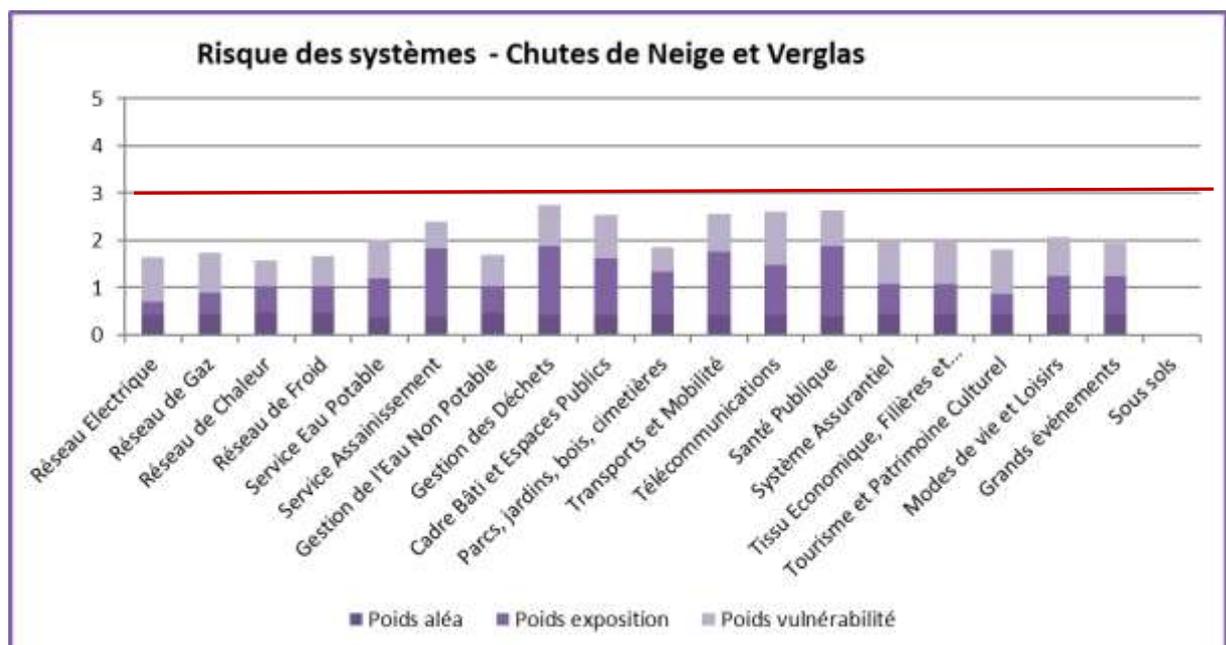
Pour les grands froids les systèmes suivants resteront sensibles : le cadre du bâti, la gestion des déchets, la santé publique, le réseau de chaleur.

Figure 95 : Risque des systèmes face au grand froid



En ce qui concerne les chutes de neige, elles impacteront ponctuellement la gestion des déchets, le service assainissement, les transports et la mobilité, les télécommunications ainsi que la santé publique.

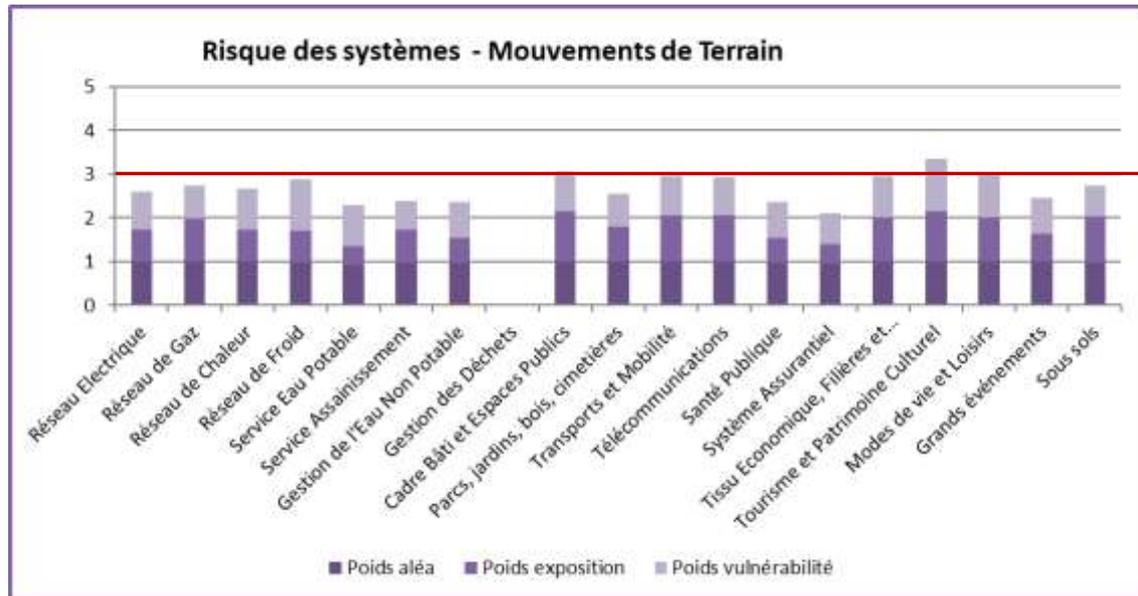
Figure 96 : Risque des systèmes face aux chutes de neige et verglas



7.5 Des points de vigilance sur certains aléas

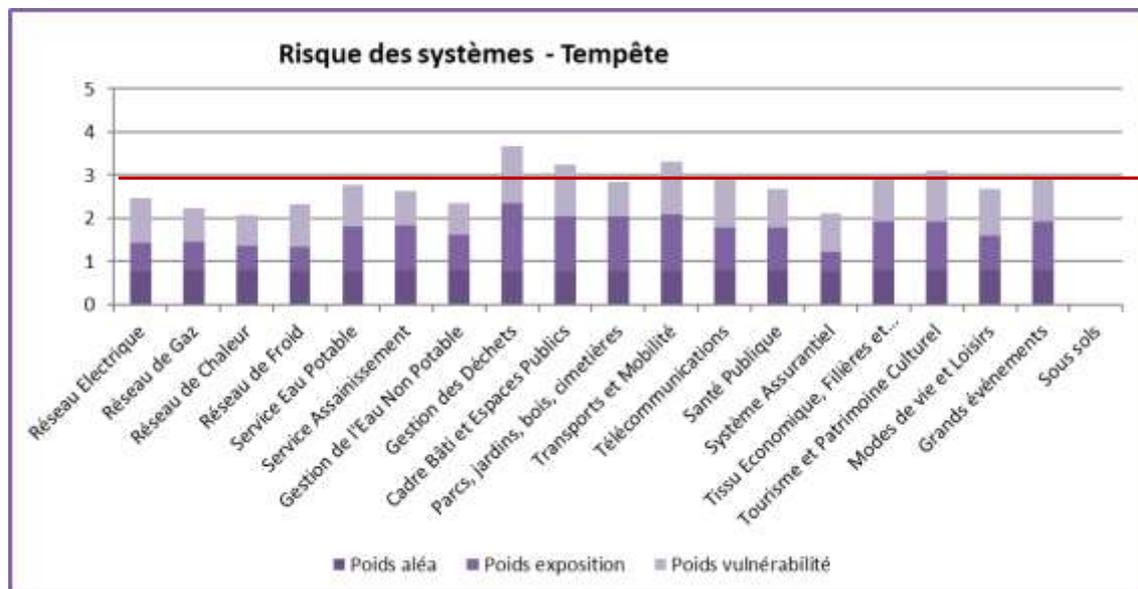
Le risque de mouvement de terrain est principalement lié sur Paris à la dissolution du gypse. L'impact du changement climatique sur cet aléa étant mal cerné, le risque de mouvement de terrain mériterait d'être réévalué à la lumière de nouvelles connaissances plus précises. Il apparaît en effet que l'ensemble des systèmes sont potentiellement concernés avec un risque fort pour le cadre du bâti, le patrimoine touristique et culturel notamment.

Figure 97 : Risque des systèmes face aux mouvements de terrain



L'aléa tempête ne devrait pas connaître d'évolution majeure jusqu'en 2050 et l'on constate par ailleurs une baisse de leur nombre sans pour autant que ce phénomène soit attribuable au changement climatique. Pour autant, le risque n'est donc pas à exclure et peut toucher de manière significative le cadre du bâti, les transports et la mobilité ainsi que le patrimoine culturel et touristique, sans compter la gestion des déchets.

Figure 98 : Risque des systèmes face aux tempêtes



7.6 L'altération de la biodiversité menace les systèmes parisiens

La biodiversité arrive en tête des enjeux prioritaires, en raison de la rapidité de son déclin actuel et au regard des tendances projetées. La pression territoriale sur l'air et l'énergie devrait largement décliner dans le futur du fait d'un engagement dans un scénario de transition avancé et des réglementations sur ces deux volets (PCAET). Les tensions sur la ressource en eau devraient se renforcer dans le futur principalement sous l'effet du changement climatique, de l'accroissement des usages et des tensions en période estivale. Les pressions sur le système alimentaire devraient rester vives, mais le développement de l'autonomie alimentaire et la transformation des modes de vie pourraient compenser les pressions à 2050.

Ainsi la biodiversité et la ressource en eau, deux leviers clés de l'adaptation au changement climatique sont également menacés d'altération voire de raréfaction.

7.6.1 Le constat : une reconquête de la biodiversité mise à rude épreuve

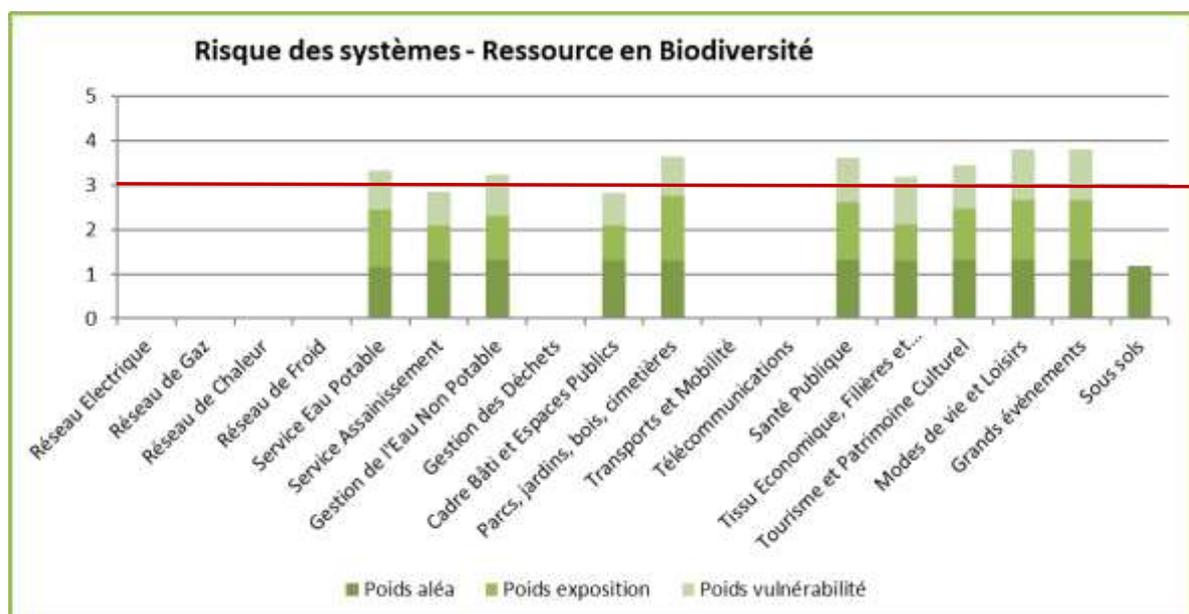
La biodiversité, qui représente l'ensemble du vivant, des milieux et de leur interaction, assure des services essentiels à la vie humaine (approvisionnement, régulation, soutien, santé, confort et culture etc.), qui plus est en milieu urbain (régulation de l'îlot de chaleur, des inondations, de l'eau, de l'air etc.). La nature représente à Paris 27% du territoire (APUR, 2017). 16% du territoire est considéré comme réservoir de biodiversité fonctionnel.

Cette biodiversité est aujourd'hui fortement menacée à l'échelle globale avec une 6^{ème} extinction massive annoncée par le groupe international des experts sur la Biodiversité (IPBES) et rendue possible par la vitesse et l'ampleur des changements climatiques à l'œuvre.

Bien que présente sous des formes variées à Paris et en dépit des efforts de reconquête des espaces de nature (création de parcs et jardins, parcelles maraîchères, transformation des friches industrielles, reconquête des infrastructures routières, développement des arbres d'alignement), elle reste soumise à de nombreuses pressions et ce, à différentes échelles d'influence : pression démographique croissante et artificialisation des sols, homogénéisation des campagnes, pression agricole et utilisation intensive des pesticides, changement climatique. Le déclin de la biodiversité est ainsi partagé dans la région Ile-de-France et il ne devrait pas être enrayer à l'horizon 2050 ni en fin de siècle, les pressions en lien avec le changement climatique devant fortement s'accroître (sécheresses édaphiques et hydriques, translation des aires de répartition, espèces invasives favorisées etc.).

7.6.2 Les enjeux identifiés

Figure 99 : Risque des systèmes face à la biodiversité



Une altération possible des services offerts par les espaces verts et la biodiversité urbaine

La raréfaction projetée de la ressource en biodiversité est particulièrement menaçante pour les espaces verts parisiens et leurs services associés : service d’approvisionnement notamment alimentaires avec le développement de l’agriculture urbaine, services de régulation (hydrique, climatique, pollutions, maladies), services culturels (récréation, éducation, aspects esthétiques), services support (formation des sols, cycle des nutriments). L’altération des services rendus par la nature aurait des effets en cascade indésirables, décrits ci-après.

Des systèmes urbains liés au cycle de l’eau potentiellement moins efficaces

On pourrait assister à une moindre efficacité des services de régulation offerts par la biodiversité en raison notamment des pressions exercées par le changement climatique (canicules, sécheresses répétées, étiages sévères etc.). Cela aura nécessairement des répercussions sur la qualité des services rendus avec par exemple une moindre efficacité des dispositifs de stockage et d’infiltration des eaux pluviales en lien avec l’érosion et la sécheresse des sols ou bien encore une moindre filtration et régulation des milieux aquatiques.

Un système de santé fortement exposé

L’altération de la biodiversité, de l’échelle mondiale à l’échelle locale, peut affecter fortement le système de santé parisien avec :

- Une augmentation et globalisation des maladies infectieuses et épidémies associées (S. Morand, C. Lajaunie, 2018 ; IPBES, 2020) ; La vulnérabilité aux épidémies est d’autant plus importante dans des villes très denses comme Paris dont les systèmes de soin sont parallèlement rapidement mis à rude épreuve.
- Une recrudescence de maladies chroniques, la biodiversité étant corrélée (i) avec le microbiote et le renforcement du système immunitaire, (ii) les pratiques alimentaires et habitudes nutritionnelles et (iii) la lutte contre l’inactivité physique (pratique sportive) (OMS, 2020 ; CDC Biodiversité, 2019) ;
- L’altération des effets bénéfiques pour le bien-être physique et santé psychique et mentale (METES, 2018, CDC Biodiversité 2019).

Un point d’attention doit être porté aux publics en situation de précarité ou avec facteurs de risque (l’âge notamment).

Un cadre urbain tout aussi vulnérable, une attractivité socioéconomique menacée

La biodiversité offre principalement des services de régulation de l’espace public et du bâti en premier lieu desquels des fonctions de rafraîchissement et de confort thermique des populations, notamment en période caniculaire. Elle contribue à la régulation des inondations et des fortes pluies et donc atténue potentiellement les atteintes au bâti et aux personnes. Ces fonctions pourraient donc être altérées par l’érosion généralisée de la biodiversité. L’attractivité future du cadre urbain dépendra de la capacité de la ville à préserver la nature en ville mais surtout à déployer, sans doute de manière massive, la biodiversité intrinsèque.

7.6.3 La capacité d’adaptation

La biodiversité gagnerait à être portée à l’échelle d’enjeu prioritaire dans le plan d’adaptation et non en soutien des usages.

Le plan biodiversité 2018-2024 propose de renforcer la prise en compte de la biodiversité avec notamment la déminéralisation de 35% du territoire converti en surfaces perméables végétalisés, l’intégration de critères favorables à la biodiversité dans 75% des marchés de la Ville, la réalisation de diagnostic biodiversité sur 50% du territoire parisien, la création de 20 espaces de biodiversité, le développement d’un plan d’action en faveur des oiseaux nicheurs, le développement d’un atlas de la nature. Il est néanmoins aujourd’hui difficile d’évaluer si les mesures engagées sont suffisantes pour enrayer le déclin et assurer à termes l’ensemble des activités supports.

Les plans d’adaptation et de résilience de la Ville de Paris prennent en compte les enjeux de biodiversité souvent sous un prisme « végétalisation » pour des besoins de « rafraîchissement ». A noter que la végétalisation ne renforce pas systématiquement la biodiversité et peut même lui

être défavorable en l'absence de mesures adéquates (mauvaise sélection d'espèces par exemple).

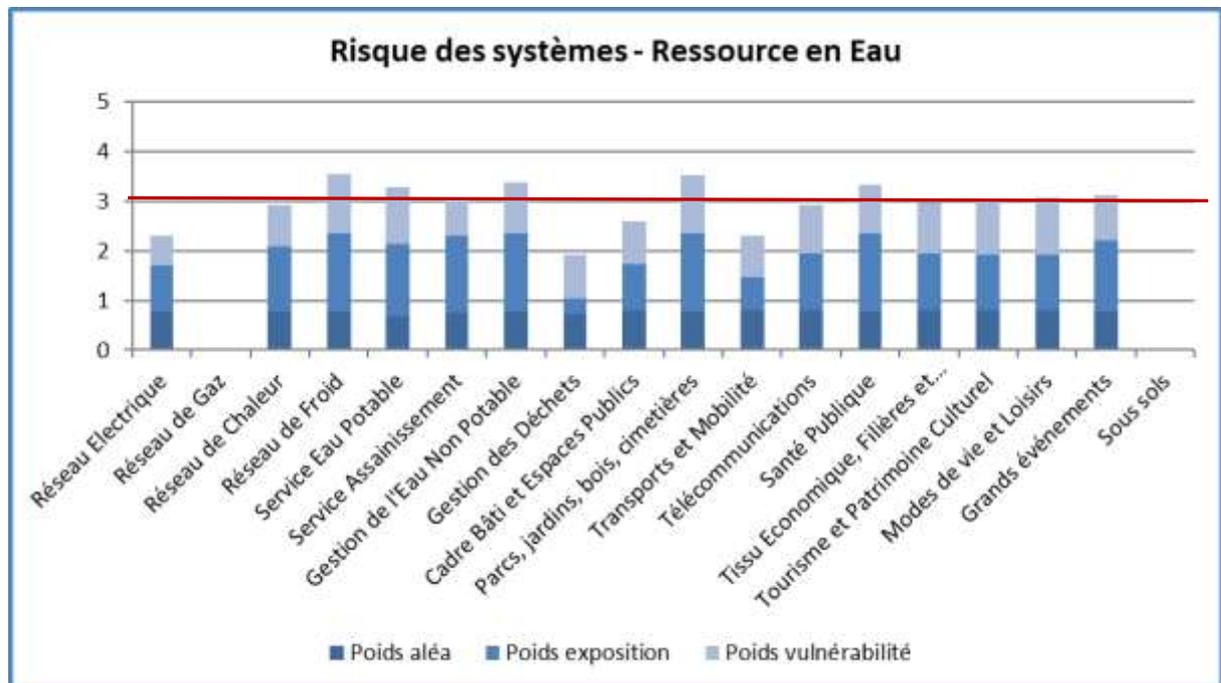
Le plan de santé environnementale (2018) représente une démarche inédite pour la Ville de Paris dans la prise en compte des défis environnementaux en lien avec la santé. Les enjeux relatifs aux effets du changement climatique sont clairement mentionnés, ceux relatifs à la raréfaction de la biodiversité beaucoup moins. Il existe ici sans doute une voie potentielle de prise en compte stratégique de cet enjeu.

Les enjeux liés à la biodiversité font l'objet d'une prise en charge différenciée selon les systèmes. L'intégration d'objectifs de végétalisation dans les projets de construction et de rénovation de l'espace public apparaît dans les documents stratégiques (privilégier les espèces régionales, renforcer la strate arbustive. Les indicateurs de biodiversité sont cependant difficiles à manier. Les paysages urbains contribuent à la résilience locale et à l'accueil des espèces faunistiques et floristiques seulement lorsqu'ils sont composés en tenant compte des exigences naturelles de ces espèces (diversité des plantations, origine locale des végétaux plantés, gestion douce (peu de taille des végétaux) et écologique...) et qu'ils ne viennent pas détruire un écosystème existant. La direction des espaces verts agit quant à elle sur la gestion douce de la biodiversité. Elle a mis en place le label gestion écologique depuis 2008 puis le label national EcoJardin à partir de 2012 pour limiter particulièrement les produits phytosanitaires. Le nombre de sites labélisés Eco jardin est de 458 en aujourd'hui, soit plus de 80% des parcs, jardins et cimetières de la ville de Paris (DEVE, entretien).

En ce qui concerne les gestionnaires de santé, il existe sans doute des possibilités pour améliorer la compréhension des dynamiques et interaction biodiversité/santé pour anticiper et prendre en charge un risque qui peut être croissant et à fortiori globale.

7.7 L'eau, une ressource sous tension

Figure 100 : Risque des systèmes face à la ressource en eau



7.7.1 Le constat : un accroissement des pressions sur la ressource en eau

L'eau sous toutes ses formes est au cœur des enjeux de développement du territoire parisien. Alors que les consommations d'eau potable baissent de façon tendancielle depuis les années 1990, on assiste depuis peu à la montée en force des réflexions sur l'usage de l'eau et son développement, notamment dans une perspective de changement climatique. L'eau aurait un rôle majeur à jouer pour le rafraîchissement urbain (système de refroidissement, baignade, eau non potable) mais aussi pour d'autres secteurs régionaux stratégiques (agriculture, secteur

énergétique notamment). Dans ce contexte, alors que les consommations d'eau tendent dorénavant à se stabiliser et que la croissance démographique devrait s'amplifier à l'horizon 2050, la ressource en eau pourrait cristalliser les tensions de demain.

Si la ressource du Bassin Seine-Normandie est aujourd'hui disponible de façon satisfaisante, elle fait déjà l'objet de pressions qualitatives importantes et les sécheresses récentes tendent à montrer la fragilité quantitative potentielle que ce soit pour les ressources superficielles ou souterraines. La diversité des sources d'approvisionnement de Paris joue en faveur d'une moindre pression du territoire parisien. Toutefois, les évolutions projetées font craindre une dégradation généralisée de l'état de la ressource, particulièrement prononcée pour les ressources superficielles ainsi qu'une hausse des besoins, notamment à l'été et dans un contexte de moindre disponibilité. Si cette tension devrait rester encore gérable à 2030 et 2050, elle s'annonce beaucoup plus critique à plus long-terme.

7.7.2 Les enjeux prioritaires

Des enjeux communs à l'ensemble des systèmes liés au cycle de l'eau : qualité en baisse, usages en hausse en période estivale

L'ensemble des systèmes (eau potable, assainissement, eau non potable) est exposé à l'accroissement des risques en lien avec les canicules et la dégradation de la qualité de l'eau associée : développement de microbes potentiellement pathogènes, concentration des pollutions, odeurs nauséabondes.

A cela s'ajoute, un constat commun au territoire qui est celui de la recrudescence probable des besoins en eau pour satisfaire le rafraîchissement des milieux et des personnes, avec des pics de consommation estivaux possibles. Des conflits et des restrictions d'usage sont à anticiper pour la gestion quantitative avec **l'augmentation des sécheresses.**

Un réseau d'eau potable résilient à 2050 mais une vigilance renforcée

Le réseau d'eau potable est alimenté à part égale par les cours d'eau (Seine et Marne) et les eaux souterraines (sources et champs captifs) dans un rayon de 80 à 150 km. Il sert l'ensemble du tissu socioéconomique parisien ; Les résultats d'une étude récente (non-communicés au BET) semblent démontrer que l'approvisionnement en eau potable reste assuré à 2050 dans la zone interconnectée, celui-ci étant de fait un usage prioritaire (Entretiens VDP-DPE et Eau de Paris). Une étude en cours (Eau de Paris) doit par ailleurs permettre de mieux évaluer la disponibilité actuelle et future des sources d'approvisionnement souterraines de l'opérateur.

Un réseau d'eau non potable potentiellement à l'arrêt

Ce réseau, dont la place stratégique dans la lutte contre la surchauffe urbaine a été acté par la décision de modernisation et de rénovation (2015) pourrait être le premier impacté par la raréfaction de la ressource en eau : alimenté principalement par les eaux superficielles, il pourrait être le premier à être soumis à des restrictions d'usage en raison de son caractère non prioritaire alors même qu'il est amené à jouer un rôle important dans le rafraîchissement estival, notamment par l'alimentation des lacs et rivières des bois parisiens, l'arrosage des espaces verts et l'alimentation du réseau de climatisation. D'autres sources d'approvisionnement pour ce réseau sont explorées : eaux de pluie, d'exhaure. Toutefois, on cerne encore mal la capacité du réseau à satisfaire l'ensemble des usages futurs, y compris avec de nouvelles sources d'eau, en dépit de travaux récents sur le sujet.

Le réseau de froid sensible à la raréfaction de l'eau et hausse de température de la Seine

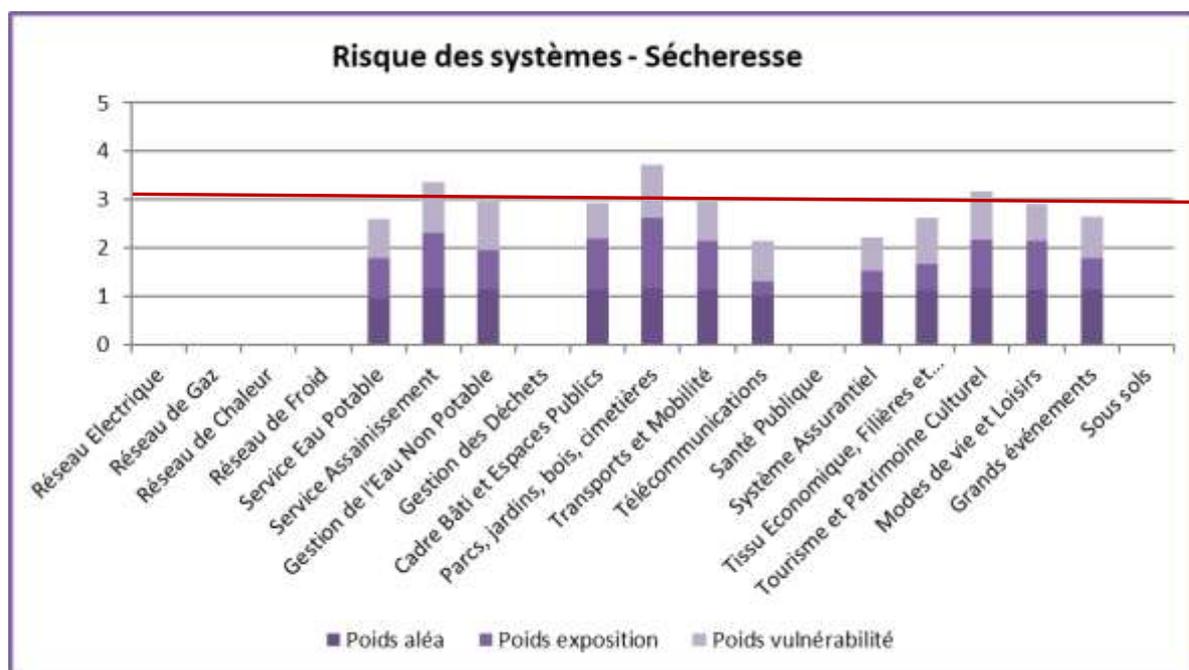
Si la majorité des réseaux de distribution énergétique repose sur l'eau, notamment pour leur boucle thermique, c'est bien le réseau de froid qui apparaît le plus vulnérable face à une tension sur la ressource en eau, notamment en période estivale et caniculaire. Le système repose aujourd'hui essentiellement sur l'eau et fait partie des hypothèses principales de valorisation de la ressource eau à l'avenir pour développer l'hydrothermie et couvrir tout le territoire (Plan Climat Air Energie de Paris, 2018). Sa dépendance au réseau électrique est un facteur aggravant car les ruptures électriques sont plus récurrentes en été. Les réglementations sur la température

maximum de sortie de l'eau préservent les impacts du système froid sur le réchauffement de la Seine mais représentent un indicateur de plus en plus difficile à manier avec la récurrence des épisodes de canicule et l'augmentation de la température de l'eau de Seine.

Parcs, jardins, bois et cimetières exposés à la sécheresse

Ce système est extrêmement sensible aux canicules, aux sécheresses hydriques et édaphiques avec une dégradation possible de la biodiversité, une recrudescence des épisodes de mortalité, des maladies potentiellement favorisées sur des peuplements vulnérables. La sécheresse peut aussi provoquer des dégradations de la qualité des plans d'eau et impacter la faune soit par évaporation soit par limitation du débit d'adduction lié à l'application du Plan Sécheresse. La sécheresse implique également une dégradation de la qualité agronomique et structurelle des sols (apports en nutriments pour les végétaux, capacité d'absorber les eaux pluviales etc.).

Figure 101 : Risque des systèmes face à la sécheresse des sols



Des impacts sur les systèmes économiques

Le tourisme notamment est fortement consommateur d'eau et on pourrait assister à une hausse des consommations en lien avec les besoins de rafraîchissement. A noter par ailleurs que la navigation (fret et tourisme fluvial) sur les canaux parisiens (Canal de l'Ourcq, Canal Saint-Denis, Canal Saint-Martin etc.) et sur la Seine pourrait être impactée par une baisse significative des débits d'étiage avec des restrictions de navigation, notamment pour la préservation des écosystèmes aquatiques.

Des impacts directs sur les modes de vie

L'eau sous toutes ses formes (pluie, fleuve, eau potable etc.) est amenée à jouer un rôle croissant au sein de l'espace urbain parisien, notamment dans un objectif de rafraîchissement des populations. Toutefois de forts enjeux relatifs à la qualité des eaux pour des usages récréatifs et touristiques devraient perdurer. En particulier, la baignade, aujourd'hui cantonnée au site de la Villette, étendue prochainement à d'autres sites en Seine et sur le Canal de l'Ourcq, pourrait être menacée par une dégradation de la qualité, en période estivale et en lien avec des étiages sévères et plus fréquents.

7.7.3 La prise en charge des enjeux

La capacité d'adaptation du territoire s'est largement améliorée avec la prise en compte explicite des enjeux relatifs à la préservation quantitative et qualitative des ressources sous perspective de changement climatique en particulier avec la stratégie d'adaptation (2015) et de résilience (2017) de la Ville de Paris et le plan climat (2018). La capacité se déploie aussi dans par les

stratégies de diversification des eaux avec notamment le schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable (2015).

Au regard des enjeux de gestion de la qualité, on observe également une nette amélioration des capacités avec la mise en œuvre du **Plan Paris Pluies** et du **zonage pluvial** qui permet de gérer de manière optimale les pluies par infiltration à la parcelle et limite les déversements directs en milieu naturel.

Enfin, le **Plan Qualité de l'Eau et Baignade** contribue également à accroître la capacité à faire face aux enjeux de qualité des eaux de baignade en réduisant les déversements en milieu naturel avec par exemple la création d'un bassin de rétention d'eau pluviale d'environ 50 000 m³.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie dispose d'une bonne vision des enjeux stratégiques avec le déploiement de sa stratégie d'adaptation au changement climatique (2016). La vision opérationnelle, en lien avec la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), montre que les enjeux sur la ressource sont déjà très critiques et que les menaces de non atteinte du bon état écologique en 2027 sont réels en l'absence de mesures correctives très fortes.

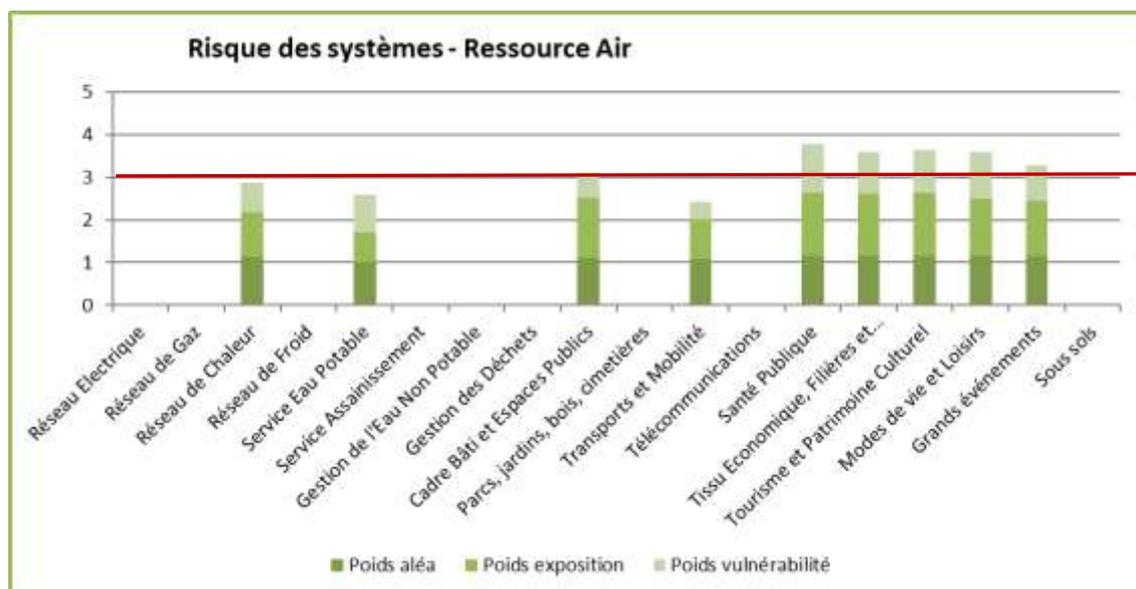
Un renforcement de la capacité d'adaptation est observé avec la recherche de stratégies robustes pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable (identification de nouveaux forages par exemple) notamment et par l'amélioration des connaissances.

Dans une démarche de préservation de la ressource en eau certains jardins, parcs, bois et cimetières sont arrosés avec de l'eau non potable. 80 jardins sont aujourd'hui alimentés à l'ENP et dix autres vont l'être prochainement. L'essor des dispositifs de stockage des eaux pluviales lié à l'application du Plan Paris Pluie (pour les eaux non directement infiltrées) peut permettre dans des grands parcs d'optimiser l'utilisation des eaux de pluie et de les rendre donc plus « utiles » en limitant les pertes par ruissellement ou envoi à l'égout. Actuellement, cinq grands jardins ont ce type de dispositifs depuis plusieurs années. Un retour d'expérience est en cours.

7.8 Une transformation territoriale engagée pour un Paris pour un Paris résilient en énergie, en qualité de l'air et en alimentation

7.8.1 Paris face à la qualité de l'air

Figure 102 : Risque des systèmes face à la qualité de l'air



La qualité de l'air à Paris est un enjeu de premier ordre au regard de ses impacts multiples sur la santé humaine et les écosystèmes. La qualité de l'air continue de s'améliorer à Paris en raison des progrès technologiques, de la réglementation et des politiques parisiennes en faveur de lu rééquilibrage de l'espace public en faveur des modes de déplacements alternatifs (Zones à faibles émissions, piétonisation etc.) et même si certains polluants sont à des concentrations plus

élevées que la réglementation en vigueur. L’ozone fait également exception à la règle, avec une pollution de fond résistante et des pics à la hausse, en dépit de la lutte contre ses précurseurs.

Dans un climat plus chaud de 2°C, les concentrations d’ozone et les pics de pollution augmentent en France et en Europe, principalement sous l’effet de l’augmentation des concentrations au niveau planétaire. Cet accroissement serait contrebalancé par l’effet des réglementaires portant sur les précurseurs.

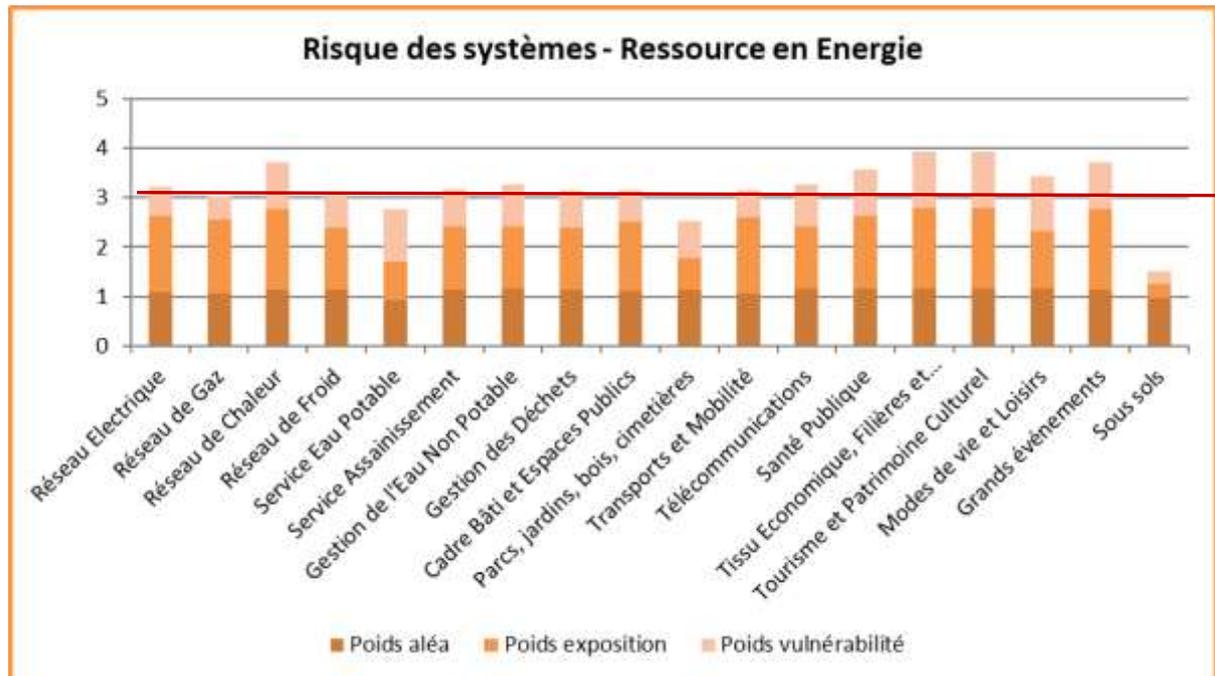
Dans un climat plus chaud de 3°C, les mesures réglementaires seraient insuffisantes pour l’ozone principalement du fait d’un **doublé de la concentration de méthane**. Si la situation serait acceptable en France et l’Europe de l’Ouest, elle s’aggraverait pour l’Europe de l’Est (augmentation moyenne de l’ozone sur l’Europe de 8%).

Les concentrations en particules fines diminueraient dans tous les cas par rapport à la situation présente.

La Ville de Paris donne, dans son dernier [Plan Climat](#), un objectif de non-dépassement à 2030 des seuils de pollution préconisés par l’Organisation Mondiale de la Santé à (OMS), seuils au-dessous desquels il n’a pas été observé d’effets nuisibles sur la santé humaine ou sur la végétation. Ce scénario va donc dans le sens d’une baisse des pollutions, avec une efficacité sur l’ozone relative en fonction de l’ampleur du changement climatique attendu et de l’efficacité des politiques nationales et internationales dans la lutte contre ses précurseurs.

7.8.2 Paris face à la raréfaction de l’énergie

Figure 103 : Risque des systèmes face à la qualité de l’air



La structure de l’approvisionnement énergétique français et à fortiori parisien s’est modifiée depuis 40 ans par la diversification des sources (électricité nucléaire notamment) ainsi que l’augmentation de la part des énergies renouvelables de proximité et la baisse de la consommation énergétique. Aujourd’hui le mix énergétique parisien reste encore largement dépendant des énergies fossiles et est produit hors territoire.

Face à la raréfaction possible des ressources en énergie, La Ville de Paris a acté son scénario de transformation énergétique à 2050 dans le cadre de son dernier Plan Climat. L’objectif consiste à réduire de 50% la consommation d’énergie par rapport à 2004 et d’atteindre 100% d’énergies renouvelables et de récupération dans la consommation dont 20% produites localement (solaire, biomasse, réseaux chaud/froid, hydraulique, fatales, etc.).

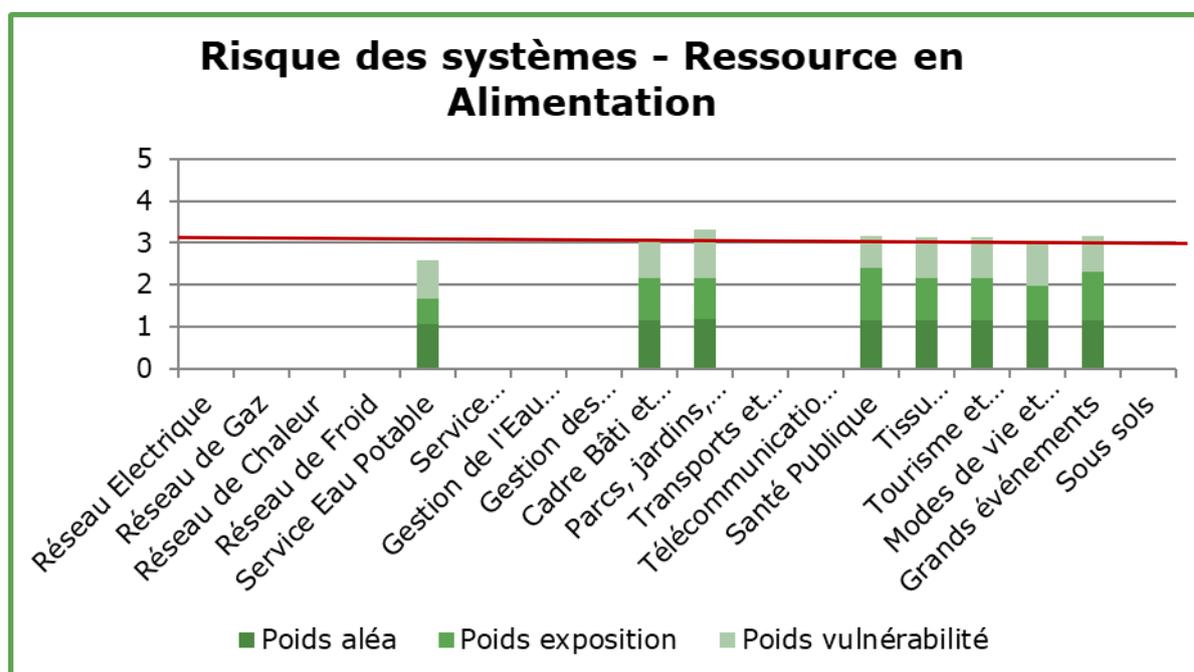
Ce scénario volontariste va donc plus loin que le scénario national dans la réduction de la vulnérabilité à la raréfaction des ressources fossiles par le remplacement total du mix à la faveur des énergies renouvelables, le développement de marchés régionalisés.

Il en résulte une moindre dépendance observée à la ressource en énergie des réseaux de distribution parisien, grâce à la prise en compte de la redondance des réseaux pour les ressources centralisées en dehors de Paris et les objectifs locaux de diversification.

Cette transformation engagée pose de nouveaux défis au regard de l'augmentation significative des besoins électriques notamment pour accompagner les nouveaux usages (mobilité, froid) : complexification du pilotage, accroissement de la dépendance au climat (énergies renouvelables) et au transport (approvisionnement des combustibles notamment (déchets, bois).

7.8.3 Paris face au défi alimentaire

Figure 104 : Risque des systèmes face à l'alimentation



La ressource alimentaire de Paris dépend principalement de la France mais aussi de marchés plus lointains, notamment en ce qui concerne les lieux de production de l'alimentation animale ou bien encore certains fruits et légumes. Traditionnellement tourné vers sa région, l'internationalisation des échanges a éloigné peu à peu Paris de son bassin d'attachement. Aujourd'hui, dans un contexte de tensions accrues sur les ressources agricoles, la Ville de Paris tente de remettre en cause son modèle à travers le développement d'une vision stratégique à 2030.

En effet, les effets anticipés du changement climatique en particulier sur l'alimentation sont en effet préoccupants et multiples : baisse potentielle des rendements, diminution de la qualité, risques sanitaires accrus etc.

La [Stratégie de Paris pour une alimentation durable \(2018\)](#) vise à doter la Ville de Paris d'une politique alimentaire transversale à l'échelle du territoire pour **accroître l'autonomie à l'alimentaire** : préservations des terres et résilience des ressources agricoles, diversification des modes d'approvisionnement, recherche de la qualité environnementale, transformation du modèle économique et sociale.

Les objectifs fixés par la Ville à 2030 sont :

- **Porter à 50% l'alimentation consommée** à Paris produite dans le bassin parisien contre 25% en 2018 ;
- **Accroître de 20% les surfaces agricoles utiles** dédiées à l'agriculture biologique dans la région Ile-de-France ;

- Modifier durablement les comportements des consommations : plus de bio, Promotion du régime « flexitarien » d'ici 2050 en diminuant la consommation de viande.
- **Diversifier les modes d'approvisionnement** : augmentation de la part du fret par transports électriques, actifs ou fluviaux.

7.9 Des approfondissements thématiques

7.9.1 Les migrations climatiques

Le nombre d'immigrants internationaux nouvellement arrivés en Ile de France et à Paris a augmenté en continu lors de la dernière décennie. Si l'état des recherches ne permet pas d'avancer des chiffres prospectifs, le changement climatique tendrait à accroître le réservoir de migrants vers la France, au vu de l'exposition des pays sources et des liens communautaires. L'attractivité économique de Paris -premier facteur de migration - devrait capter une grande partie des migrants climatiques nationaux comme internationaux. Des relations synergiques sont à construire entre les services de la ville et d'Etat pour l'anticipation et la planification des migrations futures.

7.9.2 Les grands événements

De par leur nature variée (événements culturels, professionnels, sportifs), les grands événements couvrent une réalité et des enjeux variés face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources. Des enjeux prioritaires ressortent toutefois avec :

- **La surchauffe urbaine** qui peut avoir des conséquences néfastes sur l'organisation directe des événements (perturbations électriques, besoins importants en froid et en eau etc.), la bonne tenue des activités (notamment sportives) et la santé des populations (publics, participants, sportifs). A cet égard, les Jeux Olympiques et Paralympiques 2024 devront faire l'objet d'une vigilance particulière.
- **Les inondations**, qui peuvent perturber l'organisation d'événements (atteintes aux infrastructures, perturbations des transports) ou faire chuter la fréquentation ; elles représentent par ailleurs des menaces pour l'ensemble du tissu économique mobilisé par l'événement (hôtellerie-restaurations notamment).
- **La forte dépendance des grands événements aux ressources naturels** : dépendance énergétique pour le transport des participants et l'organisation sur site, forte dépendance aux besoins en eau et à l'alimentation qui rendent les événements fortement vulnérable à la raréfaction ou la variabilité des prix.

7.9.3 Le système assurantiel

Face aux inondations

Face au risque inondation, les biens personnels ou professionnels des Parisiens sont en très grande majorité assurés. Le régime CatNat est un dispositif robuste garantissant à ce jour une protection forte des particuliers et entreprises parisiennes vis-à-vis de ce risque avec : une généralisation à tous les individus et entreprises, une assiette annuelle conséquente, une mutualisation des risques au niveau national notamment. En raison de l'augmentation attendue du risque inondation du au changement climatique et à l'accroissement des enjeux dans les zones exposées, le régime devrait subir des ajustements à 2050 sans pour autant de remise en cause profonde du système (CCR, 2018).

En ce qui concerne les activités et biens de la Ville de Paris, elles ne sont pas toutes couvertes par des contrats d'assurance et ne peuvent donc pas bénéficier de la couverture CatNat.

Face à la canicule

Les préjudices physiques liés à la canicule (surtensions, troubles cardiaques, hospitalisations...) sont pris en charge par l'assurance maladie, complétée par l'intervention des complémentaires santé.

Concernant la prise en charge des préjudices matériels directs canicule, la garantie « Evènements climatiques » / « force de la nature » n'intègre pas l'évènement canicule. La garantie « Catastrophe naturelle » limite sa prise en charge aux dommages matériels directs si publication

au Journal Officiel d'un arrêté interministériel ayant constaté l'état de catastrophe naturelle. Pour la garantie « Dommages électriques », La majorité des assureurs du marché prennent en compte les dommages électriques provoqués par des coups de chaleur. La garantie « dommages électrique » n'est pas spécifiquement conçue pour intervenir en cas de canicule mais est valable quelle que soit la cause du sinistre.

En revanche, les conséquences économiques d'une interruption de l'activité économique, qu'elles soient liées à la baisse de productivité des salariés ou à une diminution des transactions, ne sont aujourd'hui pas couvertes par les assureurs.

La tendance actuelle, côté assureurs, n'est pas au développement de ce type de garantie pour de multiples raisons. Il s'agit d'un risque systémique, difficile à modéliser et à quantifier d'un point de vue des pertes. Plusieurs solutions offertes par les assureurs pourraient toutefois être mobilisées dans ce cadre : la prévention, la souscription à des assurances spécifiques d'infrastructures pilotes ou d'artisans spécialisés (ex : végétalisation), la souscription à des produits paramétriques (basés sur des seuils de températures), la mobilisation de financement d'infrastructures responsables.