Date
Juillet 2021

VILLE DE PARIS

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

CAHIER 3 : L'ÉVOLUTION DES RESSOURCES POUR PARIS

RAMBOLL

Date	**20/07/2021**
Rédacteur	**Adeline Cauchy (Ramboll)**
Approbateur	**Ghislain Dubois (Ramboll)**
Coordination	**Julie Roussel**
Ville de Paris	**Yann Françoise**

SOMMAIRE

INTRODUCTION		**1**
1.	**LOGIQUE D'ACTUALISATION DE LA COMPOSANTE « RESSOURCES »**	**2**
1.1	Ressources étudiées	2
1.2	Processus d'actualisation	2
1.3	Approche visant l'étude de la raréfaction	2
2.	**L'AIR**	**5**
2.1	Tendances observées	5
2.2	Tendances projetées	8
3.	**L'ENERGIE**	**10**
3.1	Tendances observées	10
3.2	Tendances projetées	12
4.	**L'EAU**	**13**
4.1	Tendances observées	13
4.2	Tendances projetées	21
5.	**L'ALIMENTATION**	**23**
5.1	Tendances observées	23
5.2	Tendances projetées	26
6.	**LA BIODIVERSITÉ**	**28**
6.1	Tendances observées	28
6.2	Evolution projetée	32
SYNTHESE ET NOTATION DES RESSOURCES POUR L'INDICE 2020		**33**
Une vision synthétique des évolutions passées et à venir		33
Notation de la composante « ressource » de l'indice 2020		37
BIBLIOGRAPHIE ET DONNÉES		**45**

ANNEXES

Annexe 1
GRILLE DE NOTATION DES RESSOURCES

Annexe 2
SYNTHESE DES ENTRETIENS

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 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 l'approche d'analyse des risques pour Paris et de l'outil qui en découle (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 (Cahier 2) ;
- **La mise à jour de la composante « ressources » avec l'inclusion notamment de nouvelles dimensions prospectives et thématiques (qualité de l'air par exemple) (Cahier 3, présent cahier) ;**
- L'actualisation de la notation des systèmes et une vision transversale des priorités (Cahier4) ;
- L'approfondissement de la connaissance autour de certains systèmes :
    - Système assurantiel (Cahier 5)
    - Migrations climatiques (Cahier 6)
    - Grands événements (Cahier 7)
- Un répertoire des données géolocalisées, collectées pour la préparation future d'un atlas cartographique de la vulnérabilité du territoire parisien.

Ce cahier présente la méthodologie d'actualisation des ressources ainsi que les résultats de cette actualisation. La dernière partie se consacre à la notation de cette composante au vu de son intégration dans l'indice 2020 de risques des systèmes.

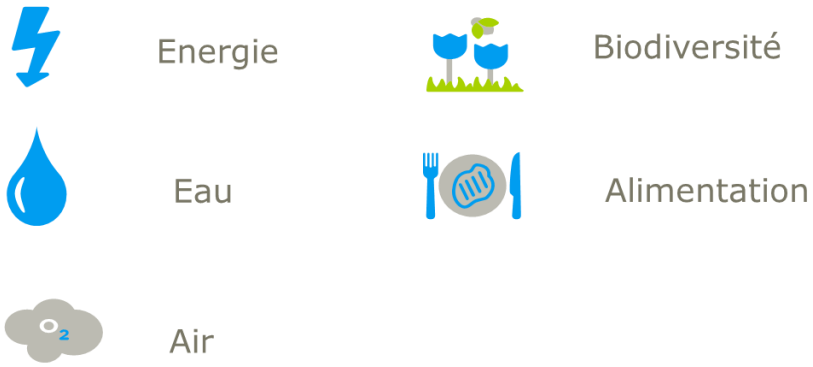
1. LOGIQUE D'ACTUALISATION DE LA COMPOSANTE « RESSOURCES »

Cette partie présente la méthodologie employée pour la mise à jour des données et de la notation de la composante « ressources » de l'indice de risque 2020.

1.1 Ressources étudiées

Le diagnostic repose également sur l'étude de la raréfaction des ressources naturelles suivantes :

Figure 1 : Les ressources étudiées

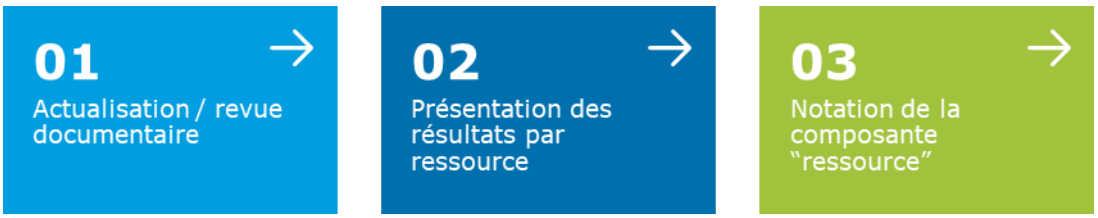


Le volet « air » est une nouvelle ressource introduite dans l'actualisation 2020.

1.2 Processus d'actualisation

Le processus d'actualisation de cette composante est résumé dans la figure ci-après.

Figure 2 : Processus d'actualisation des ressources



Contrairement aux aléas, l'exercice d'actualisation des ressources ne repose pas sur un exercice de modélisation effectué dans le cadre du projet. L'approche se fonde donc essentiellement sur une revue bibliographique et les nouveaux apports depuis 2012.

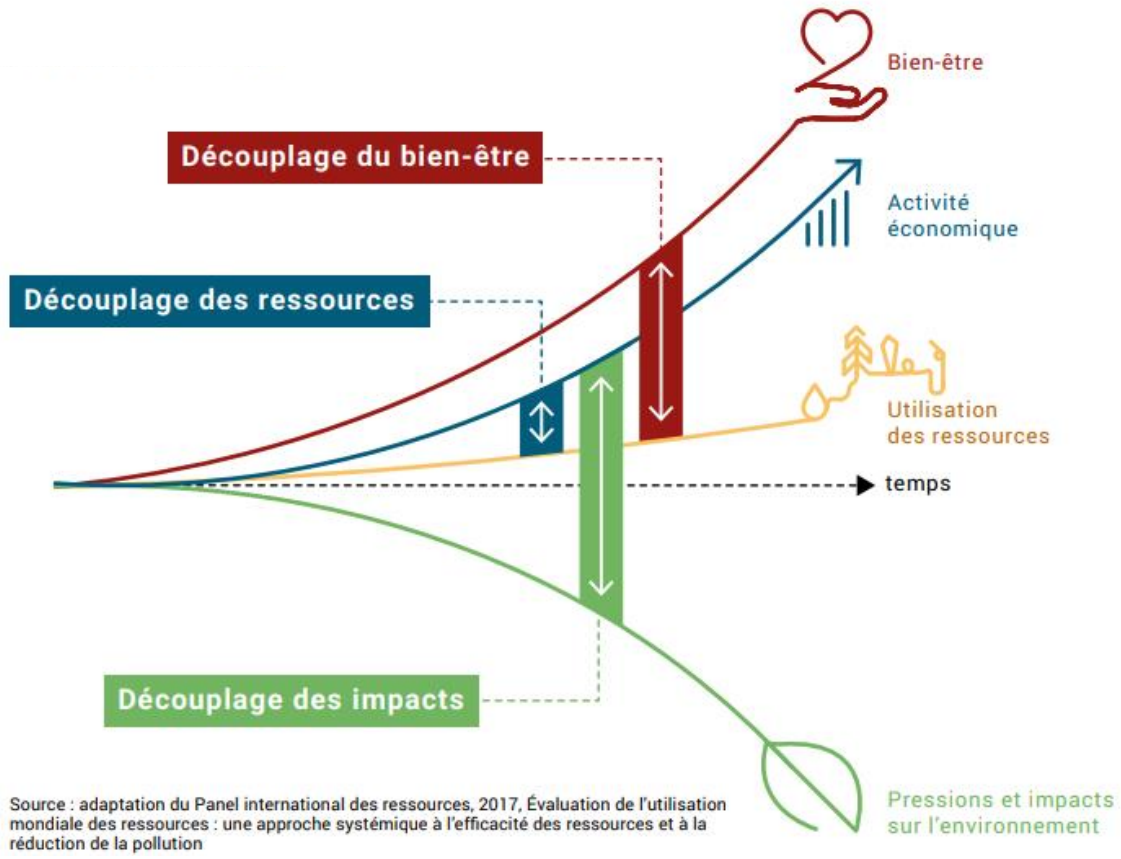
1.3 Approche visant l'étude de la raréfaction

Les systèmes parisiens sont étudiés dans leur dépendance aux changements climatiques mais aussi face à la raréfaction des ressources.

La consommation exponentielle des ressources naturelles par les sociétés humaines engendre en effet des défis majeurs liés à leur dégradation et raréfaction plus ou moins prolongées.

Le rapport 2019 du Panel International sur les Ressources (Programme des Nations Unies pour l'Environnement, PNUE), sur les perspectives des ressources mondiales indique ainsi que l'utilisation des ressources a plus que triplé depuis 1970 et continue de croître. De même, les modèles d'utilisation des ressources naturelles, qu'ils soient historiques ou récents, ont des impacts de plus en plus négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Enfin, il stipule que le découplage de l'utilisation des ressources naturelles et des impacts sur l'environnement de l'activité économique et du bien-être humain est un élément essentiel de la transition vers un avenir durable (**Figure 3**).

Figure 3 : le concept de découplage



Source : PNUE, 2019, perspectives des ressources mondiales.

La rareté peut se définir comme un concept « d'insuffisance quantitative (…) de finitude relative aux choses physiques dont l'homme est en partie dépendant pour sa survie et son activité individuelle et sociale. Cette insuffisance peut se révéler selon une occurrence plus ou moins régulière, ou être purement événementielle et ponctuelle. » (d'après Langois, M., 1993).

Selon PRB (Population Reference Bureau, 2001), la rareté est provoquée par :

- Une forte demande, liée par exemple à l'accroissement démographique ou la hausse des niveaux de consommation ;
- Une baisse de l'approvisionnement liée à la dégradation de l'état de la ressource par de multiples facteurs (surexploitation, changement climatique etc.).

Elle peut aussi d'être d'origine structurelle et résulter d'inégalités sociales (appropriation des ressources par une certaine classe de la population par exemple).

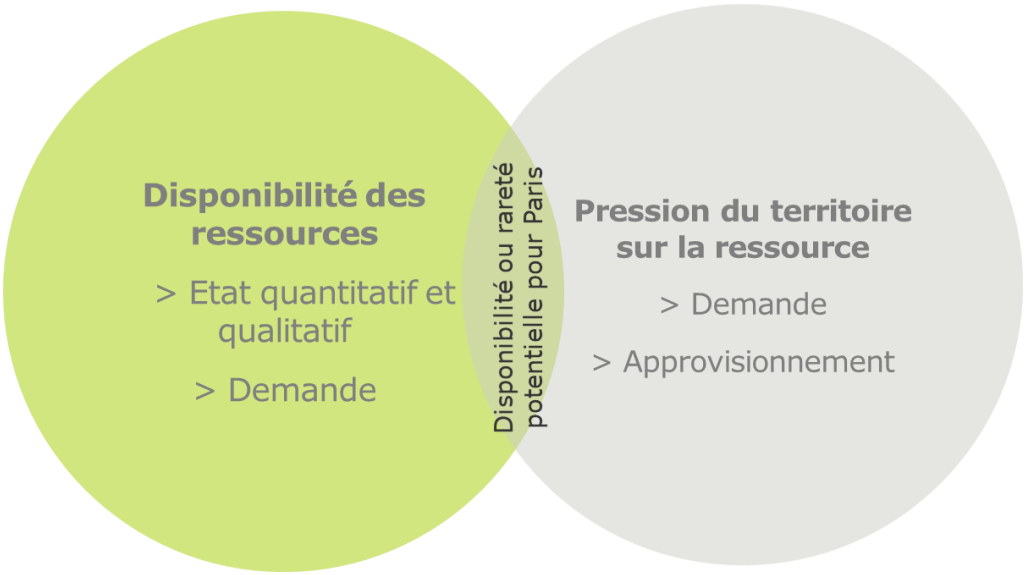
Pour approcher l'état de raréfaction ou de disponibilité des ressources pour Paris, il a été décidé de proposer une approche hybride permettant d'apprécier les tendances observées et projetées de :

- **La dépendance ou la pression du territoire parisien** à la ressource considérée, en fonction de son approvisionnement (diversité, distance notamment) et de la demande parisienne ;
- **La disponibilité des ressources** dont dépend Paris en fonction de leur état et de la demande globale associée.

La rareté peut se manifester de manière ponctuelle (sécheresse hydrologique estivale) ou de manière plus durable (extinction d'espèces).

La **Figure 4** illustre l'approche retenue.

Figure 4 : Approche de la raréfaction ou de la disponibilité des ressources pour Paris



Source : Auteur.

2. 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. Celle-ci n'a cessé de se dégrader depuis l'air industrielle pour atteindre des niveaux de pollution urbaine préoccupants. Airparif surveille et analyse au quotidien une soixantaine de polluants réglementés ou émergents. Parmi les principaux polluants en Ile-de-France qui posent un problème on note : le dioxyde d'azote (NO_2), les particules fines (PM_{10} et $PM_{2,5}$), l'ozone (O_3) et le benzène (C_6H_6).
Depuis 10 ans, la qualité de l'air tend à s'améliorer 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.
Sous un climat plus chaud de 2°C, les concentrations à l'ozone augmenteraient 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 mesures réglementaires. En revanche pour un climat à +3°C, les mesures s'avéreraient insuffisantes avec une augmentation d'environ 8% à l'échelle européenne. La situation resterait satisfaisante pour la France mais s'aggraverait largement en Europe de l'Est.
La pollution et les pics aux particules fines continueront eux de décroître.

2.1 Tendances observées

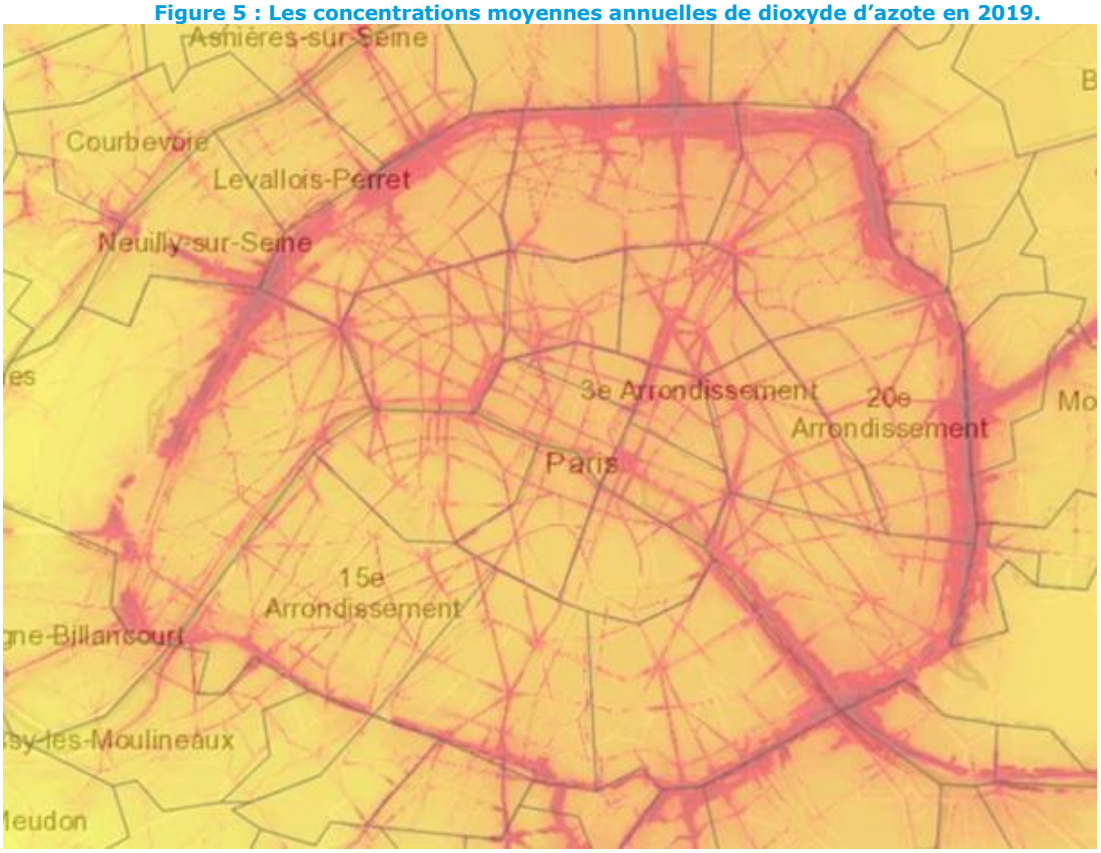
2.1.1 Pression du territoire sur la qualité de l'air

Annexe_2_liste_entretiens.xlsx Cahier 4_version_merge_co Annexe_2_synthèse_entretiens.docx

Parmi les 13 polluants réglementés et suivis par l'association Airparif, cinq d'entre eux posent problème à des degrés divers **: le dioxyde d'azote (NO_2), les particules fines (PM_{10} et $PM_{2,5}$), l'ozone (O_3) et le benzène (C_6H_6).** Ces polluants atmosphériques proviennent essentiellement du trafic routier et du chauffage puis dans un deuxième temps du secteur agricole, de l'industrie et des transports aériens et maritime (Plan Climat de Paris). Le NO_2 et les PM_{10} **ne respectent pas les réglementations en vigueur**.
Ces concentrations sont importantes au cœur de l'agglomération parisienne et à proximité des principaux axes routiers parisiens. Ces polluants enregistrent des dépassements jusqu'à deux fois supérieurs au seuil de valeur limite. Concernant le benzène, l'ozone et les $PM_{2,5}$, les valeurs limites sont respectées mais excèdent les objectifs de qualité et recommandations en matière de santé émanant de l'Organisation Mondiale de la Santé (AirParif).

La territorialisation des concentrations moyennes de NO_2 mise à disposition par AirParif, donne à voir les zones les plus polluées à proximité des grandes voies de trafic, le long du périphérique et de la Seine.

Figure 5 : Les concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote en 2019.



Source : AirParif, 2020.

2.1.2 Evolution de la qualité de l'air

Entre 2009 et 2019, les niveaux de pollution chronique ont baissé ainsi que l'intensité des dépassements de seuil (AirParif, Bilan 2019 de la qualité de l'air en Ile-de-France). Cela s'explique notamment par la diminution des émissions industrielles, les progrès technologiques des véhicules, la réglementation et les politiques parisiennes de rééquilibrage de l'espace public en faveur des modes de déplacements alternatifs (Ville de Paris, Plan Santé environnementale) : développement des transports en commun (tramway des maréchaux, création des bus en site propre et des transports en libre-service) ;

- Vélib, autopartage avec stations sur la voirie ;
- Zones à faibles émissions ;
- Zones à 30, zones « Paris Respire » ;
- Piétonisation des berges de Seine rive gauche et l'aménagement de la Place de la République par exemple ;
- Renforcement du suivi des pics de pollutions (stationnement résidentiel, Vélib, Autolib, circulation alternée etc.) ;
- Etc.

Néanmoins les niveaux de pollution restent préoccupants.

2.1.2.1 La question de l'ozone

De même, si l'ensemble des polluants est en diminution**, l'ozone fait figure d'exception dans ce paysage** avec une **absence de tendances de fond** depuis deux décennies en Europe, et ce en dépit des stratégies de réduction de ses précurseurs. L'ozone est en effet un polluant secondaire issu de la transformation chimique de précurseurs : méthane, oxydes d'azote (NOx) et des composés organiques volatils (COV), principalement émis par le trafic routier et les activités industrielles et agricoles. D'autres sources d'émissions de COV sont aussi à considérer : activités domestiques (produits ménagers notamment), le couvert végétal en tant que source naturelle (certaines espèces émettent fortement des COV comme le montre cette étude de

l'Université de Berlin). Le méthane, en tant que gaz à effet de serre à durée de vie intermédiaire, serait considéré comme responsable de la pollution de fond à l'ozone. Il fait donc l'objet d'une attention particulière dans les stratégies de réduction des précurseurs (INERIS).

L'ozone se forme dans les basses couches de l'atmosphère en période estivale, sous l'effet du rayonnement solaire et lorsque les températures sont élevées. Il est particulièrement sensible aux effets du réchauffement et à l'évolution du nombre et de l'intensité des canicules. Cette sensibilité au réchauffement pourrait jouer aussi. Par ailleurs, c'est un polluant à longue durée de vie qui peut voyager sur de longues distances. Il est donc à traiter dans le cadre du politique globale.

S'il n'existe pas de tendance de fond, en revanche**, le nombre et l'intensité des pointes de pollution à l'ozone ont bien diminué entre 2000 et 2015**, signe de l'efficacité relative des stratégies d'atténuation des polluants. Les épisodes d'ozone très intenses de 2018 et 2019, à conditions météorologiques équivalentes restent ainsi moins intenses qu'en 2003 (INERIS, Analyse des tendances nationales en matière de qualité de l'air, 2016).

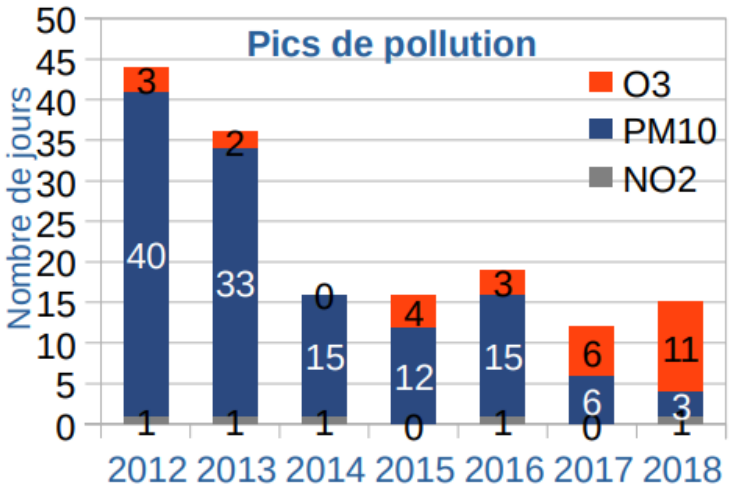
2.1.2.2 La question des particules fines

Les particules fines correspondent à l'ensemble des particules de toute nature de taille respectivement inférieure à 10 micromètres et 2,5 micromètres (µm) de diamètre**. La pollution de fond ainsi que les pics de pollution aux particules fines diminuent mais restent un enjeu prioritaire**. Les pics se produisent souvent en hiver, par temps froid et conditions anticycloniques. Un phénomène d'inversion thermique se créé, et les particules se retrouvent bloquées et s'accumulent dans une cloche formée au-dessus de la ville.

Selon le rapport d'Airparif en 2019, le trafic routier contribue de manière importante, au même titre que le résidentiel et tertiaire (chauffage au bois notamment) aux émissions de particules fines avec plus de 40% des émissions de la Capitale. Selon le Plan Climat de Paris (2018) les émissions liées au trafic routier, 95% proviennent des véhicules diesel : 60% pour les motorisations, 40% restants produites par les systèmes de freinage, l'usure de la chaussée et des pneumatiques, le réenvol des particules.

La figure ci-dessous illustre l'évolution du nombre de jours de pics de pollution entre 2012 et 2018 pour trois polluants et en particulier l'ozone et les PM_{10} sur la région parisienne. On voit clairement que les pics à l'ozone tendent à augmenter et ceux aux particules fines à baisser.

Figure 6 : Les pics de pollution en région parisienne entre 2012 et 2018



Source : Schéma Régional Air Energie.

2.2 Tendances projetées

2.2.1 Evolution projetée de la qualité de l'air

Plusieurs projets de recherche ont approché la question de l'évolution future de la pollution en Europe sous contexte de changement climatique. Le projet IMPACT2C, qui produit des indicateurs d'impacts attendus du changement climatique dans un monde à +2°C par rapport à l'ère préindustrielle, a notamment étudié la question de l'air. Il mobilise, outre les modèles climatiques, des modélisations de chimie atmosphérique et des scénarios d'émission de polluants issus d'un autre projet de recherche (Eclipse). Il propose notamment un scénario d'émissions de polluants intermédiaire prenant en compte les engagements prévus en matière de réglementation relative à la qualité de l'air.

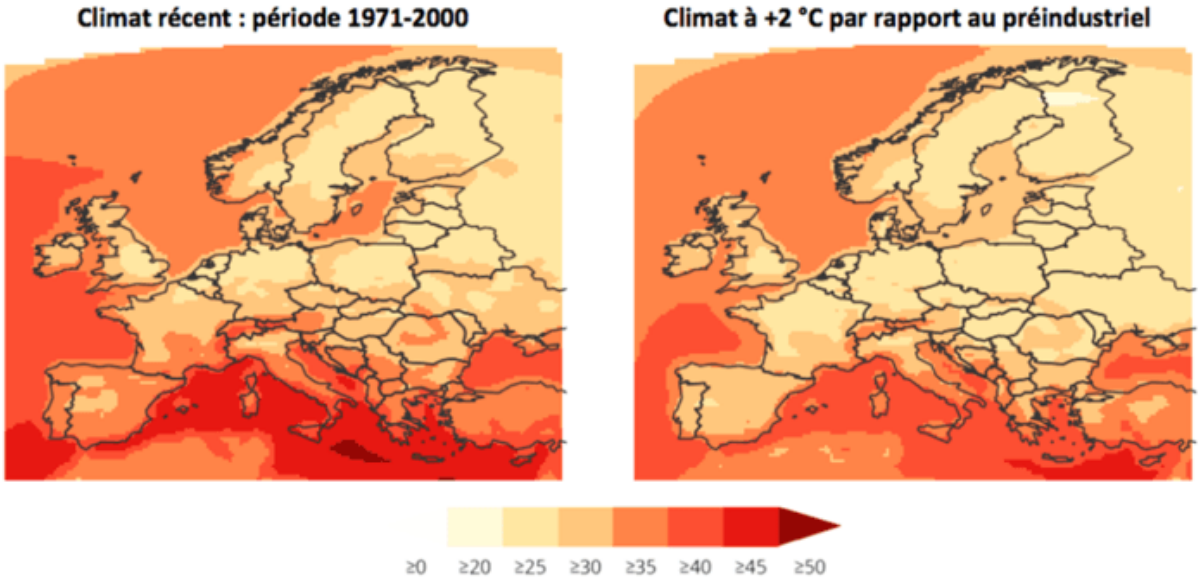
Les résultats sont présentés en termes de variation entre une période de référence appelée aussi « période actuelle » (1971-2000) et un monde à +2°C (par rapport à l'ère préindustrielle). Ces résultats sont synthétisés par Météo-France. Ils montrent sur l'Europe :

- **Une diminution de 33 % à 51 % pour le dioxyde d'azote** par rapport à 1971-2000. Cette diminution est en grande partie liée aux hypothèses de réduction des émissions de NO_2 grâce aux réglementations, et ce tout particulièrement en hiver.
- **Une baisse des concentrations moyennes annuelles d'ozone** (**Figure 7**) avec une différenciation saisonnière : concentrations en baisse en période estivale de 11 à 16% par rapport à aujourd'hui, augmentation modérée en hiver de 3 à 13%. Il a été montré la significative statistique des résultats sur l'Europe.
- Une **forte réduction des concentrations de PM_{10} et $PM_{2,5}$** sur tout le continent européen. Ces résultats sont très robustes du point de vue statistique. La concentration annuelle de PM_{10} pourrait diminuer de l'ordre de 15 à 20 %.
- Le facteur réglementation joue un rôle prépondérant dans la diminution globale des pollutions.

Si l'on considère le facteur climat seul, sans changement de réglementations sur les polluants par rapport à l'actuel, il est faible :

- Pour l'ozone, cet impact est neutre en hiver et de +0% à +3% selon les modèles ;
- Pour les particules fines, l'effet du changement climatique est statistiquement significatif seulement dans le sud-Est de l'Europe, où se produit une légère augmentation.

Figure 7 : Concentrations moyennes d'ozone près de la surface (en ppb)



Source : Atlas public du projet IMPACT2C, Auteur Robert Vautard Centre national de la recherche scientifique (CNRS-IPSL), France.

Un autre projet, IMPACT3C, qui s'inscrit dans la continuité du projet IMPACT2C explore lui aussi l'effet du changement climatique pour un scénario à +2°C (correspond à un scénario émissions faibles type SSP1 2.6 pour les nouvelles projections du GIEC) mais aussi à +3°C (équivalent à un scénario émissions moyennes de type SSP4 6.0). Les résultats sont plus contrastés, notamment pour l'ozone.

- 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 **doublement 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.

2.2.2 Pression territoriale future sur la qualité de l'air

La Ville de Paris donne par ailleurs, 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.

3. L'ENERGIE

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, Paris dispose d'une vision stratégique de son avenir énergétique à 2050 basé sur la sobriété, le 100% renouvelable et la diversification locale et régionale des sources d'approvisionnement. Le changement climatique exercera néanmoins une pression croissante sur le secteur.

3.1 Tendances observées

3.1.1 Evolution de la dépendance énergétique de Paris

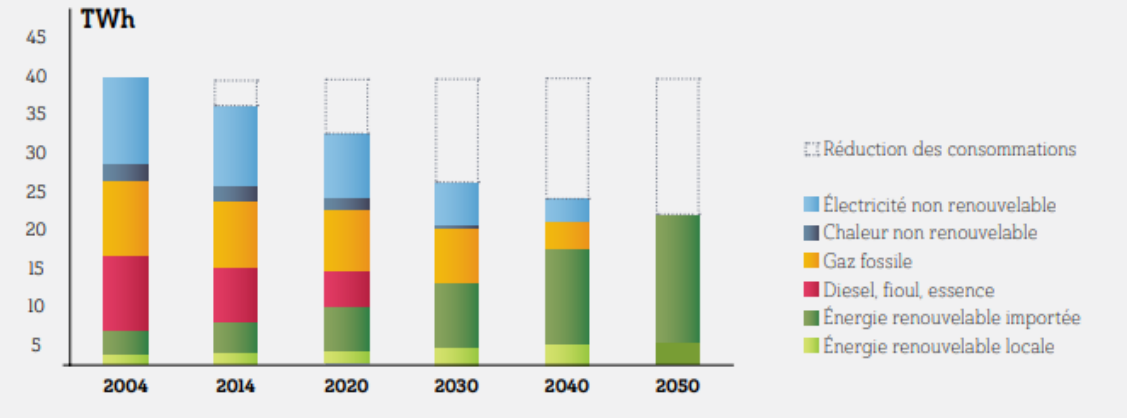
Le mix énergétique parisien dépend encore largement des énergies fossiles et d'un système mondialisé pour l'extraction des ressources.
En 2018, l'électricité non renouvelable reste la première énergie consommée, devant le gaz naturel (Plan Climat de Paris 2018). Viennent ensuite les produits pétroliers (diesel, fioul, essence) et enfin la chaleur non renouvelable et l'énergie renouvelable importée, puis celle produite localement (géothermie notamment). Les énergies renouvelables et de récupération représentent 18,4% du mix énergétique parisien en 2019.

93% de l'énergie consommée à Paris est aujourd'hui importée (Stratégie d'adaptation de 2015, Stratégie de résilience de Paris de 2017). La ville est fortement dépendante de l'extérieur et des marchés d'approvisionnement français : pétrole en provenance principalement de Norvège, gaz en majorité du Niger, uranium de marché encore plus lointain (Canada, Australie etc.).
Si le mix énergétique actuel est fortement carboné et produit hors territoire, il est en revanche peu dépendant du climat en ce qui concerne la disponibilité, les énergies fossiles n'ayant pas un caractère intermittent à l'instar du solaire ou de l'éolien par exemple.

Faisant suite aux chocs pétroliers de 1973 et 1979, la France a progressivement diversifié la provenance géographique et mis en place un programme nucléaire lui permettant de devenir exportatrice d'électricité. Le gaz et l'électricité ont remplacé progressivement le pétrole et le charbon, sauf pour le secteur des transports. La part des énergies renouvelables augmente, elle représente 17,2% de la consommation finale brute d'énergie en France en 2019 (Ministère de la Transition Ecologique, 2020).

Pour Paris, la figure ci-dessous donne à voir les contours actuels (section précédente), passés (présente section) et projetés jusqu'à 2050 (section suivante) de l'évolution de l'approvisionnement énergétique pour Paris (Plan Climat de Paris 2018). La transition énergétique retenue repose clairement sur deux volets, la maitrise des consommations et l'éviction des énergies fossiles au profit des énergies renouvelables locales et importées.

Figure 8 : Evolution de l'approvisionnement énergétique de Paris de 2004 à 2050



Source : Plan Climat de Paris 2018, Ville de Paris.

D'après le bilan ENR 2020, à Paris, en 2019 la consommation énergétique est de 30,810 GWh. **Elle a baissé de 9% par rapport à 2004** en lien avec la diminution du trafic routier et l'augmentation de la performance énergétique des bâtiments. La consommation de fioul est en forte réduction (- 43% en 14 ans) et on observe une augmentation des énergies renouvelables, notamment dans l'électricité et le mix attribuable au réseau de chaleur urbain (bois contre charbon à St-Ouen, géothermie, gaz et biofioul contre fioul pour les centrales parisienne). En 2019, 18,4 % de l'énergie consommée sur Paris est d'origine renouvelable ou de récupération (Bilan EnR² 2019) contre 15,6% en 2014 et 10% en 2004, soit un gain de plus de 50%. 50 000 m^2 de panneaux solaires ont par ailleurs été installés dans Paris. Entre 2014 et 2019, la production locale d'ENR augmente de 0,5 points passant de 6,23% à 6,76% des consommations du territoire. Depuis 2014, 297 installations d'ENR ont ainsi été mises en service.

La pression sur les ressources fossiles mondiales dont dépend Paris s'est accentuée sur les 40 dernières années alors que le pic pétrolier aurait été franchi en 2008. La structure de l'approvisionnement énergétique français et à fortiori parisien s'est quant à elle modifiée 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.

3.1.2 Evolution des ressources énergétiques

A ce jour, les réserves prouvées (exploitables avec les technologies et coûts actuels d'extraction) sont estimées à un peu plus de 50 ans pour le pétrole et le gaz (CGDD, L'environnement en France, 2020), situées pour plus de 40% au Moyen-Orient. Les réserves d'uranium sont estimées à un peu moins de 100 ans sur la base des réacteurs de 2ème génération, beaucoup plus en cas de l'industrialisation des surgénérateurs. Le sous-sol australien renferme plus d'un tiers de celles-ci (CGDD, L'environnement en France, 2020).

En 2018, l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), dans son rapport annuel confirme le franchissement d'un pic pétrolier en 2008.

D'après le Ministère de la Transition Ecologique dans les chiffres clés de l'énergie en 2020, la consommation mondiale d'énergie primaire en 2017 est 2,1 fois plus élevée qu'en 1977 soit une croissance annuelle moyenne de 1,9% avec un léger ralentissement sur la dernière décennie (+1,4%).

Toujours selon le même rapport, en 40 ans, la part des produits pétroliers a diminué de 13 points, alors que celles du gaz naturel et du charbon progressaient respectivement de 6 points et 3 points.

La part de la biomasse et des déchets dans le mix énergétique est relativement stable, autour de 10 %. Celle de l'hydroélectricité l'est aussi, à hauteur en 2017 de 2,5 % de l'approvisionnement mondial. La contribution du nucléaire a été multipliée par 2,4 en 40 ans, atteignant 4,9 % en 2017. La part des autres énergies (solaire, éolien, géothermie) est passée de 0,1 % à 1,8 % en

40 ans. En 2014, les énergies renouvelables contribuent pour la moitié des nouvelles capacités électriques (Commission Européenne).

3.2 Tendances projetées

3.2.1 Evolution projetée de la dépendance énergétique de Paris

L'engagement de la France est précisé dans la Stratégie Nationale Bas Carbone (2020) et le plan de programmation de l'énergie. Leur mise en œuvre vise à atteindre les objectifs de la Loi relative à l'énergie et au climat du 8 novembre 2019. Parmi les objectifs on note :

- Une réduction de la consommation énergétique finale de 50% en 2050 (par rapport à 2012)
- La réduction des énergies fossiles de 40% en 2030 ;
- 33% d'énergie renouvelable en 2030 ;
- Réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50% à l'horizon 2035.

La Ville de Paris a acté son scénario de transformation énergétique à 2050 dans le cadre de son dernier Plan Climat (représenté par ailleurs dans la
). 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.). Paris se donne notamment pour objectifs concernant la part d'énergie renouvelable dans son mix énergétique d'ici 2030 : Atteindre 45% de taux de couverture des consommations énergétiques en EnR dont 10% produites localement.

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. Ce scénario va aussi dans le sens d'un renforcement de la dépendance au climat.

3.2.2 Evolution projetée de la ressource

Selon la Commission Européenne en 2019, les estimations à 2040 de l'augmentation de la demande en énergie varient de 53% (BP), 29% (Shell) à 0 pour le scénario « développement durable » de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) par rapport à 2016. Ce scénario montre que si toutes les voies économiquement viables pour améliorer l'efficacité sont poursuivies, la demande globale d'énergie en 2040 pourrait être au niveau actuel. La demande globale d'électricité pourrait elle augmentée de 57% d'ici à 2050, tirée par la Chine et l'Inde contre 19% actuellement. La demande de charbon et de pétrole devrait reculer ; **la part des énergies renouvelables (y compris biomasse et hydraulique) pourrait atteindre 40 % en 2040 contre 25 % en 2017.**

Plusieurs défis se posent pour le domaine de l'énergie également à 2050 face à la dépendance climatique :

- La **gestion de la variabilité météorologique intrinsèque** des énergies renouvelables, étant donc par nature intermittente (stockage, transformation, pilotage intelligent etc.) ; Les énergies renouvelables représentent un défi pour l'équilibrage des réseaux (CEA) ;
- L'impact du changement climatique et notamment des extrêmes (canicules, sécheresses, température de l'eau etc.) sur la **production énergétique** (hydraulique, biomasse etc.) et les infrastructures attenantes (notamment sur le refroidissement des centrales à l'échelle nationale).
- L'impact croissant du changement climatique **sur la demande en période estivale**, avec l'augmentation annoncée des degrés-jours de climatisation (augmentation constatée d'environ 12% par décennie depuis 1960 et poursuite dans le siècle à venir, selon Météo France).

4. L'EAU

Face à la raréfaction possible des ressources en énergie, Paris dispose aujourd'hui d'une vision stratégique de son avenir énergétique à 2050 basé sur la sobriété, le 100% renouvelable et la diversification locale et régionale des sources d'approvisionnement. Le changement climatique exercera néanmoins une pression croissante sur le secteur. 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 2050, elle s'annonce beaucoup plus critique à long-terme.

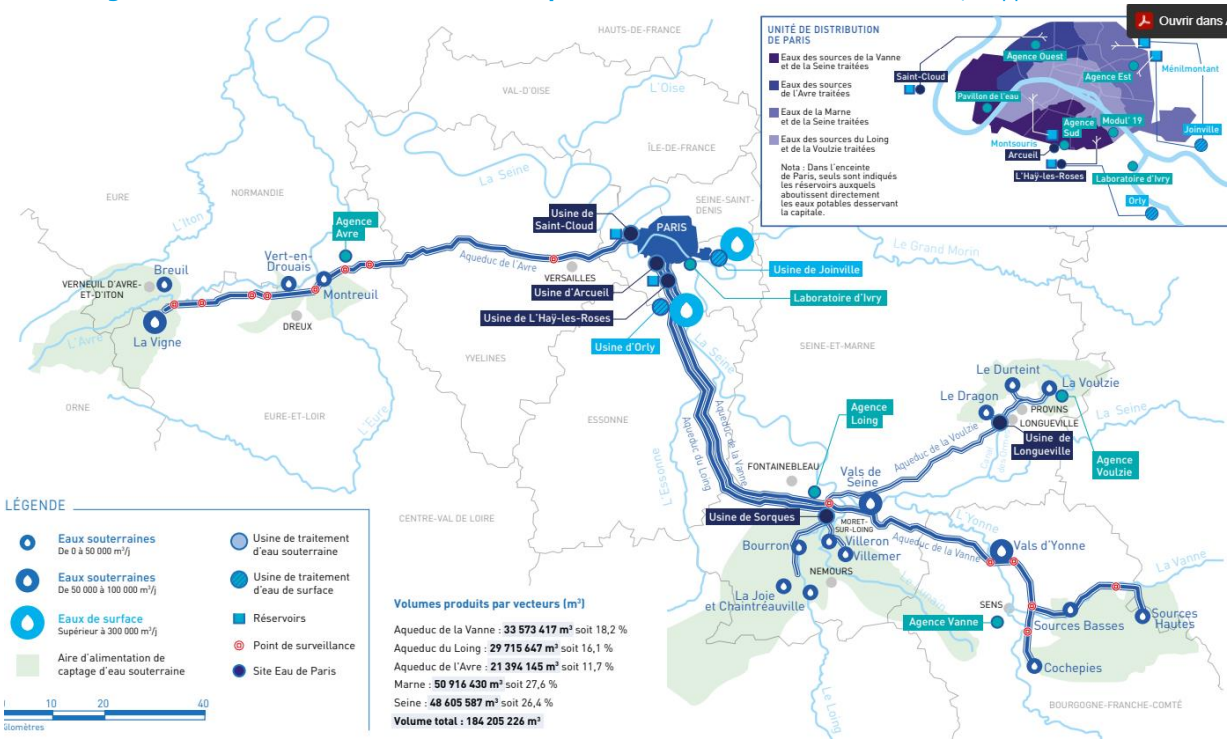
4.1 Tendances observées

4.1.1 Dépendance de Paris à la ressource

Située au cœur du Bassin de la Seine, la ville de Paris est dépendante de la ressource en eau de pour ses systèmes et ses usages :

- **Le réseau d'eau potable, alimenté** à part égale par les cours d'eau (Seine et Marne) et les eaux souterraines (sources et champs captants) dans un rayon de 80 à 150 km ; régions de Sens, Provins, et Fontainebleau au sud de Paris, et de Verneuil-sur-Avre et de Dreux à l'ouest de Paris. Il sert l'ensemble du tissu socioéconomique parisien ;

Figure 9 : Schéma d'alimentation en eau potable de Paris Source : Eau de Paris, Rapport annuel 2019.



- **Le réseau d'eau non potable,** alimenté par deux bassins hydrographiques différents : celui alimentant le canal de l'Ourcq et celui de la Seine ; ce réseau est utilisé à 98% par la Ville de Paris pour l'alimentation des lacs et rivières des Bois de Vincennes et de Boulogne, l'arrosage des espaces verts, le curage des égouts, le lavage des chaussées ; les 2% restant sont utilisés pour l'arrosage de parcs d'Etat, des industriels et le réseau de climatisation ; Ce réseau, dont l'intérêt fut longtemps questionné, n'a pas subi par le passé de hausse de consommations (il a même subi une baisse des consommations depuis les années 1990).
- **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 ;
- **La baignade**, sur le site du bassin de la Villette, baignade étendue à l'avenir potentiellement à d'autres sites en Seine et sur le Canal de l'Ourcq ;
- **L'usage énergétique** pour les besoins de certains réseaux notamment (réseau de froid, réseau de chaleur) à travers des prises souterraines ou en superficie (Seine) et rejets ;
- **L'agrément via les plans d'eau parisiens** (Bois de Boulogne et de Vincennes notamment) et les **écosystèmes** qu'ils supportent.

En ce qui concerne l'évolution des usages à Paris, comme dans le reste de la France, on constate depuis le début des années 1990 une baisse de la consommation en eau potable (comportements plus responsables, hausse du prix de l'eau notamment). Cette baisse semble néanmoins se ralentir voire se stabiliser à l'échelle régionale. A Paris, le volume distribué est par exemple passé de 303 millions en 1990 à 168,1 millions en 2020. Les autres usages tendent à se développer.

Concernant la sécurité d'approvisionnement, Eau de Paris indique qu'il n'y a aujourd'hui pas de risque d'interruption complète de l'alimentation en eau de Paris grâce à la **diversité des moyens de production** (102 sources souterraines différentes dans 5 zones, 6 puits de secours sur nappe profonde), une grande capacité de stockage et une région bien interconnectée.

4.1.2 Evolutions des ressources

4.1.2.1 Les prélèvements à l'échelle du bassin

D'après l'état des lieux 2019 publié par l'agence de l'Eau Seine-Normandie, le bassin Seine-Normandie connaît **une forte pression démographique et économique**. Le PIB du bassin représente 39% du PIB français, concentré principalement en Ile-de-France. La pression s'exerce notamment par :

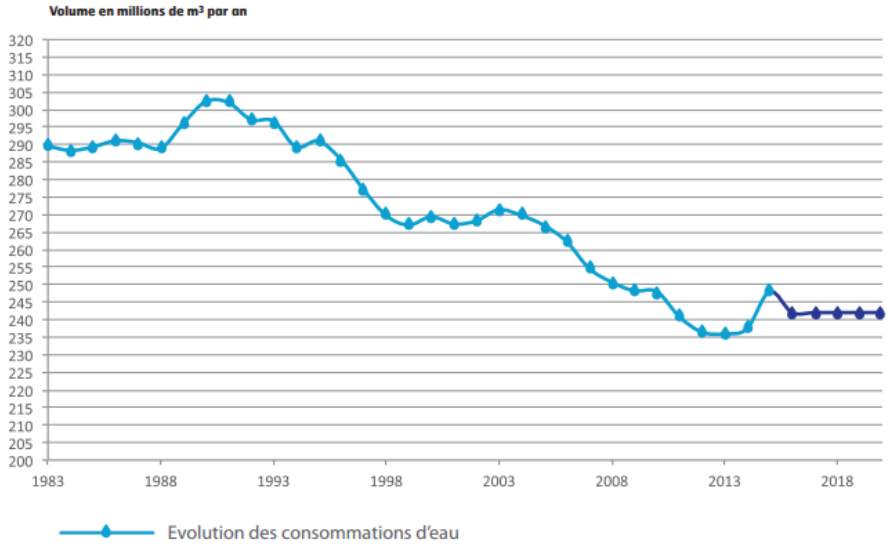
- L'accueil de 30% de la population française avec une des plus grands métropoles européenne (12,2 millions d'habitants en Ile-de-France) et une artificialisation des sols importantes ;
- De grands pôles industriels (à l'aval de Paris le long de l'axe Seine) ;
- La présence d'un bassin agricole intensif (céréales, betteraves) avec les plaines de la Beauce et de la Brie faisant usage important d'engrais et de produits phytosanitaires ;
- Le tourisme, avec Paris comme première destination de tourisme avec 50 millions de visiteurs en 2018.

Toujours d'après la même source, la répartition des prélèvements sur le bassin montre que 65 % des prélèvements sont réalisés dans les cours d'eau et 35 % dans les eaux souterraines. L'alimentation en eau potable représente l'usage principal avec 53 % des prélèvements, en eaux de surface et en nappe. Viennent ensuite le refroidissement industriel avec 33 %, puis l'industrie avec 11 % et enfin l'irrigation avec 3 % des prélèvements totaux du bassin. La moitié des prélèvements en eau de surface sert au refroidissement industriel qui en restitue plus de 99 % sur place, avec une température plus élevée.

Sur le bassin les prélèvements en eaux souterraines ont diminué d'environ 1% par an depuis les années 1990 en dépit de l'augmentation de la population. Cette évolution s'explique notamment par la baisse des consommations et la lutte contre les fuites.

Depuis 2014, le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF) observe sur une stagnation des consommations d'eau qui semble mettre fin à la baisse tendancielle observée depuis les années 1990. Le syndicat s'interroge sur le poids du facteur climat dans cette stabilisation (Schéma Directeur de 2015).

Figure 10 : Evolution des consommations d'eau du SEDIF



Source : SEDIF.

4.1.2.2 Evolution des cours d'eau et des canaux

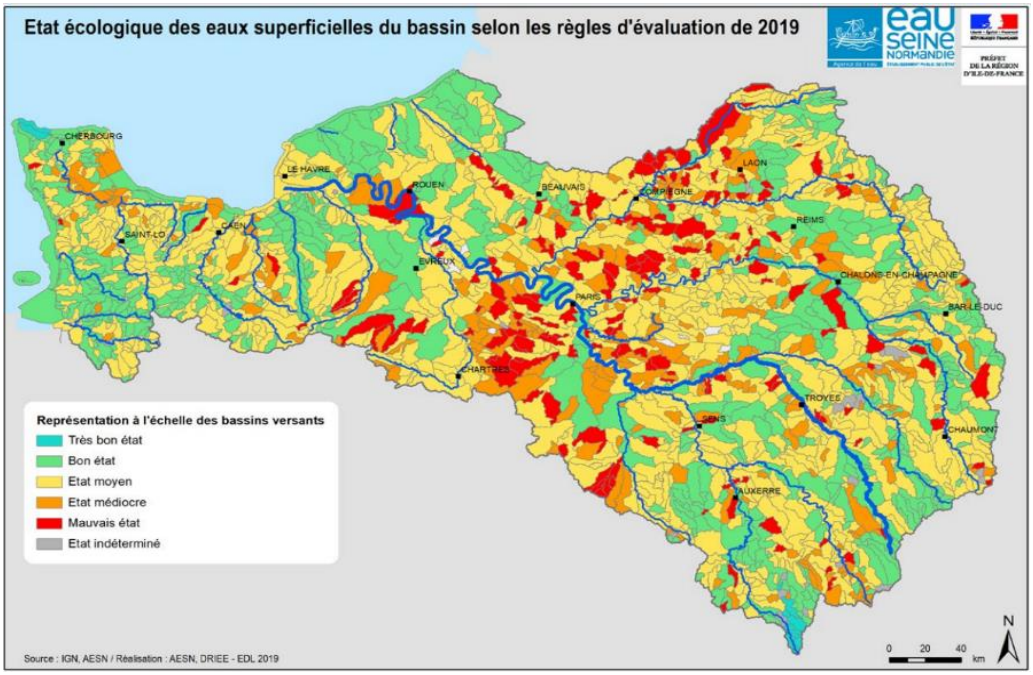
L'état qualitatif des eaux de surface dépend de leur état écologique (biologie et physico-chimie) ainsi que de leur état chimique. Les règles de mesure ont évolué ces derniers temps pour une évaluation affinée des risques pesant sur les masses d'eau.

Etat écologique

La qualité écologique des cours d'eau semble progresser à évaluation constante entre 2013 et 2019 (de 38 à 41%) mais régresse avec la nouvelle méthode d'évaluation (32%) prenant en compte plus de paramètres.

Les masses d'eau superficielles à Paris sont dans un état écologique de moyen à mauvais d'après la cartographie ci-après même si leur qualité s'est largement améliorée.

Figure 11 : Etat écologique des eaux superficielles du bassin Seine-Normandie selon les règles d'évaluation de 2019



Source : Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

On constate également une **amélioration du bon état physico-chimique** (60% des masses) imputables notamment à l'amélioration du traitement des rejets urbains ;

Au-delà de l'objectif de bon état écologique, l'objectif de baignade « permanente » dans la Seine et la Marne**,** tiré par l'organisation des Jeux Olympiques de 2024, porte aussi sur le devant de la scène la question de la variabilité interannuelle de la qualité des masses d'eaux superficielles. En effet, si la qualité « baignade » peut être atteinte la majeure partie de l'année, un orage suffit à détériorer la qualité bactériologique par le déversement d'eau de pluie et d'eaux usées dans le milieu, rendant de fait l'eau impropre à la baignade. La question des rejets reste donc prégnante.

Etat chimique

L'état chimique reste stable malgré un changement du nombre de paramètres pris en compte. Le bon état est de 90% sur le bassin de la Seine (y compris à Paris) si l'on fait abstraction des substances dites ubiquistes (voir ci-dessous). Ce chiffre est porté à 32% avec la prise en compte des substances ubiquistes rejetés dans l'air et dans le sol.
La qualité chimique de l'eau à Paris avec ces substances passe également à l'état mauvais.

Figure 12 : les substances ubiquistes

Les substances dites "**ubiquistes**" sont des composés chimiques émis par les activités humaines, à caractère persistant, bioaccumulables et toxiques, présentes dans les milieux aquatiques à des concentrations supérieures aux normes de qualité environnementale. De ce fait, elles dégradent régulièrement l'état des masses d'eau et masquent les progrès accomplis par ailleurs. Les substances considérées comme ubiquistes sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le tributylétain, le diphénylétherbromé et le mercure.

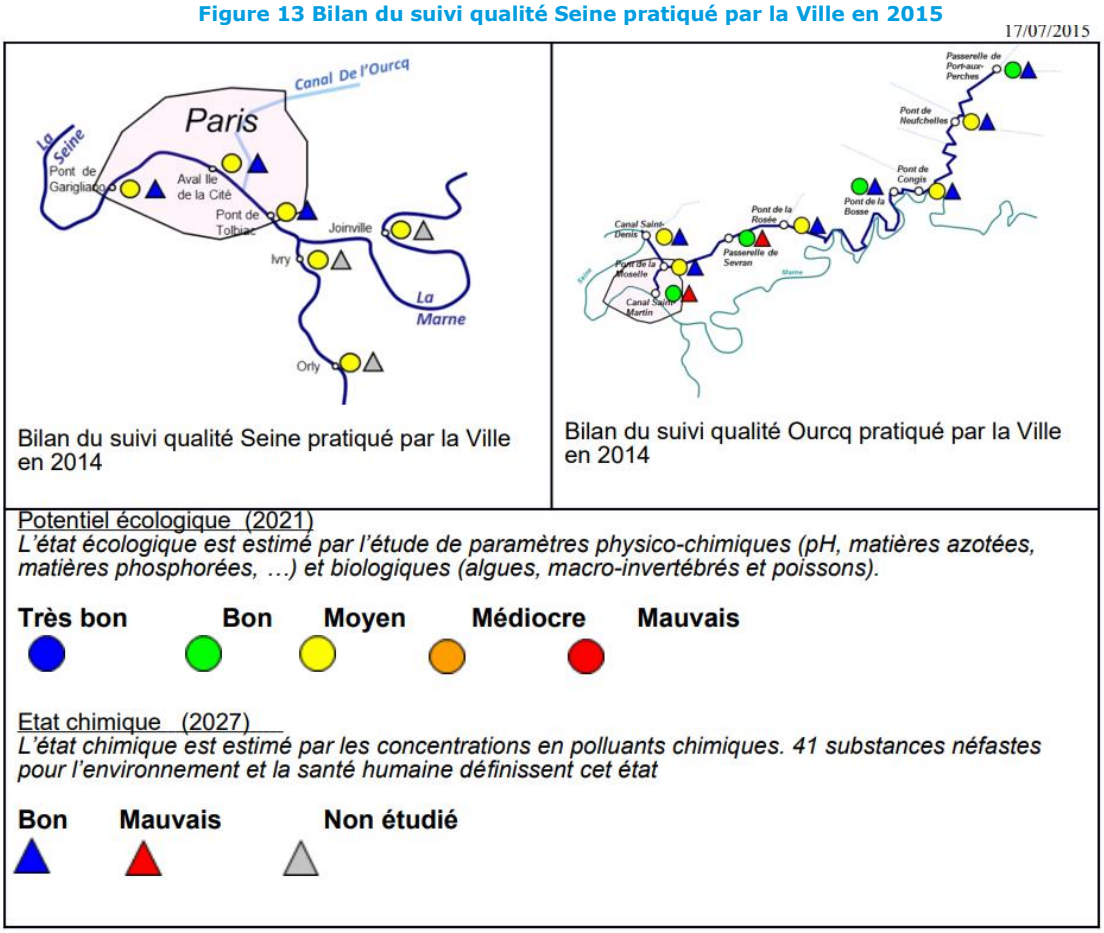
Source : Site de la DREAL Grand-Est, consulté le 22/12/20.

Les principales pressions sur la qualité sont imputables :

- Aux pesticides, qui semblent se stabiliser après une hausse marquée ;
- Aux pollutions diffuses qui dégradent l'état chimique : rejets urbains dans les cours d'eau, rejets issus des combustions (comme les HAP) qui se retrouvent dans l'air ou sur le sol puis dans les cours d'eau.

Le suivi de la qualité est assuré par la Ville de Paris sur ses canaux et la Seine. On retrouve un aperçu des mesures effectuées en 2014 (on suppose sans prise en compte des substances ubiquistes) sur la qualité écologique et chimique de la Seine et de l'Ourcq.

Figure 13 Bilan du suivi qualité Seine pratiqué par la Ville en 2015



Source : Schéma Directeur des usages et du réseau d'eau non potable 2015-2020, 2015, Ville de Paris.

Etat quantitatif

Le débit de la Seine est fortement modifié par les lacs réservoirs situés à 200km de Paris en amont. Ils ont un effet significatif sur le **soutien du débit d'étiage en été et à l'automne**, ce qui ne place pas Paris à ce jour dans une situation de stress hydrique important (Ville de Paris, Schéma directeur de l'alimentation en eau non potable) et prévient les problèmes de qualité. Sur la question du soutien au d'étiage, on observe une tendance à l'allongement de ce soutien.

L'état quantitatif est aussi influencé par les prélèvements en rivière mais aussi par ceux effectués dans les nappes souterraines qui les soutiennent. On peut ainsi estimer les déséquilibres quantitatifs sur la ressource (voir encadré ci-dessous).

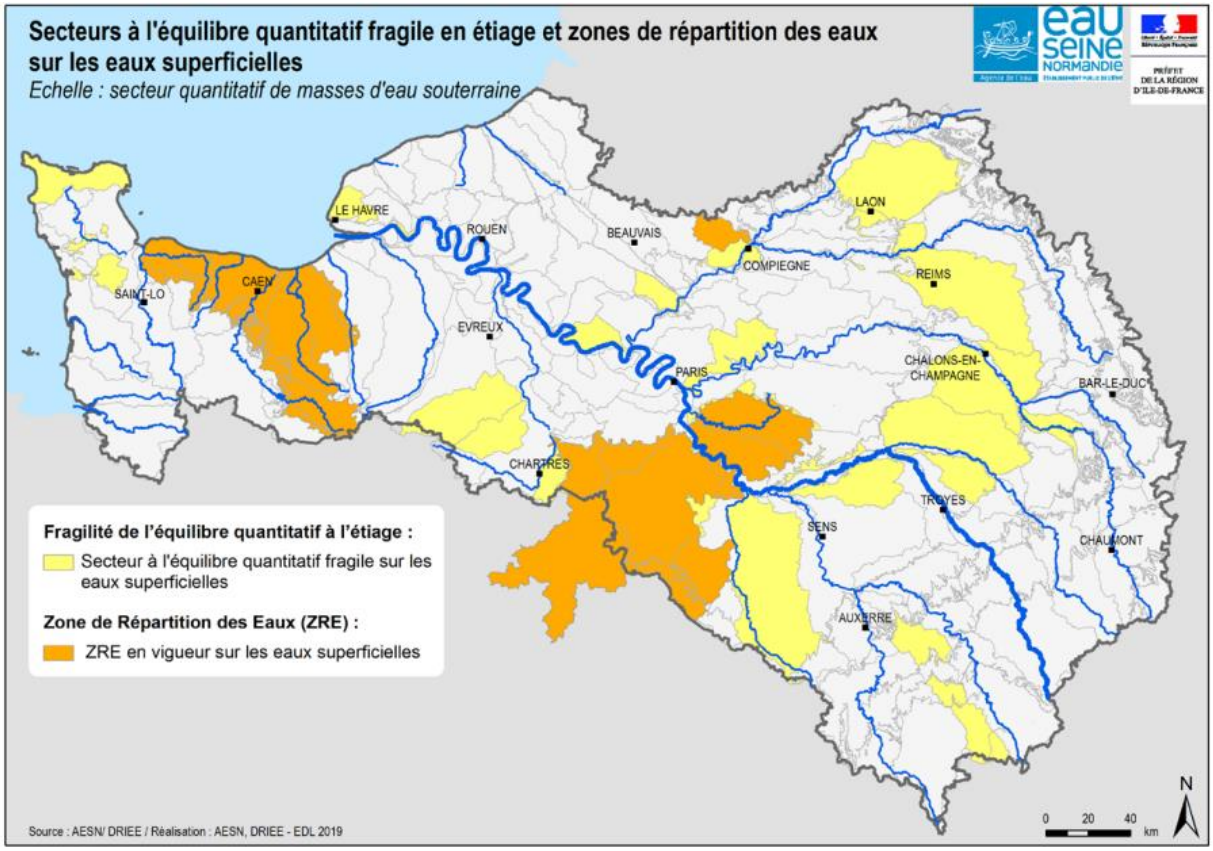
Figure 14 : Focus sur l'évaluation des zones de déséquilibres

Elle consiste à calculer le ratio entre les prélèvements en eaux souterraines (2014) et la recharge des nappes (valeurs moyennes sur la période modélisée 1981-2016) à l'échelle des secteurs quantitatifs. Lorsque ce ratio dépasse 15 % (3 % pour les secteurs géologiques caractérisés par le socle de l'ère primaire), l'équilibre est considéré comme fragile. Les zones de répartition des eaux (ZRE) existantes, qui correspondent aux secteurs sur lesquels des déséquilibres récurrents ont déjà été identifiés et étudiés, ont été intégrées à l'analyse.

Source : Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

A l'échelle du bassin (**Figure 15**) on observe déjà **des zones de fragilités** (en jaune) **voire de déséquilibres durables entre la ressource et les besoins** (Zones de Répartition des Eaux en orange) à proximité de Paris, dans les zones de prélèvement des eaux superficielles de Paris (Orly pour la Seine et Joinville pour la Marne).

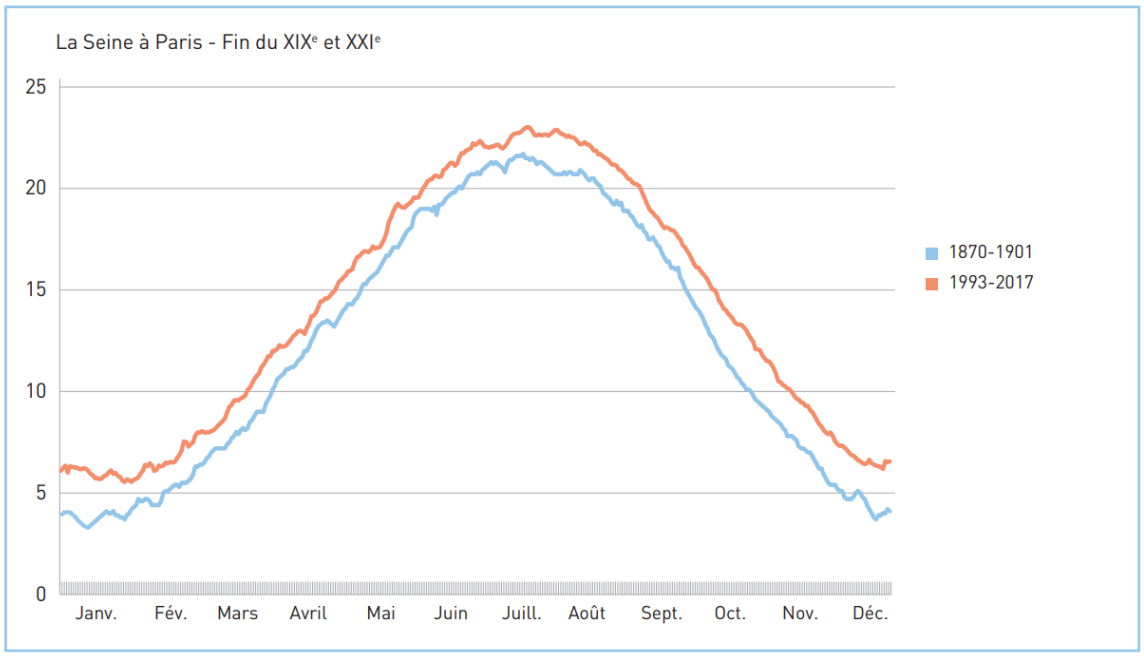
Figure 15 : Secteur à l'équilibre quantitatif fragilisé en étiage et ZRE sur les eaux superficielles



Source : Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

A noter par ailleurs que la **température de l'eau de la Seine et de la Marne a augmenté** : on observe un écart de +2°C entre 1885 (1870-1901) et 2010 (1993 et 2017). La température de la Seine est plus élevée que celle de la Marne.

Figure 16 : Evolution de la température de l'eau de la Seine à Paris entre 1885 et 2010.



Source : DRIEE, dans Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

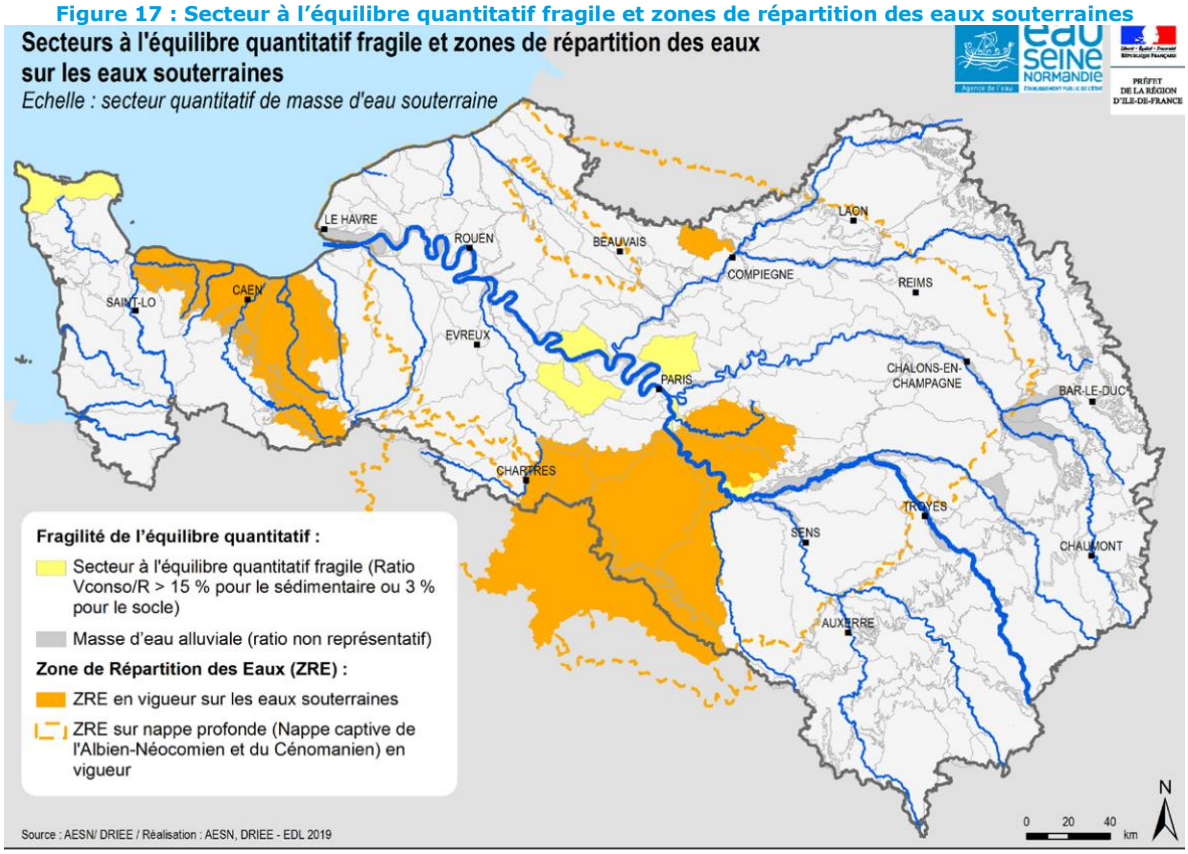
4.1.2.3 Evolution des masses d'eaux souterraines

Le bon état d'une masse d'eau souterraine est évalué à la lumière de sa disponibilité quantitative et de son état chimique.

La **disponibilité globale est jugée globalement bonne et stable**. La disponibilité relative de la ressource en eaux souterraines du bassin Seine-Normandie ne suffit néanmoins pas toujours à satisfaire l'équilibre quantitatif.

Certains secteurs des nappes du centre du bassin présentent un ratio fortement déséquilibré entre les prélèvements en eaux souterraines et la recharge des nappes (les zones de Répartition des Eaux). On peut l'attribuer à une forte demande en eau et une recharge assez faible des nappes (Agence de l'Eau Seine-Normandie, dossier de presse 2019). D'autres secteurs connaissent une fragilité par rapport à l'étiage des cours d'eau, qui n'est pas suffisamment soutenu par les nappes du fait des prélèvements. Ces fragilités locales appellent une certaine vigilance dans l'évolution des prélèvements.

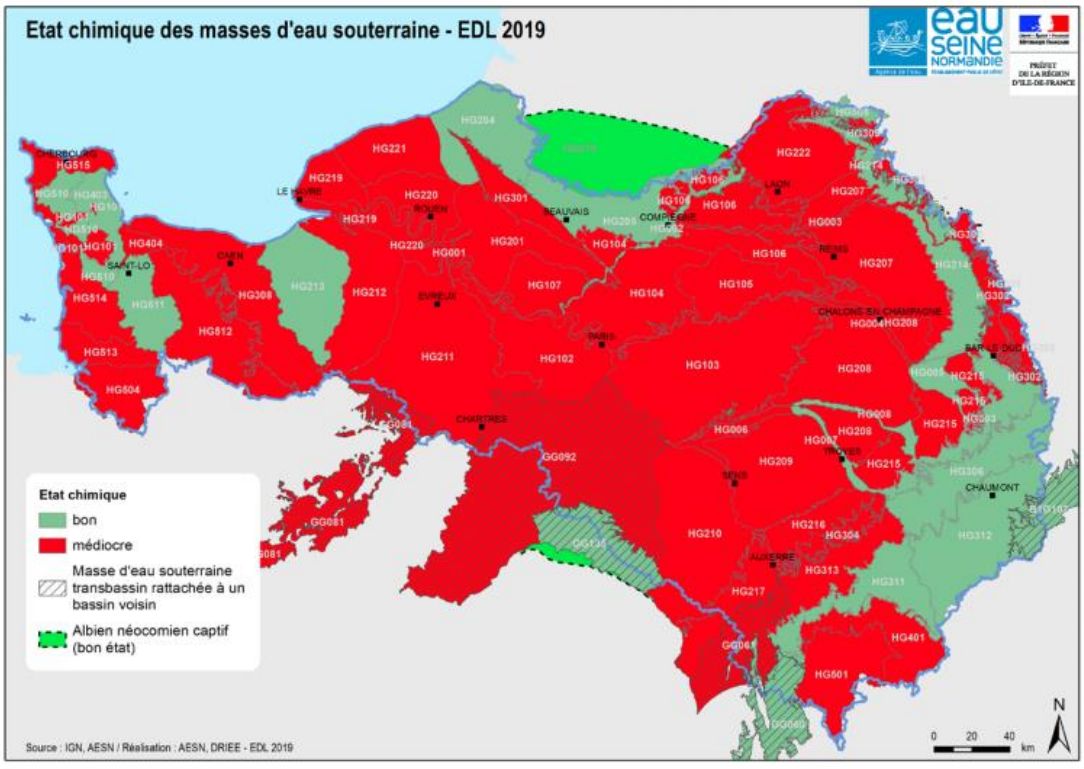
Figure 17 : Secteur à l'équilibre quantitatif fragile et zones de répartition des eaux souterraines



Source : Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

Sur le volet chimique en revanche, la situation des nappes souterraines ne montre pas de progrès récents en lien avec l'inertie de certains polluants (comme l'atrazine par exemple). Ainsi plus de 38 masses d'eau sont en état médiocre dont 33 aux micropolluants (pesticides, phtalates, HAP, PCB etc.).

Figure 18 : Etat chimique des masses d'eau souterraines



Source : Agence de l'eau Seine-Normandie, bilan 2019.

4.2 Tendances projetées

4.2.1 Evolutions projetées des ressources

Tendances à 2027

Dans son bilan 2019, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN) met en garde sur les évolutions des masses d'eau à court terme. L'objectif de bon état doit être atteint pour 100% des masses d'eau en 2027 selon la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE). Or, il semblerait même que le pourcentage de masses d'eau en bon état puisse se dégrader en l'absence d'actions correctives en 2027 avec pour les cours d'eau :

- Un mauvais fonctionnement hydromorphologique pour 61% d'entre eux ;
- La présence de pesticides pour 41% ;
- Des macro-polluants issus des stations d'épuration pour 27%.

Parmi les principales pressions identifiées par l'AESN, on retient :

- L'accroissement démographique régional couplé à l'étalement urbain et l'augmentation des rejets ;
- Les mutations de l'industrie avec des baisses de prélèvements (ex : sidérurgie) mais aussi des hausses (industrie agroalimentaire, santé)
- Le changement climatique, qui accroît sa pression sur la demande, notamment pour l'agriculture et des besoins supplémentaires en matière d'irrigation.

Tendances à 2050 et fin de siècle

Les pressions devraient s'accentuer d'ici à 2050 et à fortiori en fin de siècle. Des tensions accrues sur les usages multiples de l'eau sont à anticiper (Stratégie d'Adaptation au Changement Climatique, AESN). Selon cette même stratégie et à la lumière de l'ensemble des travaux de recherche menés à l'échelle du bassin de la Seine (RexHYSS, EXPLORE 70, ClimAware) on peut s'attendre aux impacts suivants :

- **Une augmentation future de la fréquence et de la sévérité des étiages** (c'est-à-dire des périodes de débit minimal des rivières) ; le projet ClimAware montre en particulier que les mesures envisagées d'adaptation des règles de gestion des lacs-réservoirs permettent une légère amélioration des performances, mais même avec cette gestion adaptée, le signal sur les étiages reste négatif ;
- **Une baisse des débits des cours d'eau de 10 à 30 %** à horizon 2070- 2100 impactant aussi la qualité ;
- **Une augmentation moyenne des températures de l'eau d'environ 2°C à 3°C** à l'horizon 2100 avec des conséquences sur la qualité biologique et chimique non négligeable (pollution, eutrophisation, turbidité etc.) ;
- **Une augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP)** de l'ordre de 16 % à l'horizon 2050 et de 23 % à l'horizon 2100 ;
- **Une augmentation des sécheresses inhabituellement fortes** et étendues surtout en été et en automne à partir de 2050 et des sécheresses probables en toutes saisons, sans retour à la normale par rapport au climat actuel à partir de 2080
- **Une baisse généralisée de la recharge des nappes aux alentours de 10% d'ici 2070-2100** avec des diminutions de niveaux piézométriques pouvant être particulièrement prononcés en certains points de Beauce.

Une étude en cours menée par l'ETPB Seine Grands Lacs devraient préciser le risque d'étiage sévère pesant sur le bassin.

La tension sur la ressource en eau devrait largement s'accentuer, notamment en période estivale en raison l'augmentation des situations de stress hydrique et de la pression croissante des usages à cette même période.

4.2.2 Dépendance projetée de Paris à la ressource

4.2.2.1 Evolution projetée de la consommation

En matière de prospective de consommations en eau potable, une étude menée par le cabinet Ernst & Young en 2016 pour Eau de Paris, a mis en exergue les dynamiques futures suivantes pour le territoire parisien :

- Une baisse tendancielle des consommations mais avec un ralentissement (0,8% en moyenne contre 1,5%) ;
- Un réchauffement climatique qui pourrait mener à une augmentation des consommations de l'ordre de 2% à partir de 2030 et jusqu'à l'horizon 2050 ;
- Une augmentation, dès aujourd'hui, de la fréquence des pics de consommation.

Les autres usages devraient augmenter (usage de l'eau non potable pour le rafraîchissement, l'arrosage, la baignade, etc.).

4.2.2.2 Evolution projetée de l'approvisionnement

En ce qui concerne la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable, les quatre autorités organisatrices en charge du service public de l'eau potable dans la zone interconnectée du cœur de la région parisienne, mènent actuellement une étude.
Celle-ci doit permettre de disposer d'une vision prospective du niveau de sécurisation des systèmes d'alimentation en eau potable de la zone interconnectée, en regardant l'ensemble des risques pesant sur la continuité de l'alimentation en eau potable et auxquels, chaque autorité organisatrice du service d'eau, ne peut faire face de manière individuelle.
Les résultats 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).

Pour la satisfaction des usages autre que l'eau potable, notamment pour les besoins de rafraîchissement de la ville (arrosage, propreté) et de la population, des travaux et plans récents (notamment le schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris) visent à proposer des stratégies d'approvisionnement alternatives.
Le réseau d'eau non potable, alimenté principalement par les eaux superficielles, serait lui aussi mis sous pression sous contrainte climatique. En effet, il pourrait être plus sollicité en période estivale alors que la ressource l'alimentant serait moins disponible. D'autres sources d'approvisionnement pour ce réseau sont explorées : eaux de pluie, d'exhaure (les études actuelles montrent néanmoins que leur potentiel est limité). 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.

5. 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, les ressources agricoles subissent de nombreuses pressions : compétitivité sur le marché international, effondrement de la biodiversité, tensions énergétiques, raréfaction de la ressource en eau. La Ville de Paris tente de remettre en cause son modèle à travers le développement d'une vision stratégie à 2030. Cette stratégie d'alimentation durable vise à découpler son impact des effets attendus sur la ressource en favorisant l'autonomie alimentaire via la préservation des terres, la résilience des ressources, la diversification des modes d'approvisionnement etc. Les effets attendus sur l'alimentation sont en effet préoccupants et multiples : baisse potentielle des rendements, diminution de la qualité, risques sanitaires accrus etc.

5.1 Tendances observées

5.1.1 Evolution de la dépendance alimentaire de Paris

Paris est par nature dépendante des autres territoires pour nourrir quotidiennement l'ensemble de sa population soit 2,2 millions d'habitants auxquels s'ajoutent un million de travailleurs (2018) ainsi que les visiteurs de loisirs et d'affaires.
Centré historiquement sur un bassin régional, l'approvisionnement alimentaire s'est au fur et à mesure distendu. En effet, le développement économique de l'après-guerre, la perte de terres agricoles, l'internationalisation des échanges de matières premières agricoles ont eu pour conséquences d'accroître la **dépendance alimentaire de Paris à des marchés de plus en plus lointains** (Stratégie de Paris pour une alimentation durable,2018).

Toujours selon la stratégie pour une alimentation durable, aujourd'hui, **70% des denrées consommées viennent de France** en particulier de marchés de proximité pour les céréales et de bassins nationaux pour la production animale (Normandie, bretagne, Aquitaine) et maraîchère (Pays de-la-Loire et du Centre-Val-de-Loire) ; La part d'alimentation consommée à Paris produite dans le Bassin Parisien est de 25%. 74% des fruits et légumes sont d'origine française. En revanche, les lieux de production de l'alimentation animale restent en moyenne très éloignés (alimentation protéinée d'Amérique du Sud). Certains fruits et légumes ont des origines lointaines également (Espagne, Italie, Benelux, Afrique Centrale et Amérique du Sud). La distance moyenne entre un aliment consommé à Paris et son lieu de production est de 650 kilomètres.
La route reste le mode de transport prédominant pour l'acheminement.

Le régime parisien est moins dépendant des protéines d'origine animale et comprend plus des fruits et de plats composés que le régime français moyen. L'obésité est moins forte à Paris que sur le territoire national même si des disparités sociales et territoriales existent. Les habitants sont enfin plus tournés vers la consommation de produits bio (26% de consommation régulière) et les attentes en matière de produits locaux est grandissante.

Depuis 2010 au travers de son plan alimentation durable, la Ville de Paris s'est positionnée en faveur de **l'accroissement de la résilience alimentaire du territoire** en concentrant ses efforts sur la restauration collective : développement de la qualité alimentaire (bio, label rouge, etc.), stratégie d'achats et aide à la structure d'une filière bio de proximité. La part de l'alimentation durable dans la restauration collective est ainsi passée de 7% en 2008 à 42,5% en 2017 (dont 36,5% d'alimentation biologique) faisant de Paris le premier acheteur public d'alimentation bio.

Aujourd'hui, la **dépendance alimentaire de Paris envers un marché internationalisé reste forte** et ce, en dépit de l'émergence de tendances de fond, poussées aussi par les

consommateurs, pour le développement de filières agro-alimentaires durables tournées vers plus de qualité, d'autonomie et la recherche de bassin de proximité.

5.1.2 Evolution observées des ressources alimentaires

Les ressources agricoles font aussi l'objet de pressions multiples et croissantes en France et à travers le monde.

Le GIEC, en 2019, dans son Rapport Spécial sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres indique que les impacts climatiques sur les terres sont déjà graves (intensité et fréquence des vagues de chaleur, sécheresse plus longue etc.) avec des crises alimentaires récurrentes et des atteintes durables à la sécurité alimentaire.

De même il souligne l'incidence de **l'agriculture intensive sur l'érosion des sols et leur appauvrissement en matières organiques**. Alors que la production d'huile végétale et de viande a plus que doubler depuis les années 1960, plus de 25% de la production mondiale serait perdue ou jetée.

Le rapport du CGEDD et CGAAER (2020) Changement climatique, eau et agriculture, indique que les **effets du changement climatique sont déjà perceptibles** depuis plusieurs décennies sur l'ensemble de la France, y compris dans les territoires les plus septentrionaux (le Loiret, la Picardie) : évolution des températures moyennes et des températures, fréquence et intensité des sécheresses, tensions grandissantes autour de l'usage de l'eau avec une agriculture qui reste aujourd'hui majoritairement pluviale. Quelques exemples récents montrent que l'ensemble des productions sont potentiellement touchées. Par exemple en 2018, une sécheresse exceptionnelle a impacté de plein fouet le secteur de l'élevage en Europe de l'Ouest : pertes fourragères prononcées, manque de nourriture associée pour nourrir le bétail, prix élevés du fait de la rareté, hausse de l'abattage. (Délégation sénatoriale à la prospective,2019).

Mais **d'autres pressions inquiétantes** menacent aussi les ressources (les greniers d'abondance, 2020) : effondrement de la biodiversité sauvage et cultivée (monocultures, agrandissement des parcelles, disparition des haies, des zones humides, des prairies permanentes, utilisation massive des pesticides...), dégradation et artificialisation des sols, dépendance énergétique (via les engrais, le transport), les instabilités économiques et politiques.

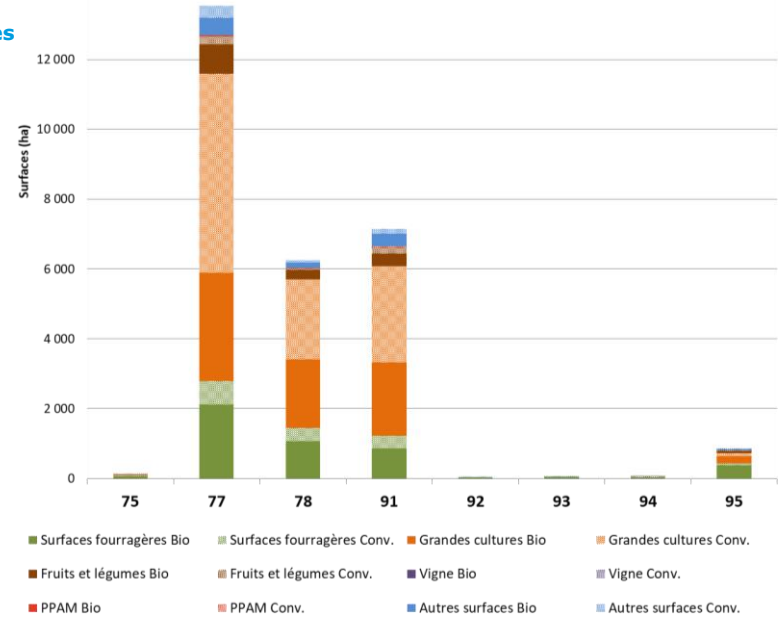
Par ailleurs, les enjeux sont déjà exacerbés en certains points du globe (zones tropicales, subtropicales notamment) encore plus vulnérables au changement climatique et aux pressions environnementales (déforestation, désertification) et socioéconomiques (croissance démographique, urbanisation etc.).

La France est la **première productrice de denrées agricoles de l'Union Européenne en 2019**. Son modèle est encore orienté vers une agriculture de type conventionnel même si l'agriculture biologique connaît un essor sans précédent.

En 2019, plus de 10 % des exploitations du secteur agricole (soit plus de 47 000 exploitations) sont engagées dans une démarche d'agriculture biologique, soit 8,3 % de la SAU, correspondant à plus de 2, 3 millions d'hectares soit deux fois plus qu'il y a cinq ans[1]. L'Ile-de-France dispose d'une surface de 5% en bio la plaçant au 11e rang français et au 14e rang pour le nombre d'exploitations. Les surfaces fourragères et les grandes cultures arrivent en tête des cultures biologiques certifiées et en conversion (**Figure 19**).

[1] L'agriculture biologique en France - L'environnement en France (developpement-durable.gouv.fr)

Figure 19 : Répartition des surfaces certifiées bio et en conversion par filière et département en Ile-de-France



Source : Source : Agence bio/organismes certificateurs, 2019 - Agreste

Un rapport du Sénat de 2019 s'inquiète de la **capacité de la France à maintenir son autonomie et sa production alimentaire** dans les années à venir. Depuis les années 1990, les indicateurs montrent ainsi des tendances au renforcement de la dépendance extérieure avec :

- Une stagnation de la production ;
- Une réduction du nombre d'agriculteurs et de la surface agricole utile ;
- Une perte massive de parts de marché au niveau mondial ;
- Un excédent commercial agricole divisé par deux en moins de 5 ans ;
- Une dépendance aux importations estimée à 20% de l'alimentation, avec environ un quart des produits ne respectant pas les normes sanitaires requises en France.

La **résilience du système alimentaire** français a aussi été **remis en cause au travers de la crise de la Covid-19.** Cette crise interroge à la fois les capacités de la chaîne d'approvisionnement mais aussi sur les implications en termes de consommations pendant et post-crise (**Figure 20**).

Figure 20 : La Covid-19 et son impact sur le système agroalimentaire français et international

Un rapport de Deloitte (2020) intitulé « Covid-19 un impact durable sur l'écosystème agroalimentaire français et international » analyse les effets de cette crise majeure pendant et après la période de confinement du printemps 2020.

Les impacts sur la filière amont :

- Pendant le confinement : main d'œuvre moins disponible pour l'arboriculture, le maraîchage et les abattoirs, chaîne logistique tournant au ralenti, entreprises agroalimentaires fortement exposés ;
- Post-confinement : baisse des débouchés des filières, demande des marchés internationaux contrastés, surproduction et volatilité des prix.

Les impacts sur les modes de consommation :

- Pendant le confinement : retour aux fourneaux, consommation de légumes et de produits surgelés en hausse, forte hausse des ventes de produits bio (multiplié par 2,5) ;
- Post-confinement : boom des circuits courts, locaux et plateformes en ligne, forte croissance de l'e-commerce, augmentation du plastique.

Les impacts sur la résilience alimentaire en France et dans le monde :

- Ruptures de chaîne d'approvisionnement et effondrement des revenus les plus bas pourraient déclencher une crise alimentaire ;
- Des chaînes de valeurs mondialisées peu résilientes accentuent les dépendances extérieures de la France.

5.2 Tendances projetées

5.2.1 Evolution projetée de la ressource alimentaire

A l'avenir les **pressions sur la ressource alimentaire devraient se renforcer** à l'échelle internationale et nationale : augmentation des besoins en lien avec la croissance démographique y compris en France alors que la pression du changement climatique continuera de s'intensifier en France d'ici 2050 tout en restant soutenable[2] pour devenir critique en fin de siècle.

Le secteur de l'agriculture est en effet cité parmi les secteurs les plus durement touché. Le rapport du Sénat « adapter la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050 : urgence déclarée » fait le point sur l'état de la connaissance des impacts pour les régions en France et notamment sur le secteur agricole. Les effets seront majoritairement négatifs avec :

- **Une stagnation des rendements** (par exemple forte sensibilité négative des céréales à des fortes températures) ;
- **Une baisse de la qualité nutritive** des aliments ;
- Une **altération de la qualité des semences** (colza, blé, pois par exemple) ;
- Une modification de la phénologie de cultures pérennes comme les arbres fruitiers ;
- Des modifications dans la qualité organoleptique de certains produits (raisin notamment) ;
- Des **effets sur la santé végétale et animale** via la modification du comportement et à la distribution géographique ;
- Des bio agresseurs et pathogènes avec des vrais risques sur la sécurité alimentaire ;
- Des **sécheresses agricoles plus fréquentes et sévères** altérant le potentiel de production agricole ;
- Un **besoin accru d'irrigation** alors même que les ressources hydriques seront plus rares ;
- L'état « normal » des sols à l'horizon 2050-2080 se situera en effet à ce qui correspond aujourd'hui à des situations de sècheresse édaphiques extrêmes.

Après 2050, les situations de très fort stress hydrique pourraient constituer une menace majeure pour le secteur agricole en l'absence des mesures d'adaptation requises.

A l'échelle internationale, le rapport spécial du GIEC indique qu'un réchauffement de +2°C fait peser la menace d'une **crise alimentaire, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales**.

5.2.2 Evolution projetée de la dépendance alimentaire

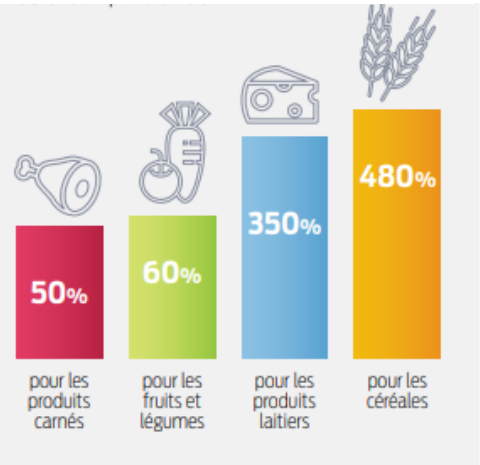
La Stratégie de Paris pour une alimentation durable (2018) vise à doter la Ville de Paris d'une politique alimentaire transversale à l'échelle du territoire pour **accroître l'autonomie à l'alimentaire** : préservations des terres et résilience des ressources agricoles, diversification des modes d'approvisionnement, recherche de la qualité environnementale, transformation du modèle économique et sociale.

[2] L'INRA estime que, jusqu'en 2040-2050, les impacts du changement climatique sur l'agriculture en métropole devraient rester soutenables.

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.

Figure 21 : Les capacités de production alimentaire autour de Paris



Source : Stratégie pour une alimentation durable (2018).

En diminuant sa dépendance aux marchés lointains, la ville de Paris diminue son exposition à des ruptures d'approvisionnement lié à la chaîne logistique internationale. Elle est moins vulnérable à la survenue de crises climatiques et énergétiques mondiales. Elle renforce aussi son action et sa capacité d'investissement à l'échelle régionale en faveur des modes de production durables et alignés aux ambitions de la Ville : sanctuarisation des surfaces agricoles régionales et développement de l'agriculture biologique, déploiement de l'agriculture urbaine en particulier.
Elle internalise à l'échelle de la ville et à fortiori régionale les enjeux climatiques pesant sur les ressources alimentaires des Parisiens. Par conséquent, l'agriculture urbaine et régionale doit aujourd'hui être pensée comme un véritable système parisien soumis aux aléas et à la raréfaction des ressources locales (eau et biodiversité en premier lieu).
La stratégie de la Ville vise en effet à :

- Doubler la place de l'agriculture dans la zone dense de la métropole ;
- Sanctuariser les grandes plaines agricoles franciliennes pour préserver le foncier agricole ;
- Diversifier les cultures pour garantir l'approvisionnement local de Paris ;
- Soutenir la transformation alimentaire du territoire.

6. LA BIODIVERSITÉ

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, 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.).
Cette biodiversité est aujourd'hui fortement menacée à l'échelle globale **avec une 6ème extinction massive annoncée par le groupe international des experts sur la Biodiversité** (IPBES) et rendue possible par **la vitesse et l'ampleur** des changements à l'œuvre. Cette disparition est imputable à l'espèce humaine et ses modes de production et consommation fragmentant et enrayant toujours plus d'habitats.
Bien que présente sous des formes variées à Paris et en dépit des efforts de reconquête des espaces de nature, 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 enrayé à l'horizon 2050 ni en fin de siècle, les pressions en lien avec le changement climatique devant fortement s'accentuer.

6.1 Tendances observées

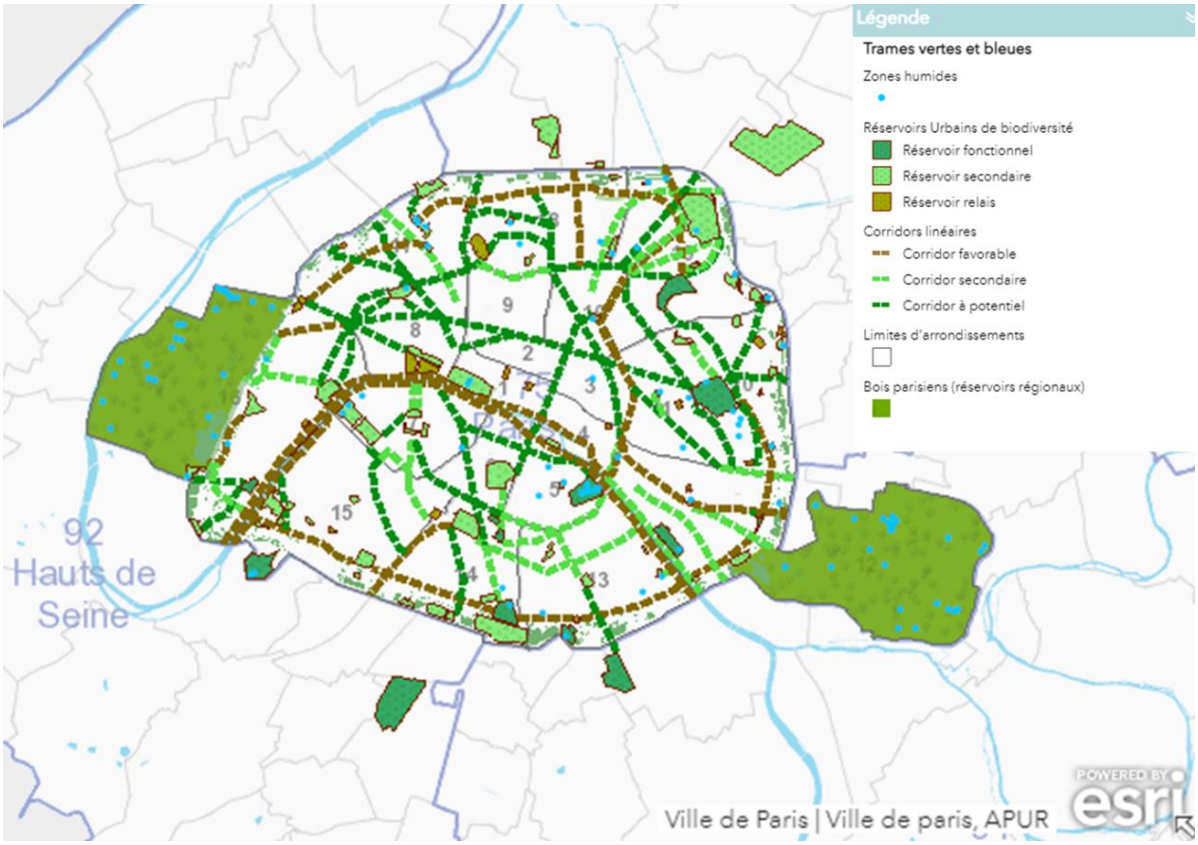
En 2017, la nature couvre 27 % du territoire urbanisé et artificialisé de Paris, soit une superficie de 2893 ha constituée pour moitié de parcs et jardins publics et privés (1421 ha) et à 40 % de bois (996 ha) (APUR, 2017).

D'après le Plan Biodiversité de Paris 2018-2024 et son état des lieux partagé réalisé en 2015, 16% de la surface du territoire parisien (incluant les bois de Boulogne et de Vincennes) est qualifiée de **réservoirs de biodiversité fonctionnels** (voir
).
Il existe une mosaïque de milieux (naturels, intermédiaires, minéralisés) au sein desquels la faune et la flore régionale se retrouvent :

- Les espaces verts : bois, parcs, jardins, cimetières, friches ;
- Les milieux aquatiques : Seine, canaux, lacs, étangs, mares, bassins ;
- Les voies de communication : berges de la Seine, voies ferrées, tunnels, rues ;
- Le bâti : façades, toitures, murs

Ce patrimoine naturel contribue au maillage et aux continuités écologiques (trames vertes et bleues, voir
) alors que Paris se situe au cœur d'un carrefour biogéographique naturel. Parmi les corridors écologiques d'intérêt se trouvent la Forêt linéaire créée en 2014 le long du périphérique mais aussi la Petite ceinture qui représente un corridor efficace entre plusieurs parcs (Buttes Chaumont, Montsouris).

Figure 22 : Trame bleue et trame verte à Paris



Source : Source : Cartographie de la Ville de Paris, consulté en 2021

Toujours d'après la même étude, la biodiversité représente à Paris plus de 400 espèces de champignons et lichens, plus de 700 espèces de plantes sauvages et près de 1200 espèces animale.

Pour la flore, la diversité végétale est largement représentée par les espèces cultivées dans les espaces verts. Les plantes sauvages de type orchidées, les fougères, les mousses sont également bien implantés à Paris.

Pour la faune, on recense 28 espèces de mammifères dont 11 espèces de chauves-souris, 4 espèces de reptiles, 11 espèces d'amphibiens (grenouilles, tritons), 66 espèces d'oiseaux nicheurs, 47 espèces de papillons et bien d'autres espèces de poissons, insectes, etc.

Si les espèces qui composent la biodiversité peuvent paraître encore nombreuses, certaines **populations sont très réduites**, d'autres en déclin. Enfin de nouvelles espèces s'installent également.

La biodiversité urbaine reste soumise à de nombreuses pressions spécifiques (Conseil Régional d'Ile-de-France, Stratégie Régionale pour la Biodiversité 2020-2030) qui limitent en diversité et en quantité les populations végétales et animales avec :

- Une taille réduite des espaces naturels et fragmentation des habitats empêchant les déplacements ;
- Un manque de ressources alimentaires et de lieux de reproduction (surtout pour les insectes et oiseaux spécialistes) ;
- Des pollutions variées : air, sol, eau, pollution sonore et lumineuse, qui favorisent les espèces généralistes et la rareté des espèces vulnérables.

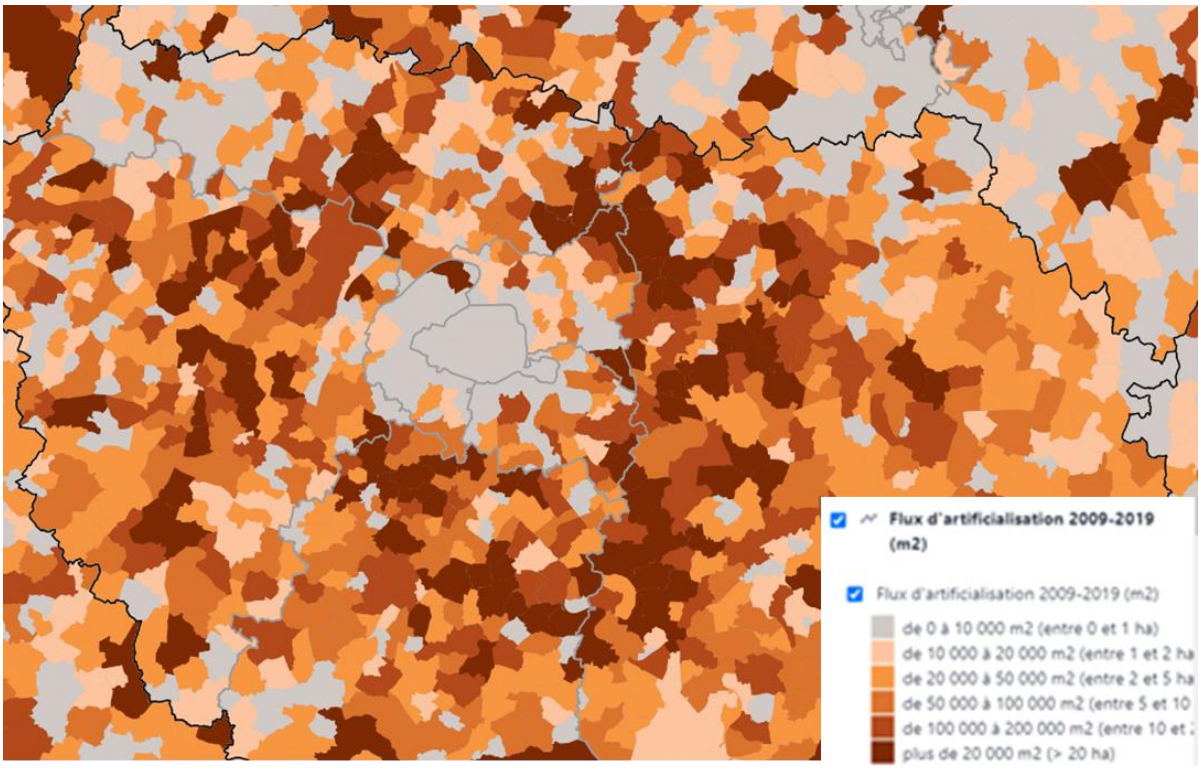
Ainsi la **biodiversité parisienne est par nature fragile** en termes d'abondance, de stabilité, de déplacements et d'interaction entre les espèces.

D'après les travaux de l'APUR en 2017 sur l'évolution de la nature à Paris depuis 1730, depuis la fin des trente glorieuses, on assiste à une reconquête de la nature en ville avec :

- 350 ha de plus pour les parcs et les jardins principalement dans les arrondissements périphériques ;
- La création de plus de 200 parcs et jardins ;
- 75 ha d'espaces de loisirs ;
- 15 ha de parcelles maraîchères ;
- La transformation des friches industrielles et des emprises ferroviaires (parc Clichy-Batignolles, jardins d'Eole, Petite ceinture etc.) ;
- La reconquête des infrastructures routières (par exemple Berges de la Seine rive gauche et rive droite) ;
- Le développement des arbres d'alignement avec 100000 arbres en 2017.

De même, **le flux d'artificialisation des sols** n'a pas augmenté à Paris entre 2009 et 2019.

Figure 23 : Flux d'artificialisation entre 2009 et 2019 à Paris et sa région (m^2)



Source : Cartographie du CEREMA, consultée en 2021.

En dépit de ces constats, **il n'est pas possible d'établir un diagnostic précis de l'évolution favorable ou défavorable de la biodiversité à Paris** en raison du manque d'observations continues (Ville de Paris, DEVE, Direction de la Biodiversité). Toutefois, celui-ci doit s'inscrire dans une dimension régionale et qui plus est internationale au vu de la nature systémique de la ressource (les espèces doivent s'étudier dans leur ensemble et en interaction les unes avec les autres, une disparition pouvant entrainer des effets cascade en chaîne).

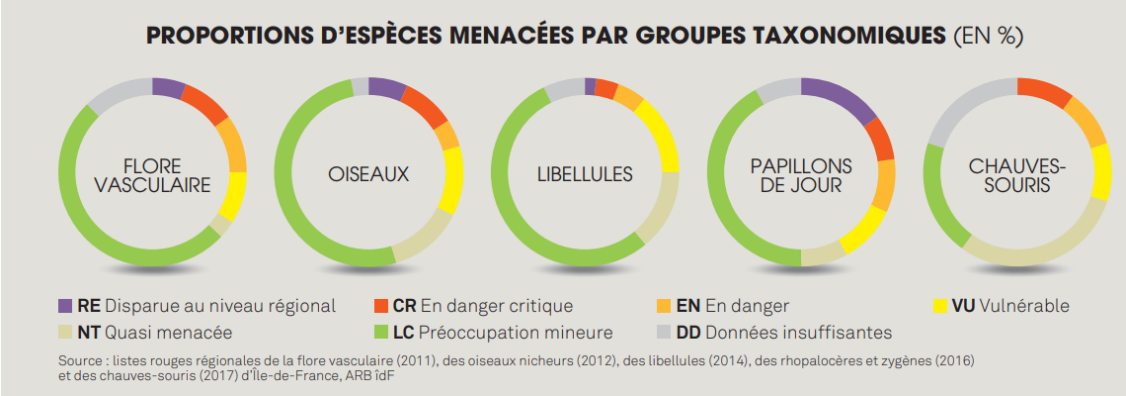
Le constat d'une dégradation tendancielle et prononcée de la biodiversité est partagé à toutes les échelles.

Le rapport du groupe d'experts de l'ONU sur la biodiversité (IPBES), dans son rapport d'évaluation global sur la biodiversité et les services écosystémiques (2019) annonce que la 6ème extinction massive de la biodiversité est en cours avec près de 60% d'animaux sauvages disparus depuis plus de 40 ans et annonce que près d'un million d'espèces animales et végétales sont

menacées d'extinction. Cette extinction massive est attribuée aux modèles de production et de consommation actuels.

Ce constat est soutenu par de nombreuses études récentes dont quelques chiffres clés sont exposés par Les Greniers d'Abondance (2020) : 33 % des oiseaux des milieux agricoles ont disparu en trente ans en lien direct avec les praticoles intensives, 38 % des chauves-souris en dix ans en France, 75 % des insectes en l'espace de 30 ans en Allemagne dans des zones naturelles protégées (constat non étudié mais partagé par la France), et 67 % dans des prairies en seulement dix ans.
D'après l'Agence Régionale de la Biodiversité (2019) dans son panorama de la biodiversité francilienne, la région Ile-de-France n'échappe pas à cet état des lieux. Tous les groupes d'espèces appartenant à des listes rouges (**Figure 24**) se retrouvent affectés par des menaces allant de la vulnérabilité à l'extinction régionale. Les menaces pèsent pour chacun des groupes sur environ la moitié des effectifs voire plus pour d'autres, qu'il s'agisse de taxons très diversifiés comme celui des plantes ou de petits ordres tels que les chauves-souris.

Figure 24 : Proportions d'espèces menacées par groupes taxonomiques (en %)



Source : ARB, IAU, 2017.

D'après le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE 2013), des compléments sont apportés sur la nature des disparitions à l'échelle régionale :

- 6% de la flore sauvage (environ 100 espèces dont divers Orchis, des linaigrettes, des gentianes) ;
- 6% des oiseaux nicheurs réguliers (Râle des genêts, Butor étoilé etc.) ; Les Pipistrelles communes ont décliné par exemple de 55% en onze ans (ARB, 2017). On assiste également à la disparition progressive des moineaux domestiques. Ainsi, l'Île-de-France a perdu un quart de ses oiseaux au cours des quinze dernières années (ARB, 2017).
- 12% de poissons naturellement présents dans le bassin de la Seine (Eperlan, Saumon atlantique) ;
- Un tiers des papillons diurnes ;
- 8% des orthoptères (criquet bourdonneur, grillon noirâtre etc.).

Les autres groupes comme les odonates, les amphibiens et reptiles, les mammifères semblent en apparence mieux pourvus mais pour certains au bord de l'extinction.

On observe également, en lien avec le changement climatique, **une translation des aires de répartition** avec la remontée des espèces de type méridionale pour la flore, divers insectes et certains oiseaux attirés par le développement des plans d'eau : canards, Grand Cormoran, Héron bihoreau par exemple

Les espèces invasives, introduites ou non par l'homme se sont développées, favorisées par le changement climatique :

- Des espèces végétales : Buddleja, Séneçon du Cap ;

- Des espèces aquatiques : plantes (Jussies par exemple), poissons (perche soleil, silure, poisson chat), invertébrés (écrevisses américaines, moule zébrée) ;
- Des oiseaux échappés de captivité ;
- Des mammifères introduits (Ragondin, Raton laveur).

Quand les conditions redeviennent favorables, on assiste aussi au retour de certaines espèces : Castor, Faucon pèlerin, poissons migrateurs dans la Seine en aval de Paris.

La biodiversité régionale est donc présente mais très fragile et plutôt en régression.

6.2 Evolution projetée

Tous les scénarios s'accordent sur une **poursuite d'une tendance lourde à l'érosion de la biodiversité** (SCRCE Ile-de-France, 2013) **,** sans doute moindre mais importante avec comme facteurs :

- La fragmentation des habitats naturels en lien avec la poursuite de l'artificialisation des sols et le développement des infrastructures de transport ;
- L'exploitation non durable d'espèces ;
- Les pollutions locales et diffuses.
- Le changement climatique qui jouera de façon défavorable et durable sur les écosystèmes.

En effet le changement climatique devrait entraîner :

- Une altération de la biodiversité en raison de la vitesse du changement. Certaines espèces ne pourront pas migrer et seront dans l'incapacité de s'adapter ;
- Une tendance à l'homogénéisation de la faune et la flore ;
- Une altération des milieux support de la biodiversité (eutrophisation des milieux aquatiques par exemple) ;
- Des épisodes de maladies et d'invasions potentiellement plus fréquents ;
- Le développement des espèces invasives.

Si le changement climatique apparaît comme un facteur limitant, la Ville de Paris peut agir sur l'ensemble des autres facteurs d'érosion. Le Plan biodiversité de Paris 2018-2024 affiche ainsi des objectifs à court-terme comme avec la création de 20 espaces de biodiversité pour 2020 ou la déminéralisation de 35% du territoire en surfaces perméables végétalisées d'ici à 2024.

Il n'existe pas à notre connaissance de scénario stratégique à plus long-terme pour le territoire.
Il est là aussi difficile d'évaluer les évolutions à long-terme pour le territoire.

SYNTHESE ET NOTATION DES RESSOURCES POUR L'INDICE 2020

Cet exercice entend nourrir l'actualisation de la note « aléas/ressources » de l'indice de vulnérabilité de Paris face aux changements climatiques et à la raréfaction des ressources. Nous présentons en premier lieu une vision synthétique des enjeux passées et à venir avant de proposer la notation.

Une vision synthétique des évolutions passées et à venir

Air	<u>Tendances observées :</u> • Un territoire fortement exposé à la pollution atmosphérique (Plan Santé Environnementale) ; • Non-respect des réglementations en 2020 pour : dioxyde d'azote (NO2), les particules fines (PM10 et PM2,5), l'ozone (O3) et le benzène (C6H6) ; • Baisse des niveaux de pollution entre 2009 et 2019 (Airparif 2019) mais absence de tendance de fond pour l'ozone ; • Une diminution de l'intensité des pointes de pollution à l'ozone entre 2000 et 2015 (INERIS, 2016) signe de l'efficacité relative des politiques de réduction des précurseurs. <u>Tendances projetées :</u> • Forte réduction des concentrations de particules et de dioxyde d'azote quel que soit le scénario, légère baisse pour l'ozone (Impact2C) ; • L'ozone reste une préoccupation à 2050 sous un scénario à +3°C (8% d'augmentation sur l'Europe) même si impact limité pour l'Europe de l'Ouest (Impact3C) ; • Un rôle prépondérant du facteur réglementation dans la diminution globale des pollutions. Le facteur température est minoritaire. Les concentrations de méthane sont plus importantes ce qui joue défavorablement sur l'ozone (Impact3C).
Energie	<u>Tendances observées :</u> Pour Paris : • Un mix parisien dépendant largement des énergies fossiles (Plan Climat de Paris 2018) mais peu dépendant du climat ; • 95% de l'énergie consommée à Paris importée (Stratégie d'adaptation de 2015, Stratégie de résilience de Paris de 2017) ; • Une baisse des consommations énergétiques de 9% par rapport à 2004 (Plan Climat de Paris 2018) ; • Une part des énergies renouvelables qui augmentent (+50% entre 2004 et 2015) (Plan Climat de Paris 2018). Pour la ressource : • Une consommation mondiale en hausse (2,1 fois plus élevé en 2017 qu'en 1977) ; • Des ressources fossiles sous pression avec un pic pétrolier probablement atteint en 2008 (AIE) ; • Les EnR (y compris biomasse et hydraulique) représentent 25% du mix mondial en 2017 ; <u>Tendances projetées :</u> Pour Paris : • Une forte réduction de la pression à 2050 ; • Une baisse de 50% de consommation par rapport à 2004 ; • 100% d'énergies renouvelables dont 20% produit localement (Plan Climat 2018).

	Pour la ressource : • Fortes incertitudes sur les contours futurs de la demande mondiale : +53% pour BP, +29% pour Shell, 0 pour le scénario DD de AIE par rapport à 2016 ; • Une demande globale d'électricité tirée à la hausse +57% d'ici 2050 ; • Une part des EnR qui pourrait atteindre 40% contre 25% en 2017 ; • Le changement climatique jouera un rôle croissant sur la gestion de la variabilité interannuelle de la disponibilité des EnR et sur les pics de consommation.
 Ressources en eau	<u>Tendances observées :</u> Pour Paris • Une baisse tendancielle de la consommation depuis les années 1990, qui ralentit néanmoins (Eau de Paris) ; • Un regain d'intérêt pour les usages de l'eau sous toutes ses formes dans un contexte de changement climatique ; • Pas de risque d'interruption complète grâce à la diversité des moyens de production (Eau de Paris). Pour la ressource • Forte pression démographique et économique (AESN) ; • Baisse des prélèvements mais tendances à la stagnation depuis quelques années (SEDIF) ; • Des eaux superficielles dans un état écologique moyen à mauvais (sur Paris) et état chimique mauvais avec substances persistances (enjeu baignade) ; • Une situation de fragilité quantitative pour la Seine en période d'étiage, une progression relative de la qualité (AESN) ; • Augmentation de la température de la Seine de +2°C depuis 19885 (AESN) ; • Une disponibilité des eaux souterraines jugées globalement bonne et stable mais des déséquilibres observés en certains points (AESN). • Une qualité chimique des nappes qui ne progresse pas du fait de pollutions persistantes (pesticides notamment) (AESN). <u>Tendances projetées</u> Pour la ressource • Tensions accrues sur les usages (Stratégie d'adaptation, AESNN) encore gérables à 2050, devenant critique en fin de siècle. • Des impacts forts du changement climatique (AESN) : ○ Des étiages plus sévères (10 à 30% de moins en 2100) avec un impact sur la qualité des cours d'eau ; ○ Augmentation des températures de l'eau de 2 à 3°C en fin de siècle et répercussions sur la qualité (pollutions, eutrophisation etc.) ; ○ Des sécheresses fortes et étendues en 2050 sans retour à la normale à partir de 2080 ; ○ Une baisse de la recharge des nappes (environ 10% en fin de siècle) avec des zones critiques. Pour Paris D'après l'étude Ernst & Young pour Eau de Paris : • Une baisse projetée des consommations mais avec un ralentissement (0,8% en moyenne contre 1,5%) ;

	• Un réchauffement climatique qui pourrait mener à une augmentation des consommations de l'ordre de 2% à partir de 2030 et jusqu'à l'horizon 2050 ; • Une augmentation, dès aujourd'hui, de la fréquence des pics de consommation ; • Un approvisionnement en eau potable assuré en 2050 d'après étude en cours dans la zone interconnectée (Ville de Paris, Eau de Paris, entretien).
Alimentation	<u>Tendances observées</u> Pour Paris : • Forte demande (2, 2 millions d'habitants, 1 million de travailleurs, visiteurs du tourisme) ; • Dépendance à des marchés lointains renforcée au détriment de son bassin régional d'approvisionnement historique ; • 70% des denrées viennent de France mais 650 km parcourus en moyenne (Stratégie alimentation durable, 2018) ; • Des lieux de production de l'alimentation animale éloignés (Stratégie alimentation durable 2018) ; • Régime parisien de moins en moins dépendant des protéines d'origine animale ; • Des efforts vers l'accroissement de la résilience alimentaire (restauration collective). Pour la ressource : • Une bonne disponibilité à l'échelle de la France (première productrice d'Europe) mais un renforcement de la dépendance extérieure (Rapport du Sénat, 2019) ; • Un modèle d'approvisionnement remis en cause par la crise de la COVID-19 (Deloitte, 2020) ; • Pressions multiples et croissantes en France et à travers le monde ; • Incidence forte de l'agriculture intensive sur l'érosion des sols et appauvrissement (GIEC, 2019) ; • Des effets déjà perceptibles du changement climatique en France (CGEDD-CGAAER, 2020) ; • D'autres pressions inquiétantes : effondrement biodiversité, disparition des zones humides, dépendance énergétique (Greniers d'abondance, 2020). <u>Tendances projetées</u> Pour la ressource • Une pression croissante du changement climatique en France: stagnation des rendements, effets sur la santé végétale et animale, sécheresses agricoles sévères, besoin accru irrigation, fort stress hydrique (Rapport du Sénat, 2019) Pour Paris : • Stratégie en faveur de la diversification des modes d'approvisionnement, la préservation des terres et la résilience des ressources agricoles, la transformation du modèle économique et sociale (Stratégie pour une alimentation durable, 2018). • Internationalisation à l'échelle urbaine et régionale du modèle d'approvisionnement agricole

<table>
<tr>
<td>
Biodiversité</td>
<td>
<u>Tendances observées</u>
Pour Paris :
• Nature présente (27% du territoire – APUR, 2017) mais sous pression de l'artificialisation et de l'urbanisation ; 16% du territoire en réservoirs de biodiversité fonctionnels ;
• Une reconquête réelle de la nature en ville (création de parcs et jardins, parcelles maraîchères, transformation des friches industrielles, reconquêtes des infrastructures routières, développement des arbres d'alignements etc.) ;
• Un flux d'artificialisation qui n'a pas augmenté entre 2009 et 2019 (cartographie CEREMA).
• Une biodiversité spécifique qui reste soumise à de nombreuses pressions (fragmentation, pollutions, absence de lieux de reproduction etc.) ;
• Un diagnostic d'évolution de la biodiversité impossible à établir (Ville de Paris, direction de la biodiversité).

Pour la ressource :
• Une biodiversité régionale présente mais très fragile (multiples pressions : agriculture intensive, fragmentation des habitats et artificialisation des sols etc.) ;
• Une biodiversité plutôt en déclin, un constat partagé à toutes les échelles (IPBS, 2019, ARB, 2019) ;
• Une translation des aires de répartition observée avec la remontée d'espèces méridionales en lien avec le changement climatique ;
• Des espèces invasives déjà favorisées ;
• Des succès observés (retour du Castor par exemple).

<u>Tendances projetées :</u>
Pour Paris :
• Fortes incertitudes sur les contours de la biodiversité à Paris dans le futur mais un déclin probable ;
• Un plan biodiversité (2018) en faveur de l'accroissement de la nature en ville à Paris à court-terme (35% du territoire en surfaces perméables végétalisées d'ici 2024) ;
• Une stratégie à plus long-terme à consolider ;

Pour la ressource :
• Une tendance lourde projetée à l'érosion (SCRCE Ile-de-France, 2013) ;
• Des menaces qui devraient perdurer : fragmentations des habitats liés à l'artificialisation, exploitations non durables d'espèces, pollutions locales et diffuses, changement climatique.
• Le changement climatique sera une réelle menace : un frein à la migration en raison de la vitesse du changement, une tendance à l'homogénéisation de la faune et la flore, altération des milieux supports, recrudescence des maladies et développement des invasives.
</td>
</tr>
</table>

Notation de la composante « ressource » de l'indice 2020

L'ensemble de l'analyse sert donc l'actualisation de la note « ressources ». Notons que l'ancien outil de 2012 n'intégrait que la dimension « occurrence future de la ressource ». Nous proposons d'intégrer plusieurs dimensions et de distinguer deux notes : une note historique et une note future à 2050, pour une vision évolutive des ressources et de la pression territoriale associée.

Les valeurs des notes de ressources historiques et futures restent fixes pour l'analyse des systèmes parisiens. Ces valeurs sont établies selon la grille de notation ci-dessous et appréciées à partir éléments bibliographiques mentionnés dans le présent rapport. Ce travail reste une appréciation qualitative qui ne saurait se substituer à une analyse quantitative et statistique, hors champ de la présente étude.

Nous présentons ci-après l'échelle de valeurs des notes de ressources historiques et à 2050 :

Ressource	Disponibilité pour Paris
1	Très satisfaisante
> 2	Satisfaisante
> 3	Acceptable
> 4	Dégradée
5	Fortement dégradée

Ces notes sont définies selon l'approche suivante :

Notation de la ressource historique ou future à 2050 :

On apprécie qualitativement deux composantes :

- *Pression observée ou future de Paris sur la ressource* : dépendance ou pression territoriale actuelle/projetée mais aussi évolution passée ou projetée (tendance à la hausse ou à la baisse de la dépendance)
- *La disponibilité globale de la ressource dont dépend Paris* (passée et projetée) au vu de son état quantitatif et qualitatif et des pressions.

La grille de notation suivante est appliquée :

	Disponibilité ressource observée ou projetée	Pression territoriale observée ou projetée
1	Très satisfaisante	Très faible
> 2	Satisfaisante	Faible
> 3	Acceptable	Moyenne
> 4	Dégradée	Forte
5	Fortement dégradée	Très forte

Les deux notes sont agrégées selon la formule suivante pour donner une note de ressource historique ou future :

$$Note\ ressource\ historique = \sqrt[2]{Disponibilité\ observée\ ou\ projetée * pression\ territoriale\ observée\ ou\ projetée}$$

Grille d'évaluation et justification

Les notations sont assorties d'un argumentaire sourcé permettant de les justifier.

	Tendances observées					*Tendances futures*				
Notations des ressources	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note historique**	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note 2050**
Energie	• Une consommation mondiale en hausse (2,1 fois plus élevé en 2017 qu'en 1977) ; • Des ressources fossiles sous pression avec un pic pétrolier probablement atteint en 2008 (AIE); • Les EnR (y compris biomasse et hydraulique) représentent 25% du mix mondial en 2017.	3	• Un mix parisien dépendant largement des énergies fossiles (Plan Climat de Paris 2018) mais peu dépendant du climat ; • 95% de l'énergie consommée à Paris importée (Stratégie d'adaptation de 2015, Stratégie de résilience de Paris de 2017). • Une baisse des consommations énergétiques de 9% par rapport à 2004 (Plan Climat de Paris 2018); • Une part des énergies renouvelables qui augmentent (+50% entre 2004 et 2015) (Plan Climat de Paris 2018).	4	**3,5**	Incertitudes sur les contours futurs de la demande mondiale : +53% pour BP, +29% pour Shell , 0 pour le scénario DD de AIE par rapport à 2016; • Une demande globale d'électricité tirée à la hausse +57% d'ici 2050; • Une part des EnR qui pourrait atteindre 40% contre 25% en 2017; • Un rôle croissant du CC (gestion de la variabilité interannuelle de la disponibilité des EnR et sur les pics de consommation).	4	• Une forte réduction de la pression à 2050; • Une baisse de 50% de consommation par rapport à 2004; • 100% d'énergies renouvelables dont 20% produit localement (Plan Climat 2018).	2	**2,8**

Notations des ressources	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note historique**	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note 2050**
Ressources en eau	• Forte pression démographique et économique (AESN) ; • Baisse des prélèvements mais tendances à la stagnation (SEDIF) ; • Des eaux superficielles dans un état écologique moyen à mauvais (sur Paris) et état chimique mauvais avec substances persistances (enjeu baignade) ; • Une situation de fragilité quantitative pour la Seine en période d'étiage, une progression relative de la qualité (AESN) ; • Augmentation de la température de la Seine de +2°C depuis 19885 (AESN) ; • Une disponibilité des eaux souterraines jugées globalement bonne et stable mais des déséquilibres observés en certains points (AESN). • Une qualité chimique des	3	• Une baisse tendancielle de la consommation depuis les années 1990, qui ralentit néanmoins (Eau de Paris) ; • Un regain d'intérêt pour les usages de l'eau sous toutes ses formes dans un contexte de changement climatique ; • Pas de risque d'interruption complète grâce à la diversité des moyens de production (Eau de Paris).	2	**2,4**	• Tensions accrues sur les usages (Stratégie d'adaptation, AESNN) encore gérables à 2050, devenant critique en fin de siècle. • Des impacts forts du changement climatique (AESN) : o Des étiages plus sévères (10 à 30% de moins en 2100) avec un impact sur la qualité des cours d'eau ; o Augmentation des températures de l'eau de 2 à 3°C en fin de siècle et répercussions sur la qualité (pollutions, eutrophisation etc.) ; o Des sécheresses fortes et étendues en 2050 sans retour à la normale à partir de 2080 ; o Une baisse de la recharge des nappes (environ 10% en fin de siècle) avec des zones critiques.	5	D'après l'étude Ernst & Young pour Eau de Paris : • Une baisse projetée des consommations mais avec un ralentissement (0,8% en moyenne contre 1,5%) ; • Un réchauffement climatique qui pourrait mener à une augmentation des consommations de l'ordre de 2% à partir de 2030 et jusqu'à l'horizon 2050 ; • Une augmentation, dès aujourd'hui, de la fréquence des pics de consommation ; • Un approvisionnement en eau potable assuré en 2050 d'après étude en cours dans la zone interconnectée (Ville de Paris, Eau de Paris, entretien).	3	**3,9**

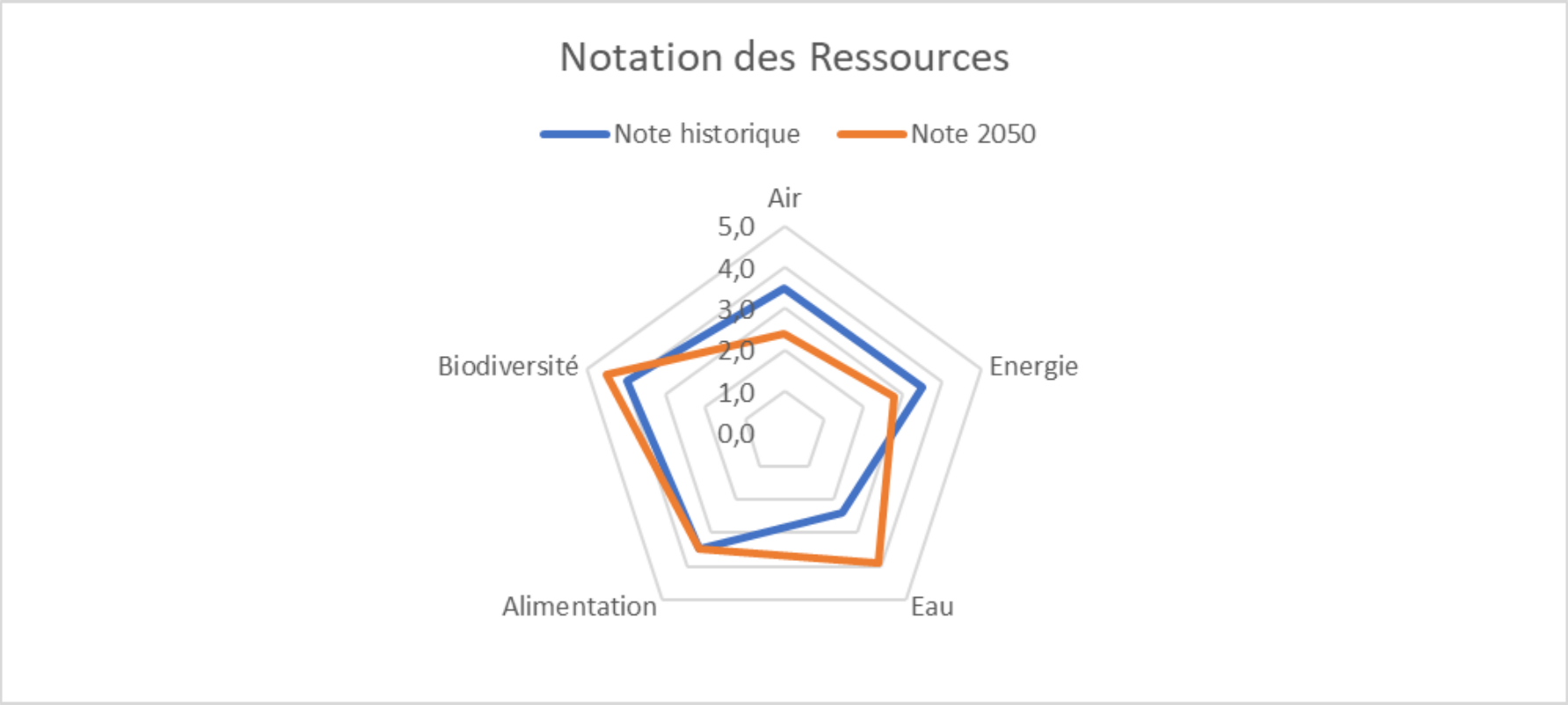
Notations des ressources	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note historique**	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note 2050**
Alimentation	• Une bonne disponibilité à l'échelle de la France (première productrice d'Europe) mais un renforcement de la dépendance extérieure (Rapport du Sénat, 2019) ; • Un modèle d'approvisionnement remis en cause par la crise de la COVID-19 (Deloitte, 2020) ; • Pressions multiples et croissantes en France et à travers le monde ; • Incidence forte de l'agriculture intensive sur l'érosion des sols et appauvrissement (GIEC, 2019) ; • Des effets déjà perceptibles du changement climatique en France (CGEDD-CGAAER, 2020) ; • D'autres pressions inquiétantes : effondrement biodiversité, disparition des zones humides, dépendance énergétique	3	• Forte demande (2, 2 millions d'habitants, 1 million de travailleurs, visiteurs du tourisme) ; • Dépendance à des marchés lointains renforcée au détriment de son bassin régional d'approvisionnement historique ; • 70% des denrées viennent de France mais 650 km parcourus en moyenne (Stratégie alimentation durable, 2018) ; • Des lieux de production de l'alimentation animale éloignés (Stratégie alimentation durable 2018) ; • Régime parisien de moins en moins dépendant des protéines d'origine animale ; • Des efforts vers l'accroissement de la résilience alimentaire (restauration collective).	4	**3,5**	• Une pression croissante du changement climatique : stagnation des rendements, effets sur la santé végétale et animale, sécheresses agricoles sévères, besoin accru irrigation, fort stress hydrique (Rapport du Sénat, 2019)	4	• Stratégie en faveur de la diversification des modes d'approvisionnement, la préservation des terres et la résilience des ressources agricoles, la transformation du modèle économique et sociale (Stratégie pour une alimentation durable, 2018)..	3	**3,5**

Notations des ressources	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note historique**	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	**Note 2050**
Biodiversité	• Une biodiversité régionale présente mais très fragile (multiples pressions : agriculture intensive, fragmentation des habitats et artificialisation des sols etc.) ; • Une biodiversité plutôt en déclin, un constat partagé à toutes les échelles (IPBS, 2019, ARB, 2019) ; • Une translation des aires de répartition observée avec la remontée d'espèces méridionales en lien avec le changement climatique ; • Des espèces invasives déjà favorisées ; • Des succès observés (retour du Castor par exemple).	4	• Nature présente (27% du territoire – APUR, 2017) mais sous pression de l'artificialisation et de l'urbanisation ; 16% du territoire en réservoirs de biodiversité fonctionnels ; • Une reconquête réelle de la nature en ville (création de parcs et jardins, parcelles maraîchères, transformation des friches industrielles, reconquêtes des infrastructures routières, développement des arbres d'alignements etc.) ; • Un flux d'artificialisation qui n'a pas augmenté entre 2009 et 2019 (cartographie CEREMA). • Une biodiversité spécifique qui reste soumise à de nombreuses pressions (fragmentation, pollutions, absence de lieux de reproduction etc.) ;	4	**4,0**	• Une tendance lourde projetée à l'érosion (SCRCE Ile-de-France, 2013) ; • Des menaces qui devraient perdurer : fragmentations des habitats liés à l'artificialisation, exploitations non durables d'espèces, pollutions locales et diffuses, changement climatique. • Le changement climatique sera une réelle menace : un frein à la migration en raison de la vitesse du changement, une tendance à l'homogénéisation de la faune et la flore, altération des milieux supports, recrudescence des maladies et développement des invasives.	5	• Fortes incertitudes sur les contours de la biodiversité à Paris dans le futur mais un déclin probable ; • Un plan biodiversité (2018) en faveur de l'accroissement de la nature en ville à Paris à court-terme (35% du territoire en surfaces perméables végétalisées d'ici 2024) ; • Une stratégie à plus long-terme à consolider.	4	**4,5**

Notations des ressources	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	Note historique	Disponibilité de la ressource	N	Pression territoriale	N	Note 2050
Qualité de l'air	Réglementation favorable à la baisse tendancielle de concentrations des polluants atmosphériques Les concentrations de méhane à l'échelle mondiale peuvent néanmoins jouer défavorablement sur l'ozone	3	•Territoire fortement exposé à la pollution atmosphérique (Plan Santé Environnementale) • Non respect des réglementations en 2020 pour: dioxyde d'azote (NO_2), les particules fines (PM10 et PM2,5), l'ozone (O_3) et le benzène (C_6H_6) • Baisse des niveaux de pollution entre 2009 et 2019 (Airparif 2019) • Pas de tendance de fond pour l'ozone • Intensité des pointes de pollution à l'ozone a bien diminué entre 2000 et 2015 (INERIS, 2016)	4	**3,5**	• Forte réduction des concentrations de particules et de dioxyde d'azote. (Impact2C) • L'ozone reste une préoccupation à 2050 sous un climat à +3°C (8% d'augmentation sur l'Europe) (Impact3C) • Facteur réglementation joue un rôle prépondérant dans la diminution globale des pollutions mais les concentrations de méthane augmentent (Impact3C)	3	• Un objectif de non-dépassement dès 2030 des seuils de pollution OMS pour Paris (Plan Climat)	2	**2,4**

Résultats

La notation permet de dégager une vision des ressources prioritaires pour le territoire parisien. 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 avancée et des réglementations sur les deux volets. 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 critique (en été notamment). Les pressions sur le système alimentaire devraient rester vives, mais le développement de l'autonomie alimentaire et la transformation des modes de vie devraient compenser les pressions à 2050.



BIBLIOGRAPHIE ET DONNÉES

CGEDD et CGAAER, 2020 :Changement climatique, eau et agriculture

CGDD, 2020 : L'environnement en France - Focus « Ressources naturelles » en 14 infographies.

CGDD, 2020 : L'environnement en France - Focus « Ressources naturelles ». 241 p

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2020 : Les chiffres clés de l'énergie en 2020.

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2020 : La stratégie Nationale Bas-Carbone.

Les Greniers de l'abondance, 2020 : Vers la résilience alimentaire.

Deloitte, 2020 : Covid-19 un impact durable sur l'écosystème agroalimentaire français et international

AirParif, 2019 : Bilan 2019 de la qualité de l'air en Ile-de-France

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2019 : Rapport d'activité 2019.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2019 : Etat des lieux, quelle qualité des eaux en Seine-Normandie.

Agence Régionale de la Biodiversité, 2019 : Panorama de la biodiversité francilienne.

Eau de Paris, 2019 : Rapport annuel 2019.

IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

IRP, 2019: Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme.

Sénat, 2019 : Rapport « adapter la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050 : urgence déclarée ».

Conseil Régional d'Ile-de-France 2018 : Stratégie Régionale pour la Biodiversité 2020-2030

IEA, 2018 : World Energy outlook 2018.

Ville de Paris, 2018 : Plan Climat de Paris.

Ville de Paris, 2018 : Plan Biodiversité de Paris 2018-2024.

Ville de Paris, 2018 : Stratégie de Paris pour une alimentation durable.

Eau de Paris, 2017 : Rapport annuel 2017.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2017 : Stratégie d'adaptation au changement climatique du Bassin Seine-Normandie.
Ville de Paris, 2017 : Plan Santé environnement.

Ville de Paris, 2017 : Stratégie de résilience de Paris.

Dorcbies, D., 2016: Climate change impact on the management of water resources in the Seine River basin, France.

Lacressonnière, G., Foret, G., Beekmann, M., Siour, G., Engardt, M., Gauss, M., Watson, L., Andersson, C., Colette, A, Josse, B., Marécal V., Nyiri, A., and Vautard, R., 2016: Impacts of regional climate change on air quality projections and associated uncertainties, Climatic Change, 136:309–324, DOI 10.1007/s10584-016-1619-z.

INERIS, 2016 : Analyse des tendances nationales en matière de qualité de l'air, 2016.

Ville de Paris, 2015 : Stratégie d'adaptation au changement climatique.

Ville de Paris, 2015 : Schéma Directeur des usages et du réseau d'eau non potable 2015-2020.

Conseil Régional d'Ile-de-France, Préfecture, 2013 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique.

SEDIF, 2011 : Schéma directeur 2011-2025, première révision.

Deguen S, Petit C, Delbarre A, Kihal W, Padilla C, et al., 2015: Neighbourhood Characteristics and Long-Term Air Pollution Levels Modify the Association between the Short-Term Nitrogen Dioxide Concentrations and All-Cause Mortality in Paris. PLOS ONE 10(7): e0131463. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131463

MEEDDM, 2009 (sous la dir de A. Ducharne) : Projet RExHySS Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme, projet GICC, rapport de fin de contrat.

Langlois, M., 1993 : Rareté, utilité et valeur : l'approche économique

Sites consultés :

- Episode de pollution atmosphérique à l'ozone : décryptage | Ineris, consulté le 5/01/21
- Projet Impact2C: Impact2C Startseite/Konfiguration (hzg.de) , consulté le 5/01/21
- PRB Population Reference Bureau, consulté le 5/01/21
- Paris pour le climat - Ville de Paris, consulté le 5/01/21
- Le plan local d'urbanisme (PLU) - Ville de Paris, consulté le 5/01/21
- Impact3C- Changement climatique et qualité de l'air.doc (gip-ecofor.org) , consulté le 6/01/21
- Developments and Forecasts of Aggravating Resource Scarcity | Knowledge for policy (europa.eu) , consulté le 6/01/21
- Découvrir & Comprendre - L'impact du climat sur le secteur de l'énergie (cea.fr), consulté le 7/01/21
- Réguler - Eau de Paris, consulté le 8/01/21
- Prélèvements AEP - SIGES Seine-Normandie - ©2021 (brgm.fr), consulté le 8/01/21
- Surveillance - DREAL Grand Est (developpement-durable.gouv.fr), consulté le 8/01/21
- Le Plan Climat Energie Territorial de la ville de Paris - PCET - PCAET | Agence Parisienne du Climat (apc-paris.com), consulté le 8/01/21
- Explore 2070 | Le portail technique de l'OFB

Cartographies pour le volet ressources :

- Air : AirParif : Bilans et cartes annuels de pollution
- Air : Impact2C : Ozone Pollution (impact2c.eu), Particulate Matter Pollution (impact2c.eu)
- Biodiversité : APUR : Évolution nature - Apur
- Eau : Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2019 : Rapport d'activité 2019.
- Artificialisation des sols : NgprVisualiseurProdige (cerema.fr)

ANNEXE 1
GRILLE DE NOTATION DES RESSOURCES

ANNEXE 2
SYNTHESE DES ENTRETIENS