

Vulnérabilités et atouts du bassin rennais : quelle adaptation face au changement climatique ?

INTRODUCTION

En Bretagne comme sur l'ensemble du globe, le changement climatique est à l'œuvre et les territoires vont devoir s'adapter. Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liées aux activités anthropiques, dont l'impact n'est plus à démontrer, sont aujourd'hui près de sept fois plus importantes qu'en 1950¹ à l'échelle mondiale. Étant donné l'inertie considérable du climat, le proche avenir climatique, à horizon 2050, est donc pour l'essentiel déjà écrit. Dans ce contexte, il est certes nécessaire de réduire au plus vite ces émissions, mais il faut également préparer les territoires au climat de demain. L'**adaptation** aux changements climatiques à venir doit donc être envisagée comme un complément désormais indispensable aux actions d'**atténuation** déjà engagées. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), à travers son dernier rapport d'octobre 2018², a de nouveau affirmé l'importance de ces deux concepts majeurs.

À l'échelle de Rennes Métropole, le Plan Climat Air Énergie Territorial a été adopté le 4 avril 2019³ et a fixé des objectifs en matière de réduction de GES⁴ et de consommation d'énergie, conformément aux engagements de la France pris lors de l'accord de Paris en 2015. Le document, structuré en dix ambitions, inclut un volet sur la nécessité de « **Préparer le territoire aux conséquences du changement climatique** ». L'objectif est d'augmenter la résilience du territoire métropolitain en intégrant davantage l'adaptation climatique dans l'action publique et privée, à tous les échelons possibles. C'est dans le cadre de ce dernier volet que l'Audiar a lancé ce travail afin d'identifier, avec l'aide des différents acteurs locaux (scientifiques, acteurs économiques, gestionnaires des ressources...), les principales vulnérabilités et les atouts du territoire rennais face aux changements climatiques à venir⁵. Cette note, à travers une vision d'ensemble, synthétise ainsi **cinq grands enjeux d'adaptation pour le bassin rennais**,

dans un contexte de changement climatique retranscrit localement par le laboratoire LETG (Université Rennes 2). C'est une première étape dans la définition d'une stratégie globale d'adaptation du territoire.

QUEL PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE ?

Selon les enjeux et les thématiques étudiés, il est indispensable de faire varier les échelles d'analyse. Le périmètre du diagnostic comme celui des actions mises en place doit être flexible. L'Ademe distingue ainsi deux types de périmètres, généralement utilisés par les collectivités lors des diagnostics de vulnérabilité :

Le périmètre de base concerne les services publics assurés par la collectivité : gestion des déchets, services de secours, services hospitaliers, voirie, transports publics, aménagement du territoire, espaces verts...

Le périmètre élargi qui inclut les secteurs économiques (ex. : agriculture, tourisme...), les milieux et écosystèmes (ex. : eau, biodiversité, forêt...), des enjeux transversaux pour le territoire (ex. : santé des citoyens...).

Source : Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique – Éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale, Ademe, 2012.



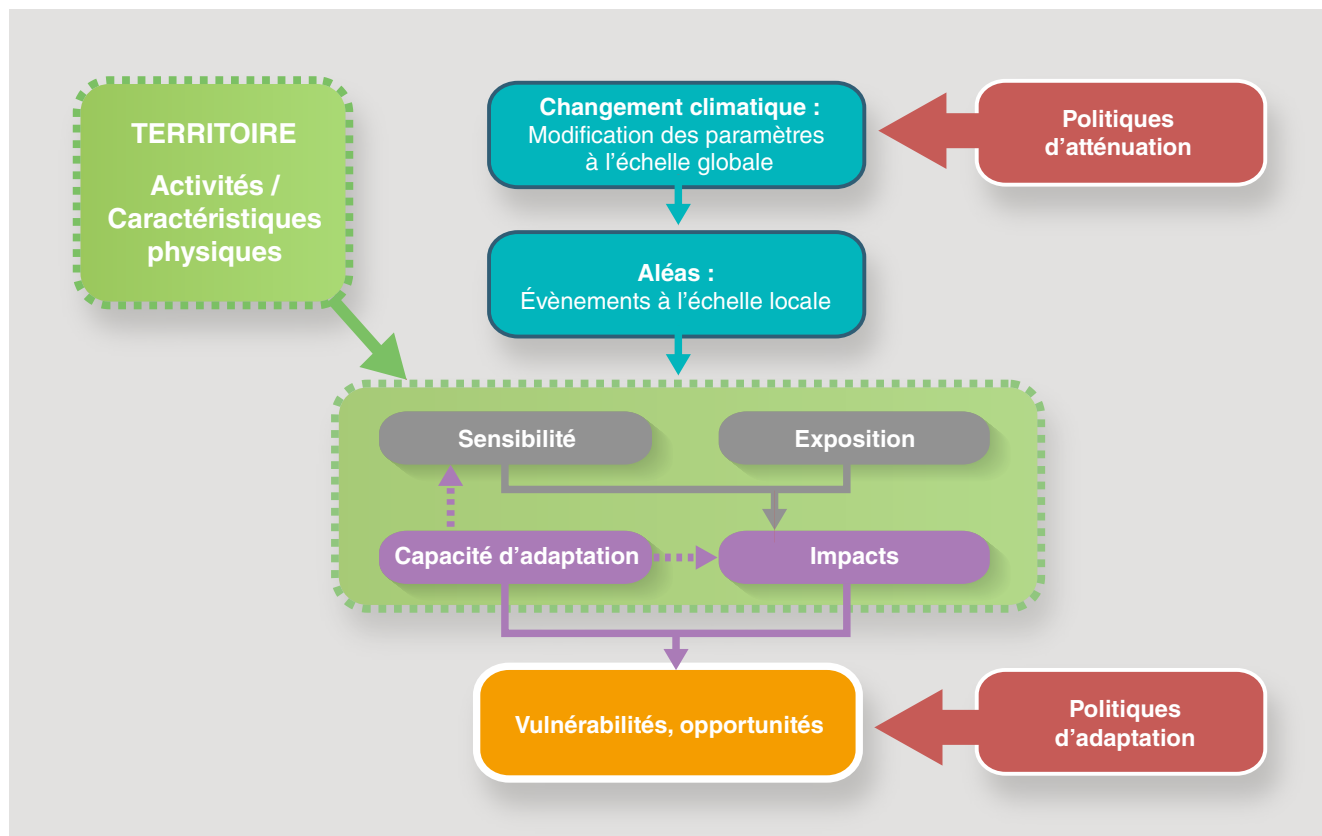
1 Center for climate and energy solutions.

2 Global Warming of 1.5°C, IPCC, 2018.

3 <https://metropole.rennes.fr/le-plan-climat-de-rennes-metropole>.

4 -40 de GES d'ici 2030, soit une division par deux des émissions par habitant.

5 Cette démarche s'inscrit également dans la lignée du second Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), notamment dans la composante « Connaissance et information ».



Source : Audiar, 2019.

CONCEPTS / DÉFINITIONS

Atténuation : une activité contribue à l'atténuation du changement climatique si elle réduit les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, ou si elle favorise le stockage carbone à travers l'eau et la biodiversité.

Capacité d'adaptation : caractéristiques propres au territoire et mesures entreprises à l'échelle du territoire pour éviter les effets néfastes du changement climatique et profiter des opportunités qui se présentent.

Aléa : phénomène naturel dont l'occurrence peut avoir un impact sur les systèmes humains et/ou naturels.

Exposition : personnes, moyens de subsistance, espèces ou écosystèmes, fonctions environnementales, services et ressources, infrastructures ou biens économiques, sociaux ou culturels situés dans des zones susceptibles d'être affectés négativement.

Sensibilité : caractéristiques des zones considérées rendant le territoire plus ou moins sensible à l'aléa.

Vulnérabilité : degré de fragilité d'un système humain et/ou naturel, découlant de l'analyse croisée de son exposition, de sa sensibilité et des politiques publiques mises en œuvre pour pondérer ce degré de fragilité.

Source : Comprendre l'adaptation au changement climatique, Arene/IAU, 2018.

Source : Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique – Éléments méthodologiques tirés de l'expérience internationale, Ademe, 2012.





© Julien Mignot - Destination Rennes.

L'ÉVOLUTION DU CLIMAT À RENNES

Vincent Dubreuil, (géographe climatologue, laboratoire LETG Rennes - Université Rennes 2)

Un réchauffement bien marqué, surtout en ville

Situé dans un climat de type tempéré océanique aux hivers doux (5,1°C en janvier) et étés frais (18,3°C en juillet), le bassin rennais se distingue du reste de l'intérieur de la Bretagne par une pluviométrie moindre (moins de 700 millimètres de pluie par an). Les contrastes saisonniers sont peu marqués du fait de la grande variabilité des types de temps tout au long de l'année avec une nébulosité assez importante (environ 1800 heures d'ensoleillement annuel). Ces données moyennes cachent une modification sensible du climat observée depuis les années 1950.

En effet, l'évolution des températures moyennes annuelles à Rennes comme en Bretagne montre un **net réchauffement depuis 1950**. Sur la période 1950-2018, la tendance observée sur les températures moyennes annuelles se situe entre +0,2°C et +0,3°C par décennie. Le réchauffement climatique se marque également par la plus forte fréquence des journées chaudes et une moindre fréquence des jours de gel.

Comme toutes les villes, Rennes génère aussi des conditions climatiques spécifiques liées à son occupation du sol : urbanisation, bâti, voirie modifient le bilan radiatif local tandis que la moindre présence de la végé-

tation en ville limite le refroidissement de l'air lié à l'évapotranspiration. Il en résulte un climat plus chaud en ville que dans les campagnes environnantes. Cet écart de température ville-campagne, que l'on appelle **îlot de Chaleur Urbain (ICU)**, varie en fonction des conditions météorologiques mais aussi des heures de la journée. En effet, la restitution de chaleur s'effectue surtout la nuit, et elle est d'autant plus marquée que le ciel est clair et que le vent est faible. C'est aussi la raison pour laquelle ce phénomène est plus marqué en été qu'en hiver. L'intensité de l'ICU atteint en moyenne 1°C (mais dépasse parfois 7°C !), soit autant que l'élévation de température observée à la station de Saint-Jacques-de-la-Lande depuis 1950. **La ville accentue donc localement le réchauffement climatique global.**

Une forte variabilité inter-annuelle des précipitations

Contrairement aux températures, il n'existe pas une tendance significative d'évolution des précipitations à l'échelle annuelle. La forte variabilité interannuelle des pluies peut entraîner des périodes de forts excédents (crues de la Vilaine de 1966, 1999 ou 2001). Région peu arrosée en moyenne, le bassin rennais connaît aussi certaines années des sécheresses importantes, généralement centrées sur la période estivale. L'augmentation des températures induit une augmentation de l'évapotranspiration qui, si elle s'accompagne d'une réduction des pluies en début (1976) ou en fin d'été (1989-90), peut générer des étiages sévères parfois accompagnés de vagues de chaleur (canicules de 2003 ou 2006).

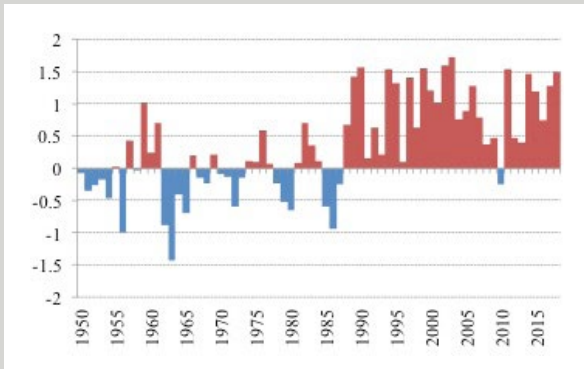
Les projections climatiques et les événements extrêmes à Rennes

Pour connaître le climat futur, les modèles numériques du climat intègrent différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre (GES). Le scénario le plus pessimiste (RCP8.5) prévoit une augmentation de la température moyenne du globe de 3 à 5°C par rapport à l'actuelle. En Bretagne, les projections climatiques montrent une **poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario**. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6, lequel intègre une politique climatique volontariste visant à faire baisser les concentrations en CO₂.

L'analyse de l'exposition et de la sensibilité au climat passé permet d'identifier des tendances qui pourraient s'accélérer, voire s'accroître à l'avenir. Certains aléas devraient voir leur fréquence augmenter, aggravant l'exposition du territoire rennais aux événements climatiques : **vague de chaleur et canicule, sécheresse et déficit estival, pluies de forte intensité**. D'autres phénomènes verraient leur fréquence diminuer comme le gel, sans disparaître pour autant. Des incertitudes subsistent sur les vents forts et les pluies hivernales dont il est difficile de prévoir l'évolution dans la mesure où les divergences sont fortes selon les modèles ou les scénarios pris en compte.



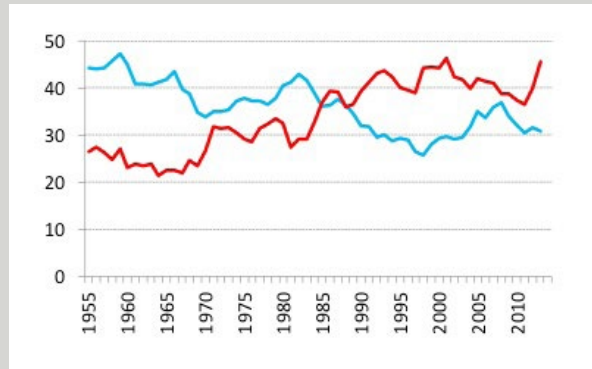
© Julien Mignot - Rennes, ville et métropole.



Évolution de la température moyenne à Rennes :

Écart à la moyenne 1961-1990 (11,4°C). Toutes les années dont l'écart à la moyenne est supérieur à 1,5°C sont postérieures à 1990 et une seule année (2010) a connu un écart à la moyenne négatif depuis 1988.

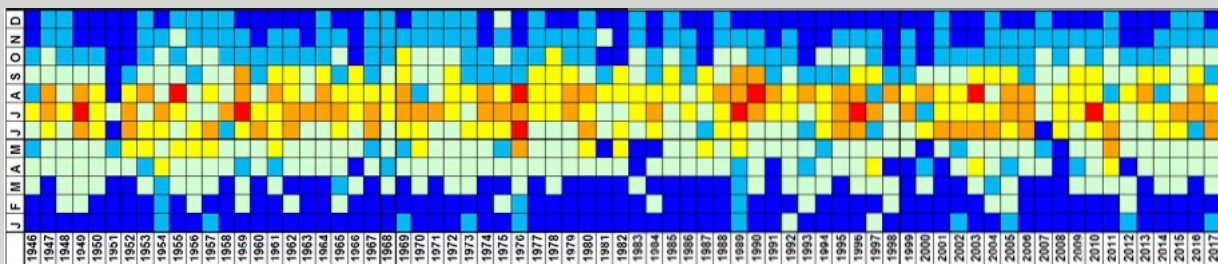
Source : Météo France. Réalisation : LETG Rennes.



Nombre de jours chauds (plus de 25°C, en rouge) et de jours de gel (moins de 0°C, en bleu) à Rennes

Moyenne glissante sur 10 ans. Depuis la fin des années 80, le gel à Rennes est devenu moins fréquent (30 jours par an) que les jours chauds (40 en moyenne chaque année). Les années qui ont connu moins de 10 jours de gel (2002 et 2014), comme celles qui ont connu plus de 70 jours chauds (2003 et 2018) sont toutes au XXI^e siècle.

Source : Météo France. Réalisation : LETG Rennes.



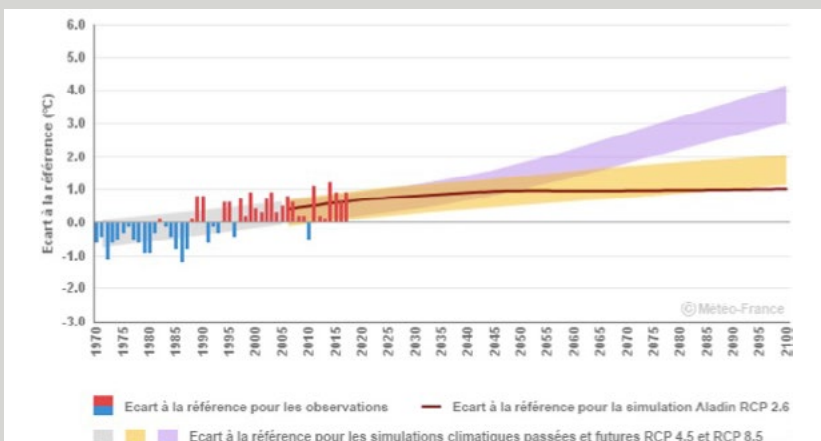
Variabilité interannuelle du bilan de l'eau à Rennes

Les mois sont classés du bleu (bilan excédentaire) au rouge (très fort déficit). Source : Météo France. Réalisation : LETG Rennes.

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
J	0.6	0.5	0.3	0.6	0.7	1.2	1.7	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9
F	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8	1.2	1.5	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.2	0.9	0.3	0.3
M	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.7	1.2	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.4	0.5	-0.2	0.0
A	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.0	0.6	1.2	2.2	2.9	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	2.9	2.8	2.8	1.9	0.3	-0.9	-0.9	-0.3
M	0.7	0.6	0.6	0.5	0.2	0.1	0.3	0.7	1.1	1.7	2.0	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	1.2	1.0	0.9	0.9
J	0.0	0.2	0.4	0.5	0.5	0.7	1.1	1.7	2.2	2.7	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	1.8	0.8	0.3	-0.9	-0.2	-0.1
J	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.8	1.6	2.1	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	2.9	2.4	1.2	0.2	-0.9	-0.6	-0.3
A	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	1.1	1.5	1.9	2.2	2.4	2.5	2.5	2.5	2.3	2.3	2.2	2.0	1.9	1.1	0.3	-0.3	-0.4	0.3
S	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.8	1.5	2.4	2.9	3.3	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	2.7	1.4	-0.4	-0.5	0.1
O	0.7	0.7	0.5	0.4	0.6	1.1	1.7	2.1	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.4	0.1	0.1	0.6	0.3
N	1.0	0.8	0.4	0.2	0.5	0.9	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6	1.5	1.4	1.2
D	1.0	0.8	0.6	0.5	0.6	1.1	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.2

Différence de température mesurée entre le centre-ville de Rennes et la campagne par mois (ligne) et par heure (colonne) en 2010. Ces mesures ont pu être réalisées grâce à la mise en place d'un réseau de mesure dès le début des années 2000.

Source et réalisation : LETG Rennes.



Température moyenne annuelle en Bretagne

Écart à la référence 1976-2005 - Observations et simulation climatiques pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5.

Source et réalisation : Météo France.

CHIFFRES CLÉS DU TERRITOIRE



Démographie

443 000 habitants sur Rennes Métropole en 2016
+200 000 habitants depuis 1968
 (+1,3%/an en moyenne)
2^e métropole la plus dynamique de France sur le plan démographique sur la période 2006-2016
570 000 habitants en 2050
 (+0,8%/an en moyenne)



Économie

242 000 emplois en 2015 sur Rennes Métropole (1^{er} pôle économique régional)
52 % des emplois d'Ille-et-Vilaine
57 % des effectifs salariés privés concernent des activités de services et le numérique
17 000 emplois sur l'Ille-et-Vilaine concernent les Industries Agro-Alimentaires (IAA) (10,1 % des effectifs du privé hors Rennes Métropole)
+ 17 % d'effectifs dans les IAA entre 2007 et 2017 en Ille-et-Vilaine (département le plus dynamique de France)



Artificialisation des sols

20 % du territoire de la métropole est aujourd'hui urbanisé (hors habitat isolé) contre 7 % en Bretagne
+ 42 % de surfaces urbanisées depuis 1982
54 % des terres urbanisées le sont pour construire des logements (30 % pour de l'activité)
 Entre 2005 et 2014, **42 % de la production** de logements s'est faite en densification (renouvellement urbain ou dents creuses)

CINQ GRANDS ENJEUX D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE BASSIN RENNAIS

L'adaptation, une solution pour pérenniser l'attractivité du territoire dans un contexte de changement climatique

L'attractivité de la métropole rennaise, depuis les années 60, s'est traduite par des pressions accrues sur les écosystèmes et les ressources naturelles. Soutenue par l'arrivée de nouveaux habitants, une forte croissance économique et un éclatement du modèle urbain traditionnel, la consommation foncière a atteint son plus haut niveau entre 1989 et 2001, avec près de 250 hectares artificialisés par an en moyenne.

D'ici 2050, la métropole prévoit d'accueillir entre 3700 et 3900 habitants par an (soit une croissance annuelle de +0,7 % / +0,8 %) pour atteindre 570 000 habitants en 2050. Comment accueillir ces nouveaux arrivants (et les activités économiques y étant associées) sans accentuer la vulnérabilité du territoire au changement climatique ?

Ces tendances sont à mettre en perspective avec les évolutions du climat à venir : la question de l'adaptation est à mettre en cœur du modèle de développement. Si l'enjeu est de taille, la mise en application est complexe, car elle nécessite de penser les politiques de façon transversales et de se projeter dans des temporalités longues. De plus, une vision systémique du territoire est nécessaire, les enjeux étant bien souvent en interaction les uns avec les autres.

L'exercice mis en place a permis d'identifier **cinq grands enjeux** qui nécessitent la mise en place de politiques d'adaptation dans les années à venir. Néanmoins, comme dans tout système, chaque action doit être appréhendée avec recul, en prenant en compte les rétroactions possibles (boucles positives ou négatives) sur les autres secteurs, sous peine d'augmenter la vulnérabilité du territoire au lieu de la réduire, et donc de développer une **mal-adaptation**.

QU'EST-CE QUE LA MAL-ADAPTATION ?

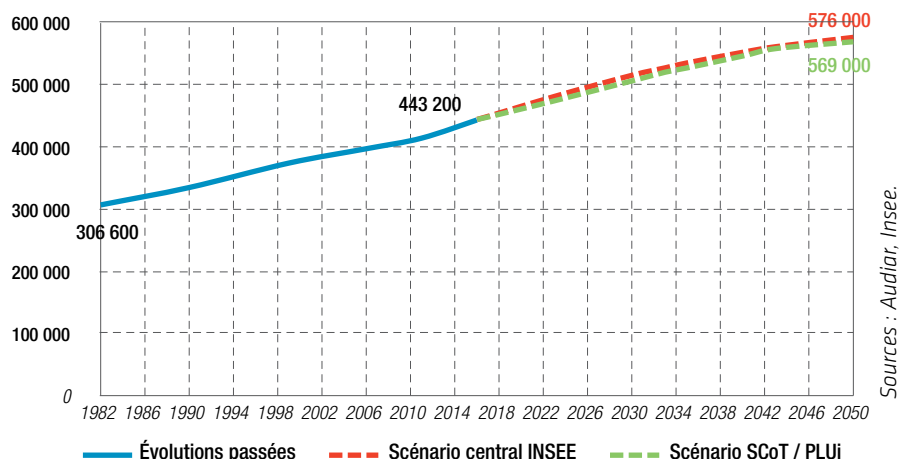
On utilise le concept de mal-adaptation pour désigner un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire.

Une situation de mal-adaptation correspond à l'une des situations suivantes :

- utilisation inefficace de ressources comparée à d'autres options d'utilisation (par exemple, le recours massif à la climatisation au lieu de l'investissement dans l'isolation) ;
- transfert incontrôlé de vulnérabilité : d'un système à un autre, mais également d'une période à une autre (par exemple, le développement de l'irrigation pour l'agriculture accentuant la pression sur la ressource en eau) ;
- erreur de calibrage : sous-adaptation ou adaptation sous-optimale (par exemple, une digue de protection n'a pas été suffisamment rehaussée).

Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2018

LES PROJECTIONS DÉMOGRAPHIQUES POUR RENNES MÉTROPOLE À L'HORIZON 2050





© Arseny Togulev

[1] FAVORISER L'INFILTRATION À LA SOURCE EN PERMÉABILISANT LA VILLE ET EN LIMITANT L'ÉTALEMENT URBAIN

Les enjeux liés à l'étalement urbain concernent l'environnement (préservation de la biodiversité, de la qualité des sols, du paysage, limitation des émissions de GES...), mais sont également socioéconomiques (préservation des activités agricoles, entretien et aménagement des réseaux et des voiries pour les collectivités, migrations pendulaires pour les habitants...). De plus, la progression de l'imperméabilisation des sols accentue les impacts liés au changement climatique : en milieu urbain, elle accroît les risques d'inondation et de surchauffe urbaine, et empêche l'infiltration de l'eau dans les sols. Limiter l'artificialisation des sols et perméabiliser les revêtements existants sont donc des solutions pour s'adapter aux enjeux climatiques de demain.

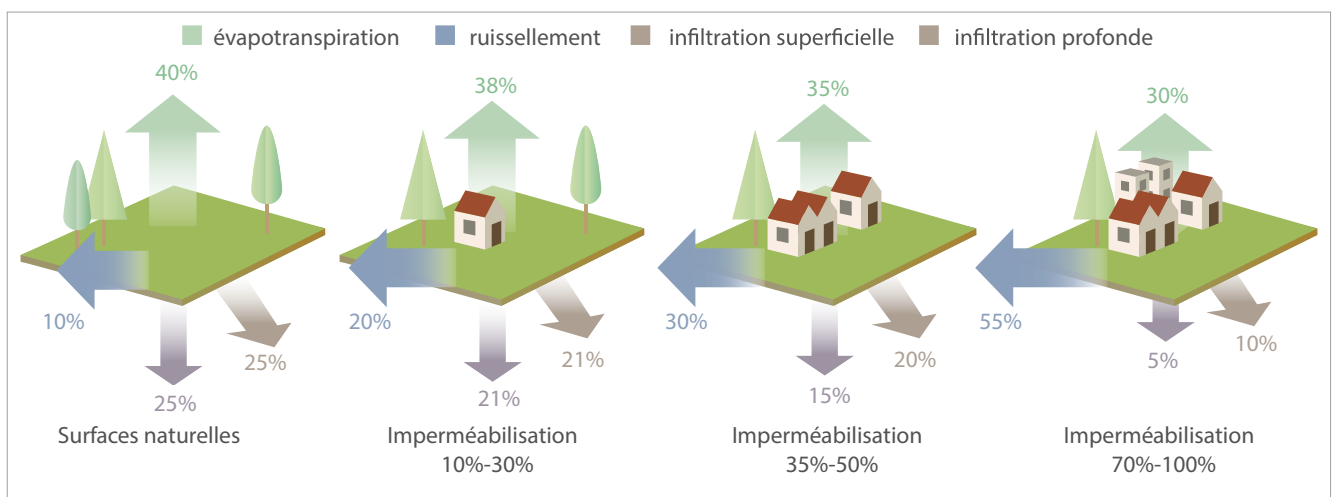
Adapter les tissus existants, repenser les espaces publics, planifier la densité à travers les formes urbaines et le renouvellement urbain

La métropole rennaise est particulièrement concernée par ce phénomène de desserrement urbain depuis la fin des années 1980. Pour se conformer rapidement à l'objectif « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN) inscrit au plan biodiversité présenté par le gouvernement à l'été 2018¹, **l'intensité urbaine doit se renforcer** (renouvellement urbain, densité), tout en veillant à **proposer aux habitants un cadre de vie agréable, désirable et sûr**, compte tenu des changements climatiques attendus.

1 Dévoilé le 4 juillet 2018, le Plan biodiversité vise à renforcer l'action de la France pour la préservation de la biodiversité et à mobiliser des leviers pour la restaurer lorsqu'elle est dégradée. L'objectif 1.3 vise un encadrement des politiques d'urbanisme et d'aménagement commercial afin d'enrayer l'augmentation des surfaces artificialisées et ainsi favoriser un urbanisme sobre en consommation d'espace.

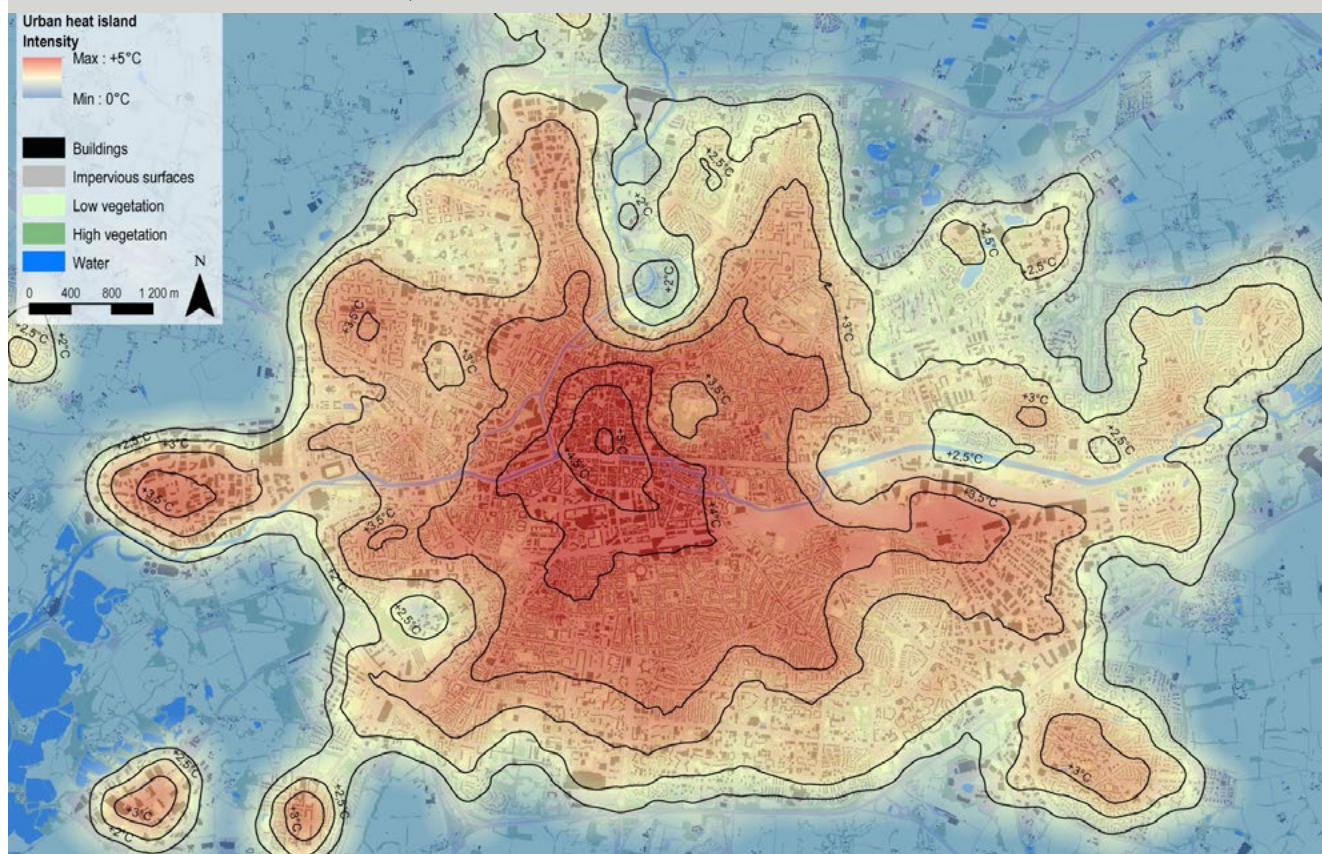
Aujourd'hui déjà, le centre historique rennais, très minéral, ne réagit pas de la même façon que les tissus plus modernes des années 1970-1980 (organisés en plan libre avec davantage d'espaces végétalisés) lors d'épisodes caniculaires. Les matériaux urbains stockent et emmagasinent de la chaleur la journée, puis la restituent pendant la nuit, période où l'ICU est le plus marqué. Lors d'opérations d'urbanisme ou de grandes réhabilitations, la morphologie des bâtiments et des espaces publics doit être appréhendée au regard des changements climatiques en cours, tout en optimisant la consommation d'espace. **La place des espaces végétalisés et en eau doit ainsi être renforcée.** La question de la nature en ville doit être intégrée dès la conception des projets d'aménagement, en anticipant notamment les usages, la gestion et l'entretien de ces espaces.

IMPORTANCE RELATIVE DE L'INFILTRATION, DU RUISSELLEMENT ET DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION SELON L'OCCUPATION DU SOL ET LE TAUX D'IMPERMÉABILISATION



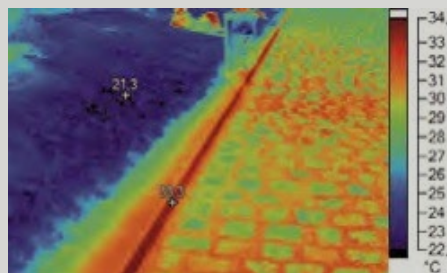
Source : Aménager avec la nature en ville, Ademe, d'après Livingston, McCarron, 1992.

CARTE DE L'ÎLOT DE CHALEUR À RENNES, ÉTÉ 2016.



Source : Xavier Foissard, ville de Rennes.

Le rafraîchissement de la ville passe inévitablement par un développement des revêtements enherbés et par l'introduction d'arbres dans les centres urbains :



Cliché thermographique illustrant les températures au sol, selon différents revêtements.

Source : Apur.



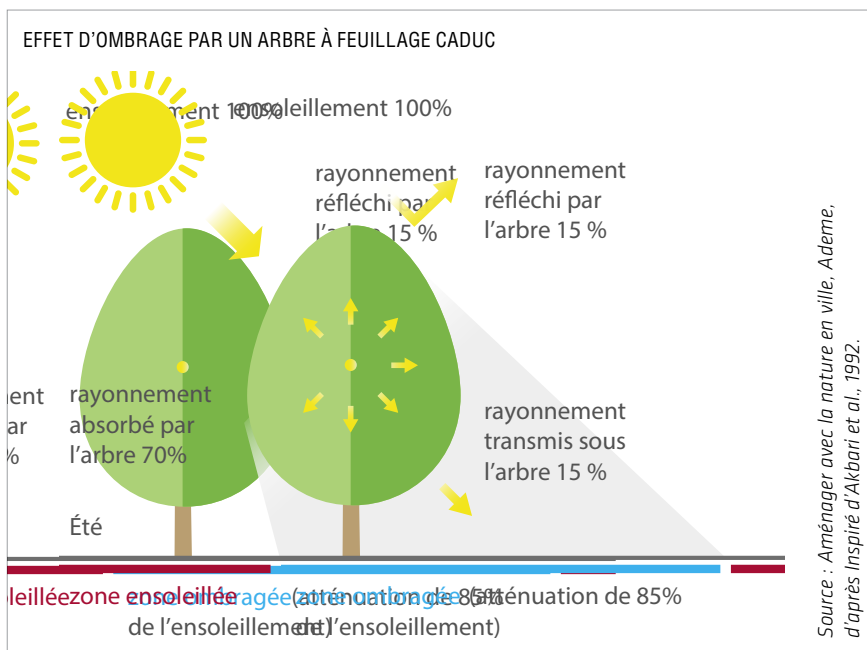
Thermographie d'un bâtiment lors d'une journée d'été

Effet de l'ombrage d'un arbre pour diminuer les apports de chaleur.

Source : S'adapter aux changements climatiques en Haut-de-France, Ademe, 2017.

Ligne de profil :





Mur végétal, rue d'Aboukir, Paris (2^{ème} arr.).

Si la densité urbaine doit être planifiée pour limiter la consommation de l'espace, elle ne détermine pas pour autant la forme urbaine ni la part des espaces végétalisés. Des formes urbaines très différentes peuvent ainsi présenter des densités parfaitement similaires. L'enjeu réside davantage sur l'acceptation sociale de la densité par les habitants et donc de la densité « vécue ». Et celle-ci est souvent subjective : une faible densité vécue dépend essentiellement de facteurs qualitatifs comme la diversité des types d'habitats ou encore l'alternance des espaces construits, végétalisés et en eau. La réintroduction du végétal dans la ville permet donc l'infiltration de l'eau dans les sols et le rafraîchissement de la ville l'été, mais elle facilite dans le même temps l'acceptation de la densité urbaine : les deux concepts peuvent être pleinement conciliés. La **planification**

urbaine doit donc être pensée au travers du prisme du changement climatique en cours, grâce au développement de la nature en ville et en faisant appel à l'innovation architecturale.

La conception bioclimatique pour optimiser le confort de vie et assurer une adaptabilité des logements

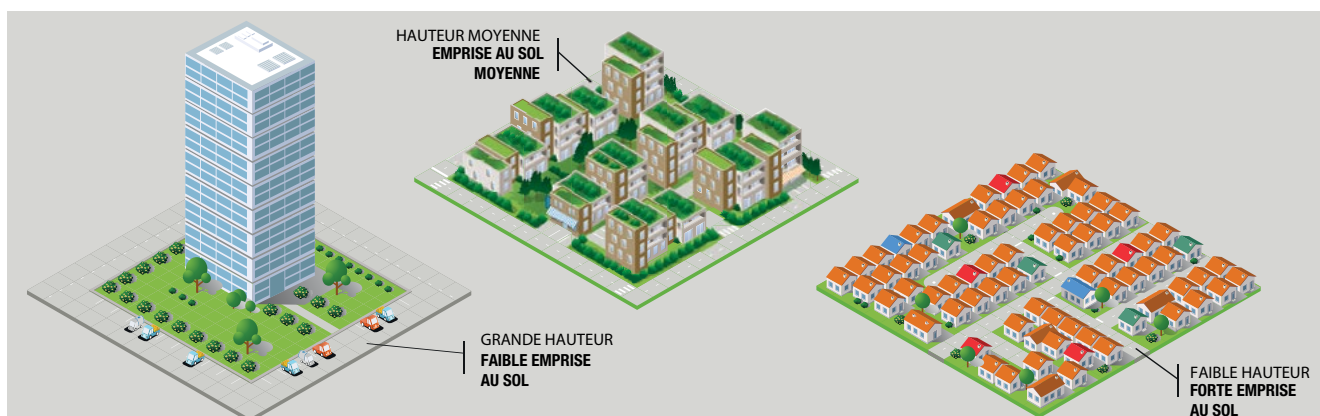
Si les documents d'urbanisme comme les PLUi permettent d'agir sur les formes urbaines, les questions de densité et l'étalement urbain, **l'échelle du bâtiment** peut aussi être considérée pour favoriser le confort hygrométrique et ainsi améliorer le confort de vie.

Aujourd'hui, les réglementations thermiques visent essentiellement à réduire les consommations d'énergies liées au chauffage en hi-

ver, grâce à une étanchéité à l'air. La notion de **confort d'été**, intégrant une fraîcheur de l'habitat en période estivale, est insuffisamment prise en compte¹. La conception bioclimatique, qui permet d'optimiser les apports externes à travers l'implantation, l'orientation, la végétalisation et l'éclairage naturel des bâtiments, doit se généraliser pour les constructions neuves comme lors des grandes rénovations. D'une manière générale, la construction ou la rénovation d'un bâtiment doit être pensée en considérant l'intégralité de son cycle de vie, en intégrant les enjeux liés au changement climatique (inondations, retrait-gonflement des argiles, ICU...).

¹ Évaluation de la RT 2012 dans les bâtiments neufs, CGEDD, juillet 2019.

DIFFÉRENTS TYPES DE FORMES URBAINES À DENSITÉ ÉGALE



Source : Ademe, d'après IAU, Appréhender la densité, 2005.

[2] ASSURER UN APPROVISIONNEMENT EN EAU POUR TOUS ET DE QUALITÉ, TOUT EN PRÉSERVANT LES ÉCOSYSTÈMES

Des pistes d'adaptation identifiées à l'échelle du bassin Loire Bretagne...

La question de la gestion de la ressource en eau est un enjeu majeur pour l'Ille-et-Vilaine, et plus largement pour la Bretagne. Les conséquences attendues concernent les milieux naturels, mais aussi les usages, qui vont devoir s'adapter à une ressource de plus en plus fragile, notamment en période d'étiage. À l'avenir, l'accès à l'eau risque d'être un facteur déterminant pour l'accueil des populations et le maintien des activités agricoles et industrielles. Ce constat est d'autant plus préoccupant pour le territoire breton, qui subit un gradient Est/Ouest breton pour les pluies efficaces, et s'approvisionne en grande partie dans les eaux de surface (81% des prélèvements en 2017¹), plus sensibles que les ressources souterraines au réchauffement, à l'évaporation et à la pollution. Adapter la gestion des ressources en eau et des milieux aquatiques au changement climatique devient donc indispensable, en particulier sur les territoires où est prévue une croissance démographique forte dans les années à venir.

C'est dans ce cadre qu'a été réalisé le **Plan d'Adaptation au Changement Climatique pour le Bassin Loire Bretagne**²,

1 Banque Nationale des Prélèvements Quantitatifs en Eau (BNPE), 2017.

2 Plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire Bretagne, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 2018.



© Nathan Anderson.

par l'Agence de l'Eau en 2018. Une première analyse de la vulnérabilité des territoires a été réalisée, grâce à quatre indicateurs³. Si la sensibilité actuelle et la vulnérabilité à venir sont différentes selon les bassins versants, cette première approche permet d'affirmer que la situation est « particulièrement alarmante », et qu'il est nécessaire de mettre en place dès maintenant des mesures d'adaptation pour avoir le temps de s'adapter à une « situation à venir préoccupante ». Cinq grands enjeux ont été identifiés pour l'adaptation en lien avec la gestion de la ressource en eau :

- **la qualité de la ressource** (prévenir la dégradation de la qualité de l'eau et maintenir, voire renforcer les capacités auto-épuratrices des milieux naturels aquatiques) ;
- **les milieux aquatiques** (augmenter la robustesse et la résilience des écosystèmes aquatiques, afin de redonner aux milieux leurs fonctionnalités) ;
- **la quantité de la ressource** (mettre en œuvre toutes les façons d'économiser l'eau et d'optimiser son utilisation dans tous les usages, avec la perspective de réduire la dépendance à l'eau) ;
- **les inondations** [et les submersions marines] (mettre en œuvre les politiques actuelles de prévention des risques tout en développant une vision à long terme) ;
- **la gouvernance** (améliorer et diffuser la connaissance, pour intégrer l'adaptation au changement climatique dans tous les lieux et documents de gouvernance).

Plusieurs leviers d'actions sont proposés, déclinables pour certains sur le territoire métropolitain.

... qui nécessitent d'être enrichies et déclinées au niveau local

Dans le domaine de l'eau, différentes actions sont déjà menées localement pour l'adaptation au changement climatique. La prévention du risque inondation, au travers des documents comme le PPRI⁴, est par exemple prise en compte depuis plus de trente ans. Néanmoins, avec l'augmentation des événements exceptionnels, **ces documents doivent régulièrement être réinterrogés et remis en question**. Les enjeux liés au bon état éco-

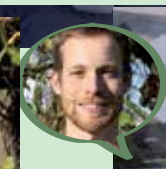
3 La disponibilité de la ressource en eau, le bilan hydrique des sols, la biodiversité des milieux aquatiques, la capacité d'auto-épuration des milieux aquatiques.

4 Plan de Prévention des Risques d'Inondation.



« La vulnérabilité du bassin rennais est réelle, car l'approvisionnement se fait en dehors du territoire administratif (cf. carte page suivante). Cela rend les coopérations entre les territoires indispensables. Celles-ci existent d'ores et déjà à travers les opérations de bassins versants et les SAGE notamment ».

« Des conflits autour de la gestion de la ressource en eau ont déjà eu lieu, notamment sur la Rance en 2002 où un arbitrage de l'État a été nécessaire. À court terme, des dissensions de ce type peuvent survenir à nouveau sur notre territoire. »



Antoine...,
SMG 35.

« On constate ces dernières années une augmentation des volumes d'eau consommés de la part du secteur industriel, mais également du secteur domestique. On ne sait pas si cela est dû à une tendance de fond ou au report de certains agriculteurs sur le réseau domestique, en années sèches, mais aussi en années normales. »

« La question du rendement des réseaux va devoir être posée dans les années à venir. Si aujourd'hui, ceux-ci sont plutôt satisfaisants sur le département, les réseaux datent majoritairement des années 1970/80 et vont devoir faire l'objet de rénovations et d'entretien dans les prochaines années si l'on souhaite maintenir un niveau de rendement acceptable. »



Hervé DANIEL,
Association de...



« Une question majeure concerne le transfert d'activités économiques interterritoires, en fonction des futures conditions climatiques auxquelles nous serons confrontés. Aujourd'hui, les industries agroalimentaires ont tendance à se rapprocher de l'est de la Bretagne pour économiser les coûts logistiques. D'ici à 2050, le coût de l'accès à l'eau sera peut-être supérieur aux gains réalisés grâce à la logistique. L'eau va être un facteur d'implantation, voire de transfert d'activités. »

logique des cours d'eau sont également posés depuis les années 2000 en France avec l'apparition de la Directive-cadre sur l'eau, mais **la mise en œuvre des politiques doit objectivement s'améliorer et s'accélérer** si l'on veut redonner aux milieux leurs fonctionnalités et augmenter leur résilience face au dérèglement climatique.

Concernant la gestion de la quantité de la ressource et l'approvisionnement des populations, le territoire brétillien va être confronté à de nouveaux défis pour s'adapter dans les années à venir, compte tenu de sa croissance démographique. Plusieurs pistes d'adaptation peuvent être étudiées :

- améliorer la prise en compte dans les différents documents de planification (SDAGE,

SAGE, SCoT, PLUi). Le nouveau PLUi de Rennes Métropole intègre plusieurs solutions particulièrement innovantes en matière d'adaptation, comme le coefficient de végétalisation pour l'infiltration de l'eau sur les parcelles urbanisées. Pour autant, certains territoires ont été encore plus loin en conditionnant strictement le développement urbain aux capacités des ressources à l'aide des documents de planification¹, ou encore en incitant les collectivités à compenser chaque hectare urbanisé par des projets de désimperméabilisation² ;

- économiser par tous les moyens la ressource en eau et optimiser l'ensemble

1 SCoT Sud-gironde et SCoT de Figeac (Lot).

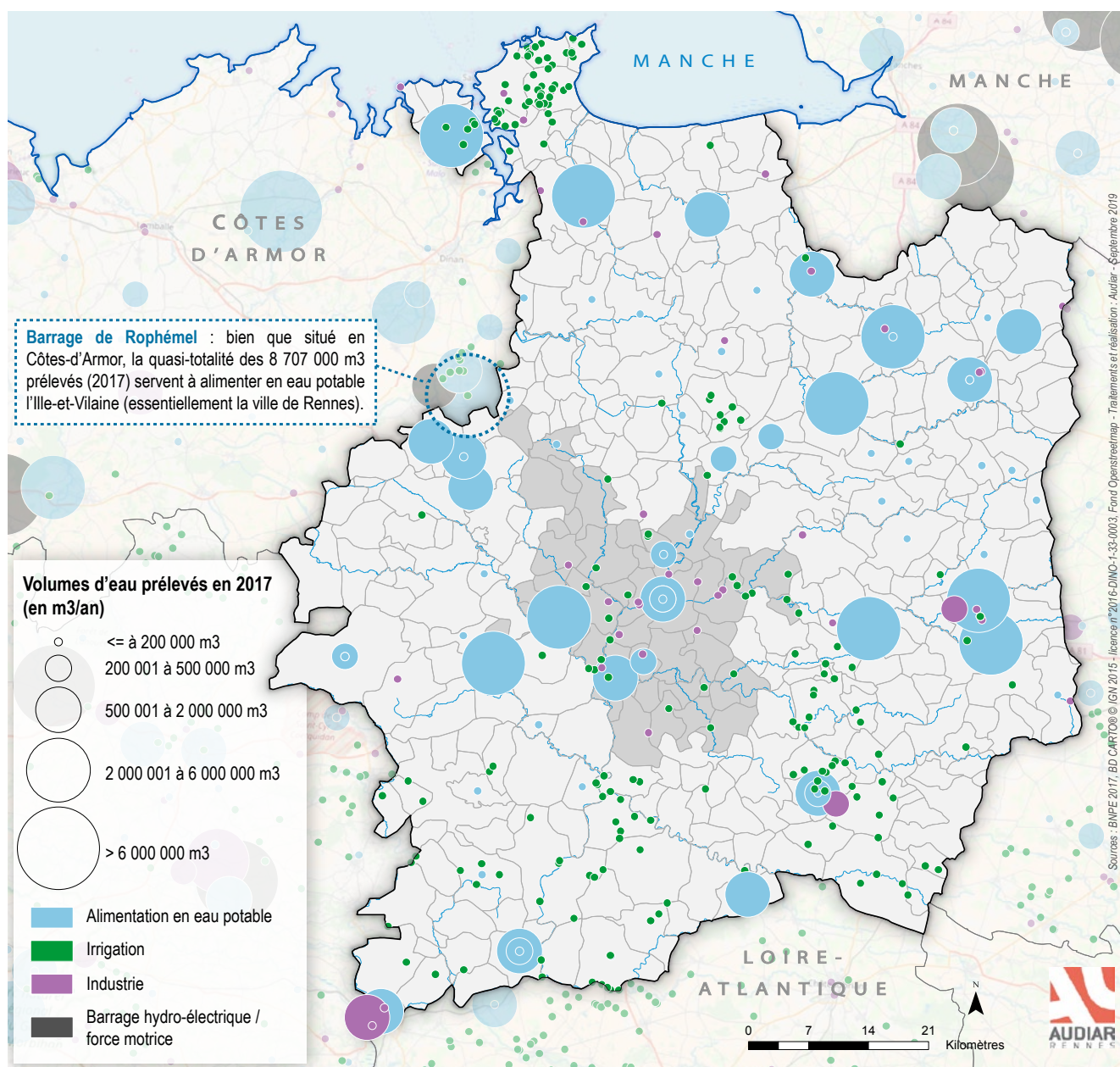
2 SDAGE du Grand Narbonne.

des usages (domestiques, industriels, agricoles). Cela passe aussi bien par des solutions basées sur la nature (ex : fonction de stockage et restitution des zones humides) que sur des solutions plus techniques comme l'entretien des infrastructures réseaux, ou sur des campagnes de sensibilisation comme le prévoit le programme ECODO porté par la CEBR³ ;

- favoriser les innovations et le développement de la connaissance à travers les expérimentations sur le territoire ;
- veiller à la cohérence des différentes politiques publiques.

3 <https://www.eauebassinrennais-collectivite.fr/votre-eau/comment-economiser-eau/ecodo-un-programme-local-deconomies-deau/>

PRÉLÈVEMENTS SUR LA RESSOURCE EN EAU ET USAGES - ILLE-ET-VILAINE - 2017





© M. Boberneth - CFTB.

[3] ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT ET LA TRANSITION DE CERTAINES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

Le tissu économique breillien, particulièrement tourné vers l'Industrie Agroalimentaire (IAA), est intrinsèquement lié au système agricole local. Ces deux secteurs sont donc particulièrement exposés au changement climatique. L'évolution du climat va ainsi contraindre bon nombre d'acteurs à modifier leurs pratiques, mais elle permettra également de développer certaines filières en créant des **opportunités**. Il est donc nécessaire d'anticiper ces changements, d'identifier des leviers d'adaptation et d'accompagner les acteurs concernés.

Agriculture et industrie agroalimentaire : deux secteurs interdépendants, avec une forte demande en eau

Aujourd'hui, les premiers effets du changement climatique sur les systèmes agricoles sont déjà perceptibles en Bretagne. L'avancée des stades phénologiques (notamment les arbres fruitiers) ou le plafonnement de certains rendements dès la moitié des années 1990 (blé), sont par exemple reconnus comme étant des marqueurs du changement

climatique. En 2012, lors d'une enquête nationale menée par l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA)¹ auprès des acteurs du monde agricole, 70 % des sondés estimaient que l'agriculture de leur région/département était **déjà impactée par le changement climatique** (non : 10 %, NSP : 20%).

Ces transformations ont d'ores et déjà fait **évoluer certaines pratiques des agriculteurs**, plus ou moins consciemment, en avançant par exemple les dates de semis pour le maïs, en lien avec l'augmentation progressive des températures. Néanmoins, les impacts de ces changements climatiques sont très variables selon les types de culture, les variétés utilisées, la topographie locale... Ainsi, lorsque la croissance du blé est particulièrement sensible à la hausse des jours échaudants², les pommiers seront eux davantage concernés par le développement de certains ravageurs comme le carpocapse (*Cydia pomonella*). Toutes ces particularités nécessitent de trouver des solutions, **des leviers d'adaptations au cas par cas**.

Engagées depuis 2019 dans le projet Oracle (Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement cLimatique), la Chambre d'Agriculture de Bretagne a travaillé à l'élaboration de certains **indicateurs agro-**



© Angélique Cocherie - Destination Rennes.

¹ Agriculture, forêt, climat, vers des stratégies d'adaptation – Centre d'Études et de Prospective, 2013.

² Les jours dits « échaudants » sont les jours où la température maximale journalière est supérieure à 25°C.



© Shutterstock



© Shutterstock

climatiques¹, ainsi que sur des **pistes d'adaptation par grands types de culture et d'élevage** (maïs ensilage, prairies, blé tendre, pommiers, élevage). Plusieurs pistes d'actions peuvent être citées :

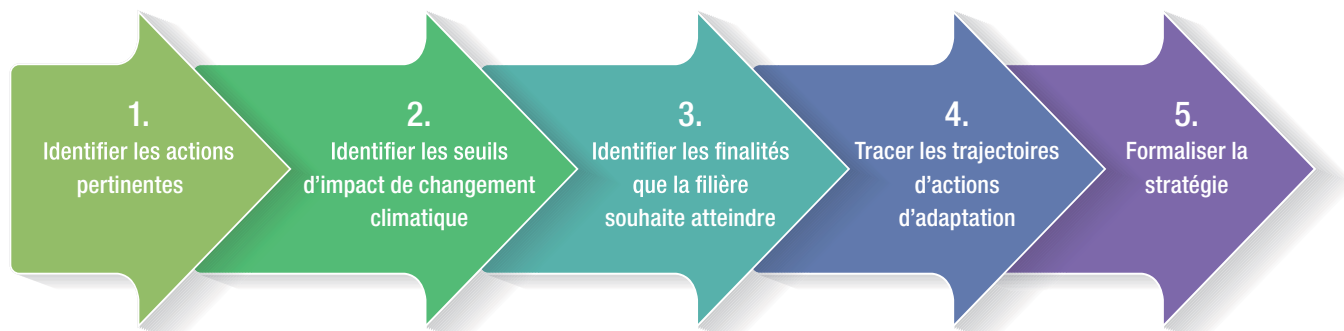
- favoriser certaines variétés plus résistantes ;
- « esquiver » le stress hydrique en décalant le cycle des cultures ;
- développer les cultures et prairies multispécifiques et l'introduction de légumineuses ;
- faciliter l'accès à l'eau et à l'ombre pour les animaux ;
- se tourner vers de nouvelles productions mieux adaptées.

La faible perméabilité des sous-sols bretons, peu propice au développement de grandes nappes aquifères, ne permet pas d'identifier directement l'irrigation comme une solution centrale pour l'adaptation. La

mise en cohérence des politiques de l'eau, de l'agriculture et de la gestion forestière est cependant un enjeu majeur pour l'ensemble de la région. Il s'agit d'une part d'optimiser la gestion de la ressource (quantité et bon état), et d'autre part de contribuer à la sécurité alimentaire, le tout en pérennisant l'activité économique du territoire en lien avec l'industrie agroalimentaire, elle-même très consommatrice. Cela suppose, dans un premier temps, de cartographier les filières concernées, d'identifier un certain nombre d'actions pertinentes, puis de les hiérarchiser afin de faire émerger une véritable **trajectoire d'adaptation**.

¹ Mémento Climat – Chambres d'Agriculture de Bretagne - 2019.

MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉLABORATION DES STRATÉGIES D'ADAPTATION D'UNE FILIÈRE AGROALIMENTAIRE DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Source : Ademe, Filières agroalimentaires et adaptation au changement climatique, Septembre 2019.



© Rennes Métropole.

Des opportunités en lien avec le changement climatique

Si le changement climatique est globalement perçu comme néfaste au vu de ses conséquences sur de nombreux domaines, il peut également présenter des **opportunités, notamment économiques**, selon les régions. Certaines de ces opportunités peuvent s'inscrire dans une démarche d'adaptation.

Depuis les années 1980, l'héliotropisme a favorisé les migrations de retraités vers le sud de la France (et les littoraux). Les caractéristiques locales du climat breton à l'horizon 2050 pourraient, conjuguées à un vieillissement naturel de la population, favoriser l'afflux de retraités, et par là même le

développement de la « **silver-economie** » (économie des seniors), avec une hausse de la demande en services à la personne. L'**attrait touristique** de la Bretagne pourrait également être renforcé, grâce à un climat plus tempéré que dans le sud de la France. La **rénovation thermique des bâtiments et la filière des matériaux biosourcés**, en lien avec le confort d'été et la réduction des consommations d'énergies, sera très probablement un marché de plus en plus porteur, dopé par des objectifs fixés aux niveaux national et européen. En effet, suite à un décret du 23 juillet 2019¹, l'ensemble des bâtiments tertiaires (publics et privés) de plus de 1 000 m² devront diminuer leurs consommations d'énergie finale de 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050. Pour le résidentiel, la rénovation des passoires thermiques (classes énergétiques F et G du DPE) devrait progressivement être contraignante pour les propriétaires, même si la loi Énergie Climat de 2019 a repoussé certaines obligations à un horizon lointain.

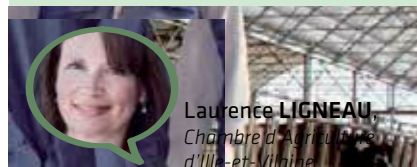
Pour les collectivités, il s'agit aujourd'hui de faciliter la structuration et l'organisation de ces différentes filières émergentes, notamment au travers de la commande publique.

¹ Décret no 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.



Frédéric **SIMONNEAUX**,
agriculteur, Acigné.

« Avec le changement climatique une gestion prudente de l'eau sera de plus en plus nécessaire. L'irrigation n'est pas la seule solution pour l'agriculture, mais au regard de nos besoins en eau, eau potable, soutien d'étiage, industrie, nous devons nous sécuriser avec une gestion optimum des zones humides et la création de stockage d'eau. »



Laurence **LIGNEAU**,
Chambre d'Agriculture
d'Ille-et-Vilaine.

« L'agriculture est en première ligne face au changement climatique. Apprendre à travailler avec des températures plus élevées, des cycles végétatifs qui se raccourcissent, une plus forte pression parasitaire, un arrêt de la pousse de l'herbe l'été... est incontournable pour continuer à assurer la production alimentaire. La variabilité climatique qui s'installe fait peser des risques conséquents sur les fermes, des assurances doivent être prises en constituant, par exemple, des stocks de fourrages. »

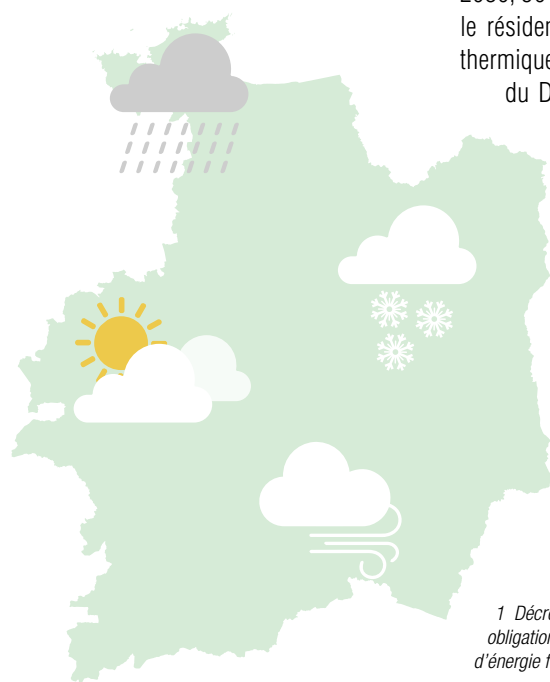
« Un agriculteur qui s'installe maintenant ne travaillera plus dans le même contexte climatique dans 20 ans... il doit anticiper et être le premier à intégrer les changements en cours. »



Hervé **DANIEL**,
Association de...

« Il est intéressant de comparer le bassin rennais avec d'autres territoires. En matière d'adaptation, pour le développement économique, on peut considérer que la Bretagne est privilégiée par rapport à d'autres régions. C'est ce que l'on pourrait appeler les « actifs géoclimatiques du territoire ».

Agriloops, par exemple, est une startup qui va s'installer à Rennes pour produire des gambas en aquaponie. S'ils se sont implantés à Rennes, c'est d'abord parce que la Bretagne est le 2^{ème} marché de la crevette en France, mais également, car le climat est plus tempéré que dans le Jura. De la même façon, certaines entreprises dans le domaine des microalgues viennent s'implanter en Bretagne car elles ont repéré, qu'à terme, il y aura peu de jours supérieurs à 30°C. Or, c'est un seuil important dans les processus du vivant. »



[4] PLANTER LES ARBRES ADAPTÉS AU CLIMAT DE DEMAIN

D'après l'IGN, le taux de boisement breton est assez faible comparé à la moyenne nationale (14% contre 30%), mais il est en constante progression depuis une trentaine d'années¹. En Ille-et-Vilaine, et principalement sur la métropole rennaise, la surface boisée est plutôt stable, car la perte de surface agricole profite presque entièrement à l'urbanisation et aux infrastructures, contrairement aux trois autres départements. Sur Rennes Métropole, la surface boisée totale (publique et privée) atteint 2 800 hectares, soit 4% du territoire².

Cette progression des surfaces boisées en Bretagne pose la question de l'adaptation de ces milieux aux caractéristiques du climat à venir. Quand il faut environ un siècle entre la plantation et la date de récolte d'un chêne ou d'un hêtre et cinquante ans pour un châtaigner, **les essences plantées aujourd'hui doivent être sélectionnées au vu du changement climatique en cours**.

Les déficits hydriques, l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) de tous les végétaux et le développement de certains pathogènes, champignons ou in-

sectes forestiers (chenille processionnaire du pin, maladie de l'encre du châtaigner...), devraient **modifier les aires de répartition** de certaines essences, comme le hêtre ou le chêne vert.

Les risques liés aux **événements extrêmes**, comme les tempêtes ou les incendies (dont le nombre pourrait augmenter en lien avec les périodes de sécheresse et les canicules) doivent également être anticipés dans le choix des essences : les pins maritimes venus des Landes, peu gourmands en eau, sont très inflammables, il serait tentant de favoriser leur implantation, mais d'autres essences comme le chêne rouge sont plus adaptées.

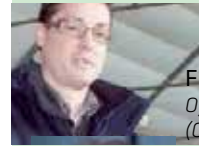
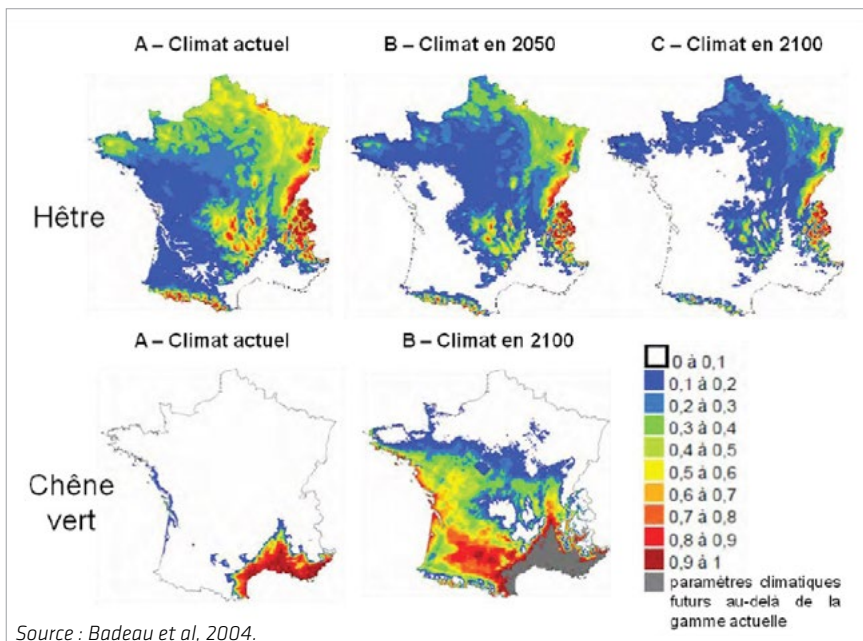
Un véritable travail de gestion et de sensibilisation (notamment auprès des propriétaires de forêt privées), doit donc être réalisé pour optimiser le choix des essences, les lieux de plantation et les modes de gestion. Cet enjeu est d'autant plus important au vu du stockage carbone que permet la forêt (qui compense une partie des émissions de CO₂), de son rôle vis-à-vis de la qualité de l'air, de l'eau et de la biodiversité.



¹ D'après l'IGN, le taux de boisement breton était de 9,2% en 1980. Les surfaces boisées ont ainsi augmenté de 132 000 ha, soit +52% en près de 35 ans, principalement au détriment des terres agricoles et des landes.

² Inventaire Forestier National – IGN – 2003.

ANALYSE LOGISTIQUE DE LA PRÉSENCE DU HÊTRE ET DU CHÊNE VERT POUR LA PÉRIODE ET LE FUTUR



Franck MURATET,
Office National des Forêts
(ONF).

« Les essences ont des capacités autorésilientes : elles peuvent s'adapter naturellement à une évolution du climat. Néanmoins, on a tout de même des craintes par rapport à la vitesse des changements en cours. »

« Sur la forêt domaniale de Fougères, l'ONF gère près de 1 600 hectares de hêtraies. Sur certaines parcelles, lorsque les arbres arrivent à maturité (plus de 160 ans pour certains), le renouvellement des peuplements doit être assuré. C'est lors de cette phase de régénération que l'ONF fait le choix de cultiver à nouveau la même essence, ou bien de changer. Le hêtre étant une des essences les plus exposées au changement climatique à cause de sa forte demande en eau (notamment atmosphérique), le choix a été fait de remplacer certaines parcelles par du chêne sessile, plus résistant aux événements climatiques exceptionnels comme les sécheresses. »

« L'ONF mène également des dispositifs expérimentaux de recherche, comme à Montauban-de-Bretagne, où l'on a introduit une cinquantaine de variétés de chêne (chêne vert, chêne liège, et d'autres essences méditerranéennes). On mesure ainsi leur croissance tous les ans, ce qui permet d'évaluer leur capacité d'adaptation sur le long terme. »

« Certains nuisibles prolifèrent avec la hausse des températures : le stress hydrique affaiblit les peuplements forestiers, ce qui accroît leur sensibilité aux pathogènes. En France par exemple, l'épicéa est actuellement touché par une épidémie de scolytes, ce qui a provoqué un véritable bouleversement du marché du bois sur le résineux. Ce phénomène est assez symptomatique de ce que l'on pourrait vivre dans les années à venir avec le changement climatique. »

[5] INTÉGRER DE FAÇON TRANSVERSALE LES ENJEUX LIÉS À LA SANTÉ

Lors de la COP21, les pays signataires se sont engagés à prendre en considération le droit à la santé dans le contexte du changement climatique. Ce rapprochement entre les enjeux liés à la santé et ceux liés au changement climatique s'explique, car l'évolution du climat risque d'avoir de nombreuses conséquences en termes sanitaires :

- fréquence et intensité de certains événements extrêmes (canicules, inondations, tempêtes...) ;
- exposition à des risques environnementaux (qualité de la ressource en eau, pollution de l'atmosphère, allergènes...) ;
- développement de certaines maladies vectorielles (augmentation des cas de maladie de Lyme en lien avec l'augmentation des températures...).

De plus, les mesures d'adaptation concernant la santé sont souvent **corrélées aux mesures d'atténuation** : il y a donc des co-bénéfices sanitaires (ex : baisse des émissions des GES liés à la circulation automobile et amélioration de la qualité de l'air). Enfin, **les rétroactions sur la santé liées aux autres enjeux de l'adaptation sont multiples** (ex : une bonne gestion de la ressource en eau, une artificialisation limitée des sols et un développement de l'agroécologie limiteront les impacts sanitaires d'une inondation exceptionnelle), il est donc nécessaire de rapprocher toutes les politiques d'adaptation de celles de la santé, et ce afin d'éviter les cas de mal-adaptation.

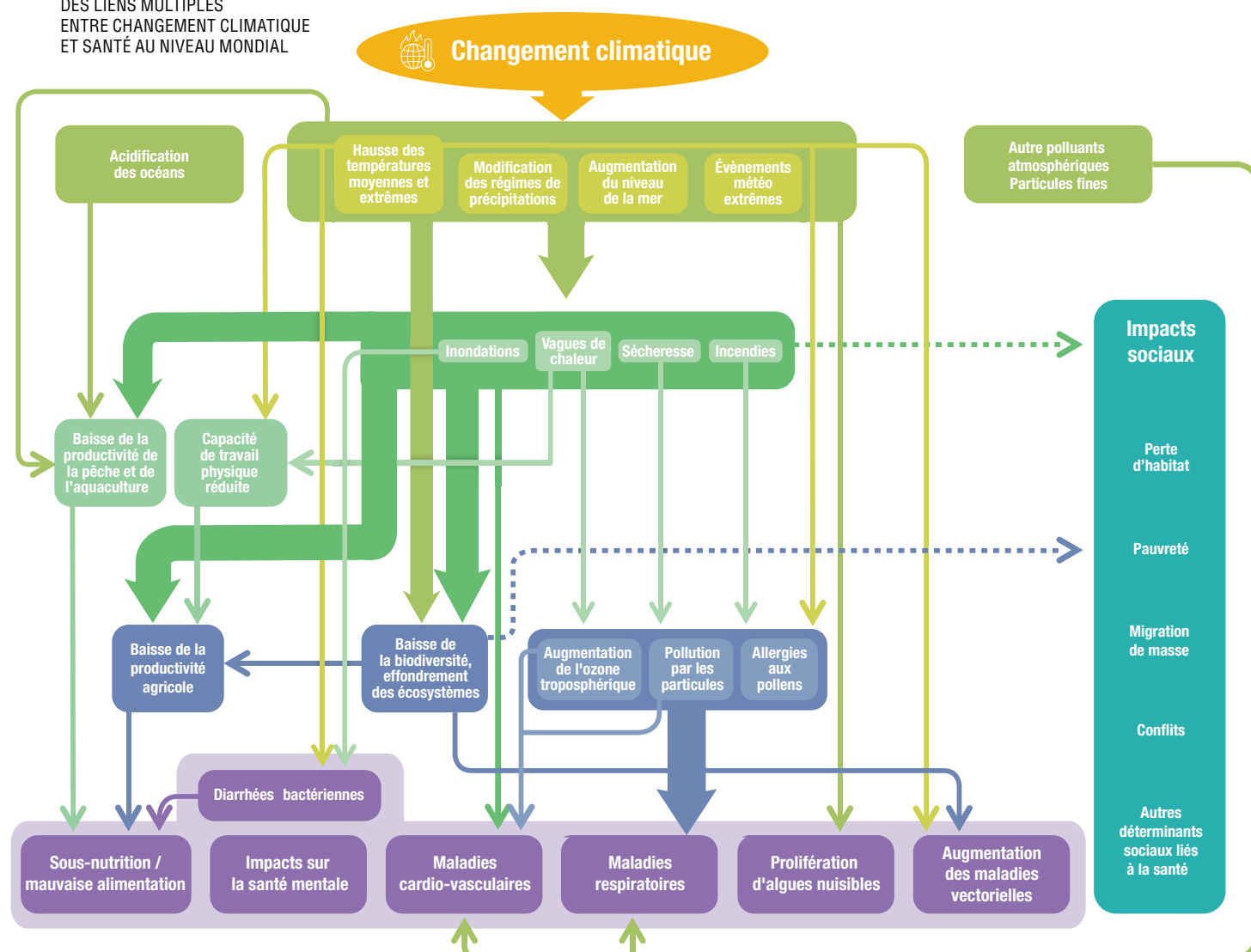
Parmi les pistes d'action, il y a notamment le développement des outils de surveillance et d'alerte (qualité de l'air, allergènes, canicules...) par rapport aux événements extrêmes. Ils permettent de prioriser certaines actions préventives ou des interventions d'urgence sur des secteurs à enjeux.



Bertrand LEFEBVRE,
École des hautes études
en santé publique (EHESP)

« D'ici à 2050, il y a un risque sanitaire à considérer, en lien avec le changement climatique. Celui-ci pourrait d'ailleurs être amplifié par les phénomènes d'îlot de chaleur urbain (ICU). Des moustiques tigres sont observés chaque année dans de nouveaux départements en France. Le choix des aménagements urbains est également à mettre en perspective avec les enjeux sanitaires : les espaces en eau, les ombrages, sont des espaces où les moustiques se développent. Certains aménagements urbains, en vue de réduire les phénomènes d'ICU, pourraient avoir des conséquences inattendues, voire négatives. »

DES LIENS MULTIPLES
ENTRE CHANGEMENT CLIMATIQUE
ET SANTÉ AU NIVEAU MONDIAL



Source : Audiar, adapté à partir de / Shumake-Guillemot DrPH.



© Shutterstock