



PLAN  
CLIMAT  
ENERGIE  
TERRITORIAL  
GRANDLYON

# ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**Socle des connaissances locales**

[www.grandlyon.com](http://www.grandlyon.com)

**GRANDLYON**  
la métropole



# ÉDITOS



© Philippe Sommolet

Malgré les efforts au niveau planétaire, un dérèglement du climat semble inéluctable. Le nouveau volet "Adaptation" du Plan Climat doit permettre à la Métropole de construire avec ses partenaires les stratégies collectives à mettre en œuvre pour affronter ces transformations.

La question de la température est cruciale : il fera en 2100 à Lyon le même climat qu'à Alger. D'ici-là, les phénomènes de canicules seront plus intenses, plus fréquents et affecteront tout particulièrement les populations vulnérables.

La question de l'eau l'est autant : risque accru d'inondations, renchérissement du coût de production de l'eau potable et possible épuisement des nappes phréatiques, doivent nous conduire à anticiper dès aujourd'hui comment préserver au mieux cette ressource dans les années à venir.

L'économie de la Métropole va également devoir s'adapter. Dans le domaine agricole, l'assèchement des sols, la question de l'irrigation et l'adaptation des cultures focalisent notre attention. Dans l'industrie, nombreuses sont les entreprises dépendantes des hausses du prix de l'énergie et fortement consommatrices d'eau. Le tourisme est aussi exposé, le climat étant souvent l'un des critères primordiaux du choix de destinations. À son échelle déjà, la Métropole peut agir. Et ce d'autant plus qu'elle a acquis de nouvelles compétences depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015.

Pour atténuer les îlots de chaleur par exemple, elle peut combiner des actions en matière d'aménagement urbain, comme la multiplication d'îlots de verdure en ville, des innovations dans les cleantechs pour imaginer des matériaux contribuant au rafraîchissement de la ville, et des actions de sensibilisation vers les populations les plus vulnérables.

Elle peut aussi soutenir les agriculteurs en cas d'épisode météorologique exceptionnel, tout en aidant la filière à se consolider durablement pour adapter ses pratiques à un nouvel environnement climatique...

Mais la Métropole ne peut agir seule. Pour toutes ces raisons, ce volet "Adaptation" est nécessaire. Car ensemble, nous avons les ressources pour faire de notre territoire un espace qui demain, dans des conditions climatiques différentes, sera toujours plus responsable, toujours plus attractif, toujours plus agréable à vivre.

**Gérard Collomb**



© Alpaca

## **Atténuer, mais aussi s'adapter ...**

La mobilisation des États mais aussi des villes du monde entier doit nous permettre de limiter le réchauffement climatique planétaire, dont les effets sont déjà perceptibles. L'objectif de ne pas dépasser 2 °C de plus de moyenne est encore atteignable, mais plus le temps passe, plus il sera difficile à tenir. Un accord international à Paris est essentiel. La COP 21 doit réussir ! Quelle que soit l'intensité du réchauffement, les villes devront de toutes façons s'adapter

face à une évolution très rapide. Toutes nos politiques publiques seront impactées : gestion de la ressource en eau, aménagement des espaces publics, lutte contre les îlots de chaleur, qualité des bâtiments, activité économique, etc. Deuxième pilier du plan climat énergie de la Métropole lyonnaise, après l'atténuation – c'est-à-dire la limitation des émissions de GES – notre politique d'adaptation au réchauffement en est à ses prémises.

Le rapport qui vous est soumis a l'ambition de faire le point des connaissances actuelles sur ce sujet. L'appropriation collective de ces données est importante pour permettre d'une part, un débat politique lucide sur les enjeux et, d'autre part, des politiques publiques adaptées et efficaces.

L'enjeu n'est rien de moins que de transmettre aux générations futures une ville vivable, telle que nous l'avons reçue ...

**Bruno Charles**

# SOMMAIRE

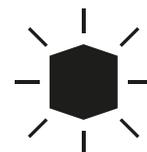
<b>ÉDITOS</b> .....	<b>2</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. CHANGEMENT CLIMATIQUE : ENJEUX GLOBAUX, PROBLÉMATIQUES LOCALES</b> .....	<b>6</b>
■ LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST DÉJÀ OBSERVABLE .....	6
■ UN SOCLE DES CONNAISSANCES LOCALES POUR CONSTRUIRE LE VOLET "ADAPTATION" .....	6
<b>2. QUEL CLIMAT AUJOURD'HUI, QUEL CLIMAT DEMAIN ?</b> .....	<b>8</b>
■ DES ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES DÉJÀ OBSERVABLES À LYON .....	8
■ DES ÉVOLUTIONS FUTURES À ANTICIPER .....	9
<b>3. UNE POPULATION VULNÉRABLE</b> .....	<b>11</b>
■ POPULATIONS ET FORTES CHALEURS .....	11
■ POLLUTION DE L'AIR ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX .....	12
■ VERS DE NOUVELLES SOLIDARITÉS SOCIALES ? .....	13
<b>4. DES MILIEUX NATURELS SENSIBLES AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES</b> .....	<b>15</b>
■ RESSOURCES EN EAU .....	15
■ RISQUES NATURELS .....	17
■ BIODIVERSITÉ / ESPACES NATURELS .....	23
<b>5. DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES CLIMATO-SENSIBLES</b> .....	<b>28</b>
■ ACTIVITÉS AGRICOLES .....	28
■ ACTIVITÉS INDUSTRIELLES / TERTIAIRES .....	30
■ ACTIVITÉS TOURISTIQUES .....	32
■ CADRE BÂTI, INFRASTRUCTURES ET ÉNERGIE .....	34
<b>6. QUELLE STRATÉGIE POUR UN TERRITOIRE DÉSIRABLE EN 2050 ?</b> .....	<b>37</b>

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

<b>Figure 1 :</b> illustration des différentes composantes d’appréhension de la vulnérabilité locale face aux effets du changement climatique.....	7
<b>Figure 2 :</b> prévision des températures moyennes à l’horizon 2070-2100. Source : Météo France, 2009.....	8
<b>Figure 3 :</b> évolutions passée et future de la température moyenne à Lyon. Source : jusqu’à 2010, observations de Météo France à Lyon Bron ; prévisions à 2100 portail DRIAS, scénario médian et pessimiste du GIEC (Météo France).....	9
<b>Figure 4 :</b> chiffres clés de l’impact du changement climatique à Lyon (scénarios optimistes, médians et pessimistes à horizon 2050 et 2100). Source : SRCAE Rhône-Alpes, Étude Météo France, 2010.....	10
<b>Figure 5 :</b> évolution des vagues de chaleur entre 1947 et 2100 en France. Source : Météo France.....	11
<b>Figure 6 :</b> campagne d’information de la Métropole de Lyon.....	12
<b>Figure 8 :</b> évolution annuelle de l’indice pollinique de l’ambroisie à Lyon et le nombre de jours où le risque est supérieur au niveau 3. Source : CIRE Rhône-Alpes.....	13
<b>Figure 9 :</b> débits mensuels du Rhône en amont du Lac Léman en climat actuel (1961-1990) et à l’horizon 2080 (2071-2100) selon le scénario A2 du GIEC. Source : Beniston, 2012 tiré du bilan des connaissances, Agence de l’eau Rhône Méditerranée Corse, 2012.....	15
<b>Figure 10 :</b> vulnérabilité au changement climatique de la disponibilité de la ressource en eau sur le bassin Rhône Méditerranée. Source : Agence de l’eau RMC, 2013.....	16
<b>Figure 11 :</b> le territoire à risque important d’inondation (TRI) de Lyon. Source : DREAL, Rhône-Alpes, bassin Rhône Méditerranée.....	18
<b>Figure 12 :</b> estimation des populations et des emplois soumis au risque inondation selon son intensité. Source : DREAL Rhône-Alpes - PGRI / TRI. Septembre 2013.....	19
<b>Figure 13 :</b> inondation de la Saône à Lyon : montée des eaux quai Saint-Antoine, 20 mai 1856. Source : Archives municipales de Lyon.....	19
<b>Figure 14 :</b> réseau hydrographique du Grand Lyon. Source : Grand Lyon.....	20

<b>Figure 15</b> : illustration du zonage ruissellement du Grand Lyon. Source : Prolog ingenierie	20
<b>Figure 16</b> : principes du retrait/gonflement des argiles sur les sols. Source : BRGM, 2010	21
<b>Figure 17</b> : phénomènes géologiques sur le territoire du Grand Lyon. Source : SCoT de l'agglomération lyonnaise.	22
<b>Figure 18</b> : extension de l'aire <i>Himantoglossum robertianum</i> , l'Orchis localisation des vingt dernières années. Scappaticie, 2011. Source : Cahiers, SFO Rhône-Alpes 2015.	24
<b>Figure 19</b> : évolution des dates de début de vendanges à Châteauneuf-du-Pape depuis 1945. Source : service technique InterRhône.	24
<b>Figure 20</b> : armature verte et urbaine de l'agglomération lyonnaise. Source : SCoT de l'agglomération lyonnaise, DDUCV/DPPA/OVD.	25
<b>Figure 21</b> : sécheresse météorologique en période estivale. Source : DRIAS.	28
<b>Figure 22</b> : effet d'îlot de Chaleur Urbain sur l'agglomération lyonnaise : modélisation de la température de l'air. Source : Thèse de Julita DUBEK (2014)	34
<b>Figure 23</b> : expérimentation rue de la Buire.	34
<b>Figure 24</b> : ressuage (remontée de bitume en excès en surface, notamment par temps chaud). Photographie : Tassin-la-Demi-Lune - Victor Hugo - Laboratoire Voirie - Métropole de Lyon.	35
<b>Figure 25</b> : prévision de consommation à la pointe hebdomadaire pour 2100 à conditions climatiques normales et de + 7 °C. Source : RTE, Analyse prévisionnelle, été 2010.	36
<b>Figure 26</b> : synthèse des vulnérabilités du territoire du Grand Lyon aux impacts du changement climatique. Source : eQuiNeo, 2014 .	37

# 1 - CHANGEMENT CLIMATIQUE : ENJEUX GLOBAUX, PROBLÉMATIQUES LOCALES



## LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST DÉJÀ OBSERVABLE

En 2007, le 4<sup>e</sup> rapport du GIEC annonçait que la température moyenne à la surface du globe devrait s'élever de 2,5°C à 4,7°C à l'horizon 2100<sup>1</sup>. **Aujourd'hui, le 5<sup>e</sup> rapport du GIEC confirme la tendance avec une hausse constatée de + 0,85°C entre 1880 et 2012 et la responsabilité humaine dans le processus de changement climatique.** Globalement, les scénarios sont les mêmes mais les probabilités de réalisation se sont déplacées vers les scénarios "pessimistes" en matière de capacité de la communauté internationale à lutter contre le changement climatique. Ainsi, si un scénario optimiste permet de maintenir entre + 1°C et + 2,4°C le réchauffement en 2100 par rapport à 1850, le scénario pessimiste table sur **une hausse de + 3,3°C à + 5,5°C.**

Même si nous prenons des mesures pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES) aujourd'hui et si nous commençons à réduire le rythme auquel se produit le changement climatique, il ne nous sera pas possible d'inverser les conséquences des changements déjà en cours. Les territoires doivent donc apprendre à vivre avec le changement climatique et même à s'y adapter.

Indispensable, cette anticipation des effets à venir n'en est pas moins difficile. En effet, l'ampleur de l'aléa climatique reste encore sujette à de multiples interrogations et demandera donc aux décideurs politiques une prise de décision en situation d'incertitude. On sait cependant que tout équipement ou

construction ayant une longue durée de vie devra affronter un contexte climatique différent d'aujourd'hui et souvent moins favorable avec, sans qu'ils soient forcément nouveaux, des risques exacerbés en fréquence et en intensité.

L'adaptation passe par l'anticipation des effets du changement climatique et par la prise de mesures visant à les réduire. Les prendre dès aujourd'hui nous permettra de réduire les coûts générés par les changements climatiques. Le GIEC indiquait **qu'une hausse de 2°C par rapport à la période pré-industrielle entraînerait une perte de 0,2% à 2% des revenus annuels mondiaux à l'horizon 2100.**

## UN SOCLE DES CONNAISSANCES LOCALES POUR CONSTRUIRE LE VOLET "ADAPTATION"

Le volet "Adaptation" au changement climatique du Plan Climat vient compléter la dynamique initiée autour de la réduction des émissions de GES depuis 2007 (vote de l'objectif des 3x20).

Complémentaire à l'atténuation, l'adaptation au changement climatique vise à anticiper les évolutions nécessaires à l'échelle de notre territoire pour faire de ce dernier **un territoire agréable à l'horizon 2050.** Aussi, la construction de ce nouveau volet du Plan Climat permettra d'évaluer **la dépendance climatique de nos milieux naturels, nos activités et nos populations** et de proposer des innovations techniques, organisationnelles et sociales pour réduire notre vulnérabilité aux évolutions climatiques à venir sur notre territoire.

<sup>1</sup> Chiffre incluant l'augmentation de 0,7°C entre l'ère "pré-industrielle" (1850) et la période de référence utilisée par le GIEC, à savoir la fin du 20<sup>e</sup> siècle (1986-2005).



Les risques liés au changement climatique sur notre territoire ont été évalués pour la première fois en 2006 grâce au programme européen AMICA<sup>2</sup>. Depuis cette époque, de nouvelles connaissances ont été diffusées : le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) adopté en 2012 contient des éléments de diagnostic, Météo France a publié des simulations régionales sur le portail “DRIAS : les futurs du climat” et l’Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC) a vu le jour en 2014. Aussi, **l’actualisation des connaissances, des données climatiques et la hiérarchisation des enjeux** pour le territoire permettront **d’évaluer notre vulnérabilité et d’orienter dès aujourd’hui nos politiques publiques vers des politiques adaptées aux évolutions climatiques.**

<sup>2</sup> Programme AMICA – Climate Alliance : Adaptation and Mitigation, and Integrated Climate policy Approach - Pour une approche intégrée des politiques d’atténuation et d’adaptation.

Figure 1 : illustration des différentes composantes d’appréhension de la vulnérabilité locale face aux effets du changement climatique.



## 2 -

# QUEL CLIMAT AUJOURD'HUI, QUEL CLIMAT DEMAIN ?



Les phénomènes climatiques ont toujours existé. Cependant, ces dernières années, la fréquence et l'intensité des événements climatiques se sont accentuées et notre vulnérabilité a évolué (personnes sensibles exposées aux fortes chaleurs, construction en zone inondable, etc.).

À cette échelle, plusieurs tendances d'évolutions sont observables à partir des données climatiques de la station Lyon Bron<sup>4</sup> :

- **la température moyenne annuelle a augmenté de 1,7°C à Lyon depuis 50 ans<sup>5</sup>** avec des tendances plus marquées au printemps et l'été : + 2 °C

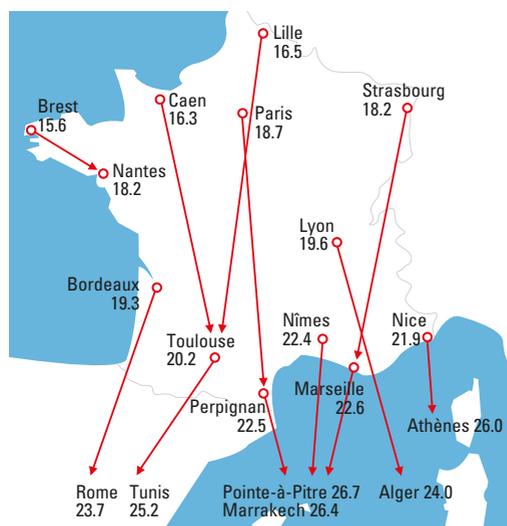


Figure 2 : prévision des températures moyennes à l'horizon 2070-2100. Source : Météo France, 2009.

Aujourd'hui il fait plus chaud l'été à Lyon, qu'à Avignon ou à Montpellier il y a 30 ans<sup>3</sup>. À l'horizon 2100, le climat de Lyon ressemblera au climat actuel d'Alger (en température moyenne).

### DES ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES DÉJÀ OBSERVABLES À LYON

Si la canicule de 2003, les inondations de 2002-2003, la vague de froid de 2012 restent gravées dans les mémoires du fait de leur soudaineté et de leur intensité, ces événements "ponctuels" doivent être analysés dans une approche plus historique des évolutions climatiques sur le territoire du Grand Lyon.

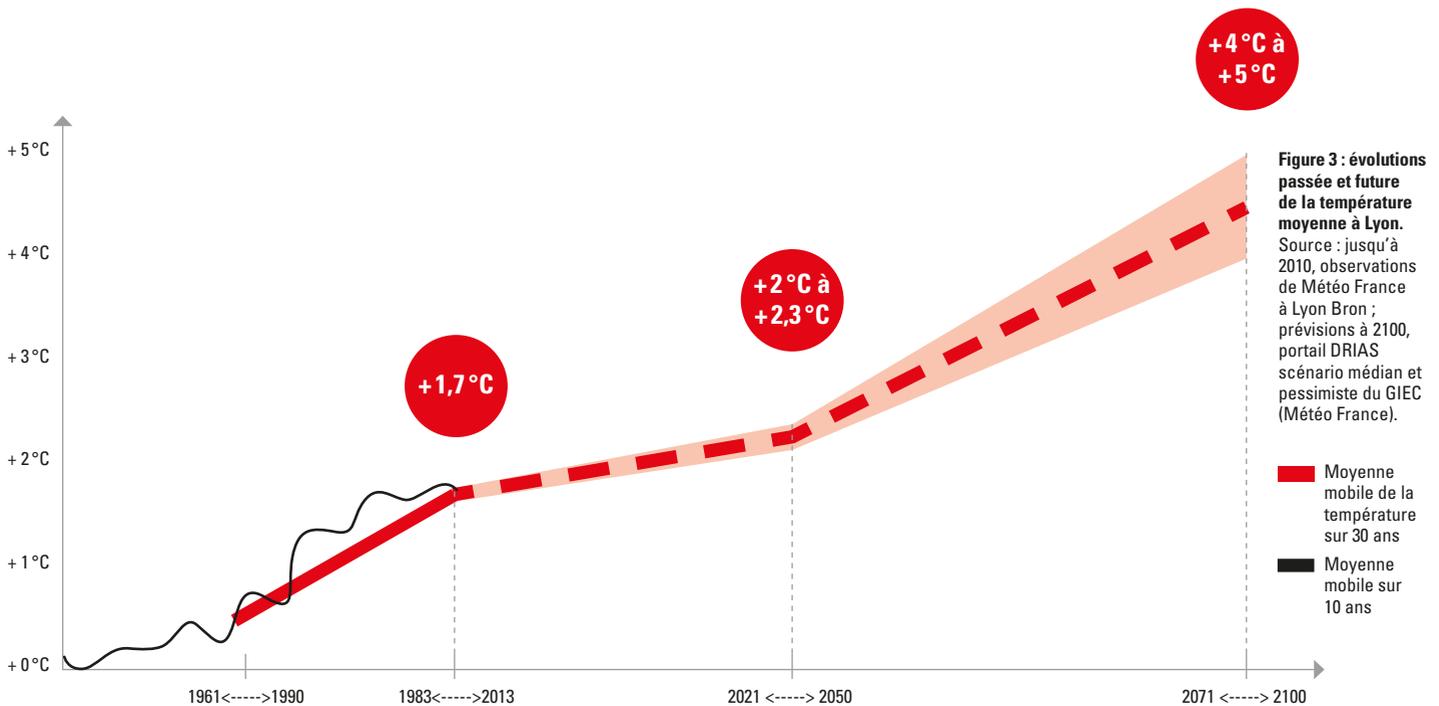
au printemps, + 2,4 °C l'été et + 1,4 °C l'automne ;

- **le nombre de jours de canicule a augmenté de 4,5 jours entre 1959 et 2013** avec une **année exceptionnelle en 2003** qui a cumulé **12 jours de canicule à Lyon**. En 2015, **5 jours ont été mesurés** ;
- **les périodes de sécheresse** sont de plus en plus fréquentes et sévères, particulièrement cette dernière décennie (2003, 2005, 2006, 2009, 2011) ;
- au niveau des précipitations, on constate **une forte baisse des précipitations estivales et une hausse des précipitations automnales et hivernales de l'ordre de 65 mm entre 1950 et 2013**.

<sup>3</sup> Évolution climatique du Sud de la France 1950-2009, projet Climfourrel, INRA, 2011.

<sup>4</sup> Données fournies par l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC), DREAL, Région Rhône-Alpes.

<sup>5</sup> À l'échelle de la France, la température moyenne a augmenté de 0,95°C (0,74°C au niveau mondial).



## DES ÉVOLUTIONS FUTURES À ANTICIPER

Afin d'anticiper les évolutions prévisibles du changement climatique, des scénarios climatiques sont produits et réactualisés par le GIEC. **À l'échelle mondiale et dans la trajectoire la plus pessimiste** (celle qui se produira si nous n'agissons pas en limitant nos émissions de gaz à effet de serre), les températures **pourraient augmenter jusqu'à 5,5°C**. Dans ce scénario, les vagues de chaleur qui arrivent aujourd'hui une fois tous les 20 ans pourraient doubler ou tripler de fréquence.

**Le message des scientifiques ne laisse pas de place au doute quant au sens de ces évolutions même s'il existe encore des incertitudes sur leur ampleur.**

Les évolutions prévisibles s'appuient sur les travaux menés dans le cadre du SRCAE Rhône-Alpes<sup>6</sup> et les données publiées par Météo France sur le portail "DRIAS". Malgré les incertitudes et toutes les précautions à prendre quant à l'interprétation des résultats<sup>7</sup>, ces travaux mettent en évidence pour le siècle à venir :

- une **évolution des températures moyennes annuelles** de l'ordre de +1 à +2°C à l'horizon 2030 et jusqu'à +5°C à l'horizon 2050 ;

- une **multiplication par 3,5 à 5 du nombre de jours de canicule à l'horizon 2080**, entraînant à 28 jours le nombre moyen de canicule dans l'agglomération lyonnaise ;
- la **baisse conséquente du nombre de jours de gel printanier** qui pourrait conduire à ne plus voir apparaître ce phénomène qu'une année sur deux à l'horizon 2080 ;
- une **baisse du cumul de précipitations avec des disparités saisonnières** : diminution envisagée du cumul de pluies estivales de l'ordre de 25 à 40 % à l'horizon 2080. Cette tendance globale de baisse des précipitations n'empêchera pas ponctuellement l'occurrence de fortes précipitations. En effet, selon le dernier rapport du GIEC elles continueront à devenir plus fréquentes, corroborant l'éventuelle intensification des crues.

6 Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) Rhône-Alpes, Étude Météo France, 2010.

7 Tendances projetées à la fin du siècle par rapport aux moyennes sur la période 1970-2000.



Figure 4 : chiffres clés de l'impact du changement climatique à Lyon (scénarios optimistes, médians et pessimistes à horizon 2050 et 2100).  
Source : SRCAE Rhône-Alpes, Étude météo France, 2010.

	Observation (1971-2000)	Court terme (2021-2050)	Moyen terme (2071-2100)
Température moyenne annuelle	11°C	13 à 14 °C	14 à 16 °C
Nombres de jours de canicule*	< 1 jour/an	2 à 8 jours/an	9 à 28 jours/an
Nombres de jours de forte chaleur (>35 °C)	2 jours/an	4 à 10 jours/an	14 à 30 jours/an
Nombres de jours de sécheresse**	22 jours/an	22 à 24 jours/an	26 à 28 jours/an

\* On compte 1 jour de canicule quand, pendant 3 jours consécutifs, la température n'est pas descendue en-dessous de 20 °C la nuit et a dépassé 34 °C le jour. Puis chaque jour supplémentaire compte pour 1.

\*\* Il s'agit du nombre de jours consécutifs avec moins d'1 mm de précipitations.



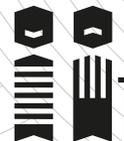
### CE QUE L'ON SAIT :

- Malgré les incertitudes sur l'ampleur des changements prévisibles, des tendances fortes se dégagent des projections climatiques, qui vont globalement dans le même sens : réchauffement et assèchement.
- Ces tendances n'empêcheront pas ponctuellement l'occurrence d'évènements localisés de nature contraire aux tendances présentées ci-avant (crues exceptionnelles, vagues de froid, gel, orages violents...).

### CE QUI NÉCESSITE D'ÊTRE APPROFONDI :

- Des incertitudes persistent sur l'évolution de l'intensité et de la fréquence des évènements climatiques extrêmes (occurrence des précipitations extrêmes, vagues de froid).

# 3 - UNE POPULATION VULNÉRABLE



## POPULATIONS ET FORTES CHALEURS

En cas d'épisode caniculaire, l'effet d'îlot de chaleur urbain lié à la minéralité de la ville multiplie les répercussions sur la santé des habitants : coups de chaleur, hyperthermies, déshydratations, maladies respiratoires et cardiovasculaires... **À Lyon, la canicule de 2003 a entraîné une hausse de 80 % du nombre de décès.** Cette fragilité, qui concerne principalement des personnes âgées (mais également des personnes en situation de précarité, disposant de peu d'accès aux services publics), est renforcée par le fait que la majorité d'entre elles habite en ville. Ces constatations combinées au vieillissement attendu de la population (**augmentation de 80 % de la population des personnes âgées de plus de 85 ans à l'horizon 2030**) renforcent la nécessité de mettre en place des mesures d'adaptation afin de limiter l'impact du changement climatique sur le confort thermique des habitants.

La canicule de 2003 a été l'un des événements marquants de la décennie précédente pour le secteur de la santé publique. Afin de prévenir les conséquences sanitaires et sociales des prochaines canicules sur la population, l'État met en place, chaque année du 1<sup>er</sup> juin au 31 août, un plan canicule national.

Décliné dans chaque département sous l'autorité du Préfet, ce plan associe largement les collectivités territoriales, qui portent une attention particulière aux populations les plus fragiles (personnes âgées, isolées, sans domicile, jeunes enfants...), non seulement par la diffusion de recommandations sanitaires, mais également dans le cadre d'un suivi rapproché en cas d'alerte canicule.

Pour ce faire, une organisation spécifique a été mise en place par la Métropole dans le cadre de ses compétences médico-sociales. Fortes de leur positionnement au plus près de la population, les équipes des maisons du Rhône collaborent étroitement avec les communes pour le repérage et le suivi des personnes les plus vulnérables.

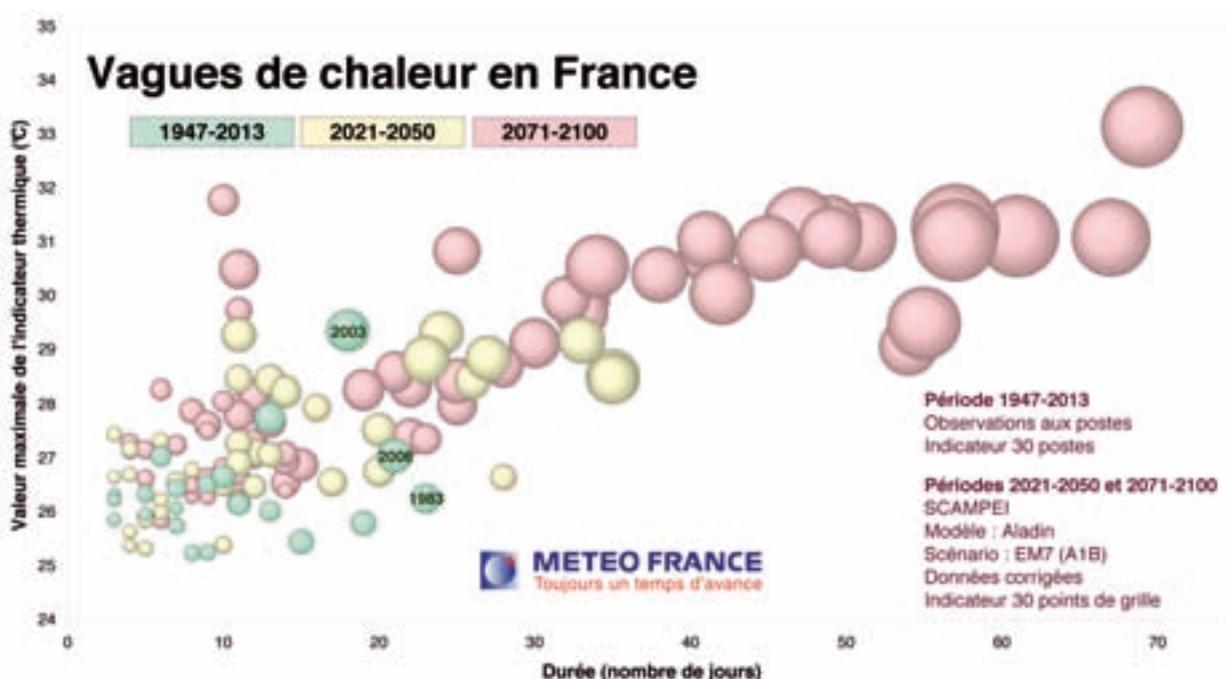


Figure 5 : évolution des vagues de chaleur entre 1947 et 2100 en France. Source : Météo France.

La surface des sphères symbolise l'intensité globale des vagues de chaleur, les sphères les plus grandes correspondant aux vagues de chaleur les plus sévères.



Figure 6 : campagne d'information de la Métropole de Lyon.



Parallèlement, la création et la préservation d'espaces verts et de parcs en milieu urbain constituent des mesures simples qui s'avèrent bénéfiques en termes de rafraîchissement urbain. Ces créations s'accompagnent d'autres avantages : réduction des poussières dans l'air, limitation des écoulements d'eau lors des pluies intenses, espaces supplémentaires pour la biodiversité. Les espaces verts et parcs jouent également un rôle social en contribuant au bien-être de la population. Leur développement peut aussi se faire par la promotion des toits et rails verts, peu répandus actuellement en France.

## POLLUTION DE L'AIR ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

### POLLUTION DE L'AIR ET PICS D'OZONE

L'agglomération du Grand Lyon est fortement concernée par des épisodes de pollution atmosphérique. Le nombre moyen de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique<sup>8</sup> est évalué à 374 décès par an. Même si les risques relatifs à la pollution atmosphérique sont faibles, la proportion importante de personnes exposées aboutit à un impact collectif sur la mortalité non négligeable.

Selon les saisons, la problématique de la pollution atmosphérique se pose différemment. Si en hiver, la problématique des pollutions est liée à la concentration des particules, en été, ce sont les pics d'ozone qui posent question.

D'après une étude sur le rôle du climat sur la dispersion des polluants<sup>9</sup>, l'INERIS montre que l'évolution climatique provoquerait **une augmentation des niveaux d'ozone en période estivale.**

Sur la base des scénarios d'évolution climatique du GIEC, **les pics journaliers seraient susceptibles de croître en moyenne de 25 à 40 µg/m<sup>3</sup> par rapport au niveau actuel.**

Les projections indiquent qu'à l'échelle européenne, la France se trouverait fortement touchée par l'accroissement des concentrations : le dépassement des seuils d'information et d'alerte serait par conséquent beaucoup plus fréquent. La persistance des épisodes d'ozone augmenterait également : **les fortes concentrations d'ozone de l'été 2003 pourraient ainsi devenir une situation "normale" à la fin du siècle.** Les vagues de chaleur ayant tendance à coïncider avec les pics d'ozone, les effets sanitaires seront démultipliés.

Depuis 10 ans, le Grand Lyon s'est engagé en matière de qualité de l'air à travers ses documents de planification et sa politique de déplacement. Par ailleurs, le Grand Lyon est un acteur proactif au côté de l'État dans la mise en œuvre et le suivi du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA). Malgré les résultats encourageants, le défi de la qualité de l'air demeure une priorité pour atteindre les seuils européens.

### POLLENS ET ALLERGIES

Le changement climatique devrait induire des modifications des zones de végétation, un allongement des périodes de pollinisation (donc un allongement de la période d'exposition aux allergènes), voire une augmentation des quantités de pollen produites. L'élévation des températures rendrait aussi le pollen plus allergisant.

Cela peut se traduire par l'exemple de l'ambrosie : dans le département du Rhône, **près de 17 % de la**

<sup>8</sup> Rapport Aphekom, INVS, 2012.

<sup>9</sup> Interactions entre pollution atmosphérique et changement climatique, INERIS, 2009.



**population est allergique à son pollen.** De 2008 à 2011, les dépenses de santé liées à l'ambrosie ont augmenté de plus de 90 % et représentent entre 14,2 et 20 millions d'euros en 2011 (coûts en soins ambulatoires).

### PRÉSENCE DE MOUSTIQUES TIGRES EN RHÔNE-ALPES

L'ARS du Rhône a observé depuis 2009 la présence du moustique *Aedes Albopictus*, plus connu sous le nom de moustique tigre, et le département est classé comme zone menacée par ce moustique pour la santé de la population. En effet, ce moustique est notamment vecteur de la dengue et du chikungunya et son apparition sur le territoire peut s'expliquer en grande partie en raison de flux de déplacements (humains, économiques). Or la relation entre évolution du climat et apparition d'espèces invasives est avérée même si elle nécessite des approfondissements (ARS, INVS...).

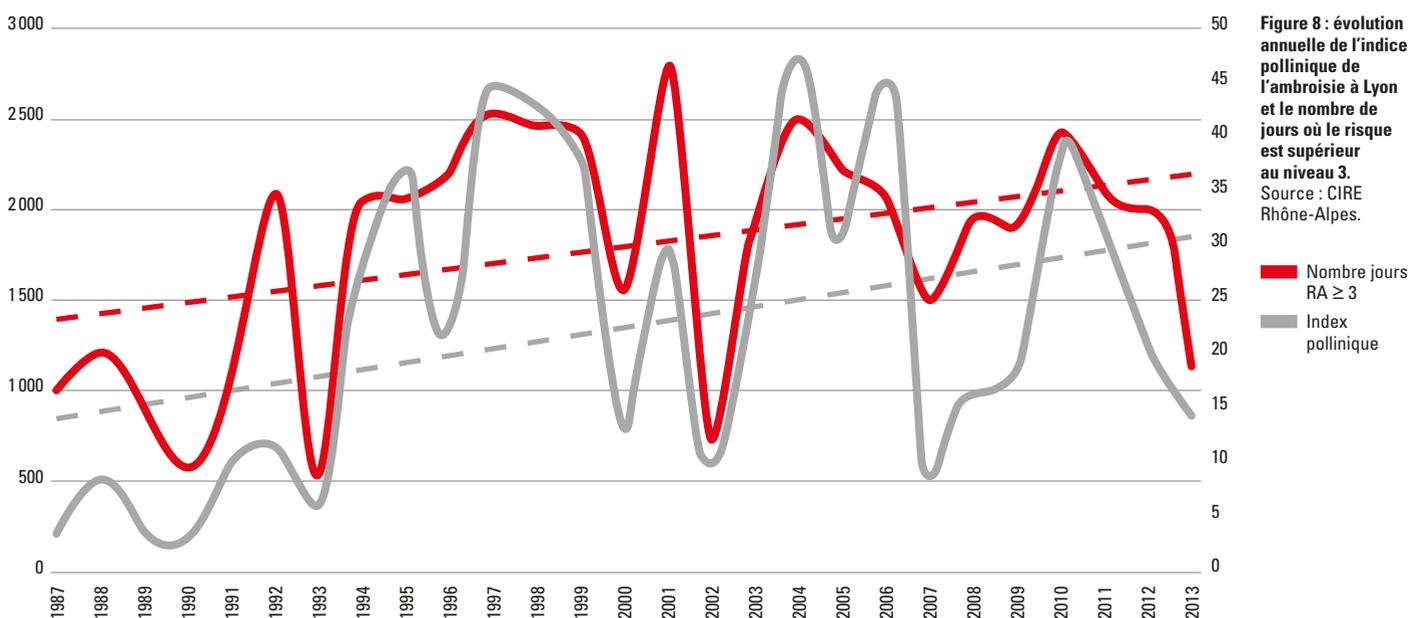
### VERS DE NOUVELLES SOLIDARITÉS SOCIALES ?

Qu'il s'agisse d'accéder à un cadre de vie de qualité, de se prémunir contre certains risques, d'accéder à des ressources naturelles essentielles comme l'eau ou l'énergie, **les enjeux environnementaux apparaissent de plus en plus comme de nouveaux facteurs d'inégalités sociales.**

Aujourd'hui, les réponses apportées aux impacts du changement climatique sont pour la majorité du ressort du technique (planter plus d'arbres, construire différemment, rénover les réseaux d'eau potable...). Cependant, **l'adaptation au changement climatique n'est pas uniquement une réponse scientifique ou technique, elle est bien sûr décisionnelle et repose sur des choix sociaux.**

**L'accompagnement au changement de comportement est donc indispensable pour réussir le pari d'une adaptation réussie.** Ainsi, la réintroduction de nature en ville (sur les toits, façades ou dans les espaces publics) s'accompagne de faunes accueillies plus ou moins favorablement par les habitants.

Lors des vagues de chaleur, la population devra acquérir des réflexes de solidarité envers les personnes vulnérables et isolées (personnes âgées, défaveur sociale).





### **DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :**

- Quelles mesures seraient à prendre pour prévenir les risques sanitaires sur les populations ?
- Quelles actions complémentaires en cas de crise sanitaire majeure ?
- Quelles seraient les orientations d'une politique "santé environnement" de la Métropole de Lyon, du volet "Air" du Plan Climat Énergie Air Territorial (PCEAT) ?
- Quel impact des périodes de canicule sur l'organisation du service public : horaires d'ouverture des lieux publics, télétravail, travail des agents en horaires décalés ?
- Dans quelles mesures nos rythmes de vie et nos comportements vont-ils évoluer ?
- Quels enjeux de communication, de pédagogie et d'appui au changement de comportement ?

### **DES PARTENAIRES À MOBILISER :**

ARS, CG DU RHÔNE, EID MEDITERRANÉE, AIR RHÔNE-ALPES, RÉSEAU NATIONAL DE SURVEILLANCE AÉROBIOLOGIQUE, LABORATOIRE LYONNAIS, ADES DU RHÔNE, ACOUCITE, INVS, COMMUNES, SOCIOLOGUES...

# 4 -

# DES MILIEUX NATURELS SENSIBLES AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES



## RESSOURCES EN EAU

D'après les travaux de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse<sup>10</sup>, tous les territoires du bassin Rhône Méditerranée Corse sont vulnérables aux évolutions climatiques. Le changement climatique aura un impact sur la quantité d'eau disponible et sur sa répartition dans le temps et dans l'espace.

Selon les travaux du Plan Bleu Méditerranée<sup>11</sup> sur l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les débits de plusieurs fleuves méditerranéens, aux horizons 2050 et 2100, **les écoulements du Rhône pourraient baisser de 15 à 30 % en moyenne, et de 30 à 40 % en été avec un renforcement de la durée des étiages**<sup>12</sup>.

Parallèlement, la température de l'eau du Rhône aval a déjà augmenté de 2 °C en 30 ans<sup>13</sup>, entraînant des évolutions au niveau de la biodiversité.

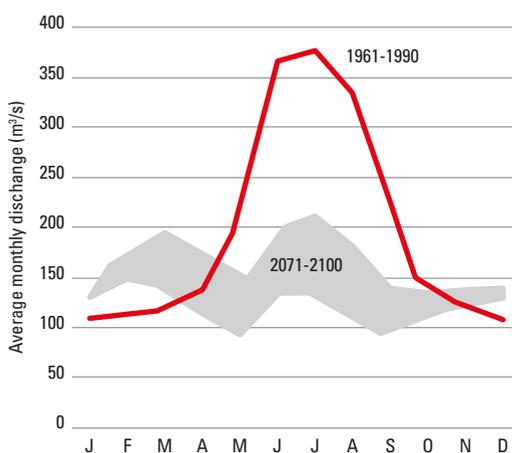


Figure 9 : débits mensuels du Rhône en amont du Lac Léman en climat actuel (1961-1990) et à l'horizon 2080 (2071-2100) selon le scénario A2 du GIEC. La zone grisée représente les incertitudes associées à la projection.

Source : Beniston, 2012 tiré du bilan des connaissances, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2012

## DES VULNÉRABILITÉS SPÉCIFIQUES SUR LE TERRITOIRE DU GRAND LYON LIÉES AUX CARACTÉRISTIQUES HYDROGRAPHIQUES

Le territoire du Grand Lyon dispose d'un réseau hydrographique dense (nappes alluviales, nappes souterraines, ressources en eaux superficielles...) avec des caractéristiques spécifiques.

■ **L'eau potable alimentant le Grand Lyon provient à 95 % des nappes souterraines alimentées par le Rhône et captées dans la zone de Crépieux-Charmy.** Bien qu'il n'y ait pas eu de difficulté d'approvisionnement en eau potable lors de la période d'étiage de 2003, les capacités d'approvisionnement du captage ont néanmoins atteint leurs limites. Au regard des perspectives d'accueil de populations, d'urbanisation du territoire, des risques de pollutions accidentelles et dans un contexte de baisse de la ressource disponible, la recherche de ressources alternatives mobilisables par le Grand Lyon devient une problématique émergente. D'après des travaux du SAGE de l'est lyonnais, **les besoins en eau potable à l'horizon 2020 augmenteraient de 10 à 15 %.**

■ Pour protéger sa ressource en eau potable, le Grand Lyon dispose de captages périphériques notamment dans la nappe de l'Est. La qualité de cette dernière est cependant moins bonne en raison de la présence de nitrates. **Dans le cadre de la mise en place du SAGE<sup>14</sup> de l'est lyonnais, les questions de partage de la ressource en eau sont soulevées et prégnantes.** L'urbanisation de l'est lyonnais renforce les pressions sur la ressource en eau. D'ores et déjà des mesures de gestion et de protection sont mises en place : périmètres de protection et évolution des capacités de captage, captages Grenelle<sup>15</sup>.

10 Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Plan d'adaptation de Bassin, mai 2014, 32 p.

11 Milano Marianne, Les impacts prévisibles du changement climatique sur la ressource en eau de quatre grands bassins versants méditerranéens, Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Sophia Antipolis, janvier 2010.

12 L'étiage est le niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau. La forte diminution de la composante nivale dans les écoulements et la réduction des débits estivaux auront un impact fort sur les débits du bassin versant du Rhône (Leblois, 2003 ; Hendrickx, 2001 ; Boé, 2007). Source : Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

13 Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR), le Rhône en 100 questions.

14 Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux piloté par le Grand Lyon en appui du Conseil Général du Rhône.

15 Des captages déclarés "Grenelle" sont des captages prioritaires pour des plans d'action de réduction des apports en nitrates et pesticides sur l'ensemble des aires d'alimentation de ces captages. Trois captages Grenelle sont présents sur le Grand Lyon : Mions, Corbas et Chassieu.



■ Par ailleurs, le territoire du Grand Lyon dispose d'environ **97 ruisseaux qui créent une véritable trame bleue (et verte) dans tout l'ouest et le nord du territoire**. Ces ruisseaux présentent aujourd'hui une grande richesse géomorphologique et sont de véritables corridors de biodiversité pour le territoire. L'urbanisation impacte déjà grandement le fonctionnement naturel de ces ruisseaux avec des conséquences sur des régimes de crues largement liées aux ruissellements pluviaux et des assècs d'été très importants. La pollution de l'air et celle liée à la circulation impacte également la qualité de ces écosystèmes qui sont trop peu souvent considérés comme une véritable ressource en eau<sup>16</sup>.

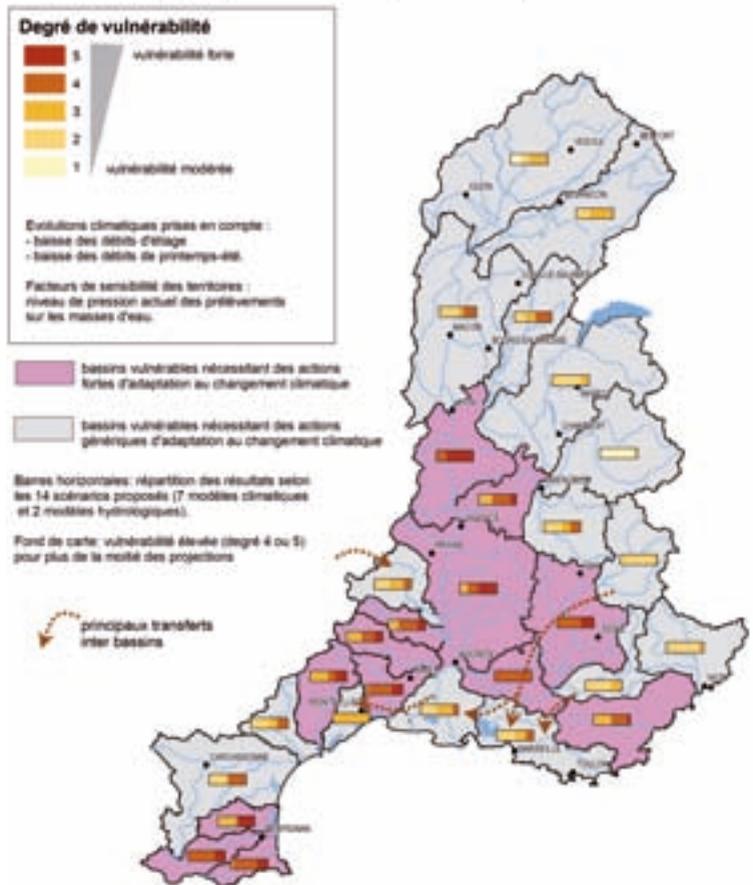
■ Enfin, **la nappe urbaine du Rhône concentre de nombreux enjeux** et elle est largement mobilisée notamment pour des usages de pompes à chaleur (PAC)<sup>17</sup>. Une étude du BRGM<sup>18</sup> a démontré le rôle des installations géothermiques sur l'augmentation de la température de l'eau (observation d'un écart de 1 °C sur les zones de réinjection). Néanmoins, le manque de connaissance sur les usages de l'eau en zone urbaine nécessite d'engager une étude hydraulique plus fine sur les usages de l'eau en centre urbain.

### DES PROBLÉMATIQUES CROISÉES À ANTICIPER DÈS AUJOURD'HUI

Face aux étiages renforcés sur les cours d'eau et à la multiplication des sécheresses, **certaines activités climato-dépendantes seront plus vulnérables et des conflits d'usages liés à la ressource apparaissent dès à présent**. Les activités agricoles seront les plus impactées en raison d'une dépendance à la ressource en eau qui devrait croître fortement en été mais aussi en termes de viabilité de certaines pratiques culturales. D'autres usages sont également sensibles tels que les usages industriels (usages de l'eau pour les process) et les productions hydroélectriques sur le Rhône. Pour faire face à ces besoins croissants, le report des prélèvements sur les eaux souterraines pourrait être important. Dans la mesure où les nappes elles-mêmes pourraient voir leur recharge diminuer du fait des impacts du changement climatique, il devient essentiel d'être en mesure d'améliorer les connaissances et de quantifier ces prélèvements pour assurer une gestion durable des aquifères souterrains du Grand Lyon.

### Vulnérabilité au changement climatique pour l'enjeu disponibilité en eau

Incidences du changement climatique sur les déséquilibres quantitatifs superficiels en situation d'étiage (compte tenu des aménagements actuels)



Par ailleurs, **la dégradation de la qualité de la ressource**, causée par le changement climatique en raison d'une moindre capacité de dilution des rejets (débits d'étiages), réduirait l'offre en eau douce de bonne qualité utilisable à des fins domestiques. Ces évolutions pourraient avoir pour **conséquence un renchérissement des coûts de production de l'eau potable**.

Figure 10 : vulnérabilité au changement climatique de la disponibilité de la ressource en eau sur le bassin Rhône Méditerranée. Source : Agence de l'eau RMC, 2013.

D'autre part, en cas de baisse du régime des cours d'eau et/ou de fortes précipitations, le maintien des standards environnementaux d'assainissement imposera une intensification du traitement des eaux usées et donc du coût du traitement. À noter que certains impacts du changement climatique sur les systèmes d'assainissement des eaux seront positifs (réactions biologiques accélérées), d'autres négatifs (consommation énergétique, problèmes liés aux odeurs, accélération des phénomènes de corrosion).

<sup>16</sup> Étude qualité des ruisseaux du Grand Lyon réalisée par ARALEP pour le Grand Lyon en 2013-2014.

<sup>17</sup> Environ 200 installations sont recensées à la ville de Lyon.

<sup>18</sup> Impacts de l'exploitation géothermique des aquifères sur la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines, IMPACT LYON, BRGM, 2012.



Une diversité d'acteurs doit s'organiser pour protéger la ressource (services de l'État, intercommunalités dans et hors du Grand Lyon), gérer les milieux (SAGE), élaborer des choix de stratégie (État, collectivités territoriales...). Aujourd'hui, ces questions de gouvernance et de solidarités amont/aval semblent prioritaires pour garantir une meilleure sécurisation de la ressource de l'agglomération pour les années à venir.



### DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Comment assurer le développement du territoire (démographie, économie) et la préservation de la ressource en eau dans un contexte de baisse globale de disponibilité de la ressource ?
- Quel accompagnement des gestionnaires et des habitants dans le renforcement des efforts d'économie d'eau ?
- Quelles sont les alternatives d'approvisionnement en eau en cas de crise de pénurie de la ressource ? Quelles seraient les conditions d'accès à la ressource et à quel prix ?
- Quelle gouvernance intra et interterritoriale est nécessaire pour anticiper les questions futures liées à la ressource en eau ?

### DES PARTENAIRES À MOBILISER :

AGENCE DE L'EAU, SEPA, SAGE DE L'EST LYONNAIS, COMMUNES DU GRAND LYON ET PÉRIPHÉRIQUES, SYNDICAT DU RHÔNE AMONT, ZABR, SAGYRC, SMAGGA, PLAN RHÔNE, EPTB, ASSOCIATIONS DE PÊCHE ...

## RISQUES NATURELS

Du fait de sa prépondérance sur le territoire du Grand Lyon, concerné par 6 PPRNI (Plan de Prévention des Risques Naturels Inondations), le risque inondation fait l'objet de nombreux travaux, mais peu d'entre eux intègrent les effets du changement climatique.

Les différents travaux recensés dans le cadre de l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique pointent différentes hypothèses quant à l'augmentation des situations favorables aux crues :

- le nombre de jours ainsi que **l'intensité des pluies hivernales** étant susceptibles d'augmenter, les crues correspondantes pourraient être d'ampleurs plus importantes. Dans les Alpes, une augmentation de la fréquence des crues "extrêmes" a été enregistrée au cours des 20 dernières années par rapport à la moyenne du 20<sup>e</sup> siècle ;
- en période estivale et automnale, **les épisodes cévenols**<sup>19</sup> ainsi que les orages devraient potentiellement se renforcer. Cependant, aucune simulation n'a encore été menée afin de valider ces conclusions.

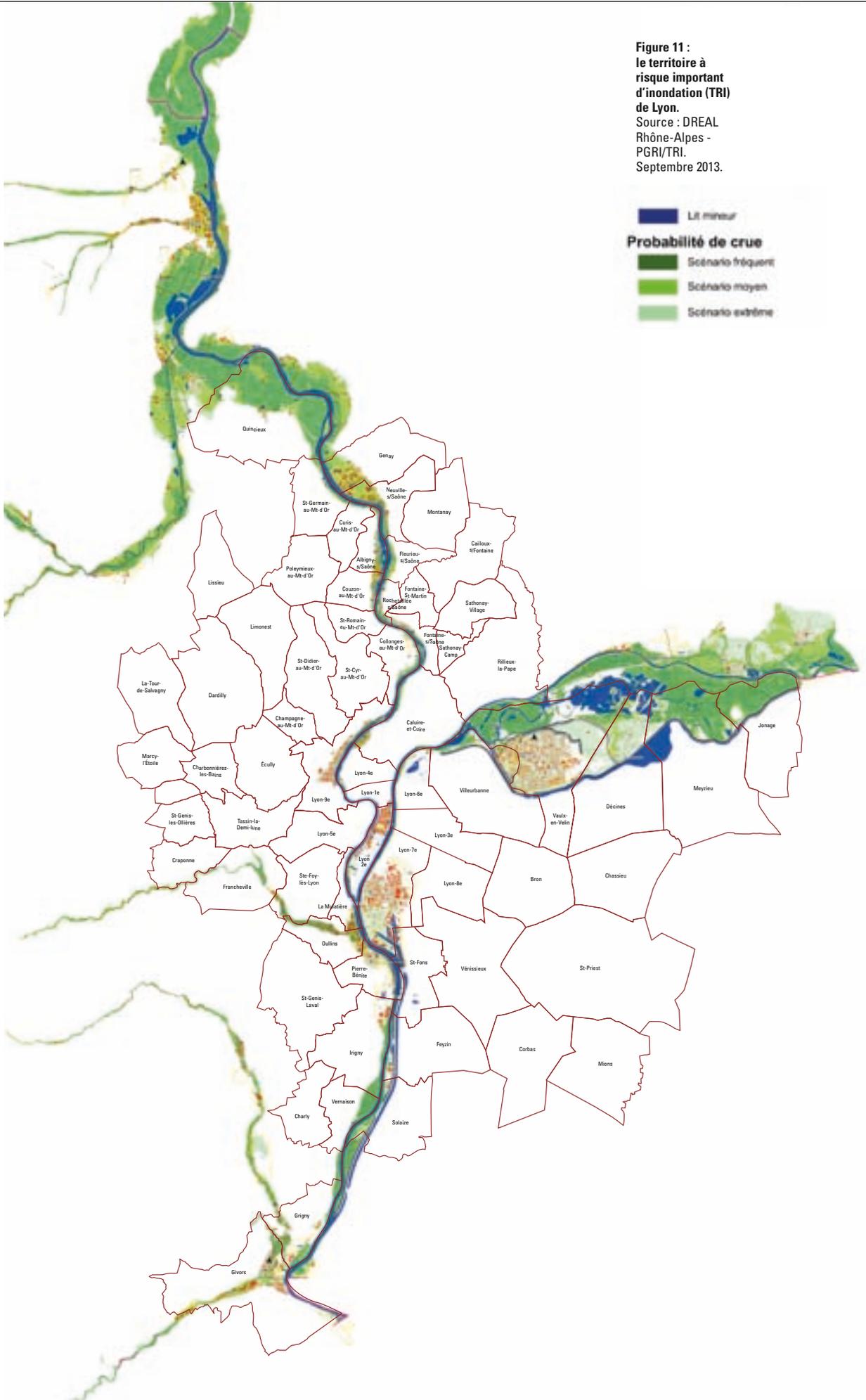
Parallèlement, dans le cadre de la démarche d'élaboration du Plan de Gestion du Risque Inondation (TRI de Lyon), dans le cadre de la directive inondations, des cartographies des surfaces inondables et des risques inondations ont été réalisées à l'échelle du bassin de vie de Lyon. Un scénario extrême correspondant à l'occurrence d'une crue milléniale a été simulé sur le territoire du Grand Lyon. **Cette simulation milléniale permet de donner plus de visibilité sur l'impact qu'auraient les évolutions climatiques sur la modification des régimes de précipitations intenses.**

Identifié comme territoire à risque important<sup>20</sup>, le bassin de vie de Lyon<sup>21</sup>, du fait de sa forte densité urbaine, concentre **38 % de la population permanente en zone inondable et près de 49 % des emplois du bassin de vie**. L'urbanisation et l'implantation d'activités humaines dans des zones exposées se traduisent par une vulnérabilité de plus en plus importante du territoire au regard des risques naturels.

<sup>19</sup> Importants phénomènes pluvieux et orageux, bloqués par les contreforts des Cévennes.

<sup>20</sup> Les territoires à risque important d'inondation (TRI) correspondent à des zones dans lesquelles les enjeux (économiques et humains) potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants, ce qui justifie une action volontariste et à court terme de tous les acteurs de la gestion du risque. Les TRI sont issus de la Directive Inondations de 2011.

<sup>21</sup> Le bassin de vie de Lyon concerne 136 communes. Chiffres du rapport TRI de Lyon, sept. 2013.



**Figure 11 :**  
**le territoire à**  
**risque important**  
**d'inondation (TRI)**  
**de Lyon.**  
 Source : DREAL  
 Rhône-Alpes -  
 PGRI/TRI.  
 Septembre 2013.

■ Lit mineur  
**Probabilité de crue**  
 ■ Scénario fréquent  
 ■ Scénario moyen  
 ■ Scénario extrême



**Figure 12 :**  
estimation  
des populations  
et des emplois  
soumis au risque  
inondation selon  
son intensité.  
TRI Lyon,  
septembre 2013.

	Population permanente			Nombre d'emplois		
	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de cours d'eau	9 954	25 246	127 619	3 912 à 6 370	11 966 à 19 441	31 317 à 54 195

À évènement climatique comparable, les conséquences d'une inondation seraient très différentes aujourd'hui de celles observées par le passé. Plusieurs facteurs ont, en effet, contribué à modifier profondément le régime d'écoulement des eaux : la diminution sensible des champs d'expansion des crues, les modifications des cours d'eau, l'évolution des pratiques agricoles, l'imperméabilisation des sols par extension des surfaces urbanisées...

### UN RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DENSE GÉNÉRATEUR DE RISQUES

Plusieurs risques sont présents sur le territoire du Grand Lyon :

#### → DES CRUES FLUVIALES SUR LA SAÔNE ET LE RHÔNE :

Les inondations dues au Rhône et à la Saône<sup>22</sup> représentent le risque majoritaire pour la population du Grand Lyon, car les zones concernées sont particulièrement étendues et peuplées. Néanmoins, il s'agit de l'aléa le "moins dangereux" en raison de la propagation plutôt lente sur les zones inondables, qui laisse le temps de s'organiser<sup>23</sup>. Néanmoins, leurs conséquences économiques sont souvent très importantes (pôle économique de Lyon exposé). La localisation de la vallée de la chimie en zone inondable pourrait, selon un scénario extrême, entraîner des évènements couplés aux risques technologiques.

L'aménagement hydraulique du Rhône, la présence du parc Miribel Jonage comme zone d'expansion de crue ainsi que l'élaboration du Plan Rhône permettent de prévenir les risques de débordements par crue. Face à la modification du régime hydrologique du Rhône, les systèmes actuels de protection et de prévention contre les crues seront-ils adaptés ?

#### → DES CRUES TORRENTIELLES LOCALISÉES DANS L'OUEST LYONNAIS (Gier, Yzeron, Ozon...) :

Le Grand Lyon est exposé au risque de débordement des ruisseaux (cumulant près de 300 km de ruisseaux sur le territoire). Ces débordements ont la particularité d'être soudains et importants, réduisant les possibilités d'anticipation et conférant un caractère d'urgence à cet aléa. **Aujourd'hui, près de 2500 personnes vivent dans le lit majeur d'un ruisseau à l'échelle du Grand Lyon.** L'intensification prévisible des fortes précipitations, laisse présager une augmentation de l'occurrence de futurs épisodes torrentiels.

Certains cours d'eau font toutefois l'objet de Plan de Prévention des Risques Naturels Inondations (PPRNI) particulier. De plus, des plans de gestion des ruisseaux sont en cours de réalisation, mais seuls 3 ruisseaux font l'objet d'un contrat de rivière. La gestion et la gouvernance des ruisseaux à l'échelle du Grand Lyon constituent un enjeu majeur pour réduire les impacts liés à l'occurrence des crues torrentielles.



**Figure 13 :**  
inondation de  
la Saône à Lyon :  
montée des eaux  
quai Saint-Antoine,  
20 mai 1856.  
Source : Archives  
municipales  
de Lyon.

<sup>22</sup> Comme le rappelle les événements de 1840 pour la Saône ou encore de 1856 et 1910 pour le Rhône.

<sup>23</sup> Possibilité d'anticipation sur 24 heures pour la Saône et 8 à 12 heures pour le Rhône.



Par ailleurs, la préservation de la qualité des ruisseaux reste un enjeu majeur pour atteindre les objectifs de bonne qualité des milieux aquatiques.

Par ailleurs, des phénomènes de remontée du niveau des nappes ont été identifiés et cartographiés dans le PPRNI Rhône. Ces phénomènes sont encore mal connus et difficiles à appréhender pour établir une politique de prévention éventuelle.



Figure 14 : réseau hydrographique du Grand Lyon. Source : Grand Lyon.

→ UN RISQUE DE RUISSELLEMENT PLUVIAL DANS L'EST LYONNAIS ET DE REMONTÉE DE NAPPE DANS LES SECTEURS URBAINS

Il existe en revanche **un risque d'inondation par ruissellement pluvial important sur le territoire du Grand Lyon.**

L'imperméabilisation croissante des sols couplée à une topographie très plate peut conduire, pour des épisodes pluvieux très intenses, à des inondations localisées en zone urbaine et dans l'est lyonnais.

La saturation des réseaux d'assainissement peut être mise en cause pour des débordements localisés mais c'est la plupart du temps la topographie même des sites qui conduira à leur inondation. Des accidents localisés ont effectivement eu lieu en 2003, 2004 et 2005 dans les zones urbaines et l'est lyonnais.

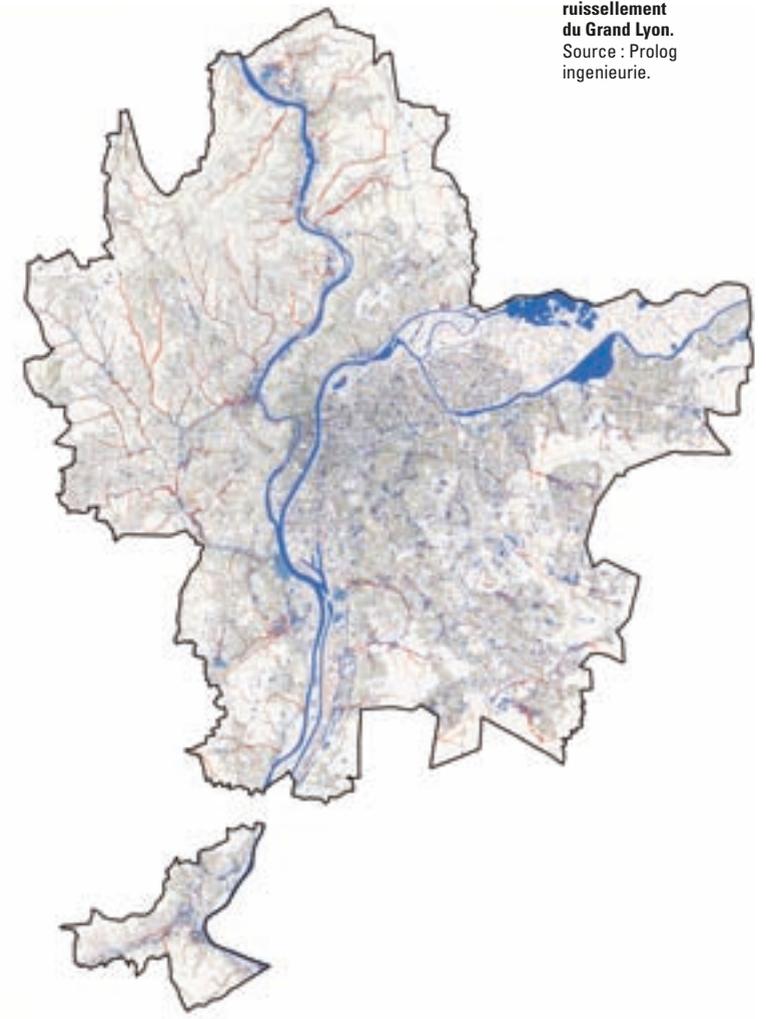


Figure 15 : illustration du zonage ruissellement du Grand Lyon. Source : Prolog ingénierie.

Révision du zonage ruissellement dans le cadre du PLU 2015

Carte de travail zonage ruissellement



Échelle : 1:50 000



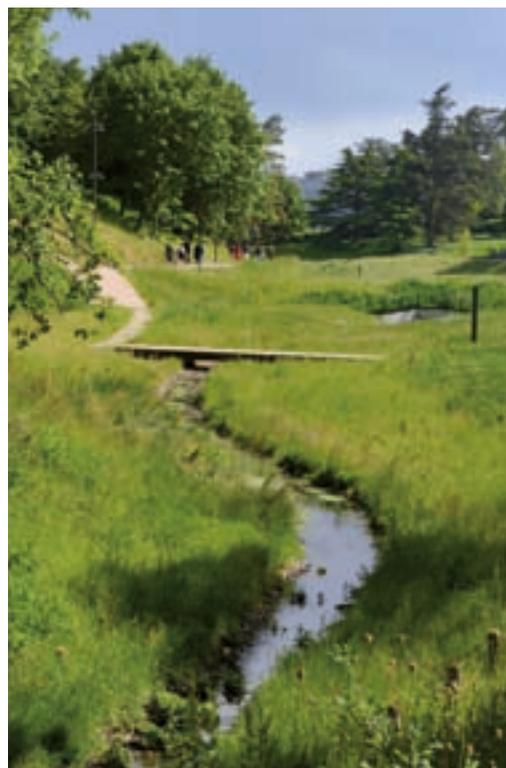
La révision actuelle de son schéma directeur d'assainissement permet à la direction de l'eau du Grand Lyon de disposer d'une vision plus fine de la localisation des zones à enjeux en matière de ruissellement urbain et de l'exposition des infrastructures associées.

Considérées comme un aléa et une contrainte à gérer, les eaux pluviales urbaines ont longtemps fait l'objet d'une gestion séparée des autres enjeux du cycle urbain de l'eau. Aujourd'hui, cette gestion a montré ses limites et le territoire a pris conscience de l'intérêt que pouvait représenter l'eau de pluie : irrigation des espaces paysagers plantés, développement des toitures végétalisées... Ses usages sont nombreux, mais ils nécessitent des approches de gestion nouvelles que le Grand Lyon initie à travers plusieurs démarches et projets d'aménagements.

■ **Les guides aménagement et eaux pluviales et le référentiel Conception et Gestion des Espaces Publics** : le Grand Lyon a développé des outils pour permettre aux aménageurs d'intégrer la gestion des eaux pluviales dès la conception d'un projet. En réalisant ces référentiels, le Grand Lyon a voulu inciter les différents corps de métiers à travailler en parfaite synergie, pour aller vers une gestion intégrée des eaux pluviales.

■ **Le programme Européen AQUA ADD**, auquel participe le Grand Lyon, vise à renforcer les pratiques et les échanges autour des bénéfices économiques, sociaux et environnementaux de l'intégration de l'eau en ville. Des actions de concertation complémentaires vont être engagées à la suite de ce projet pour compléter les référentiels de conception et de gestion des espaces publics sur des aspects opérationnels de gestion des eaux pluviales intégrées. Dans ce cadre, une opération de désimperméabilisation de la ville va être testée.

■ **L'exemple de la réouverture du ruisseau des Gorges (La Duchère – Parc du Vallon)** : dans le cadre du réaménagement du poumon vert du Parc du Vallon, le ruisseau des Gorges a été rouvert à air libre sur 400 mètres après 50 ans passés sous terre. Autrefois canalisé et générant des inondations sur Vaise et dans le parc, la réouverture du ruisseau permet de répondre aux besoins de gestion des eaux pluviales en autorisant un débordement par temps pluvieux (bassins de rétention) ou en laissant des espaces de vie par temps sec.



Parc du Vallon, © Laurence Danière

→ **UN PHÉNOMÈNE D'ALÉA RETRAIT/ GONFLEMENT DES ARGILES LOCALISÉ SUR LE TERRITOIRE**

Le territoire du Grand Lyon est également exposé aux risques liés au sol et au sous-sol comme en témoignent les nombreux accidents et catastrophes provoqués par les mouvements de terrains (Fourvière par exemple). Les 2 500 hectares de balmes<sup>24</sup> sur le territoire du Grand Lyon ainsi que la présence de sols argileux principalement centrés sur l'ouest lyonnais accentuent le phénomène.



Figure 16 : principes du retrait/gonflement des argiles sur les sols. Source : BRGM, 2010.

<sup>24</sup> Dans la région lyonnaise, les balmes désignent tous coteaux escarpés, pentes ou talus. Au cours de l'histoire, l'aménagement de la ville a conduit à entailler le pied des versants, pouvant compromettre ainsi l'équilibre initial des terrains.



Les caractéristiques des sols argileux évoluent en fonction de leur teneur en eau : ces modifications sont appelées retrait/gonflement des argiles.

La sinistralité occasionnée par ces phénomènes est très nettement visible en 2003 :

- à l'échelle nationale, **la canicule de 2003 a conduit une multiplication par 5 du nombre de sinistres indemnisés<sup>25</sup>** ;

- à l'échelle du Grand Lyon, depuis 1982, **près de 50 % des arrêtés de catastrophes naturelles liés aux "mouvements de terrains" sont survenus lors de la canicule de 2003<sup>26</sup>**.

Ces chiffres illustrent bien l'importance de ce risque et la pertinence d'une action préventive en matière de retrait/gonflement des argiles. Et ce, dans un contexte d'évolution plus marquée des sécheresses de la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle.

À noter néanmoins que la vulnérabilité des balmes de la ville de Lyon est plus liée à des accidents (mafaçons des murs de soutènement, travaux de voirie fragilisant ces murs, ruptures brusques de canalisations). Le rôle des fortes précipitations est faible sur la sensibilité des balmes, et, de ce fait minime pour la ville de Lyon.

**Figure 17 : phénomènes géologiques sur le territoire du Grand Lyon.**  
Source : SCoT de l'agglomération lyonnaise.



25 Données BRGM à l'échelle nationale.

26 16 arrêtés de catastrophes naturelles liés aux mouvements de terrains ont été édités en 2003 sur le territoire du Grand Lyon. Depuis 1982, au total 33 arrêtés catastrophes naturelles ont été promulgués sur le territoire. Source : Données Gaspar, Traitement eQuiNeo, 2014.



## DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Dans quelles mesures les politiques de prévention et de gestion du risque inondation sur le territoire du Grand Lyon seraient robustes dans un contexte climatique évolutif ?
- Quels rôles les territoires (Saône/Dombes/Rhône Amont) en amont du Grand Lyon peuvent-ils jouer pour limiter les risques d'inondations ? Et inversement quel rôle du Grand Lyon pour limiter les crues à l'aval de l'agglomération ?
- Dans quelles mesures la prise de compétence GEMAPI - GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations - par la Métropole de Lyon offrira de nouveaux leviers de prévention ?
- Quels outils et mesures sont nécessaires pour renforcer la culture du risque à l'échelle du territoire ?
- Dans quelles mesures les politiques de gestion des eaux pluviales à la source, couplées à des techniques végétales, peuvent-elles répondre au risque pluvial, dans un contexte de changement climatique, tout en apportant une contribution en termes de fraîcheur et de nature en ville ?

## DES PARTENAIRES À MOBILISER :

DDT/DREAL, UNIVERSITÉS, ARCHIVES MUNICIPALES DE LYON, PLAN RHÔNE, COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE, AGENCE DE L'EAU, CEREMA, GRAIE, OTHU, SEPAL...

## BIODIVERSITÉ/ESPACES NATURELS

Le changement climatique est avéré et l'érosion de la biodiversité est une réalité, même si la part du premier dans la seconde reste mal connue. La question de l'adaptation pour la biodiversité et les milieux naturels ne se réduit pas qu'à l'indicateur climatique. Beaucoup d'autres variables influent sur l'évolution des milieux et en premier lieu l'action de l'homme. Ces derniers (pression sur la ressource en eau, artificialisation des sols, fragmentation des milieux) sont plus importants sur la biodiversité que les effets directs du climat (augmentation de la température, modification de la pluviométrie). Cependant, le facteur changement climatique en aggrave les effets.

Les changements climatiques influenceront de manière variable différentes composantes :

- **les déplacements d'espèces et des aires de distribution ;**
- **la modification de la phénologie :** évolution des dates de floraison ;
- **des modifications de reproduction/nidification de la faune ou de réduction :** extinctions locales, synchronisation biologique.

L'agglomération lyonnaise offre une palette de milieux naturels susceptibles d'accueillir une faune et une flore, soit spécifique à la ville, soit en provenance des espaces environnants. La préservation de la biodiversité passe aussi bien par la protection des espaces naturels que par la prise en compte d'une nature plus ordinaire dans l'aménagement et la gestion des espaces urbains et périurbains.

## DES CONSTATS ET DES TENDANCES FUTURES

L'intégration d'un volet Climat dans le suivi de la biodiversité en Rhône-Alpes est trop diffuse pour analyser de manière fine les impacts du changement climatique observés sur la biodiversité. Cependant, quelques grandes tendances peuvent être données.

- **Une remontée générale des aires de répartition des espèces :**

Selon l'ONERC, on estime qu'**une augmentation de température de 1 °C correspondrait à un déplacement de 50 à 200 km vers le nord ou de 150 m en altitude.**

Cette remontée des aires géographiques est tangible. L'Orchis Géant présent en Rhône-Alpes ne cesse d'étendre sa progression géographique depuis 1990.



**Figure 18 :** extension de l'aire *Himantoglossum robertianum*, l'*Orchis* localisation des vingt dernières années. Scappaticcia, 2011. Source : Cahiers, SFO Rhône-Alpes 2015.

Par ailleurs, dans le cadre du projet de recherche CARBOFOR, l'INRA a modélisé l'impact du changement climatique sur les groupements forestiers et leurs aires de répartition. **D'ici les prochaines décennies, les espèces méditerranéennes représenteront près d'1/3 de la superficie du territoire national.** Ces évolutions influenceront la modification des paysages, et pourraient entraîner la banalisation de ces derniers. Ces essences méditerranéennes plus inflammables, donc plus sensibles au risque incendie, devraient croître.

■ **Décalages des rythmes et des comportements saisonniers :**

Avec l'augmentation de température, les besoins en chaleur qui rythment de nombreux stades de développement et comportements des essences sont avancés. L'évolution des dates de vendanges dans la vallée du Rhône en est un bon exemple.

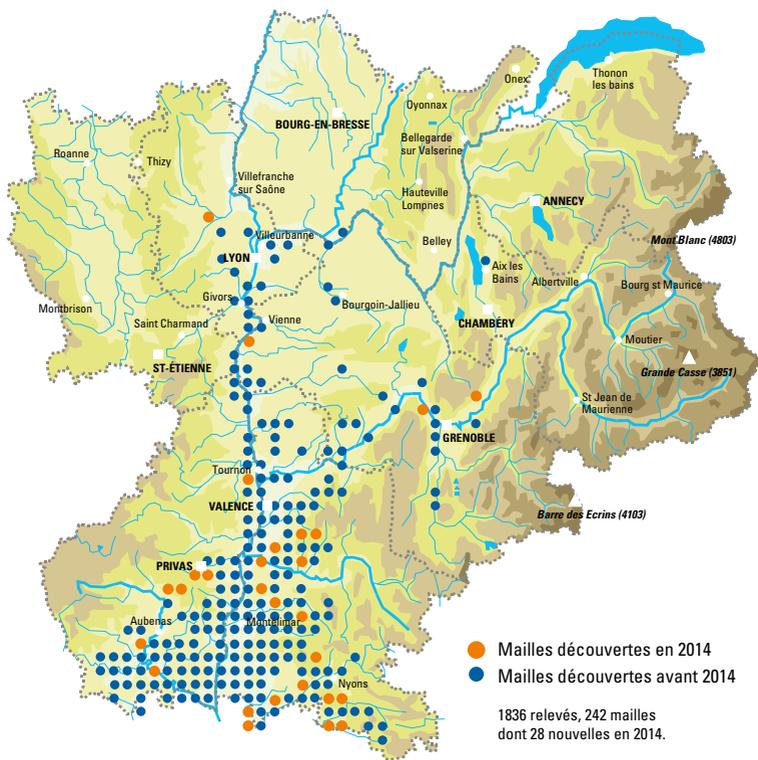
■ **Évolution des températures des eaux :**

Les évolutions de la température de l'eau, de l'hydrologie et de la morphologie auront des impacts sur les écosystèmes aquatiques et plus particulièrement sur la population de poissons.

La canicule de 2003 a eu un très fort impact sur les mollusques. Si ce type d'évènement venait à se répéter fréquemment, plus de 50 % des espèces de mollusques de la Saône inférieure pourraient disparaître<sup>27</sup>. À noter que la température du Rhône a augmenté sur tout le fleuve (+2 °C depuis 1977)<sup>28</sup>. Par ailleurs, d'autres impacts indirects sur les écosystèmes sont déjà observés. C'est le cas de la baisse des niveaux d'eau déjà observée sur la zone de Miribel Jonage qui influence une nouvelle végétation (apparition de peupliers). Cette influence pourrait entraîner une certaine banalisation des milieux naturels et aquatiques à terme.

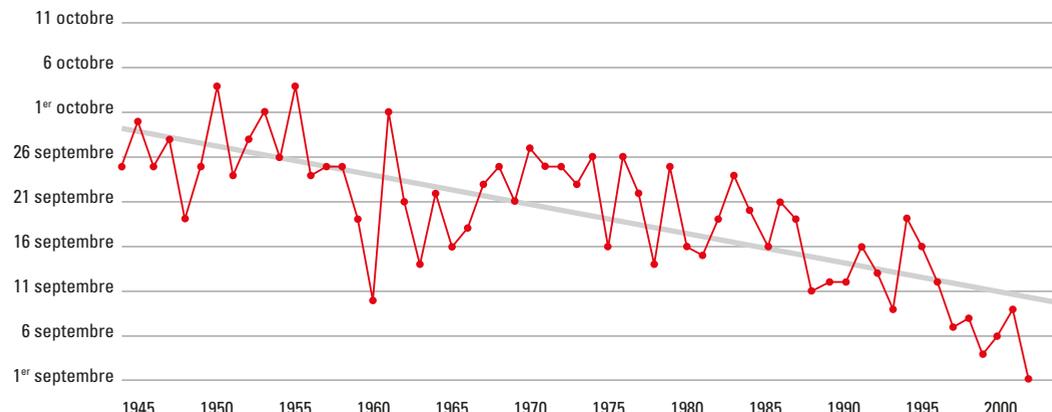
**DES ESPACES PÉRIPHÉRIQUES RICHES**

L'agglomération lyonnaise est constituée à 52 % d'espaces non urbanisés composés de terres agricoles, boisements, autres espaces naturels et espaces verts. Parallèlement, l'eau (Rhône et Saône, mais aussi le réseau hydrographique dense de ruisseaux et rivières) est un élément écologique et identitaire essentiel du territoire du Grand Lyon, vecteur de nature en ville et support de loisirs (berges, parcs de Gerland, de la Feyssine, Parc Miribel Jonage...). Malgré le manque de connaissance sur l'influence du changement climatique sur les milieux naturels



Pôle d'information Flore et Habitats de Rhône-Alpes. 12/06/2015 www.pifh.fr

**Figure 19 :** évolution des dates de début de vendanges à Châteauneuf-du-Pape depuis 1945. Source : Service technique InterRhône.



<sup>27</sup> D'après Dumont et al. (2007) tiré de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse, Bilan des connaissances, 2012.

<sup>28</sup> D'après Poiriel et al. (2008), tiré de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse, Bilan des connaissances, 2012.



**Figure 20 :**  
armature verte  
et urbaine de  
l'agglomération  
lyonnaise.  
Source : SCoT de  
l'agglomération  
lyonnaise, DDUCV/  
DPPA/OVD.

et la biodiversité locale, les impacts projetés soulignent **l'importance de la continuité et de la connectivité des milieux pour les écosystèmes** afin d'améliorer leur résilience au changement climatique. Cette notion de continuité écologique des espaces naturels est intégrée aux orientations du Schéma Régional de Cohérence Écologique Rhône-Alpes (SRCE). Par ailleurs, la **“trame verte et bleue” du SCoT réaffirme ce principe de maintien de la biodiversité en assurant la continuité des corridors écologiques et en limitant la fragmentation des milieux.**

Enfin, les capacités locales d'adaptation des écosystèmes seront favorisées par la diversité des variétés végétales : développement de strates de végétations, forêts mélangées, restauration des continuités hydrauliques, introduction de la nature en ville...

■ Le Grand Lyon a mis en place **des Projets Natures sur le territoire communautaire** qui visent d'abord à mettre en valeur les espaces de la trame verte à travers la réalisation de nombreuses actions de préservation (inventaires faune/flore,

plantation de haies, création de mare). Ils ont également pour objectif la sensibilisation, notamment par la création des sentiers nature et par le biais de l'éducation à l'environnement.

### UNE NÉCESSAIRE RECONQUÊTE DE L'ESPACE URBAIN AU PROFIT DE LA NATURE

En zone urbaine, les plantations d'alignement, la végétalisation des places, les squares, parcs... contribuent à la diversité et à la qualité paysagère de l'espace urbain. Le choix des essences végétales devient un sujet central non seulement pour des considérations esthétiques, mais surtout en matière d'aptitude à supporter les évolutions de températures futures. La diversité d'essences doit donc être valorisée afin d'anticiper au mieux ces changements. C'est déjà le cas pour la gestion des arbres d'alignement à l'échelle du Grand Lyon.

Dans ce cadre, le Grand Lyon, sensible à la qualité des aménagements proposés, a initié depuis 2000 une démarche partenariale de valorisation de la place de l'arbre en ville. Celle-ci est expliquée dans la charte de l'arbre. Une charte qui valorise le rôle multifonctionnel de la nature en ville :

- **un rôle dans la gestion et la valorisation des eaux pluviales en milieu urbain** : en renforçant l'infiltration de l'eau de pluie dans les sols lors d'épisodes pluvieux ponctuels. Aussi, les expérimentations concernant la valorisation de l'arbre en ville, doivent donc être conduites en lien étroit avec la réflexion menée sur les techniques alternatives et écologiques de gestion du cycle de l'eau en ville ;
- **un rôle de rafraîchissement ambiant** : l'évapotranspiration des végétaux, particulièrement celle des arbres à feuilles caduques, rafraîchit et humidifie l'air des villes. Au-delà de l'ombrage qu'ils procurent, les arbres jouent ainsi un rôle de “ventilateurs” naturels offrant une sensation de fraîcheur<sup>29</sup>. Ainsi, renforcer la place de l'arbre en ville constitue un excellent moyen d'adaptation au changement climatique en matière de rafraîchissement urbain ;
- **un rôle de préservation des sols** : grâce à leurs systèmes racinaires, les arbres permettent de limiter les phénomènes d'érosion, stabilisent les sols en prévenant les glissements de terrain et les coulées de boue. Les arbres sont ainsi de vrais alliés dans la gestion et la préservation d'espaces présentant des risques géotechniques majeurs, comme par exemple les balcons de notre agglomération.

<sup>29</sup> Grâce à l'évapotranspiration, un arbre mature peut perdre jusqu'à 450 litres d'eau par jour et engendrer un rafraîchissement important, équivalent à cinq climatiseurs individuels fonctionnant pendant vingt heures.  
Source : ADEME LR, 12 fiches Adaptation au changement climatique, 2011.



De nombreuses initiatives locales sont portées par le Grand Lyon et les communes pour valoriser le végétal en ville : jardins partagés/familiaux, toitures et murs végétalisés, aménagement de places et de squares, aménagement des berges du Rhône et de la Saône, projet de désimperméabilisation de voiries, renforcement du végétal en ville dans le PLU-H. Ces initiatives communales et intercommunales doivent être renforcées voire systématisées.

■ **Exemple du réaménagement de la rue Garibaldi, mettant l'accent sur la nature en ville et la biodiversité avec un critère environnemental déterminant dans le choix des aménagements.**

Les 400 arbres plantés contribueront à porter à 19% la part de la surface végétale sur l'ensemble du site et permettront de créer une continuité verte du parc de la Tête d'Or au parc Blandan. De plus, une trémie sera utilisée pour stocker les eaux de pluies ainsi que pour l'arrosage des espaces verts du site.

Rue Garibaldi, © Jacques Léone, Grand Lyon





## DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Quels dispositifs d'observation et de suivi renforcer pour améliorer la connaissance locale des impacts du changement climatique sur les espaces naturels et la biodiversité locale ?
- Comment articuler les liaisons entre la trame verte et bleue périphérique et la trame verte et bleue urbaine ?
- Dans quelles mesures les espaces privés et des espaces verts d'entreprises ont-ils un rôle à jouer dans la préservation des continuités de la trame verte et bleue et du rafraîchissement en zone urbaine ? Quelles modalités d'accompagnement des propriétaires privés et des chefs d'entreprises ?
- Comment lever les contradictions liées à la gestion des espaces verts urbains dans un contexte climatique évolutif : quelles ressources en eau disponibles pour les besoins complémentaires d'arrosage ?

## DES PARTENAIRES À MOBILISER :

RÉGION RHÔNE-ALPES (SRCE), AGENCE D'URBANISME, SEPAL, GRAND LYON, COMMUNES, SAFER, CRPF, FRAPNA, FÉDÉRATION DE CHASSE DU RHÔNE, CENTRE ORNITHOLOGIQUE RHÔNE-ALPES, SDIS, LPO, ARTHROPOLOGIA...

# 5 -

## DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES CLIMATO-SENSIBLES



### ACTIVITÉS AGRICOLES

Largement dépendantes des conditions climatiques locales, les productions agricoles sont aujourd'hui soumises à des pressions conséquentes, qu'elles soient foncières ou économiques.

L'impact majeur attendu du changement climatique sur l'agriculture est l'assèchement des sols et donc la baisse de leur capacité à accueillir certaines cultures.

Les études menées par l'INRA dans le cadre du programme CLIMFOUREL mettent en évidence dans le Rhône des évolutions déjà visibles et matérialisées par des récoltes fruitières et viticoles de plus en plus précoces et des pénuries fourragères chroniques.

Le changement climatique joue donc un rôle direct sur les productions agricoles. Or, **même si l'activité agricole du Grand Lyon ne totalise que 1 % des emplois du territoire, elle représente près de 20 % de sa superficie.**

### DES DÉGÂTS LIÉS AUX SÉCHERESSES

Suite à l'épisode de sécheresse de l'été 2011, les éleveurs ont dû se résigner à s'approvisionner en fourrage à l'étranger, la production moyenne annuelle en France ayant baissé de 40 à 50 % cette année-là. L'épisode caniculaire de l'été 2003, quant à lui, a entraîné la perte de 4 milliards d'euros pour l'agriculture et la sylviculture au niveau national.



### SÉCHERESSES : L'ACTIVITÉ AGRICOLE DIRECTEMENT IMPACTÉE.

Avec l'explosion des situations de canicule et la faiblesse des apports d'eau, les situations de rationnement seront plus fréquentes.

#### L'ENJEU :

- 22 jours de sécheresse/an aujourd'hui
- 28 jours de sécheresse/an en 2085

Source : Météo France, 2010

### NIVEAUX D'ALERTE SUR LE RHÔNE EN 2015 :

**Vigilance** : information, contrôles possibles

**Alerte** : réduction des prélèvements

**Alerte renforcée** : prélèvements réduits de 50 %, pas d'arrosage de 8 h à 20 h

**Crise** : arrêt des prélèvements agricoles

Source : arrêté du 9 juillet 2015, préfet du Rhône

Figure 21 : sécheresse météorologique en période estivale.  
Source DRIAS.



Au regard des évènements de sécheresse de plus en plus fréquents (2003, 2006, 2011...), l'eau agricole est l'usage qui semble être le plus sensible aux évolutions climatiques et aux modifications des cycles hydrologiques. Le programme Climator<sup>30</sup> pointe que la disponibilité en eau pendant la période de production baissera de façon générale, avec un besoin accru si les conditions actuelles de production demeurent inchangées particulièrement dans les plaines de l'est lyonnais.

Aujourd'hui, environ **30 % de la surface agricole du Grand Lyon est équipée de systèmes d'irrigation.**

Pour faire face aux conflits déjà existants, de nombreuses initiatives de réutilisation des eaux sont engagées (ré-infiltration des eaux dans les sols pour alimenter les nappes souterraines, économies en eau, irrigation en goutte à goutte...).

Par ailleurs, l'adaptation du secteur agricole suppose une **diversification des productions**, qui présente l'avantage d'offrir une meilleure protection des exploitants agricoles vis-à-vis des aléas climatiques. On peut choisir, pour une même espèce (ex : maïs), des variétés plus résistantes à la sécheresse, ou planter de nouvelles espèces telles que les légumineuses, qui captent plus facilement les nutriments de l'air et l'humidité du sol. Néanmoins, cette diversification soulève des questions d'ordre économique liées au marché et à l'organisation des filières, qui nécessiteront d'accompagner les exploitants vers des pratiques d'adaptation viables.

Pour répondre à ces enjeux, la politique agricole du Grand Lyon se définit dans le Projet Stratégique pour l'Agriculture et le Développement Rural (PSADER). Elle se traduit par la mise en place de mesures agro-environnementales, AMAP, circuits courts... Les questions de l'usage, du partage et de la protection de la ressource en eau sont cruciales pour les prochaines années pour le secteur agricole.

### LE RÔLE DES ZONES AGRICOLES EN MATIÈRE DE GESTION DES RISQUES

L'enjeu des terres agricoles en matière de gestion des inondations est double :

- d'une part, si les pluies violentes deviennent plus fréquentes, les terres agricoles peuvent être pénalisées par le ruissellement qui lessive les sols ;
- d'autre part, les espaces agricoles sont un atout majeur en matière de gestion des risques naturels. L'arboriculture et l'agropastoralisme peuvent être des atouts dans la lutte contre le risque incendie, de même que les terres agricoles sont d'excellentes zones d'expansion des crues. Les territoires amont (Saône, Dombes) sont d'ailleurs identifiés comme zones primordiales de prévention dans le cadre du PGRI (Plan de Gestion des Risques Inondations) de Lyon, au regard de leur rôle de régulateur de crue.



#### DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Dans quelles mesures les pratiques/itinéraires de production agricole doivent évoluer pour s'adapter aux évolutions climatiques ? Quelles modifications de pratiques le changement climatique induira-t-il ? Quelles productions devront être abandonnées ? Quelles productions pourront favorablement se développer ?
- Comment anticiper l'évolution des besoins en eau des cultures et leurs impacts sur les infrastructures d'eau ?

#### DES PARTENAIRES À MOBILISER :

CHAMBRE D'AGRICULTURE DU RHÔNE, CG DU RHÔNE, AGENCE D'URBANISME, SAGE DE L'EST LYONNAIS, SAFER, CIVAM...

<sup>30</sup> Brisson et Itier, 2009, Projet CLIMATOR, INRA.



## ACTIVITÉS INDUSTRIELLES/ TERTIAIRES

Les impacts les plus évidents du changement climatique sur les industries et les activités tertiaires sont liés à la ressource en eau et l'amplification du risque inondation et indirectement aux tensions sur la production et la distribution d'énergie, électrique en particulier.

### SENSIBILITÉ DES PROCESS INDUSTRIELS ET TERTIAIRES

**Les secteurs industriel (incluant la production d'énergie) et tertiaire représentent respectivement 27 % et 20 % des consommations énergétiques globales du territoire du Grand Lyon<sup>31</sup>.**

Les nombreuses filières d'activités présentes sur le Grand Lyon (métallurgie, chimie, plasturgie) sont particulièrement dépendantes à l'énergie (fossiles, électriques). Leurs processus de production sont largement énergivores.

Aussi, les activités tertiaires et industrielles sont vulnérables à l'évolution du prix des énergies (gaz, fioul, électricité). Cette vulnérabilité se traduit par une **baisse de compétitivité économique à l'échelle locale/régionale, voire internationale.**

Par ailleurs, les scénarios de l'ADEME<sup>32</sup> à l'horizon 2030 mettent en évidence, malgré des gains importants possibles sur les équipements, une **augmentation de 8 % de la consommation énergétique totale en climatisation dans le secteur tertiaire** (entre 2010 et 2030). À l'échelle du Grand Lyon, 25 % du parc tertiaire est aujourd'hui climatisé et atteindrait 50 % en 2050 selon le scénario tendanciel<sup>33</sup>. La facture énergétique des entreprises sera nécessairement impactée par cette hausse des besoins de climatisation.

De manière conjointe, et en tant qu'importants consommateurs d'eau, les processus industriels sont également très vulnérables à une évolution de la disponibilité de la ressource en eau et à sa qualité (80 % des prélèvements de la nappe de la Molasse sont utilisés pour des usages industriels).

**De nombreuses entreprises sont et seront fortement affectées par des étiages de plus en plus sévères et par la concurrence accrue des usages sur les ressources disponibles.**

### TENSIONS POUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

L'impact du changement climatique sur la production d'énergie devrait principalement être ressenti en période estivale. En effet, la réduction des débits et l'augmentation de la température des cours d'eau influent sur le bon fonctionnement des centrales nucléaires et thermiques classiques (en particulier au niveau de leurs circuits de refroidissement) ainsi qu'hydroélectriques. **Lors de l'été 2003, la production nationale des centrales nucléaires a été réduite de 4 %.** La Compagnie Nationale du Rhône a enregistré, quant à elle, une baisse de 30 % de production hydroélectrique en 2011.

### UNE EXPOSITION DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES AUX RISQUES NATURELS

Une partie importante de l'activité industrielle se concentre dans la vallée de la Chimie, zone exposée aux risques d'inondations. La présence d'installations industrielles présentant des risques de pollutions ou d'accidents technologiques majeurs (23 établissements sont classés SEVESO seuils haut sur le Grand Lyon<sup>34</sup>) sont pour la majorité situées dans des zones exposées à un risque naturel. C'est un point de vigilance important.

Le Plan de Gestion du Risque Inondations (PGRI, Grand Lyon) estime à **49 % le nombre d'emplois situés en zone inondable.** De manière indirecte, l'influence des risques inondation sur le bassin de vie économique entraînerait l'inaccessibilité aux zones d'activités et l'immobilisation ponctuelle de certaines activités.

Parallèlement, ces zones d'activités économiques sont également des surfaces artificialisées importantes (elles représentent 15 %<sup>35</sup> des surfaces artificialisées du territoire du Grand Lyon). Si l'emprise des bâtiments et infrastructures sont difficilement modifiables, la mobilisation des espaces verts d'entreprises et de zones d'activités économiques constitue un levier pour renforcer l'infiltration de l'eau au sol, limiter le risque d'inondation et améliorer la qualité du cadre de vie des salariés. Si quelques tentatives de plan de renaturation ont été menées sur des zones d'activités (par exemple Techlid, Vallée de la Chimie), elles nécessiteraient néanmoins d'être renforcées voire généralisées.

<sup>31</sup> Répartition des consommations énergétiques du Grand Lyon par secteur d'activités en 2006, données COPARLY, Diagnostic Climat du Plan Climat, Grand Lyon, 2009.

<sup>32</sup> Exercice de prospective de l'ADEME "vision 2030-2050", 2013.

<sup>33</sup> Élaboration des scénarii d'agglomération du Plan Climat du Grand Lyon – Atelier tertiaire, 2010.

<sup>34</sup> INSEE Rhône-Alpes, la lettre, Grand Lyon : les défis environnementaux et humains d'une forte attractivité. N°226, Avril 2014.

<sup>35</sup> Données de l'observatoire du développement économique, Grand Lyon.



### OPPORTUNITÉ D'INNOVATION

**Le Grand Lyon ambitionne de devenir d'ici 2015 une référence européenne en matière de cleantech**, qui vise à positionner l'agglomération lyonnaise comme territoire clé de développement des produits et services éco-technologiques pour les marchés de l'industrie, des transports, du bâtiment et des services urbains. Grâce à son tissu économique et scientifique de très haut niveau (grands groupes et PME dynamiques, centres de R&D publics et privés, établissements de formations initiales et professionnelles reconnus), les éco-industries représentent d'ores et déjà un certain poids économique. Dans ce cadre, l'institut des énergies décarbonnées et écotechnologies de Lyon (IDEEL) développe des outils partagés pour concevoir "l'usine du futur" dans le domaine de la chimie : modélisation du fonctionnement complexe des usines, analyse de cycle de vie des produits chimiques, analyse industrielle pour réduire les consommations d'énergie et les déchets.

Aussi, **l'innovation technologique au service du Plan Climat** permettra d'anticiper et atténuer les vulnérabilités climatiques des secteurs industriels et tertiaires lyonnais.



### DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Dans quelles mesures les process industriels et de production peuvent-ils évoluer pour réduire leurs dépendances (baisse de la disponibilité en eau, besoin de refroidissement...)? Comment le Grand Lyon et ses partenaires peuvent-ils accompagner ces évolutions ?
- Quelles opportunités de développement de nouvelles filières et d'innovations à l'échelle du Grand Lyon ? Quelles évolutions induites et quelle intégration pour les activités tertiaires et de recherche sur le territoire ?
- Quelle contribution des cleantech et des écotechnologies à l'adaptation des activités tertiaires et industrielles aux effets du climat sur le Grand Lyon ?

### DES PARTENAIRES À MOBILISER :

CCI, CMA, ADERLY, ADEME, TENERDIS, AXELERA, TECHTERA, IFP ÉNERGIE NOUVELLE, IDEEL, CGPME, MEDEF, SUPERGRID, EDF, COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE, UNIONS PROFESSIONNELLES, ASSOCIATIONS D'ENTREPRISES, UNIVERSITÉS, LABORATOIRES DE RECHERCHES, ALE...



## ACTIVITÉS TOURISTIQUES

“43 % des touristes citent le climat comme l’un des éléments les plus importants dans leur prise de décision, lorsqu’ils ont la possibilité de choisir entre plusieurs destinations en France<sup>36</sup>”. La canicule de 2003 a d’ailleurs joué un rôle déterminant dans les trajectoires touristiques françaises entraînant pour certaines stations touristiques une baisse de fréquentation conséquente.

Ainsi, une élévation importante des températures pourrait entraîner des changements significatifs tant sur le calendrier de fréquentation touristique (allongement de la saison estivale, augmentation de la fréquentation “hors saisons”) que sur la répartition des flux sur le territoire (recherche de fraîcheur en été par exemple, ou remontée en altitude des activités touristiques hivernales) et éventuellement sur la nature des activités touristiques (nouvelles pratiques...).

À l’échelle du territoire du Grand Lyon, l’offre touristique est concernée par les évolutions climatiques en raison de la diversité des activités présentes sur le territoire communautaire :

■ **le tourisme urbain et d’affaires** : avec près de 6 millions de visiteurs annuels, Lyon est une référence en matière de tourisme. La préservation du confort thermique, la qualité des parcours ombragés et des circuits thématiques “adaptés” aux fortes chaleurs permettront de conserver un standard d’accueil touristique et une image attractive

du centre urbain de Lyon. Par ailleurs, l’offre de baignade publique en zone urbaine est nécessaire afin d’offrir à tous les publics des espaces de rafraîchissements accessibles lors des périodes de fortes chaleurs telles que l’épisode de 2003 ;

■ **le tourisme de plein air/nature** : ces activités sont favorisées par la présence d’espaces naturels, de parcs périphériques et de zones “vertes” aménagées (rives de Saône, Projets Natures...). Ces espaces ont l’avantage d’offrir des lieux de respiration lors de périodes de fortes chaleurs et d’offrir d’autres alternatives complémentaires de tourisme telles que l’agrotourisme, la vente à la ferme ou bien encore l’œnotourisme. Par ailleurs, la qualité des eaux de baignades devra être suivie pour éviter tout risque sanitaire (exemple suivi des eaux du parc de Miribel Jonage) ;



Grand Parc Miribel Jonage © Balnik

<sup>36</sup> Étude CREDOC, Météorologie, Climat et déplacements touristiques : comportements et stratégies, octobre 2009.



© Jacques Leone



■ **le tourisme fluvial** : la Saône et le Rhône cumulent 79 km de voie d'eau et accueillent près de 90 000 passagers annuels pour des retombées économiques estimées entre 20 et 25 millions d'euros à l'échelle du Grand Lyon. Conscients des potentialités de cette activité, le Grand Lyon, en lien avec Voies Navigables de France (VNF) et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), ont défini une stratégie d'action partenariale<sup>37</sup>. Néanmoins, la prise en compte de l'influence des étiages ou des inondations sur le débit du Rhône pourrait

influencer l'activité fluviale. La CNR a d'ores et déjà intégré ces réflexions dans ses missions. La perte possible de la qualité des produits agricoles et viticoles de la vallée du Rhône pourrait influencer de manière indirecte la fréquentation fluviale, Lyon étant une escale sur les parcours touristiques.

L'attractivité du territoire en matière touristique sera pérenne dans la mesure où les évolutions climatiques prévisibles seront intégrées en amont des différentes politiques de développement touristique local.



© Laurence Dantère



### DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Quelles offres de loisirs accessibles à l'échelle du Grand Lyon ?  
Quelles sont leurs sensibilités climatiques ?
- Comment saisir l'opportunité de l'allongement des périodes touristiques dans les stratégies touristiques communales et intercommunales ?
- Quelles offres publiques en zones de baignades seraient nécessaires ?  
Quelle mobilisation possible des zones de baignades privées lors de périodes de canicules intenses ?
- Comment articuler les offres de loisirs à l'échelle du Grand Lyon afin qu'elles soient complémentaires et interconnectées notamment lors d'épisodes de fortes chaleurs (tourisme de nature, tourisme urbain adapté...)?
- L'offre "fluviale" peut-elle être influencée par le changement climatique ?  
Comment la préserver/renforcer et la faire vivre ? Comment en faire une signature et un véritable produit touristique à l'échelle du Grand Lyon ?

### DES PARTENAIRES À MOBILISER :

CMA, CCI, OFFICES DE TOURISME, COMMUNES, ARS, CNR, VNF...

<sup>37</sup> Schéma directeur des paquebots fluviaux, Grand Lyon, septembre 2013.



## CADRE BÂTI, INFRASTRUCTURES ET ÉNERGIE

Les infrastructures ainsi que les bâtiments se caractérisent par une très longue durée de vie et des investissements importants, ce qui fait de ce secteur un enjeu essentiel de l'adaptation au changement climatique au niveau des nouveaux bâtiments/infrastructures à construire, de l'adaptation de l'existant et des espaces publics, mais également de la planification du territoire au sens large. Cette très longue durée de vie nécessite d'intégrer dès aujourd'hui les évolutions climatiques probables de demain.

### UNE DYNAMIQUE D'IDENTIFICATION DES ÎLOTS DE CHALEURS URBAINS

En période printanière et estivale, les températures en ville peuvent être de 5 à 10 °C supérieures à celle de la campagne proche : c'est ce qu'on appelle l'effet d'« îlot de chaleur urbain » (ICU). Ce micro-climat urbain est lié à plusieurs facteurs :

- les routes et bâtiments sont constitués de matériaux qui chauffent sous l'effet du soleil (on parle d'albédo<sup>38</sup> faible),

- la présence d'eau et de végétal est plus faible, ce qui ne permet pas de rafraîchir l'air autant qu'à l'extérieur de la ville,
- la ville est plus difficile à ventiler car elle est « rugueuse » : les immeubles et rues, selon leur orientation, limitent l'entrée d'air frais,
- l'activité humaine dégage de la chaleur (transports, industrie, climatisation).

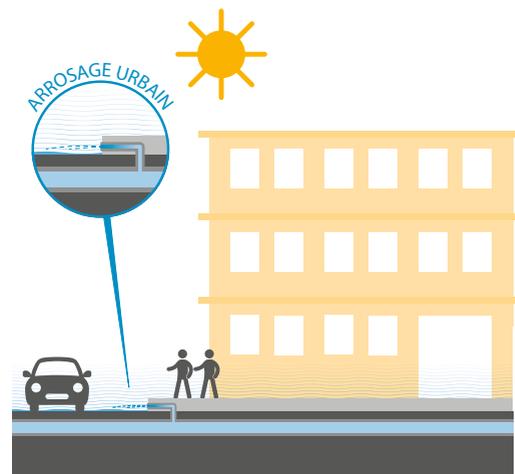
**Selon les prévisions de Météo France, un été sur deux d'ici la fin du siècle sera semblable à l'été 2003.** Aussi pour atténuer les situations d'inconforts thermiques présentes sur le territoire urbain du Grand Lyon, ce dernier a mené depuis plusieurs années des travaux visant à mieux comprendre le phénomène d'ICU et à identifier des leviers pour l'atténuer.

Une thèse sur les ICU<sup>39</sup> a permis de cartographier dans le temps et dans l'espace le phénomène d'ICU à l'échelle du Grand Lyon. À plus long terme ce travail doit permettre au Grand Lyon de déterminer les zones les plus à risques, de sensibiliser les principaux acteurs de l'aménagement urbain et de penser les solutions qui pourraient être mises en œuvre à plus longue échéance.

### DES EXPÉRIMENTATIONS SUR LE TERRITOIRE POUR ATTÉNUER LES EFFETS DES ICU

Parallèlement à l'amélioration des connaissances sur les ICU, le Grand Lyon a mené plusieurs expérimentations visant à identifier des mesures d'atténuation du phénomène d'îlots de chaleur urbain notamment :

- **Expérimentation sur une rue du quartier de la Buire** : sur la période 2012-2014, la direction de l'eau et Veolia ont évalué l'effet de l'humidification de voirie sur le climat local. Les premiers résultats démontrent un effet important sur le

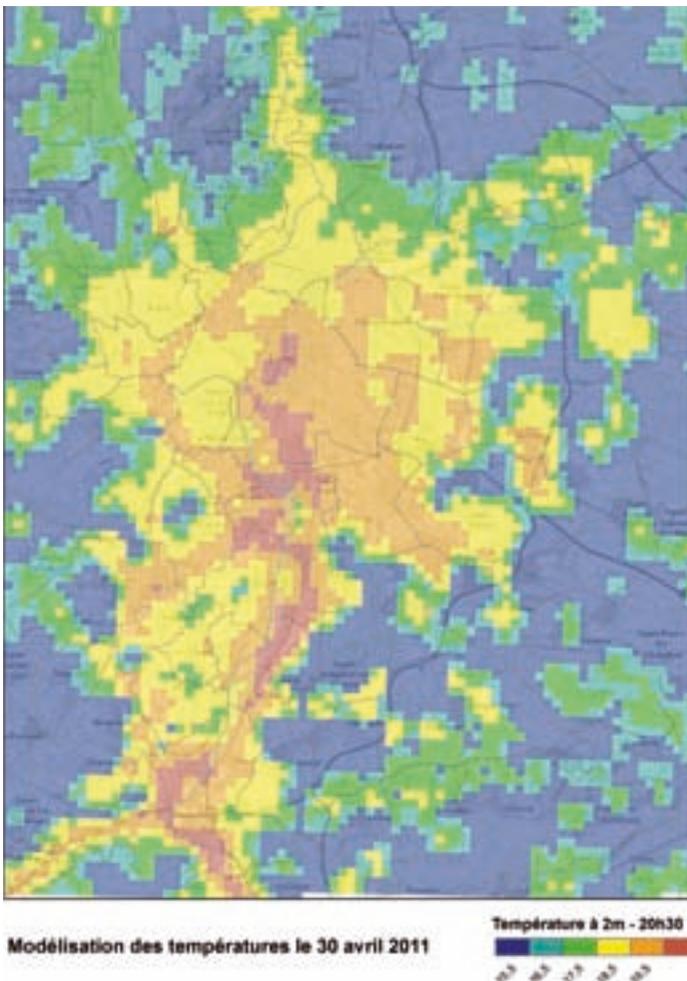


<sup>38</sup> Albédo : valeur comprise entre 0 et 1 qui caractérise le pouvoir réfléchissant d'une surface. Un matériau à albédo faible absorbe les rayons du soleil et produit de la chaleur (ex : bitume), un matériau à albédo élevé renvoie la lumière et surchauffe moins (ex : surface peinte en blanc).

<sup>39</sup> Thèse pilotée par les 3 agences d'urbanisme de Rhône-Alpes (Lyon, Saint-Étienne, Grenoble) et les collectivités (Grand Lyon, Saint-Étienne Métropole, Grenoble Agglomération).

**Figure 23 :** expérimentation rue de la Buire.

**Figure 22 :** Effet d'îlot de Chaleur Urbain sur l'agglomération lyonnaise : modélisation de la température de l'air.  
Source : Thèse de Julita DUDEK (2014).





rafraîchissement de la surface (diminution de 5 à 8°C du bitume) mais plus faible sur le confort des passants (gain de 0,5°C). Le suivi sociologique réalisé auprès des habitants du quartier a soulevé des réticences (utilisation de l'eau potable) ce qui interroge **la généralisation de ce type de techniques en lien avec la disponibilité des ressources en eau.**

■ **Expérimentation rue Garibaldi** : l'aménagement de cet axe très routier a fait l'objet d'un aménagement intégrant la question du confort de l'usager : intégration de 4500 m<sup>2</sup> d'îlots végétalisés, utilisation de matériaux à fort albédo, **stockage des eaux pluviales en sous-sol dans d'anciennes trémies en vue de leur réemploi (arrosage des arbres, nettoyage).**

■ En complément, **le référentiel du Grand Lyon "Conception et gestion des espaces publics"** a intégré comme thématique transversale la lutte contre les ICU et s'attache à qualifier les interventions possibles sur l'espace public pour réduire les ICU et notamment l'impact des matériaux, de la végétation et des surfaces perméables.

Parallèlement et de manière progressive, le Grand Lyon intègre les enjeux de lutte contre les ICU dans ses politiques d'aménagement. Des réflexions sont engagées dans le cadre du PLU-H à travers l'identification de leviers et de règles d'aménagement concernant le végétal, les matériaux, la configuration des espaces publics.

**Figure 24 :** ressuage (remontée de bitume en excès en surface, notamment par temps chaud). Photo Tassin-la-Demi-Lune - Victor Hugo - Laboratoire Voirie - Métropole de Lyon.



40 RTE, Analyse Prévisionnelle de l'équilibre offre-demande d'électricité en France pour l'été 2010, mai 2010, 10 p.

## DES INFRASTRUCTURES VULNÉRABLES ET UNE ÉVOLUTION DES BESOINS EN ÉNERGIE

### → DES INFRASTRUCTURES

#### DE TRANSPORT SENSIBLES

Une accentuation des périodes de fortes chaleurs est susceptible de conduire à la **dégradation des infrastructures routières** (ramollissement des routes, création d'ornières, etc.) et ferroviaires (déformation des voies). Cet impact peut être très significatif sur le plan de la qualité de service et pourrait conduire à l'interruption de lignes ou à un allongement des durées de transport (limitation de vitesse, coûts de maintenance supplémentaires...) comme ont pu l'observer les opérations des réseaux de transports lors de l'été 2003.

### → UNE ÉVOLUTION DE LA DEMANDE

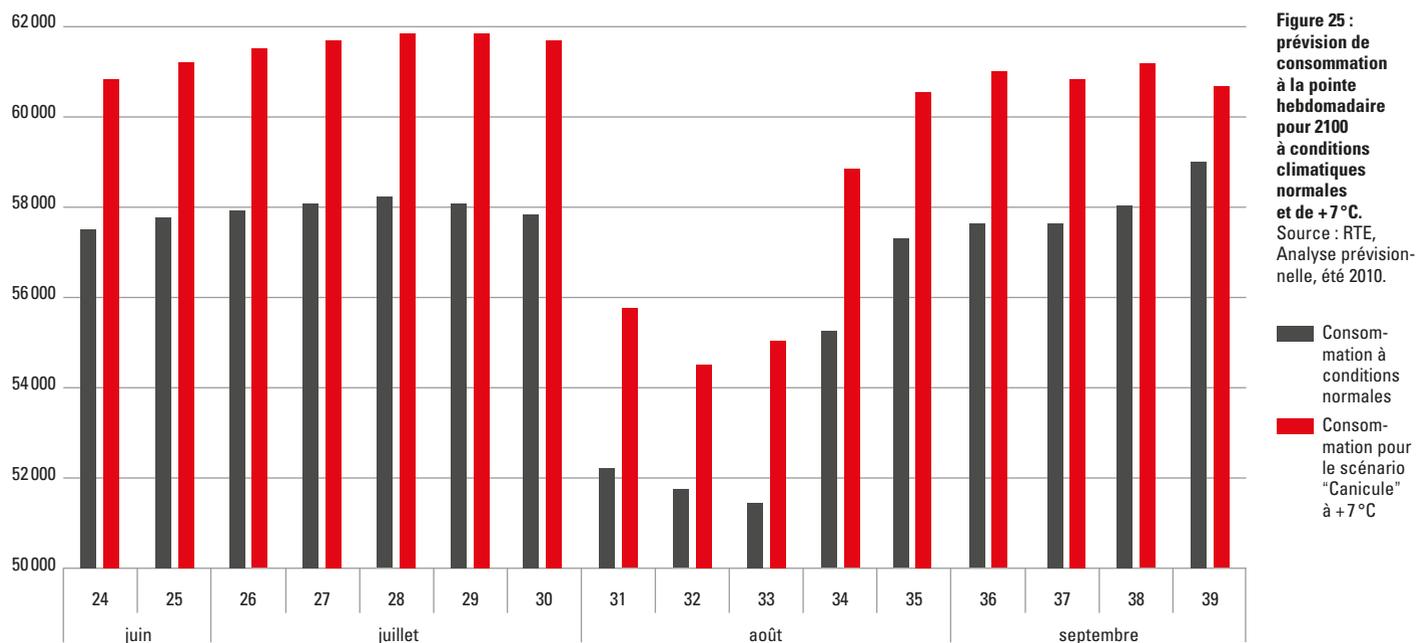
#### EN ÉNERGIE

L'évolution des besoins en énergie est également fortement dépendante du climat et aura deux effets contradictoires :

■ elle amène d'une part, **une baisse des besoins de chauffage, particulièrement en hiver. Selon RTE<sup>40</sup>, les besoins de chauffage devraient diminuer de 10 % à l'horizon 2050 et de 25 % à l'horizon 2100.** Cette baisse tendancielle ne doit pas occulter des pics de froid ponctuels qui nécessiteront de mobiliser des moyens de production sur de courtes périodes ;

■ d'autre part, elle amène une **augmentation des besoins liés à la climatisation notamment en été pouvant entraîner des pics de consommation électrique.** Selon RTE, "du fait de la dépendance de la consommation électrique aux températures (impact des usages de ventilation et de climatisation), les épisodes caniculaires conduisent à un surcroît de la consommation d'électricité. Ainsi, à la pointe de consommation journalière vers 13h00, **1°C supplémentaire de température induit une augmentation de la consommation d'environ 450 MW** (gradient estimé sur les étés passés 2003-2006)".

Cela pose aussi la question du réchauffement des nappes en zones urbaines comme l'illustre l'exemple de la nappe sous le quartier de la Part-Dieu à Lyon qui atteint déjà des températures de 40°C en été du fait de la très grande concentration des pompes à chaleur pour la climatisation des immeubles de bureaux...



### DES QUESTIONS D'AVENIR POUR LE TERRITOIRE :

- Quelles solutions combinées de traitement des ICU peuvent être imaginées sur le territoire du Grand Lyon ? Comment traduire de manière opérationnelle et systématique les principes d'atténuation des ICU dans les projets d'aménagements communautaires et communaux ?
- Comment améliorer les connaissances et les préconisations en matière d'adaptation au changement climatique, en s'appuyant sur l'expertise des chercheurs, praticiens et habitants ?
- Dans quelles mesures l'influence du changement climatique conduirait à une interruption ponctuelle des services urbains ? Comment assurer leur pérennité ? À quel prix ?
- Quelle vulnérabilité des systèmes énergétiques en lien avec les ressources locales ? (ex : climatisation sur nappe phréatique)

### DES PARTENAIRES À MOBILISER :

AGENCE D'URBANISME DE LYON, ALE LYON, SEPAL, ADEME, CAPEB, CEREMA, LABEX IMU, UNIVERSITÉ LYON 3, CLUSTER LUMIÈRE, RTE, RFF, SYTRAL, EDF, COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE, AMORCE...

## 6 -

# QUELLE STRATÉGIE POUR UN TERRITOIRE DÉSIRABLE EN 2050 ?



L'adaptation au changement climatique est un **processus de long terme**. La stratégie d'adaptation au changement climatique du Grand Lyon se basera sur l'état actuel des connaissances concernant l'évolution du climat, les effets du changement climatique et les possibilités d'adaptation regroupées dans ce document. **Ce socle des connaissances devra progressivement être enrichi au regard des progrès de la recherche sur le climat et les retours d'expériences de l'efficacité des stratégies et mesures d'adaptation initiées.**

Pour disposer d'une vision globale des vulnérabilités du Grand Lyon, il est proposé de synthétiser les vulnérabilités climatiques autour de 3 dimensions :

- **l'influence du changement climatique** décrit l'intensité avec laquelle les changements climatiques peuvent influencer directement ou indirectement un domaine ;

- **l'exposition du territoire** montre l'importance des répercussions attendues sur le territoire du Grand Lyon au regard des impacts identifiés précédemment ;

- **l'expertise scientifique et les connaissances climatiques locales** précisent les réseaux d'expertises et chercheurs ainsi que les études locales existantes en matière de changement climatique sur le territoire du Grand Lyon. La gradation proposée précise le niveau de structuration de l'expertise et des connaissances exploitables.

L'ensemble des secteurs et milieux analysés permet de mettre en évidence **l'interdépendance des enjeux du changement climatique sur le territoire du Grand Lyon**. L'approche sectorielle proposée ci-dessous n'est pas figée, elle devra être réinterrogée régulièrement en intégrant les nombreuses interactions entre les milieux et les activités du Grand Lyon.

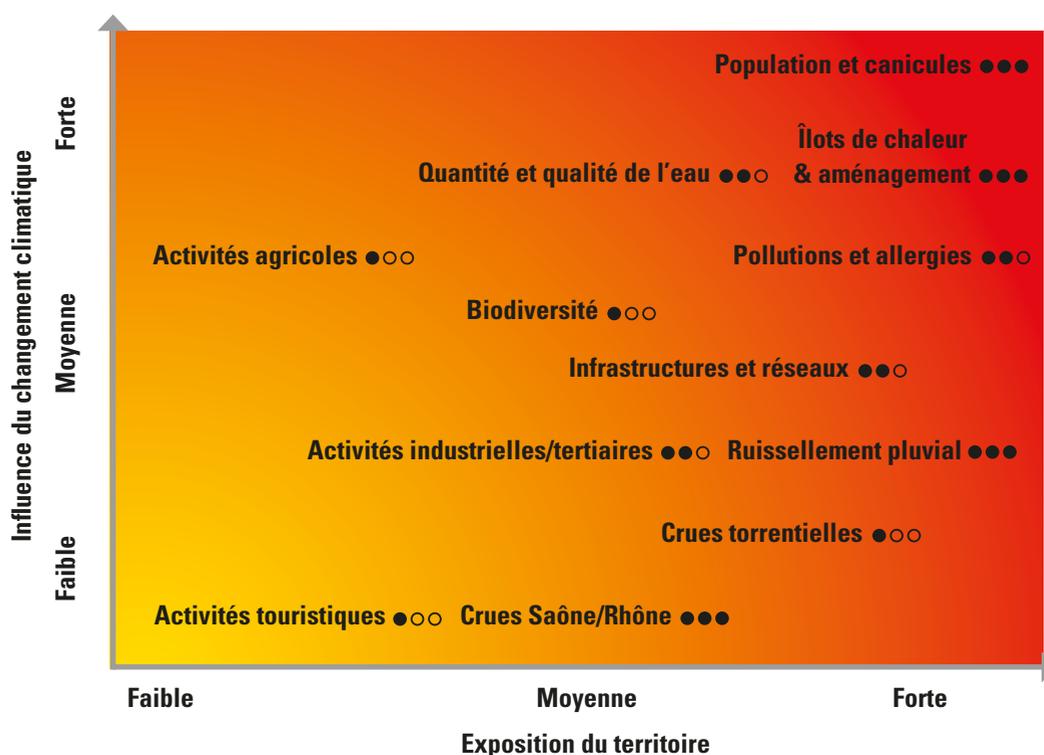


Figure 26 : synthèse des vulnérabilités du territoire du Grand Lyon aux impacts du changement climatique. Source : eQuiNeo, 2014.

Expertise scientifique et connaissances climatiques locales.

●○○ Faible  
●●○ Diffuse  
●●● Importante



Les prochaines étapes de formalisation du volet Adaptation au changement climatique du Plan Climat du Grand Lyon consisteront à construire, à la lumière des avancées et des connaissances scientifiques, les trajectoires pour 2050. **Ces trajectoires permettront de définir l'ensemble des évolutions et mesures sociales, économiques, stratégiques que le territoire devra opérer pour limiter les impacts négatifs des changements climatiques attendus et maximiser leurs effets bénéfiques.**

Aussi, identifier ces trajectoires désirables pour le territoire du Grand Lyon à l'horizon 2050 nécessitera de s'interroger sur les options qui s'offrent à nous :

- **SI ON NE FAIT RIEN** : quels coûts seraient induits par le changement climatique pour le Grand Lyon ? Comment pérenniser des services publics en 2030-2050 ? À quels prix ?
- **SI ON AGIT DÈS AUJOURD'HUI** : quelles alternatives et opportunités s'offrent à nous ? Que sommes-nous prêts à accepter ? Quels seraient les besoins d'accompagnement pour quels secteurs ?

Bien que transversale, la question du changement climatique est éminemment partenariale. À travers le Plan Climat Énergie Territorial du Grand Lyon, dans

le cadre de sa construction du programme d'actions Adaptation, il sera nécessaire d'associer les parties prenantes afin de :

- **mutualiser et améliorer les connaissances** et les besoins du territoire (outils de suivi, projet de recherche en cours ou à développer...);
- **coordonner les différentes initiatives locales** afin de permettre un retour d'expériences entre les collectivités (identifier les bonnes pratiques et les actions expérimentales à généraliser...);
- **expérimenter** des actions d'adaptation collective ou individuelle et de nouvelles pistes de réflexions (innover collectivement, identifier des champs d'expérimentation...);
- **initier une réflexion collective** sur la préservation de l'attractivité du territoire face aux effets du changement climatique ;
- **construire des outils d'aides à la décision**, afin d'interroger de manière systématique la résilience des politiques publiques actuelles portées par le Grand Lyon et prendre en compte les enjeux climatiques dans les futurs projets du territoire ;
- **sensibiliser et accompagner le grand public pour permettre une appropriation sociale de l'adaptation au changement climatique** (modification de comportements, évolution des rythmes de vies...).

**... Un nouveau chapitre à construire pour le Plan Climat du Grand Lyon...**



Document produit par le Bureau d'Études eQuiNeo dans le cadre de la réactualisation du Diagnostic Climat du Plan Climat du Grand Lyon.

**MEMBRES DU COMITÉ TECHNIQUE AYANT PARTICIPÉ  
À LA RÉACTUALISATION DU DIAGNOSTIC CLIMAT  
DU GRAND LYON** – avril-septembre 2014

Nadège **ADONETH**, Gilles **BROCARD**, Jeanne **CARTILLER**,  
Corinne **HOOGE**, Anouk **DESOUCHES**, Patricia **DUBOIS** (eQuiNeo),  
Aurélien **GAGNEPAIN**, Sylvain **GODINOT** (ALE du Grand Lyon),  
Stéphane **GROLLIER**, Matthieu **GUEDON** (ALE du Grand Lyon),  
Véronique **HARTMANN**, Philippe **MARY** (Agence Urbanisme),  
Valérie **MAYEUX-RICHON**, Luce **PONSAR**, Elodie **RENOUF**,  
Thomas **RIBIER** (Agence Urbanisme), Damien **SAULNIER**  
(Agence Urbanisme), Frédéric **SEGUR**, Élisabeth **SIBEUD**,  
Julie **VALLET**.

**Contact** : Luce PONSAR, chef de projet Plan Climat,  
Direction Générale du Développement Urbain et Cadre de Vie,  
Service Écologie et Développement Durable, Métropole de Lyon  
Tél : 04 26 99 36 72 / Mail : [LPONSAR@grandlyon.com](mailto:LPONSAR@grandlyon.com)

**Métropole de Lyon**  
20, rue du Lac  
CS 33569 - 69505 Lyon Cedex 03  
Tél : 04 78 63 40 40  
[www.grandlyon.com](http://www.grandlyon.com)

**GRANDLYON**  
la métropole