

Indicateurs clés sur le changement climatique

en région Centre-Val de Loire

Juillet
2019



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION RÉGIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'AMÉNAGEMENT
ET DU LOGEMENT

CENTRE-VAL DE LOIRE

Contacts

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre-Val de Loire

Service Evaluation, Energie Valorisation de la Connaissance
Département Valorisation des Données, des Etudes et de la Connaissance

dvdec.seevac.dreal-centre@developpement-durable.gouv.fr

www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr

Table des matières

Le changement climatique en région Centre-Val de Loire

Contribution des activités humaines au changement climatique

| | |
|--|---|
| Émissions de gaz à effet de serre par secteurs | 8 |
|--|---|

Caractérisation des évolutions climatiques

| | |
|---|----|
| Évolution des températures | 10 |
| Aléas climatiques : jours de gel et jours anormalement chauds | 12 |
| Évolution des jours de fortes pluies | 14 |

Vulnérabilité du territoire face au changement climatique

Répercussions sur les milieux

| | |
|--|----|
| Sécheresse des sols | 16 |
| Hydraulicité : débit moyen des cours d'eau sur le mois considéré rapporté à la moyenne interannuelle des débits de ce mois | 18 |
| Réseau de surveillance du niveau des nappes | 20 |
| Niveau des nappes (niveau piézométrique)..... | 22 |
| Part du territoire touchée par des conditions propices aux départs de feux de forêts | 24 |

Impacts sur la biodiversité

| | |
|---|----|
| Aire de répartition d'une espèce invasive de termites | 26 |
| Front de colonisation de la chenille processionnaire | 28 |

Modification de l'environnement et répercussions sur les activités agricoles et sylvicoles

| | |
|---|----|
| Évolution des dates de floraison de la vigne | 30 |
| Évolution des dates de floraison du pin Douglas | 32 |
| Rendement en blé tendre | 34 |

Répercussions sur la santé humaine

| | |
|--|----|
| Concentration de l'air en pollens de bouleau | 36 |
| Évolution des canicules et de la population vulnérable | 38 |

Atténuation et adaptation au changement climatique : politiques et bonnes pratiques

Prise en compte du changement climatique dans les politiques publiques

| | |
|---|----|
| Émissions de CO ₂ par EPCI et avancement des PCAET | 40 |
| Îlot de chaleur et végétation en ville..... | 42 |

Adaptation et atténuation par les activités agricoles

| | |
|----------------------|----|
| Agroforesterie | 44 |
|----------------------|----|

Adaptation et atténuation des secteurs d'activités et des consommateurs

| | |
|--|----|
| Évolution du parc automobile électrique et hybride | 46 |
| Consommation en énergie carbonée par secteurs | 48 |
| Le rôle de la forêt à travers la construction bois | 50 |
| Évolution des consommations d'eau | 52 |

| | |
|-----------------|----|
| Glossaire | 54 |
|-----------------|----|

Les chiffres clés du changement climatique en région Centre-Val de Loire

Au niveau LOCAL

A quoi ressemblera le climat de la région Centre-Val de Loire aux horizons 2050 à 2100 ?



+1,5°C à + 2°C
en 2050 par rapport
moyenne de référence
(1981-2010)



2 fois plus de jours anormalement
chauds au printemps et en été en 2100



4 fois moins de jours de gel
au printemps en 2100

Quels impacts du changement climatique en région, sur les milieux, la biodiversité, les activités et la santé humaine ?

Déjà observables

Milieux

Des tendances non significatives sur la sécheresse des sols, le débit des rivières et le niveau des nappes

À venir

D'ici 2070 - 10 à - 40 % du débit moyen annuel des cours d'eau

- 25 à - 30 % de la recharge des nappes souterraines

Impacts sur la sylviculture et sur l'agriculture :

- augmentation des risques de feux et de la pression parasitaire
- types de productions agricoles influencés par l'élévation des températures et le stress hydrique

Biodiversité et activités



2 fois plus de surface forestière **vulnérable aux incendies** depuis les années 1980

Floraison du Douglas **avancée de 15 jours** en 40 ans



des cépages à Tours **avancée de 8 à 10 jours** depuis 1960



colonisation des pins par la **chenille processionnaire plus de 95 % du territoire**



Jusqu'à 3,5 fois d'augmentation de l'aire de colonisation des termites avec une augmentation de + 2°C



Santé



+ 50 % de pollens de bouleau entre 1991 et 2018



entre 2018 et 2040
+ 60 % de personnes vulnérables aux fortes chaleurs
+ 33 % du nombre de jours de canicule

Quelles mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sont déjà mises en place dans les politiques publiques et à travers les bonnes pratiques ?

Signaux encourageants



43 PCAET en région sur les territoires les plus émetteurs de CO₂

Agro-foresterie



150 hectares d'alignement d'arbres en interparcellaire sur **24 exploitations**



+ 24 % de constructions de maisons individuelles **en bois** entre 2014 et 2016

Signaux inquiétants



1 % seulement du parc en électriques et en hybrides, soit 16 000 véhicules



- 15 % de consommation d'énergie fossile entre 2008 et 2017 (trajectoire insuffisante pour atteindre les objectifs SRCAE de -22 % en 2020)

Le changement climatique est global

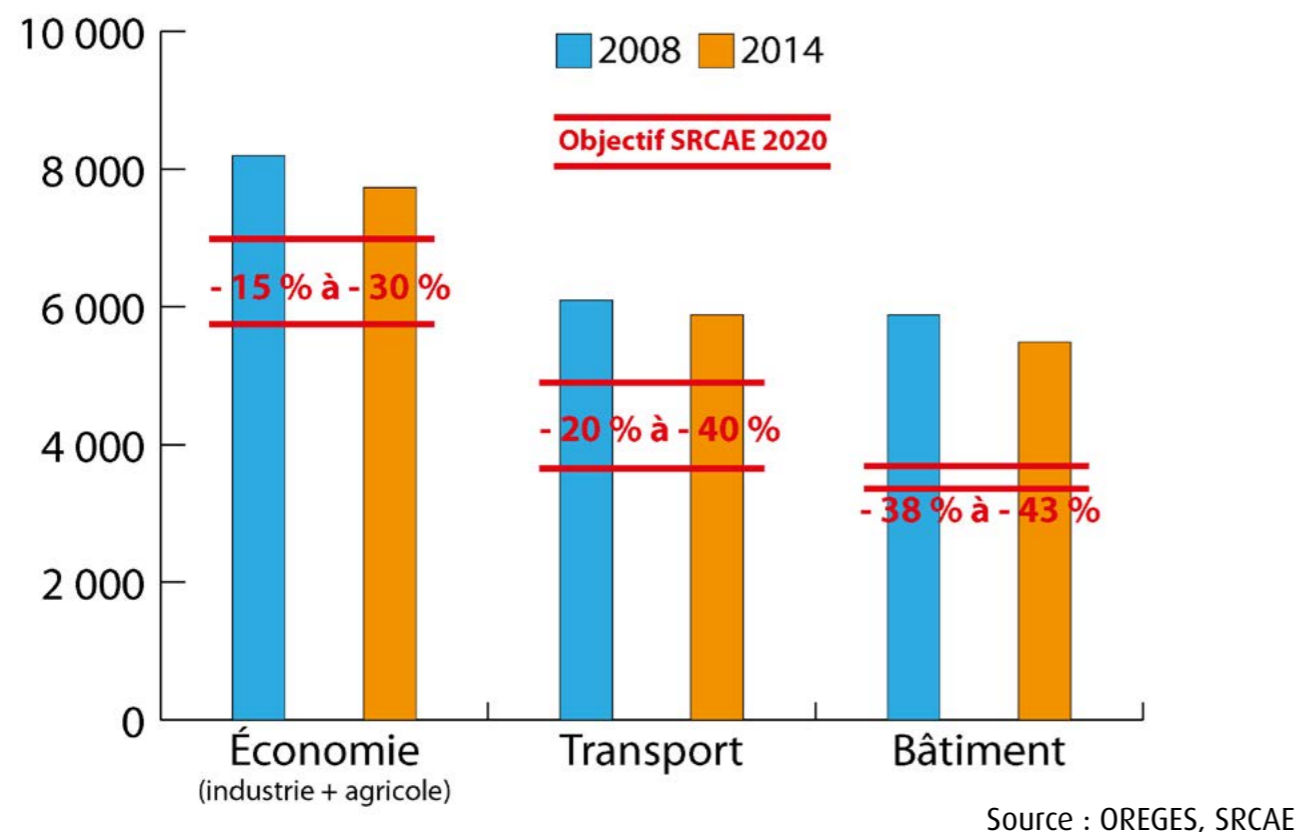
Le rapport spécial « Réchauffement climatique de 1,5°C », paru en 2018, a été commandé au Groupe des Experts Climat de l'ONU (GIEC) à la suite de la COP 21. Il a pour objectif d'estimer les conséquences d'un réchauffement de 1,5°C ou de 2°C entre 2030 et 2050 par rapport à l'ère préindustrielle.

Pour en savoir plus :

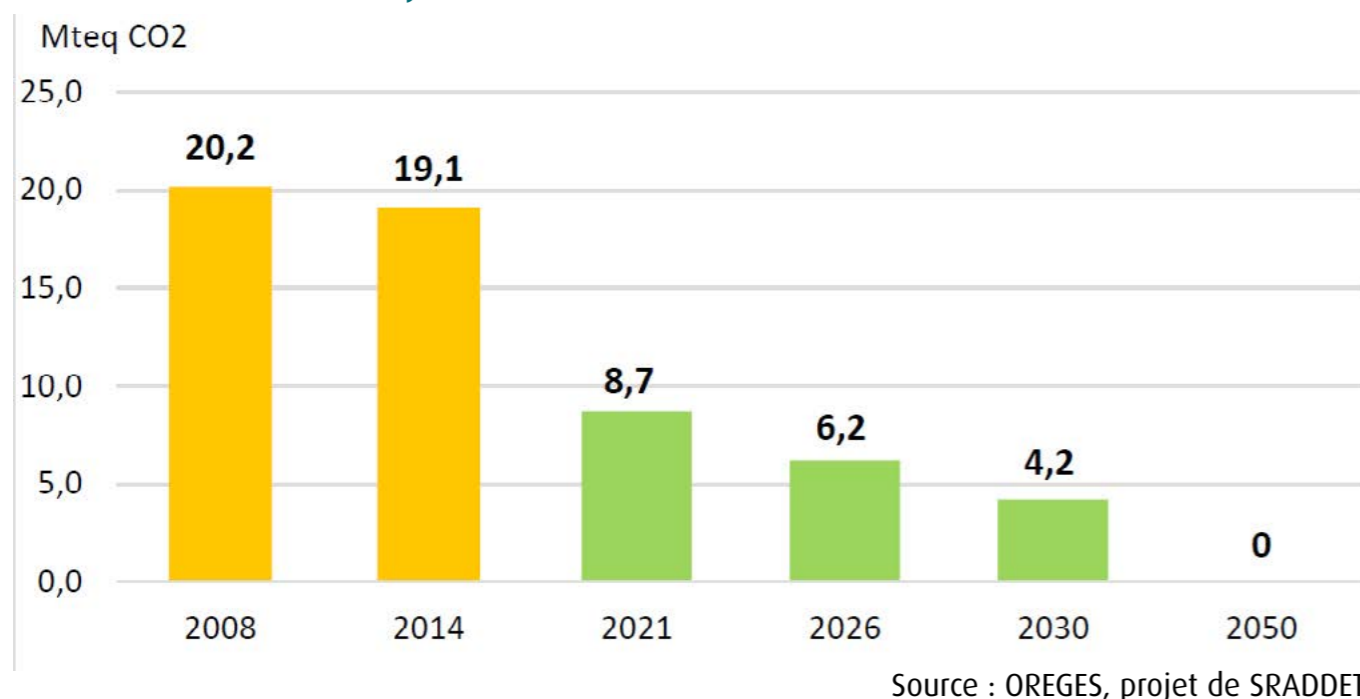
- Site du GIEC (en anglais) : <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Émissions de gaz à effet de serre par secteurs

Émissions de gaz à effet de serre par secteurs d'activité en 2008 et en 2012 - objectifs SRCAE 2020



Émissions des gaz à effet de serre liés à la production d'énergie et objectifs du SRADDET à l'horizon 2050



En région Centre-Val de Loire, le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) adopté en 2012 prévoit de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2050 par rapport à leur niveau de 2008. Il fixe également des objectifs ciblés par secteurs à l'échéance 2020. Le SRCAE sera remplacé par le SRADDET fin 2019 début 2020. Les objectifs de ce nouveau schéma, tous secteurs confondus sont ambitieux : diviser par deux les émissions des GES d'origine énergétique entre 2014 et 2021 pour atteindre un niveau zéro d'émission en 2050.

En 2012, 17,7 millions de tonnes équivalent de dioxyde de carbone* ont été rejetés dans l'atmosphère en région, soit 4 % des émissions nationales.

Le secteur économique (industrie et agriculture) était responsable de 40 % des émissions de GES en région en 2012. La baisse observée entre 2008 et 2012 est de 6 %. L'objectif minimum de réduction fixé à - 15 % pour 2020 dans le SRCAE pourrait être respecté si l'on poursuit cette trajectoire.

Le secteur des transports, principal émetteur de CO₂ est responsable de plus de 30 % des GES émis en région. La diminution observée entre 2008 et 2012 est faible (- 3 %). Si la tendance reste la même, les objectifs de réduction (entre - 20 et - 40 %) des émissions de GES par ce secteur ne pourront être atteints en 2020.

Le secteur du bâtiment, responsable de près de 30 % des émissions annuelles de GES est celui sur lequel les objectifs à l'horizon 2020 sont les plus ambitieux : réduction de - 38 à - 43 % des GES émis par rapport à 2008. La baisse observée entre 2008 et 2012 de 7 % ne permet par encore d'adopter la trajectoire nécessaire pour atteindre l'objectif.

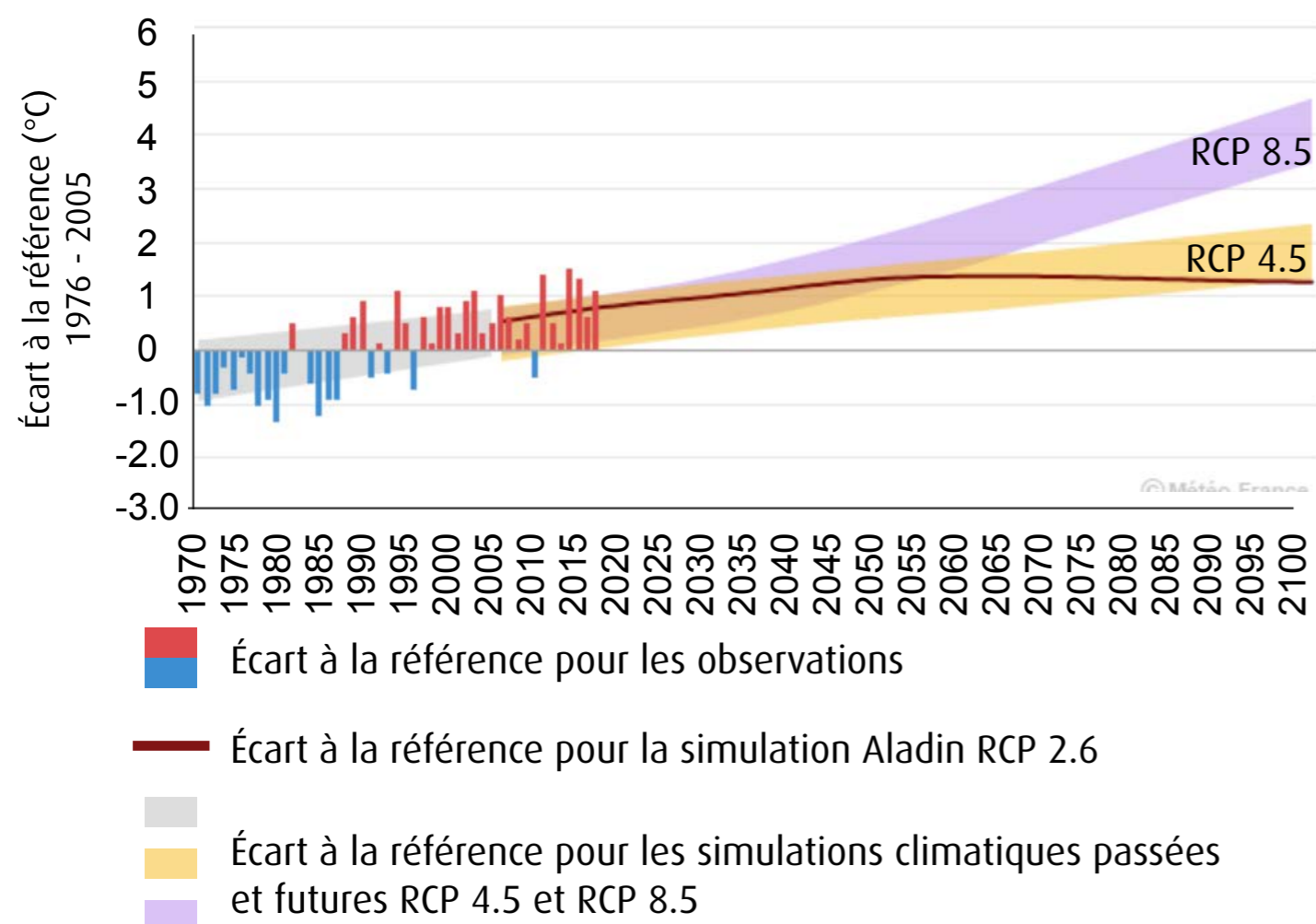
Pour en savoir plus :

- www.observatoire-energies-centre.org
- www.ligair.fr

* L'équivalent CO₂ est, pour un gaz à effet de serre, la quantité de CO₂ qui aurait la même capacité à retenir le rayonnement solaire.

Évolution des températures

Température moyenne annuelle en région Centre-Val de Loire : Observations et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution



Source : Météo-France, ClimatHD

En France métropolitaine, la température moyenne annuelle progresse depuis les années 70. En région Centre-Val de Loire, l'écart à la référence (moyenne sur la période 1976-2005) de la température moyenne annuelle varie selon les périodes. En effet, entre le début des années 1970 et la fin des années 1980, les écarts sont majoritairement inférieurs (de l'ordre de moins 1°C) à la moyenne de référence. À l'inverse, à partir du début des années 1990 les températures moyennes annuelles sont quasi systématiquement supérieures à la référence et augmentent progressivement jusqu'en 2015, où l'écart se situe autour de +1°C.

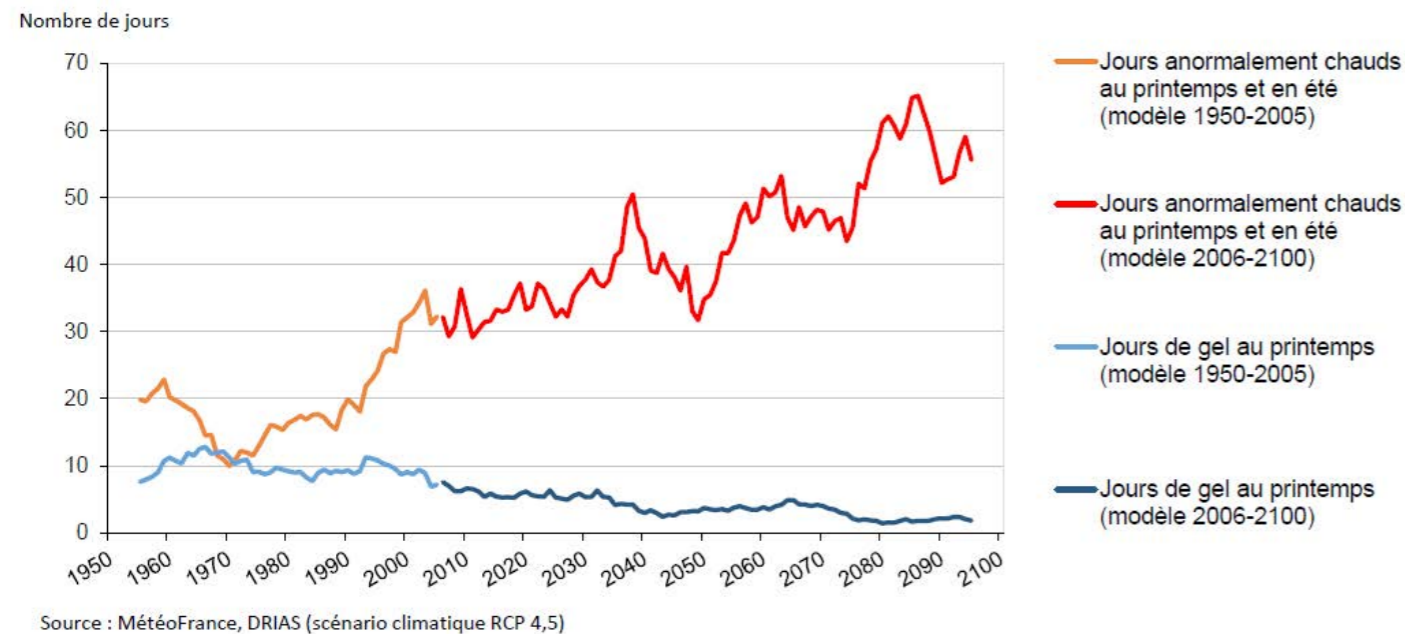
En région Centre-Val de Loire, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Pour le scénario RCP 8.5 (correspondant à un scénario sans politique climatique), l'écart à la référence de la température moyenne peut atteindre les +2°C en 2050. L'écart est également important pour le scénario 4.5 (correspondant à un scénario avec des politiques climatiques visant à stabiliser les concentrations en CO₂) et pourrait atteindre les +1,5°C en 2050. Enfin, même en cas de politiques visant à diminuer les concentrations de CO₂ (RCP 2.6), une hausse des températures pourrait être constatée, de l'ordre de +1,3°C environ en 2050. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP 2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂). Selon le RCP 8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait atteindre 4°C à l'horizon 2100.

Pour en savoir plus :

- www.meteofrance.fr rubrique Le climat > Climat HD
- www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Fiche_scenarios_evolution_GES_GIEC.pdf

Aléas climatiques : jours de gel et jours anormalement chauds

Modélisations de l'évolution du nombre de jours de gel et du nombre de jours anormalement chauds
(moyenne régionale sur une période glissante de 11 ans)



Pour en savoir plus :

- www.drias-climat.fr
- Nadine Brisson, Frédéric Levraut, éditeurs. 2010. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre Vert du projet CLIMATOR (2007-2010). ADEME. 336 p. <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Toutes-les-actualites/Livre-vert-du-projet-Climator>
- INRA, La veille agroclimatique, pour évaluer les conséquences agricoles des sécheresses (2016). <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Changement-climatique/Toutes-les-actualites/70-ans-La-veille-agroclimatique>
- INRA, Le climat change : la nature et l'agriculture aussi ! (2015). <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Tous-les-dossiers/Le-climat-change-la-nature-et-l-agriculture-aussi>
- Philippe Gate, Nadine Brisson, David Gouach, Les causes du plafonnement du rendement du blé en France : d'abord une origine climatique (05/05/2010) - Comptes-Rendus de l'Académie d'Agriculture de France. https://www.researchgate.net/publication/222711506_Les_causes_du_plafonnement_du_rendement_du_ble_en_France_d_abord_une_origine_climatique
- Chambres d'agriculture Centre-Val de Loire, Observatoire régional de l'agriculture et du changement climatique (ORACLE). Contact : Christophe Beaujouan https://centre-valde Loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/122_Inst-Centre-Val-de-Loire/Agro_environnement/Climat_Air/ORACLE_version_intermediaire.pdf

Si les modélisations climatiques prévoient une hausse globale des températures, celle-ci se matérialisera aussi par une fréquence plus élevée de jours anormalement chauds et des jours de gel moins nombreux. Le nombre annuel de jours anormalement chauds au printemps et en été en région Centre-Val de Loire pourraient ainsi doubler d'ici à 2100 tandis que les jours de gel au printemps tendraient à passer de 8 à 2 par an.

Ces jours de températures « extrêmes » vont avoir un impact additionnel à l'évolution globale des températures. En effet le dépassement d'un seuil de 25°C entre mi-mai et fin juillet entraînera pour le blé par exemple un phénomène d'échaudage, c'est à dire un arrêt de remplissage du grain et donc des pertes de rendements.

Inversement un nombre de jours de gel en baisse au printemps pourrait laisser espérer une diminution des dégâts sur les bourgeons. Toutefois l'accroissement moyen des températures s'accompagne également d'une augmentation de leur variabilité ce qui ne permet pas de conclure à une diminution du risque purement climatique. Cette hausse va également provoquer l'avancée des floraisons exposant les bourgeons plus précocement au gel.

Au regard de ces impacts potentiels, il est important d'informer et d'accompagner les agriculteurs pour leur permettre d'anticiper les effets du changement climatique en adaptant leurs pratiques et systèmes de cultures. Les Chambres d'agriculture de la région Centre-Val de Loire ont entrepris de mettre en place un Observatoire Régional de l'Agriculture et du Changement climatique (ORACLE). Il fournira d'une part des indicateurs climatiques, agro-climatiques et d'autre part des informations sur les possibles impacts agricoles afin d'anticiper les facteurs de risques pour leurs productions. Il inclura également des indicateurs des mesures d'atténuation et d'adaptation mises en œuvre par les agriculteurs.

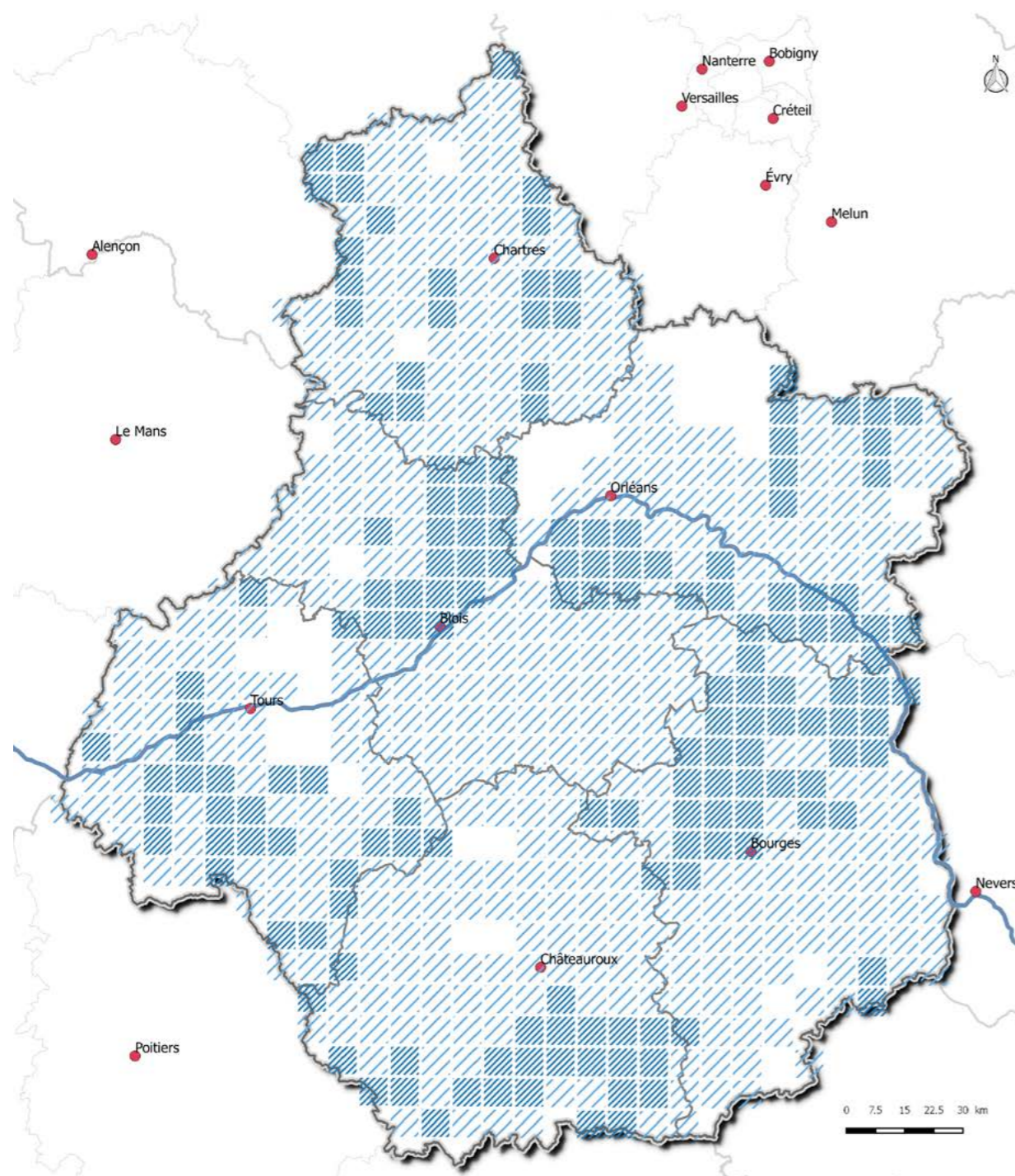
Voir aussi :

[Indicateur Evolution des dates de floraison de la vigne](#)

[Indicateur Concentration de l'air en pollens de bouleau](#)

Évolution des jours de fortes pluies

Modélisation du nombre de jours supplémentaires de fortes pluies pour le scénario d'évolution des émissions de GES RCP 4,5 du GIEC à l'horizon 2041-2070



Nombre de jours supplémentaires de fortes pluies

- Aucun jour
- 1 jour
- 2 jours

Note : Anomalie du nombre de jours de fortes précipitations : écart entre la période considérée et la période de référence pour le scénario avec une politique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ (RCP4.5)

Sources : Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France, DRIAS
BD CARTO® ©IGN 2017

Janvier 2019
© DREAL Centre-Val de Loire
Réalisation: SEEVAC/DVDEC

Une étude nationale menée entre 2010 et 2012, *Explore 2070*, a permis de mieux évaluer les impacts du changement climatique sur la ressource en eau à l'horizon 2070 et de comprendre les mécanismes à l'origine de ces impacts.

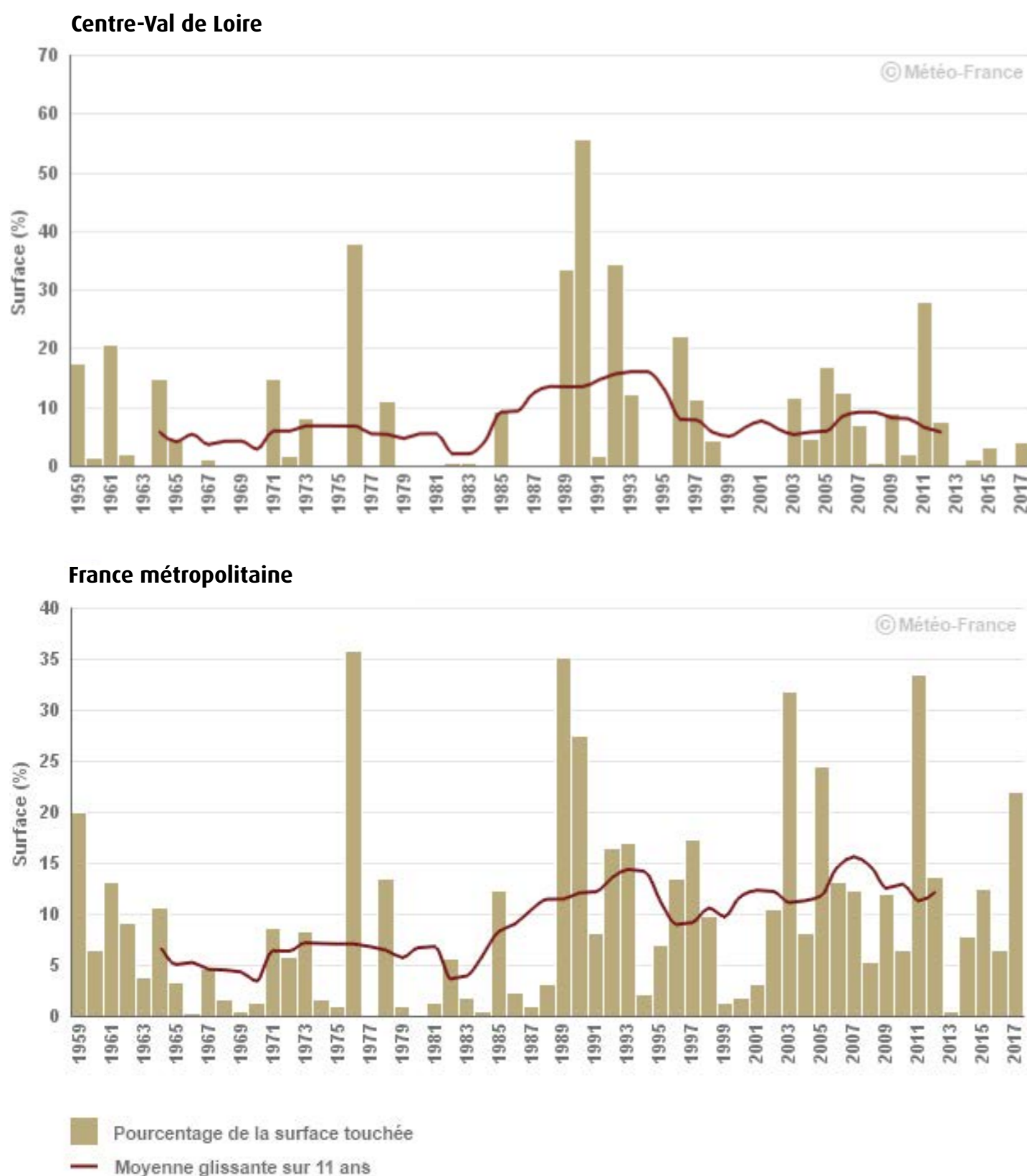
La répartition des précipitations devrait être modifiée, à la fois d'un point de vue géographique mais aussi sur l'année : on peut s'attendre à ce que les précipitations soient constantes ou en légère hausse en hiver et en diminution progressive en été. Toutefois il existe de fortes incertitudes sur ces évolutions selon les scénarios et modèles climatiques utilisés. Cela s'explique notamment par le fait que la France, à l'échelle mondiale, se situe à une latitude de transition entre des zones où les précipitations seront nettement plus abondantes, et d'autres où elles le seront moins. Les modèles s'accordent par contre sur le fait que le nombre de jours de fortes précipitations augmentera annuellement de 1 à 3 jours par an sur la région Centre-Val de Loire selon le modèle d'évolution des émissions de GES choisi.

Pour en savoir plus :

- Ministère en charge de l'écologie, [Explore 2070](#)
- Agence de l'eau Loire-Bretagne, Plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne (2018)
https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/files/live/sites/sdage-sage/files/Planification-gestion%20des%20eaux/Plan%20d%27adaptation%20changement%20climatique/PACC-LB_26042018.pdf
- Moatar et al, 2010. La Loire à l'épreuve du changement climatique. Geosciences, 2010, 12, pp.78-87.
<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00549254/document>
- Etablissement public Loire, Impacts du changement climatique sur le bassin de la Loire et ses affluents – Eléments de connaissance scientifique (2014).
<https://www.eptb-loire.fr/actualisationactivation-2014>

Sécheresse des sols

Pourcentage annuel de la surface régionale touchée par des conditions de sécheresse



L'augmentation des températures moyennes et du nombre de jours de forte chaleur vont impacter la disponibilité de l'eau dans le sol. Le suivi de la sécheresse des sols ne permet pas à ce jour de conclure à une augmentation nette de la surface régionale touchée par les sécheresses, contrairement à ce que l'on observe à l'échelle nationale. En effet, dans les années 70 près de 7 % de la surface régionale était touchée par la sécheresse, cette part a doublé dans les années 90 pour revenir à un niveau inférieur à 10 % dans les années 2000.

Ce risque doit toutefois être pris en compte car une sécheresse importante du sol est un facteur déclenchant du phénomène de retrait-gonflement des argiles auquel la région Centre-Val de Loire est particulièrement sensible. L'augmentation de la fréquence des sécheresses pourrait donc entraîner une augmentation de la fréquence des sinistres sur les habitations liés à cet aléa.

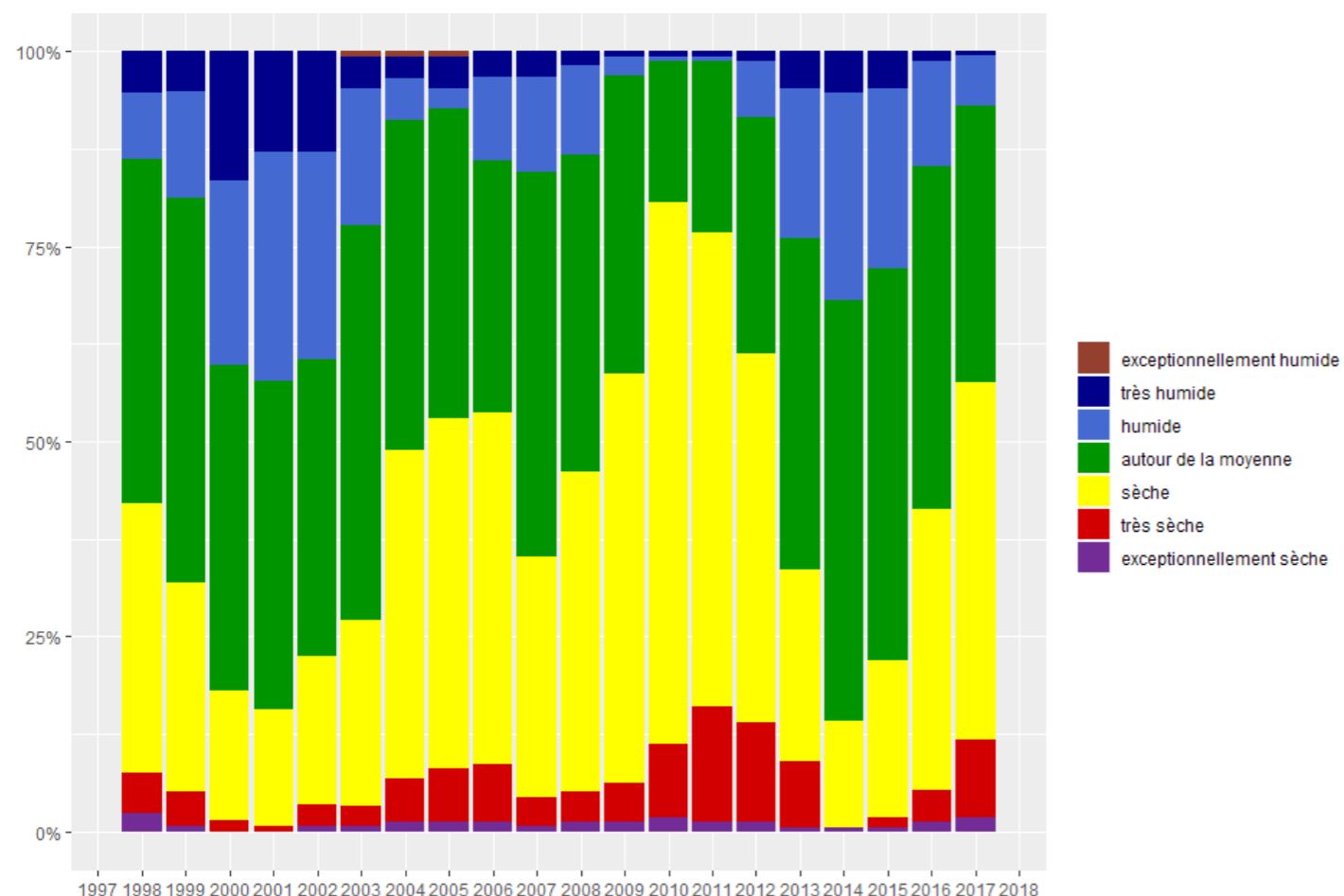
De plus une sécheresse du sol impactera la végétation en provoquant un stress hydrique. Elle pourrait conduire à une augmentation des prélèvements dans la ressource en eau disponible pour répondre aux besoins des cultures. En cas de fortes chaleurs, les prélèvements en eau seront également plus importants pour d'autres besoins, notamment pour limiter la vulnérabilité des populations ou pour refroidir certaines installations industrielles. Ces besoins viendront donc renforcer un déséquilibre croissant entre les besoins en prélèvement et une ressource disponible plus faible.

Pour en savoir plus :

- www.meteofrance.fr rubrique Le climat > Climat HD

Hydraulité : débit moyen des cours d'eau sur le mois considéré rapporté à la moyenne interannuelle des débits de ce mois

Évolution de l'hydraulité (débit moyen des cours d'eau) des mois de septembre - moyenne triennale glissante



Source : DREAL Centre-Val de Loire - SEB

Pour en savoir plus :

- <https://professionnels.afbiodiversite.fr/sites/default/files/pdf/debits-des-rivieres.pdf>
- www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2008/01/ICC-HYDROQUAL_action-1_-Hydrologie.pdf

Les débits moyens des cours d'eau en région Centre-Val de Loire pour les mois de septembre ont été classifiés sur 20 années par rapport à leurs débits de référence. La tendance qui regroupe les catégories d'hydraulité d'« exceptionnellement sèche » à « sèche » (hydraulité de 0 à 0,75 soit des débits déficitaires de plus de 25 % en comparaison de la moyenne interannuelle) est assez erratique sur l'ensemble de la période (1998 à 2017).

Des années exceptionnellement humides telles que 2013 et 2014, malgré l'application d'un lissage des variabilités hydrologiques par une moyenne glissante ne permettent pas de conclure à une évolution à la baisse des débits moyens de septembre des rivières en région.

L'analyse des indices hydrologiques réalisée par l'Onema¹ permet d'observer des tendances notamment dans le sud de la France sur la sévérité, la précocité des étiages ou encore l'évolution des débits des cours d'eau ; en revanche pour la région Centre-Val de Loire les résultats ne sont pas significatifs sur ces indicateurs.

L'étude *Explore 2070*, ainsi qu'un projet portant sur le bassin de la Loire, le projet ICC-HydroQual², ont étudié les conséquences des modifications climatiques sur le comportement et la qualité physico-chimique des cours d'eau et des nappes.

En premier lieu l'augmentation de la température moyenne de l'air va entraîner une hausse de l'évapotranspiration et donc une baisse des débits annuels des cours d'eau, encore accentuée en période d'étiage³ si les précipitations sont réduites en période estivale. Selon *Explore 2070*, au sein du bassin Loire-Bretagne le débit moyen annuel des cours d'eau devrait baisser de 10 à 40 % et la recharge des nappes souterraines serait également affectée avec une baisse comprise entre 25 et 30 % à l'horizon 2070.

D'après l'étude ICC-HydroQual, le débit d'étiage⁴ de la Loire et de ses principaux affluents baisserait fortement, de l'ordre de 25 à 50 % en milieu du siècle, et entre 30 et 60 % en fin du siècle. On observerait de plus un allongement des périodes d'étiages.

1 Publication de l'ONEMA (Comprendre pour Agir décembre 2012) « Évolutions observées dans le débit des rivières en France » – sélection d'un réseau de référence et analyse de l'évolution temporelle des régimes des 40 dernières années.

2 Le projet ICC-HydroQual (Impact du Changement Climatique sur l'hydrosystème Loire : HYDROlogie, Régime thermique, QUALité des eaux, APR FEDER/EPL, (2009-2010) a réunit l'Université François Rabelais de Tours, l'UMR Sisyphe, le BRGM et le Cemagref.

3 Etiage : période de plus basses eaux des cours d'eau et des nappes souterraines, où l'écoulement ou le niveau d'eau est le plus faible de l'année.

4 Débit d'étiage mensuel quinquennal (QMNA5) = débit d'étiage de référence pour l'application de la police de l'eau : il s'agit de la valeur mensuelle statistique du plus petit écoulement d'un cours d'eau sur une période de 5 ans.

Réseau de surveillance du niveau des nappes

Localisation des indicateurs de situation des ressources en eau des nappes de la région Centre-Val de Loire



Sources : DREAL Centre-Val de Loire/SEB, BD CARTO® ©IGN 2017, Route120® ©IGN 2017

©DREAL Centre-Val de Loire
Réalisation: SEEVAC/DVDEC
avril 2019

Le réseau piézométrique régional constitue un outil indispensable à la connaissance et au suivi des ressources en eau souterraine. Il se compose de près de 200 stations automatiques et télé-transmises (les piézomètres) qui suivent en continu les fluctuations du niveau des principales nappes d'eau souterraine. La carte ci-contre présente la localisation des 22 indicateurs de niveaux des nappes. Il s'agit de moyennes de relevés de plusieurs piézomètres pour chaque semaine. Ils donnent une vision synthétique du niveau et de l'évolution de la nappe et sont représentatifs d'une partie homogène de l'aquifère concerné sur une zone donnée.

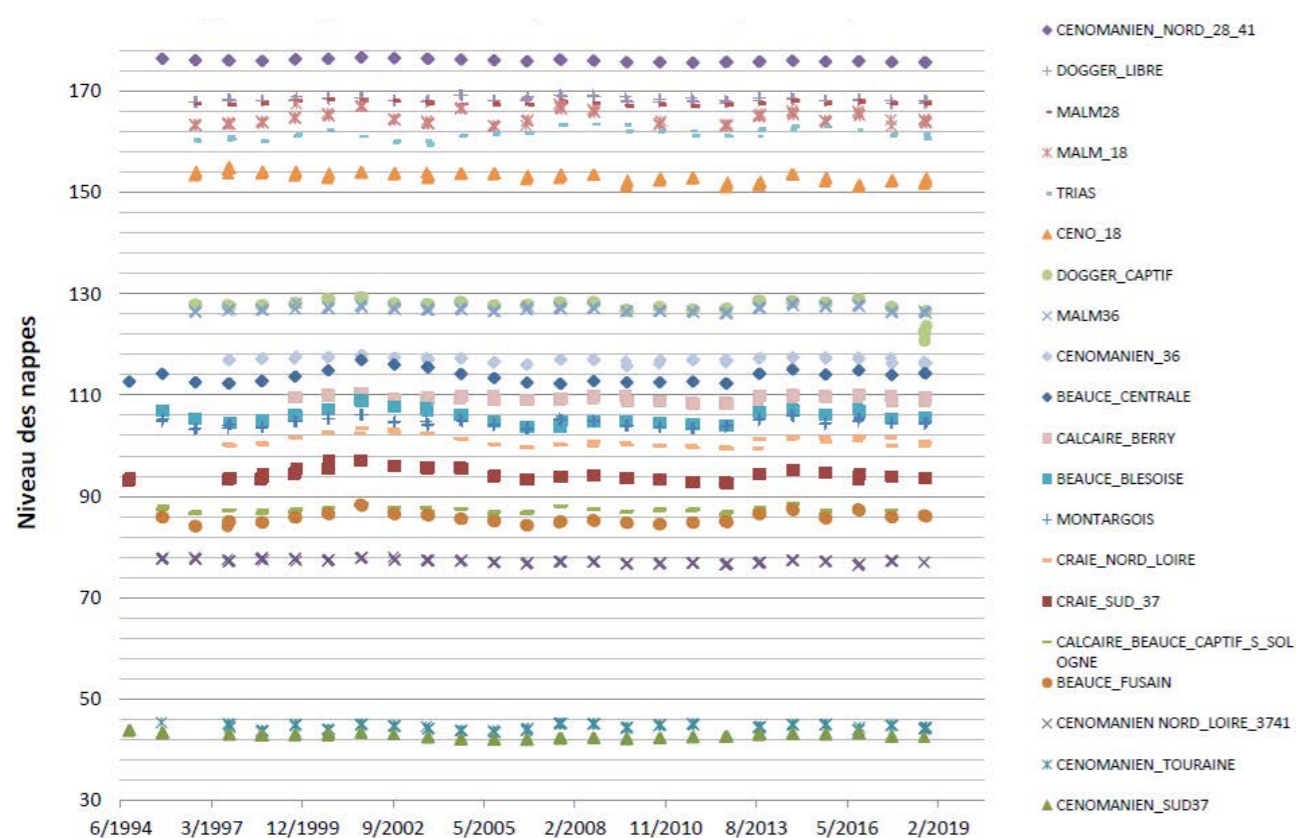
Le comportement de nappes et leur recharge diffère sensiblement en fonction de leurs caractéristiques hydrogéologiques et de leurs potentialités aquifères. Les nappes montrent généralement des cycles annuels de vidange ; celles qui présentent une inertie faible peuvent se recharger et se décharger rapidement. A contrario, certaines nappes telle la nappe de Beauce ont une inertie forte, ce qui les rend moins sensibles aux variations saisonnières. Lorsque le niveau est en baisse, il faut deux à trois années de pluies excédentaires pour inverser la tendance et voir celui-ci remonter ensuite.

Pour en savoir plus :

- Site de la DREAL Centre / niveau de nappes
<http://drealcentre.aquasys.fr/drealcentre/accueil;jsessionid=1B3AFF6485DC450FD01FDBF0AD3DE62E?0>
- Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Centre-Val de Loire du BRGM
<http://sigescen.brgm.fr/-Hydrogeologie-.html>

Niveau des nappes (niveau piézométrique)

Niveau des nappes principales de la région Centre-Val de Loire, relevés des mois de septembre depuis 1994



L'observation des indicateurs des niveaux des nappes ne permet pas de dégager une tendance rétrospective significative.

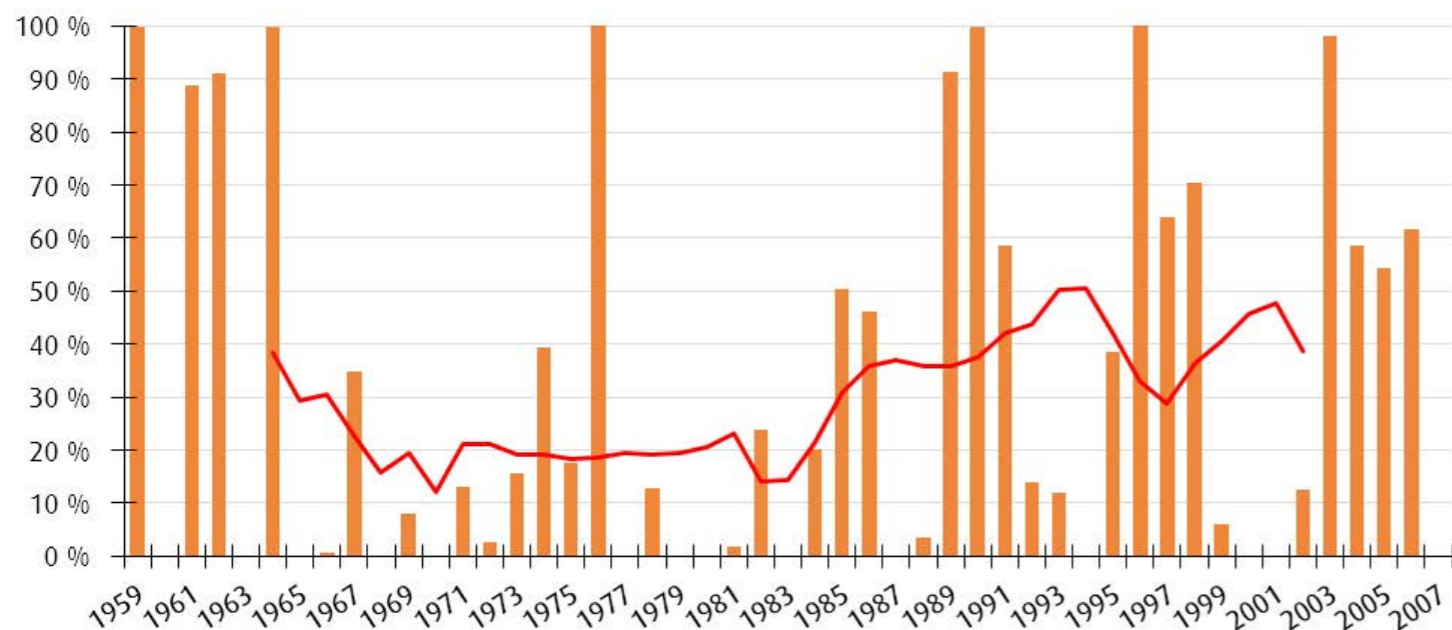
Cependant, les impacts du changement climatique sur les eaux de surface impliqueront des répercussions sur les ressources en eau souterraine. Selon l'étude *Explore 2070*, la recharge des nappes souterraines serait affectée avec une baisse, sur la moitié de la superficie de son bassin versant, comprise entre 25 et 30 % à l'horizon 2070, ce qui ferait du bassin de la Loire une des deux zones les plus sévèrement touchées au niveau national. La baisse serait plus limitée pour les nappes des plaines alluviales dont le niveau est très lié au niveau de la rivière et à la cote topographique tandis qu'elle pourrait atteindre 10m sur les plateaux ou contreforts des bassins sédimentaires.

Pour en savoir plus :

- Site de la DREAL Centre / niveau de nappes
<http://drealcentre.aquasys.fr/drealcentre/accueil;jsessionid=1B3AFF6485DC450FD01FDBF0AD3DE62E?0>
- Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Centre-Val de Loire du BRGM
<http://sigescen.brgm.fr/-Hydrogeologie-.html>
- Explore 2070 , Etude et simulation des impacts du changement du climat
<https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/node/44>

Part du territoire touchée par des conditions propices aux départs de feux de forêts

Pourcentage annuel de la surface régionale touchée par des conditions propices aux départs de feux de forêts (IFM >20 pendant plus d'un mois)



Source : données MétéoFrance

La vulnérabilité au stress hydrique des forêts risque d'être renforcée par une exposition à des périodes de sécheresse plus fréquentes et plus sévères sans que l'on puisse actuellement les quantifier précisément.

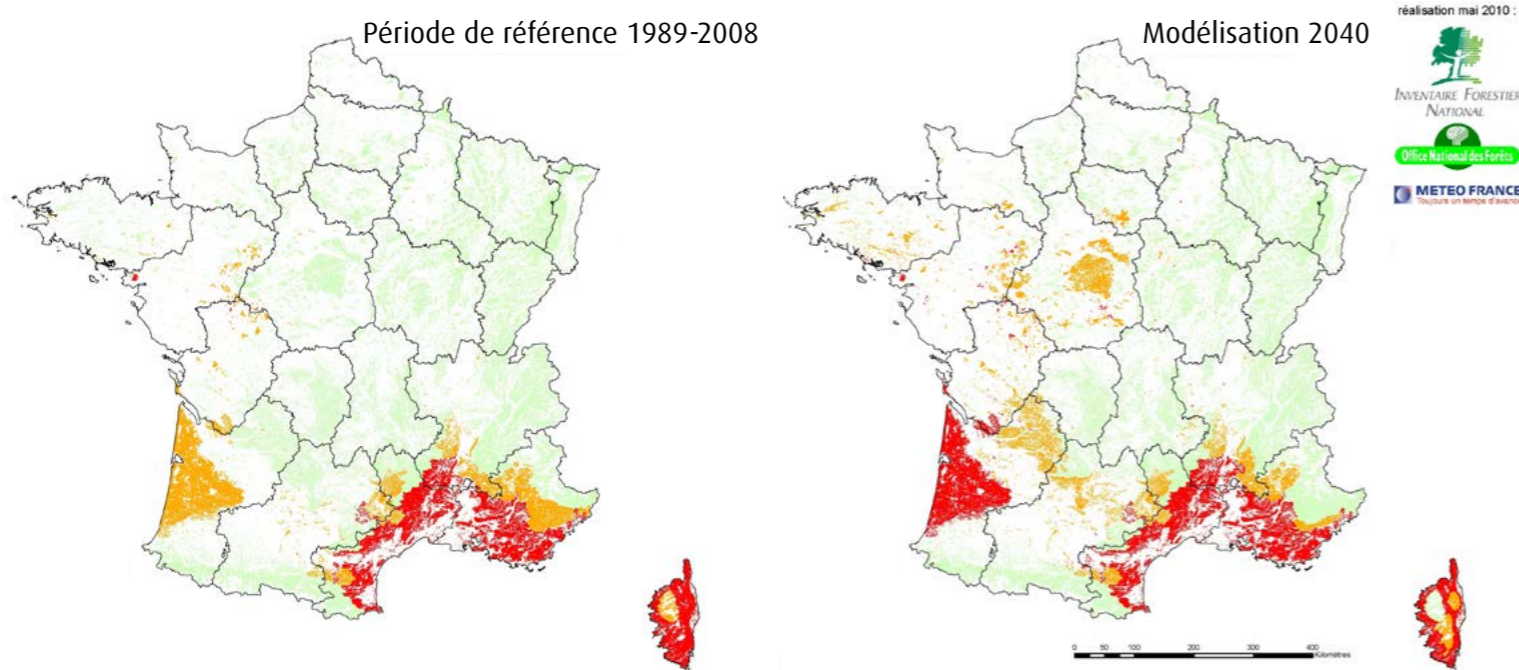
Outre l'impact sur leur productivité ces sécheresses auront pour effet de rendre les peuplements forestiers plus vulnérables à d'autres événements climatiques extrêmes comme les tempêtes et les feux de forêts. En effet, la réduction de la teneur en eau des végétaux en situation de stress hydrique les rend plus inflammables ; il en est de même, dans une moindre mesure, pour la biomasse au sol liée aux dépérissements des peuplements végétaux.

Les conditions météorologiques propices aux départs de feux seront aussi de plus en plus fréquentes. « L'Indice feux de forêts météorologique », calculé par MétéoFrance à partir de données de température, d'humidité de l'air, de vitesse du vent et de précipitations, rend ainsi compte de la fréquence de ces conditions. En s'intéressant à la surface du territoire régional où cet indice a dépassé la valeur de sensibilité plus d'un mois dans l'année, la moyenne décennale fait apparaître une accentuation de ce risque depuis le milieu des années 1980.

Dans la région, les forêts de Sologne et de Touraine y sont particulièrement sensibles du fait des peuplements de pin dont les aiguilles constituent au sol un matériau fortement combustible et des sous-étages forestiers composés de landes sèches et de *Fougère aigle*.

Les cartographies ci-contre ont été produites dans le cadre de la mission d'inspection conjointe sur l'extension future des zones à risque élevé d'incendie de forêt par intervention conjointe des services de Météo-France, de l'IFN et de l'ONF. La modélisation à l'horizon 2040 montre que la forêt de Sologne présentera une vulnérabilité particulière aux feux de forêt estivaux (indice de niveau 2 de sensibilité).

Cartographie nationale des zones potentiellement sensibles aux incendies de forêts



Sensibilité aux incendies de forêts estivaux des massifs forestiers > à 100 ha aux conditions de danger météorologique modélisées à l'horizon 2040

- 1 (indice moyen <= 1,6)
- 2 (1,6 < indice moyen < 2,5)
- 3 (indice moyen >= 2,5)

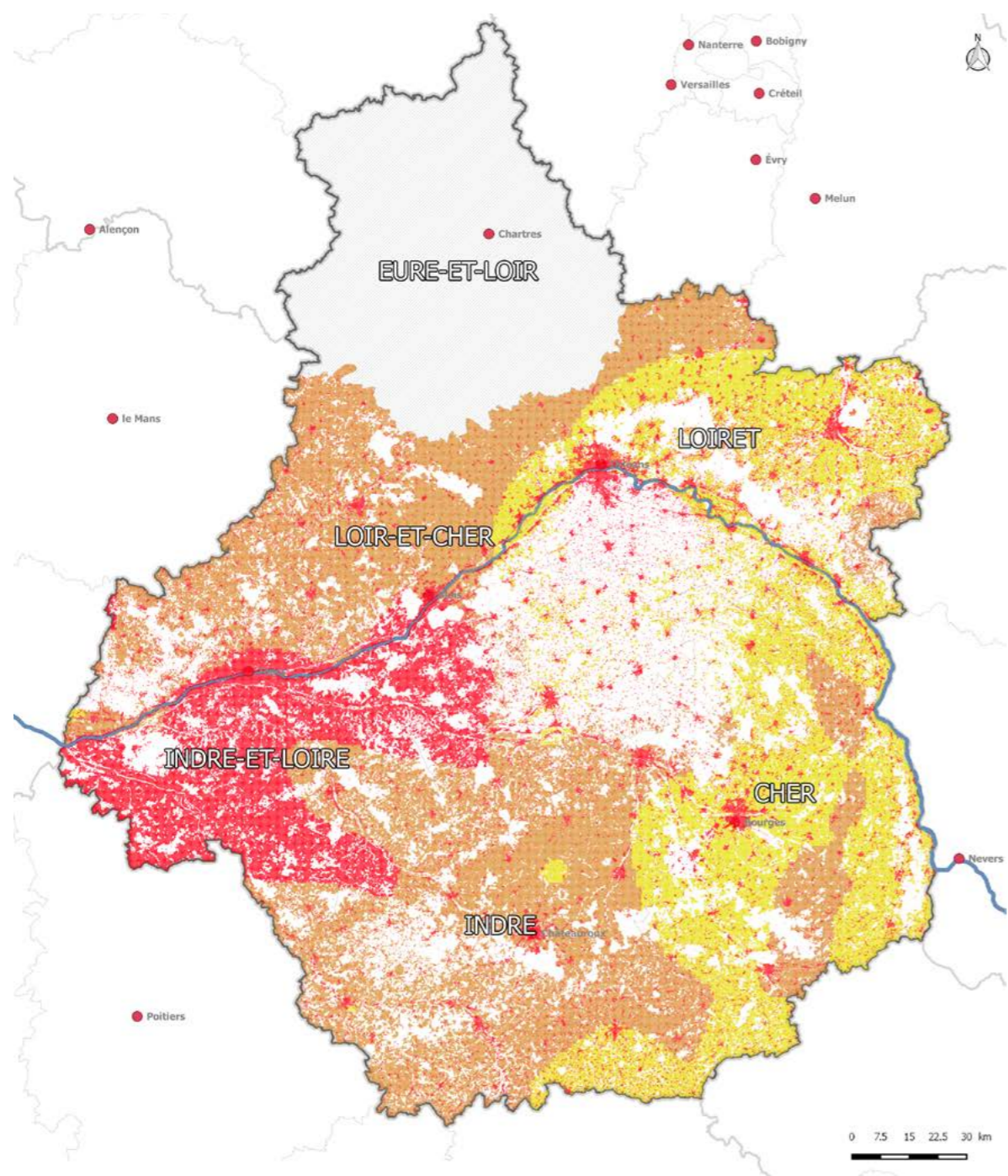
Source : Inventaire Forestier National, Institut Géographique National, Agence Européenne de l'Environnement, Météo-France

Pour en savoir plus :

- ONERC, L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change (2014) http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2014_Arbre_Et_Foret_WEB.pdf
- ONF, Quels seront les impacts du changement climatique sur les chênaies ligériennes ? (2018) <http://www.arbocentre.asso.fr/uploads/foret/flash-juillet2018.pdf>
- Office National des Forêts, Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ? (2012) <https://www.onf.fr/+161::rendez-vous-techniques-de-lonf-no-38.html>
- Météo-France, Changement climatique et feux de forêt <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/impacts-du-changement-climatique-sur-les-phenomenes-hydropeteorologiques/changement-climatique-et-feux-de-forets>

Aire de répartition d'une espèce invasive de termites

Modélisation de l'aire favorable aux termites *Reticulitermes* en région Centre-Val de Loire



■ territoires actuellement favorables à la colonisation des termites
■ territoires additionnels favorables à la colonisation par les termites si augmentation + 1°C
■ territoires additionnels favorables à la colonisation par les termites si augmentation de +2 °C
■ pas de données sur l'Eure-et-Loir

Sources : TermiCentre, BD CARTO® ©IGN 2017, Route120® ©IGN 2017

©DREAL Centre-Val de Loire
Réalisation: SEEVAC/DVDEC
janvier 2019

Les impacts du changement climatique sur la biodiversité sont multiples : modification des cycles de vie, accroissement du risque d'extinction de certaines espèces vulnérables, déplacement des aires de répartition et réorganisation des interactions entre les espèces (fragmentation, compétition). Un réchauffement de 1°C se traduit en moyenne par un déplacement vers le nord de 180 km (et de 150 m en altitude) des aires de répartition des espèces.

Le projet de recherche *TermiCentre* (porté par l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours), a mis en évidence une corrélation entre les zones d'infestation par les termites en région Centre-Val de Loire et les températures minimales hivernales de ces sites. Cette corrélation a permis, via une modélisation, de montrer que l'aire de colonisation des termites s'étendrait très largement en cas d'élévation de température.

Avec une augmentation de 1°C, tout l'ouest de la région Centre-Val de Loire (notamment la Gâtine tourangelle, une partie de la Beauce et le département de l'Indre) devient alors favorable aux installations de termites. Avec une augmentation de 2°C des températures, la quasi-totalité de la région à l'exception de la Sologne et de la forêt d'Orléans devient alors favorable aux termites, entraînant ainsi la nécessité d'adapter notre habitat à la présence de cet insecte.

Pour en savoir plus :

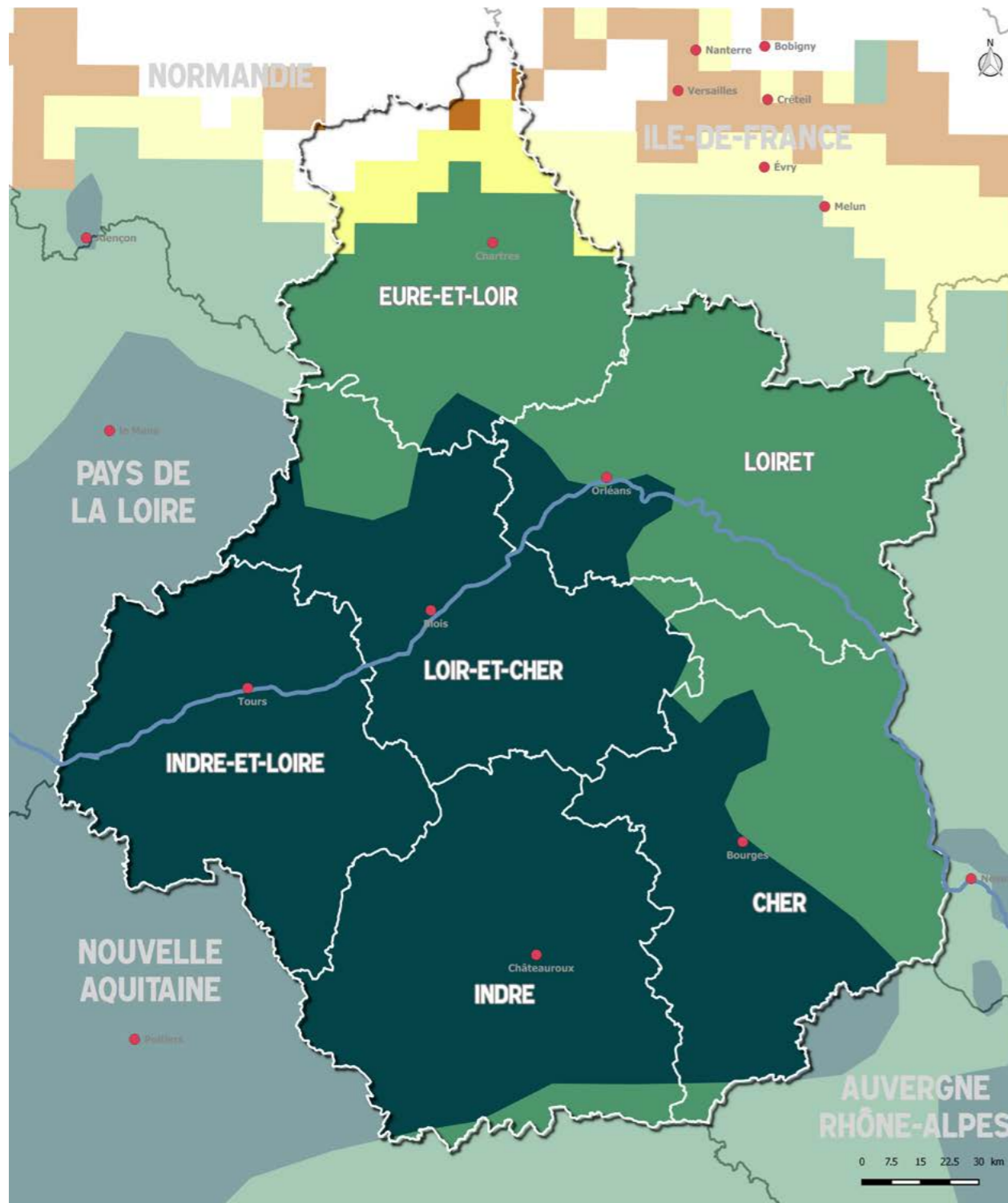
- Termicentre – Impact socio-économique d'une invasion biologique – Rapport final d'activité (2016)
http://www.arbocentre.asso.fr/Catalog/93/actualites/detail/p,4518/rapport_d-activite_-termicentre.html
- D. Andrieu et al, 2017. Géographie des termites souterrains en région Centre-Val de Loire : le risque d'une espèce invasive, Cybergeog.
<https://journals.openedition.org/cybergeog/28412>
- ONCFS, La faune sauvage à l'heure du changement climatique (2015).
www.oncfs.gouv.fr/IMG/pdf/depliant_faune_sauvage_changement_climatique.pdf
- MNHN, GIS Climat-Environnement-Société, Science en Question : « Changement climatique et biodiversité » (2008).
https://www.canal-u.tv/producteurs/cerimes/museum_national_d_histoire_naturelle

Voir aussi :

- [Indicateur Concentration de l'air en pollens de bouleau](#)
- [Indicateur Front de colonisation de la chenille processionnaire](#)

Front de colonisation de la chenille processionnaire

Evolution temporelle du front de colonisation de la processionnaire du pin



Sources: URZF - INRA Val de Loire 2016
BD CARTO® ©IGN 2019
Route120® ©IGN 2019

©DREAL Centre-Val de Loire
Réalisation: SEEVAC/DVDEC
Avril 2019

Des conditions hivernales moins rudes combinées à une vulnérabilité globale accrue des peuplements forestiers facilitent le développement de maladies et de parasites, même si l'augmentation des échanges commerciaux entre continents reste la principale cause d'introduction de pathogènes des arbres.

L'impact du changement climatique a pu être identifié dans le cas de la processionnaire du pin. Son aire de répartition dont la limite nord était historiquement la vallée de la Loire et a progressé à partir des années 1990 vers l'est et le nord pour couvrir à la fin de l'hiver 2016 près de 98 % du territoire régional, à l'exception de la frange nord de l'Eure-et-Loir. Son développement larvaire a lieu en hiver et des travaux de recherche ont montré que la capacité d'alimentation des larves était limitée par des seuils de température minimale. Des températures minimales plus élevées qu'auparavant sur certains territoires en lien avec le changement climatique lui permettent donc d'étendre la zone dans laquelle elle consomme les aiguilles des résineux.

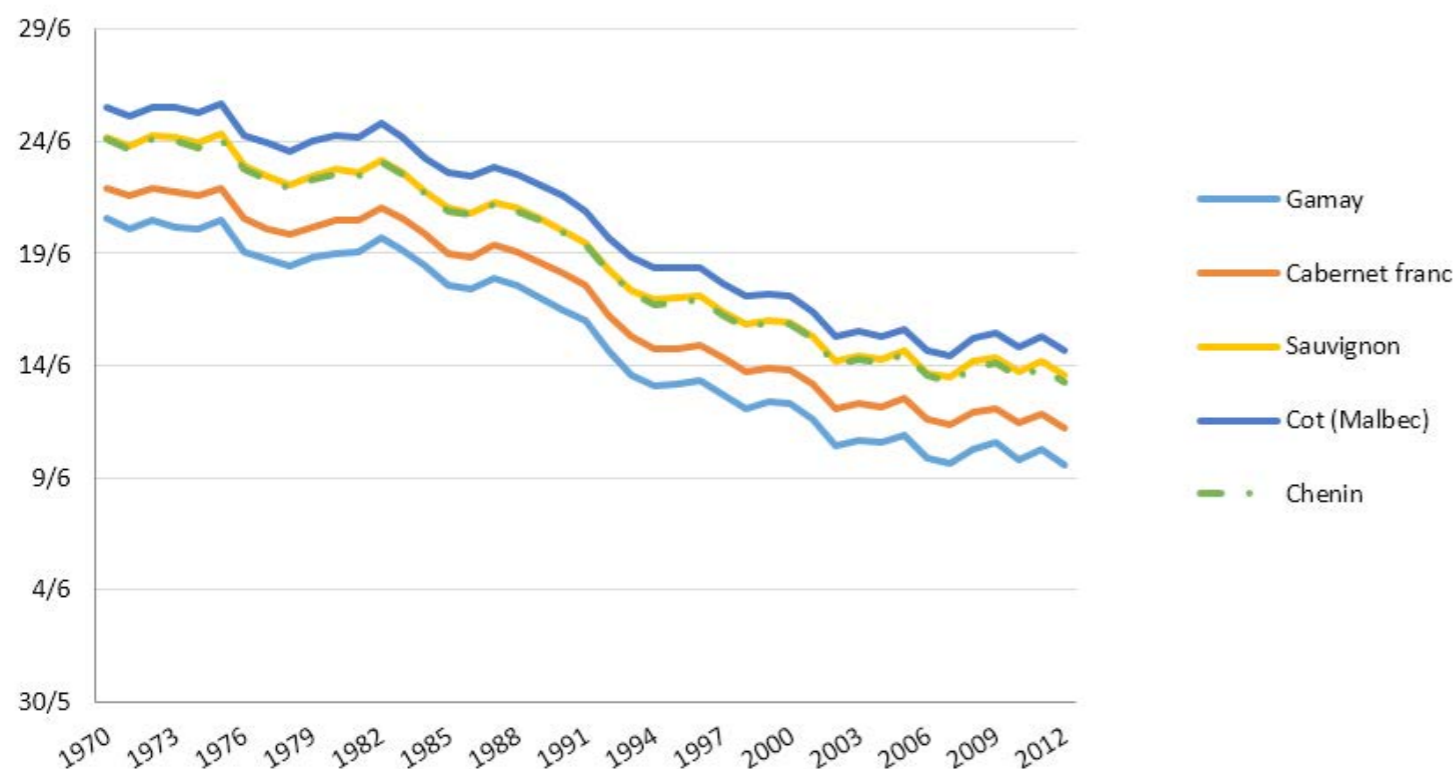
Même si les peuplements forestiers sont peu impactés par ce parasite, les arbres affaiblis par d'autres facteurs (sécheresse, etc.) peuvent être affectés durablement ou devenir moins résistants à d'autres atteintes. L'expansion de l'aire de répartition de cet insecte pose également un problème sanitaire du fait de son caractère urticant. Des modifications du cycle biologique de l'espèce également liées au changement climatique pourraient venir renforcer ce problème puisque les processions et donc les risques d'allergie ne seraient plus limités au printemps. Les études en cours à l'INRA d'Orléans permettront également de s'assurer de l'adéquation et de l'efficacité des moyens de lutte.

Pour en savoir plus :

- La processionnaire du pin, bio-indicateur du réchauffement climatique. De sa biologie à la modélisation de son expansion (2017). Vidéo <http://www.val-de-loire.inra.fr/Toutes-les-actualites/Chenille-processionnaire-bio-indicateur-de-rechauffement-climatique-Video-Science-on-tourne-2017>
- C. Robinet et al, 2010. Le réchauffement climatique et le transport accidentel par l'homme responsables de l'expansion de la chenille processionnaire du pin, Forêt Wallonne n°108. [https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw108_19-27\[ProcessPin\].pdf](https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw108_19-27[ProcessPin].pdf)

Évolution des dates de floraison de la vigne

Modélisation des dates de floraison de différents cépages à Tours



Source : European climate assessment & dataset (ECA&D).
 Traitements d'après la méthode de ROBIN Théotime. (2018)
 Création d'une parcelle d'essai prenant en compte les problématiques du réchauffement climatique et de la réduction des intrants, Institut Français de la Vigne et du Vin d'Amboise.

Voir aussi :

[Indicateur Concentration de l'air en pollens de bouleau](#)

[Indicateur Evolution des dates de floraison du pin Douglas](#)

Le rendement et la qualité des productions agricoles sont fortement influencés par les conditions climatiques. La température a une influence prépondérante sur la croissance des végétaux : bourgeonnement, floraison, maturation des fruits, etc.

Le développement de la végétation pour la vigne débute lorsque les températures moyennes journalières atteignent 10°C. La date de floraison est déterminée pour chaque cépage par l'atteinte d'une somme de températures moyennes journalières. En région Centre-Val de Loire, les calculs de dates de floraison pour différents cépages, s'appuyant sur des températures relevées à Tours, montrent que celles-ci ont avancé de 8 à 10 jours sur la période 1960-2017.

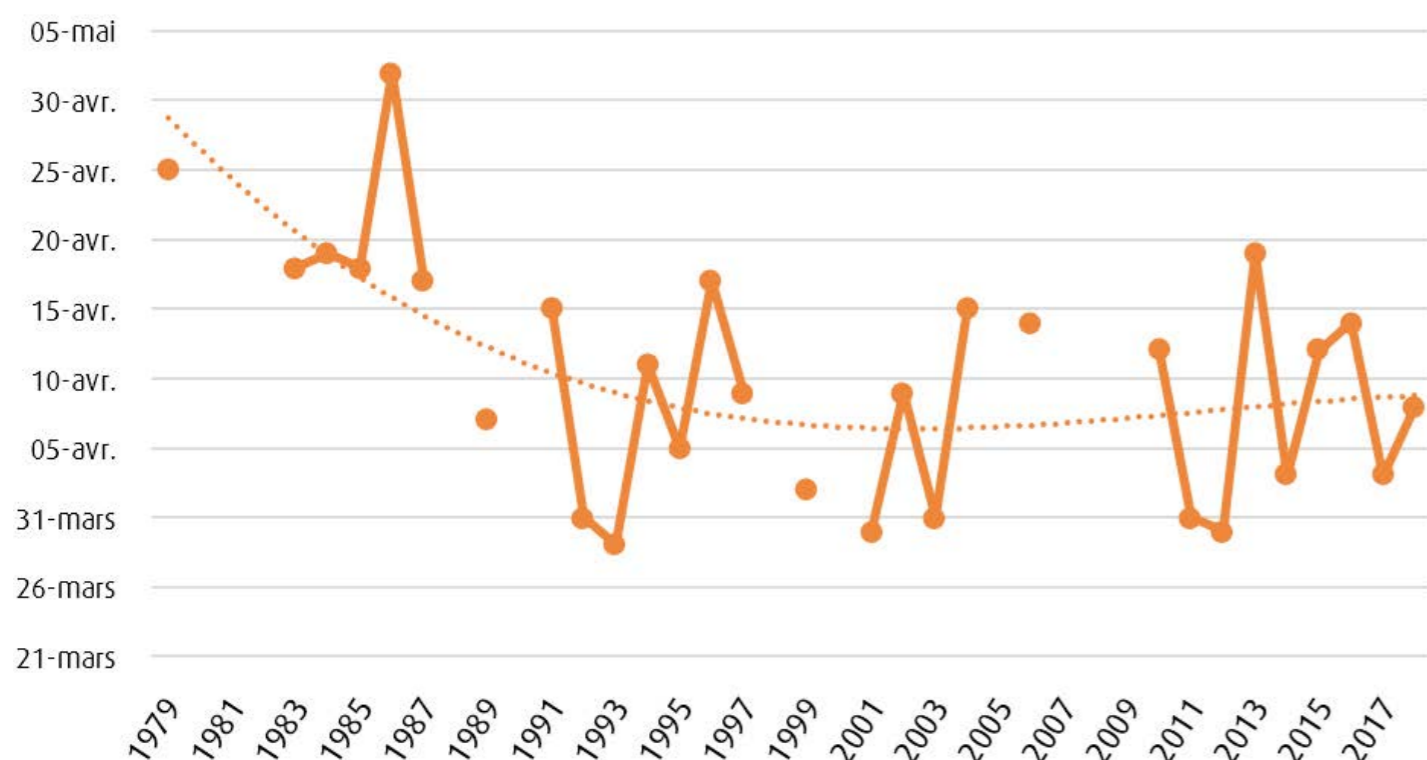
L'augmentation des températures, associée à des conditions hydriques de plus en plus défavorables, aura également un impact sur les caractéristiques des vins, voire à l'avenir posera la question de l'adaptation des cépages au territoire. Cela pourrait notamment amener à remettre en question les cahiers des charges des appellations d'origine contrôlée qui valorisent la qualité et la typicité d'un produit, liée notamment à l'association de cépages à un terroir.

Le projet CLIMENVI, lancé en 2018, a pour objectif l'appropriation de la connaissance acquise sur ces différents impacts par la filière viticole en région Centre-Val de Loire pour élaborer une stratégie régionale d'adaptation de la viticulture au changement climatique.

Pour en savoir plus :

- Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher, Projet CLIMENVI - Contact : Michel Badier. [«Intégrer le changement climatique dans les décisions des chefs d'entreprises viticoles pour les vignobles du Centre-Val de Loire.»](#)
- Vinopôle, Actes de la journée «Esprit filière» 2016, Présentation «Le Changement climatique, quelles évolutions attendues pour les vignobles du Centre-Val de Loire ?». <http://www.vinopole-cvdl.com/actualites-amboise-vinopole-vins/vinopoleactualit/viticulturepourdemain/>
- Chambres d'agriculture Centre-Val de Loire, Observatoire régional de l'agriculture et du changement climatique (ORACLE, en construction). Contact : Christophe Beaujouan <https://centre-valde Loire.chambres-agriculture.fr/agroenvironnement/climat-et-air/oracleclima-xxi/>
- Nadine Brisson, Frédéric Levrault, éditeurs. 2010. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre Vert du projet CLIMATOR (2007-2010). ADEME. 336 p. <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Toutes-les-actualites/Livre-vert-du-projet-Climator>
- Chambres d'agriculture, L'agriculture face au changement climatique [Le temps de l'action, Chambres d'agriculture n°1046](#) (2015)

Évolution des dates de floraison du Douglas à Orléans



Source : INRA, UMR BioForA (INRA-ONF)

La croissance et le cycle biologique de tous les végétaux sont fortement liés aux températures de l'air. Une durée prolongée de températures basses en période hivernale est nécessaire pour permettre par la suite la floraison (période de vernalisation*). Les phases de développement dépendent largement de l'accumulation de « quantités de chaleur ».

On s'attend donc à ce que l'augmentation des températures liée au changement climatique entraîne un allongement de la saison de végétation et donc une croissance plus précoce et plus longue des arbres.

Dans le cadre de programmes d'amélioration génétique du Douglas, l'INRA a enregistré les dates de floraison de cet arbre depuis 1979. Dans la région d'Orléans, jusqu'à la fin des années 1990, les températures printanières se sont accumulées de plus en plus vite ce qui a engendré une avancée de 15 jours des dates de floraison. A partir de cette date, il est vraisemblable qu'un autre mécanisme s'est mis en jeu : les températures hivernales devenant de plus en plus élevées, le nombre de jours de froids indispensables à la vernalisation des bourgeons a nécessairement augmenté. Ce mécanisme interférant avec le précédent, est probablement la cause du palier actuellement observé au niveau des dates de floraison. La poursuite des observations permettra de savoir s'il s'agit d'un palier ou d'un début d'inversion de tendance.

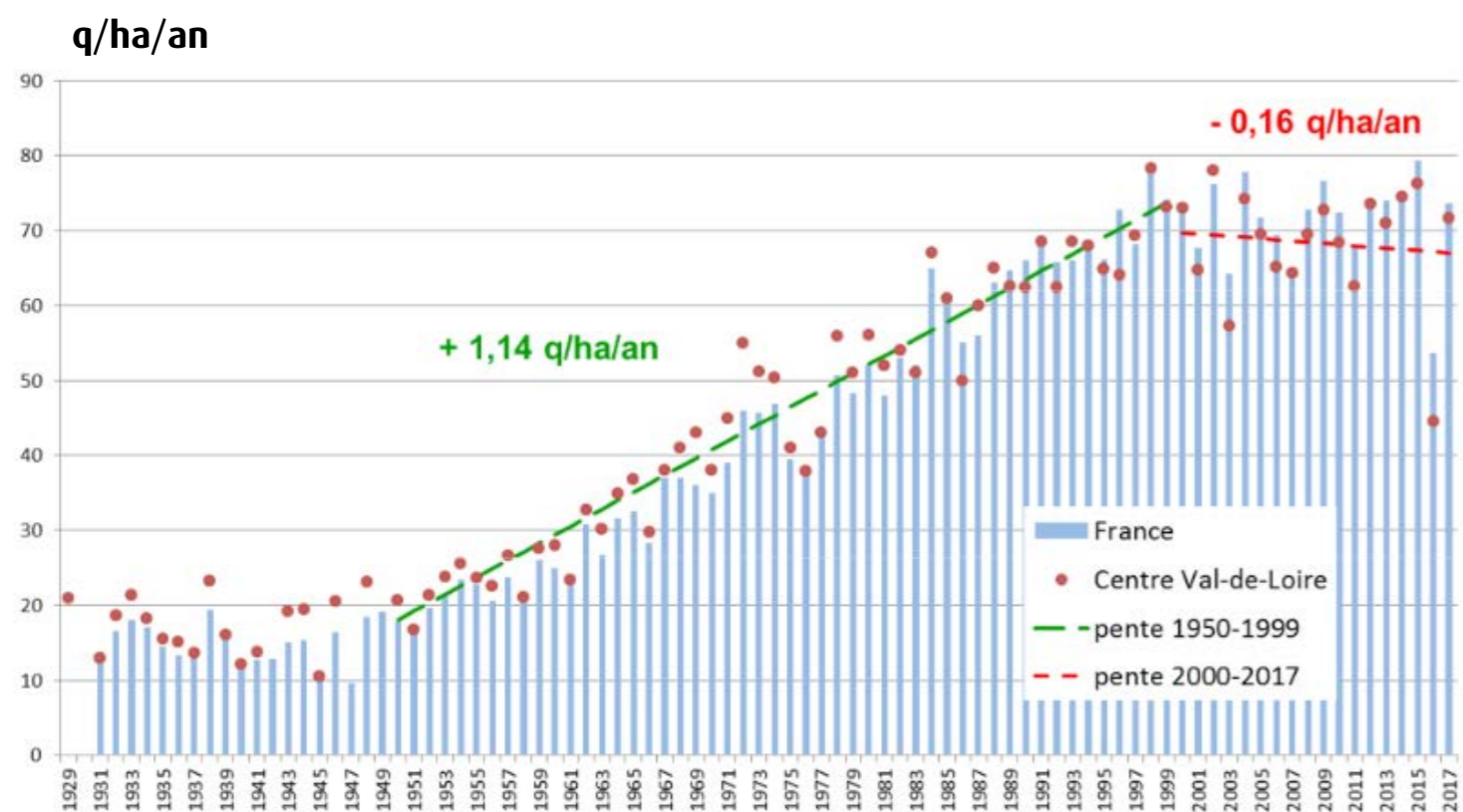
Le changement climatique s'accompagne également d'une augmentation du CO2 dans l'atmosphère qui devrait avoir pour effet de renforcer la croissance et la productivité des arbres en stimulant la photosynthèse. D'un autre côté, les déficits de ressources en eau prévus par les modélisations du changement climatique amèneront les arbres à être plus souvent en stress hydrique ; ce qui devrait jouer sur leur productivité. La modification des conditions climatiques pose la question de l'adaptation des essences à leur territoire et de l'impact sur leur croissance et leur productivité.

Pour en savoir plus :

- ONERC, L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change (2014)
http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2014_Arbre_Et_Foret_WEB.pdf
- Office National des Forêts, Quels seront les impacts du changement climatique sur les chênaies ligériennes ? (2018)
<http://www.arbocentre.asso.fr/uploads/foret/flash-juillet2018.pdf>
- Office National des Forêts, Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ? (2012)
<https://www.onf.fr/+161::rendez-vous-techniques-de-lonf-no-38.html>

* Période de froid subie par une plante, nécessaire pour la faire passer du stade végétatif au stade reproductif, c'est à dire pour enclencher la floraison.

Rendement en blé tendre



Source : ORACLE, DRAAF Centre-Val de Loire

La région Centre-Val de Loire est avant tout une région productrice de céréales, celles-ci occupent une bonne moitié de la surface agricole utile (SAU). Le blé tendre en constitue le fer de lance avec 664 milliers d'hectares en 2017, soit 53 % de la sole céréalière régionale.

On observe que depuis les années 1950 et jusqu'à la fin des années 1990, les rendements régionaux en blé tendre ont augmenté de façon nette et régulière (+1,14 q/ha/an en Région Centre Val-de-Loire), ce qui a permis de passer d'environ 17 q/ha (moyenne 1931-1949) à plus de 66 q/ha (moyenne 1986-2003). Cet accroissement spectaculaire s'explique par l'amélioration variétale, combinée à l'accroissement de la technicité de culture (préparation de sol, semis, engrais, protection phytosanitaire, récolte).

A la fin des années 1990, on constate une interruption assez brutale de cette progression, suivie par un net plafonnement des rendements. Le même phénomène s'observe également sur l'ensemble de la France (et même en Europe) avec quelques nuances, l'année de rupture se situant entre 1991 et 2000 suivant le département (Ray et al., 2012).

Le changement climatique explique pour "un tiers à moitié" le plafonnement des rendements en blé tendre observé dans notre région depuis les années 2000 (Brisson & Levrault, 2010) ; des évolutions dans les pratiques agricoles pouvant aussi contribuer au plafonnement des rendements. Deux facteurs climatiques sont à l'origine de cette stagnation de rendement : l'augmentation de l'échaudage et l'augmentation de la période de stress hydrique pendant l'élongation de la tige et le remplissage des grains (Gate et al., 2009). L'occurrence accrue de ces accidents physiologiques d'origine climatique a induit une diminution du rendement comprise entre -0,2 et -0,5 q/ha/an.

Pour en savoir plus :

- Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique (ORACLE) Centre-Val de Loire : <https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr/agroenvironnement/climat-et-air/oracleclima-xxi/>
- DRAAF Centre-Val de Loire : <http://draaf.centre-val-de-loire.agriculture.gouv.fr>
- Brisson, N., et al., Why are wheat yields stagnating in Europe ? A comprehensive data analysis for France. Field Crops Res. (2010) https://www.researchgate.net/publication/222711506_Les_causes_du_plafonnement_du_rendement_du_ble_en_France_d'abord_une_origine_climatique
- Lin and Huybers, Reckoning wheat yield trends (2012) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/2/024016/meta>

Concentration de l'air en pollens de bouleau

Moyenne mobile (-4 ans) de la quantité de pollen de Bouleau et températures annuelles pour la région Centre-Val de Loire de 1991 à 2018



Sources : Index polliniques (RNSA) ; Température (European Climate Assessment and dataset)

La hausse des températures moyennes devrait induire une croissance et une floraison des végétaux plus précoce et donc une période plus longue de production des pollens. L'augmentation de la teneur en CO₂ dans l'air favorise la photosynthèse et devrait favoriser l'augmentation de la production de pollens. Elle est déjà observable pour le *bouleau*, très présent dans les aménagements paysagers en ville. Les teneurs de son pollen dans l'air sont suivies par le RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique), du fait de son fort effet allergique. La vulnérabilité des populations à ces pollens va être accrue par d'autres facteurs liés au changement climatique, comme les fortes concentrations d'ozone dans l'air, liées aux fortes chaleurs, qui ont pour effet d'irriter les voies respiratoires.

L'accroissement des concentrations dans l'air de pollens d'*ambrosie*, très allergisants, est également à redouter. Selon une étude du CNRS publiée en 2015, un tiers de cette augmentation serait dû à la dispersion des graines de cette plante invasive par les cours d'eau, les transports routiers et ferroviaires, et les pratiques agricoles. Les deux tiers des cas auraient pour origine le réchauffement climatique qui accroît la zone favorable à l'implantation de l'*ambrosie*, vers le nord et le nord-est du pays.

Pour en savoir plus :

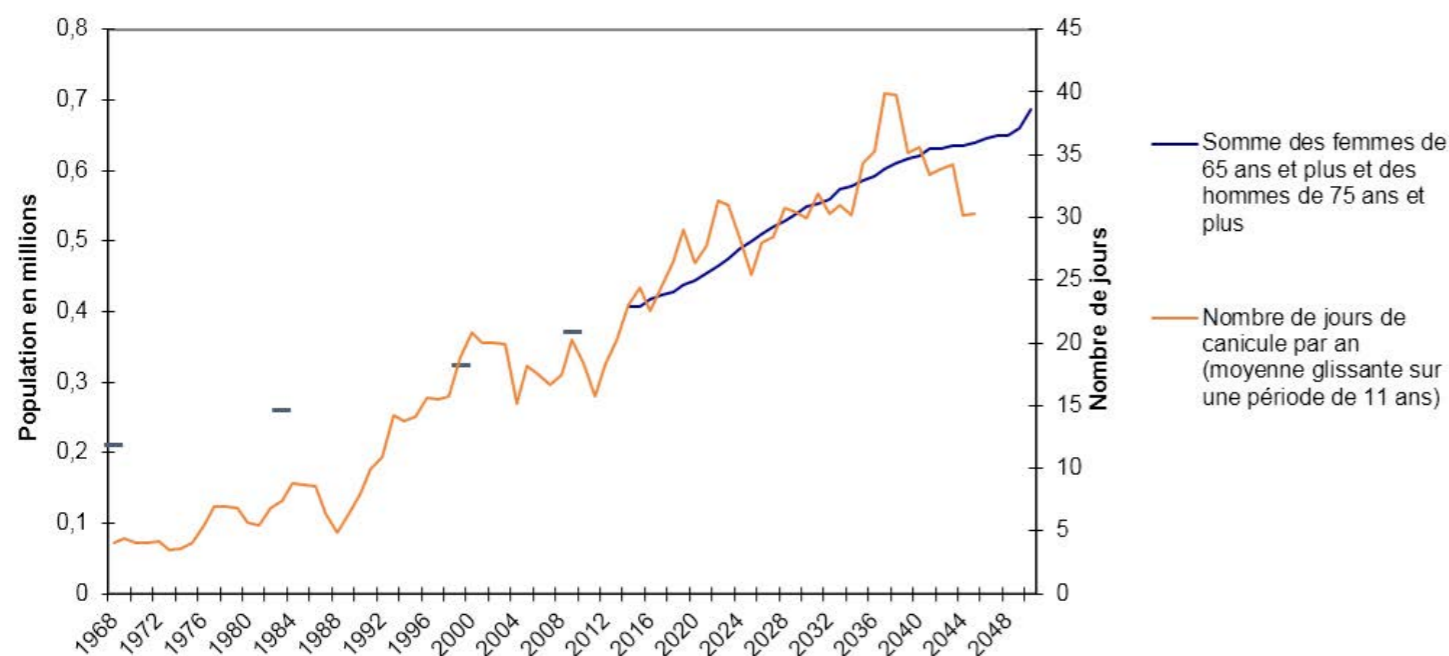
- ONERC, Indicateur de pollen de bouleau.
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe#e3>
- CNRS, Communiqué de presse (Paris, 25/05/2015) : Allergies : les concentrations en pollen d'*ambrosie* pourraient quadrupler en Europe d'ici 2050.
<http://archives.cnrs.fr/insu/article/857>
- CNRS, Le journal : Le changement climatique, mauvais pour la santé ? (02,02,2015)
<https://lejournel.cnrs.fr/articles/le-changement-climatique-mauvais-pour-la-sante>

Voir aussi :

[Indicateur Aire de répartition d'une espèce invasive de termites](#)
[Indicateur Evolution des dates de floraison de la vigne](#)

Évolution des canicules et de la population vulnérable

Projections à l'horizon 2050 de l'évolution de la population vulnérable aux canicules et du nombre de jours de canicule par an



Sources : Insee (Base historique des recensements de la population, exploitation complémentaire / Omphale 2017), MétéoFrance (DRIAS)

Voir aussi :

[Indice feux de forêts météorologique](#)

[Indicateur Evolution des consommations d'eau](#)

Les modélisations des effets du changement climatique prévoient une augmentation des températures journalières moyennes mais également une augmentation de la fréquence et de la sévérité des vagues de chaleur, c'est-à-dire des périodes de plusieurs jours consécutifs présentant des températures anormalement élevées. Ces vagues de chaleur vont provoquer des difficultés chez les personnes les plus âgées (à partir de 65 ans pour les femmes et 75 ans pour les hommes) dont la capacité de transpiration se réduit au-delà de 48h de stimulation ininterrompue. La région Centre-Val de Loire sera particulièrement touchée, cette tranche de population étant plus importante au niveau régional qu'au niveau national. De plus les modélisations d'évolution de la population régionale montrent que la population plus âgée sera de plus en plus importante (+57 % entre 2019 et 2050).

Les effets du changement climatique peuvent être renforcés par de nombreux facteurs rendant la population plus vulnérable à ces effets : l'âge mais également les caractéristiques de l'habitat puisque des villes « très minérales » restituent au cours de la nuit la chaleur accumulée dans la journée. L'adaptation passe donc par la réintégration du végétal et de l'eau dans les espaces publics afin de les rafraîchir.

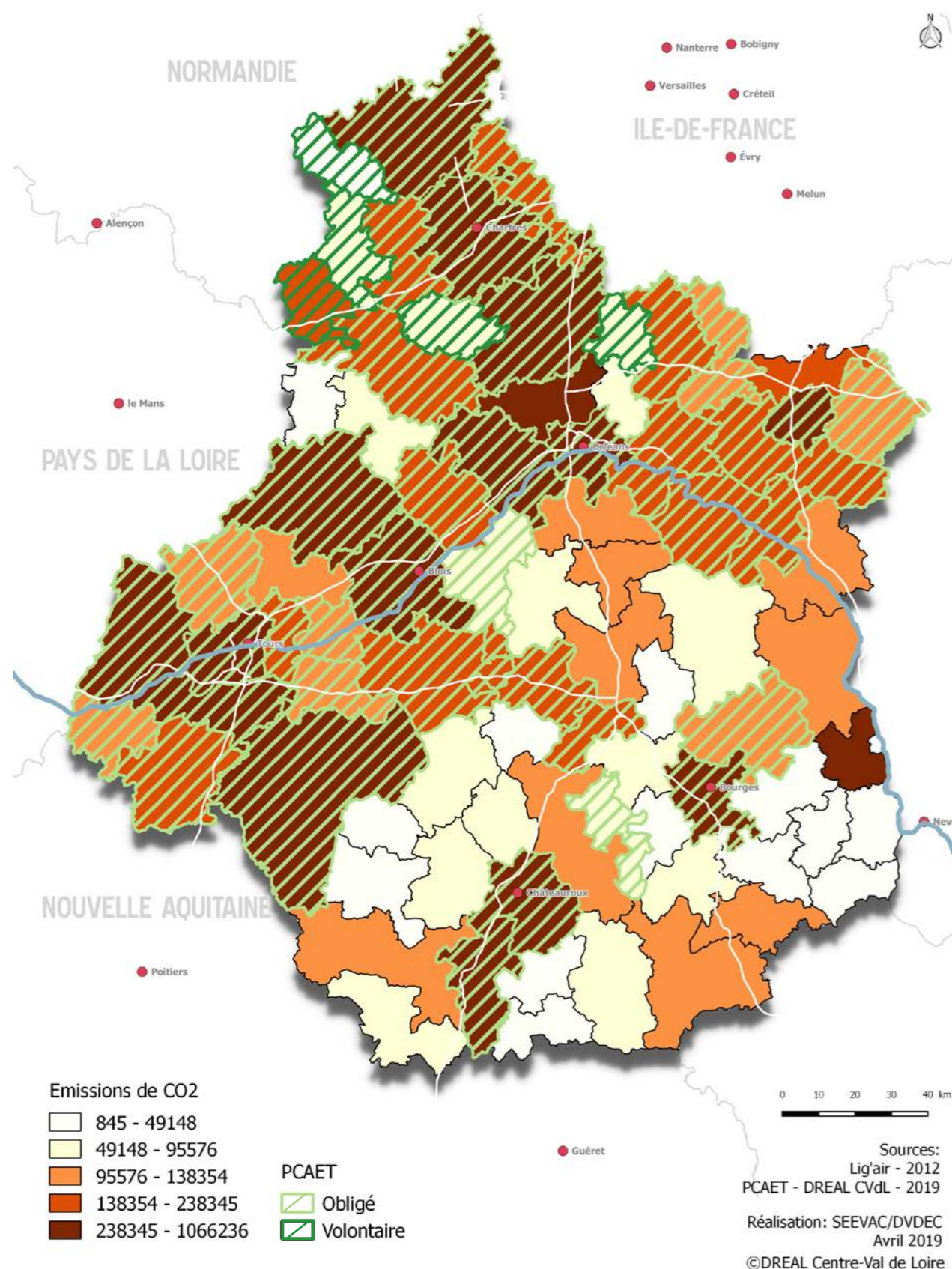
L'accès à la ressource en eau constituera un enjeu important, l'eau potable étant nécessaire pour réduire la vulnérabilité des populations ; elle risque également de manquer pour limiter d'autres risques liés au changement climatique. Les risques d'incendies sont aussi plus élevés lors d'une vague de chaleur et viennent encore renforcer la vulnérabilité des populations, notamment en entraînant une dégradation de la qualité de l'air.

Pour en savoir plus :

- www.drias-climat.fr
- INSERM, Exposition Climat & Santé (2015). <https://www.inserm.fr/actualites-et-evenements/evenements-culture-scientifique/climat-%26-sante>
- INVS, Bulletin épidémiologique hebdomadaire N°16-17 - Comprendre et prévenir les impacts sanitaires de la chaleur dans un contexte de changement climatique (juin 2018). invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/pdf/2018_16-17.pdf
- Observatoire régional de la santé Centre-Val de Loire, Diagnostic régional santé environnement (2016). https://orscentre.org/images/files/publications/environnement/Rapports/DRSE_2016.pdf
- ONERC, Fiche indicateur «Expositions des populations aux risques climatiques» (2013). http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_FicheIndicateur_Risques_climatiques.pdf
- C. Pacteau, S. Joussaume (CNRS), Appréhender les impacts du changement climatique sur la santé, Actualité et dossier en santé publique n°93 (2015). <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=ad931015.pdf>

Émissions de CO₂ par EPCI et avancement des PCAET

Émissions de CO₂ à l'échelle des territoires des EPCI et plans climat air énergie territoriaux fin 2018



Les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) sont des projets qui s'élaborent et s'appliquent à l'échelle d'un territoire intercommunal et mobilisent tous les acteurs du territoire sur ces thématiques. Ils sont obligatoires pour les EPCI (intercommunalités) de plus de 20 000 habitants ; soit 38 EPCI en région Centre-Val de Loire. Cette obligation devrait permettre d'agir sur les territoires où les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont les plus importantes, à l'exception du territoire de la Communauté de communes de la Beauce Loiretaine, qui ne fait pas partie des territoires concernés par l'obligation d'élaborer un PCAET bien qu'étant à l'origine d'émissions importantes.

Au-delà de la réduction des GES, les PCAET visent également la sobriété énergétique, la qualité de l'air, le développement des énergies renouvelables et l'adaptation au changement climatique. Ces orientations sont également traitées dans d'autres politiques publiques sectorielles ou à d'autres échelles, principalement nationale ou régionale, et le PCAET a alors pour rôle d'assurer une cohérence entre ces politiques à l'échelle du territoire.

Les politiques publiques, notamment locales, prévoient principalement des mesures pour limiter les mécanismes à l'origine du changement climatique (mesures d'atténuation), c'est-à-dire à stabiliser les concentrations en GES dans l'atmosphère. L'autre démarche des politiques publiques est l'adaptation au changement climatique, mais elle est peu intégrée, sans doute par manque de connaissances des effets du changement climatique à l'échelle locale. Une étude réalisée en 2015 par l'Établissement public Loire révèle que la gestion quantitative de l'eau et du risque d'inondation sont les domaines les mieux pris en compte concernant l'adaptation au changement climatique dans les documents de planification du bassin de la Loire (SDAGE, PGRI, SRCAE, SAGE, PCET et Agendas 21,...). Seuls 4 SAGE sur 36 réalisés en 2015 intégraient la notion d'adaptation dans des mesures concrètes. Par ailleurs, les Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) n'intègrent pas non plus la problématique du changement climatique en tant que telle.

Pour en savoir plus :

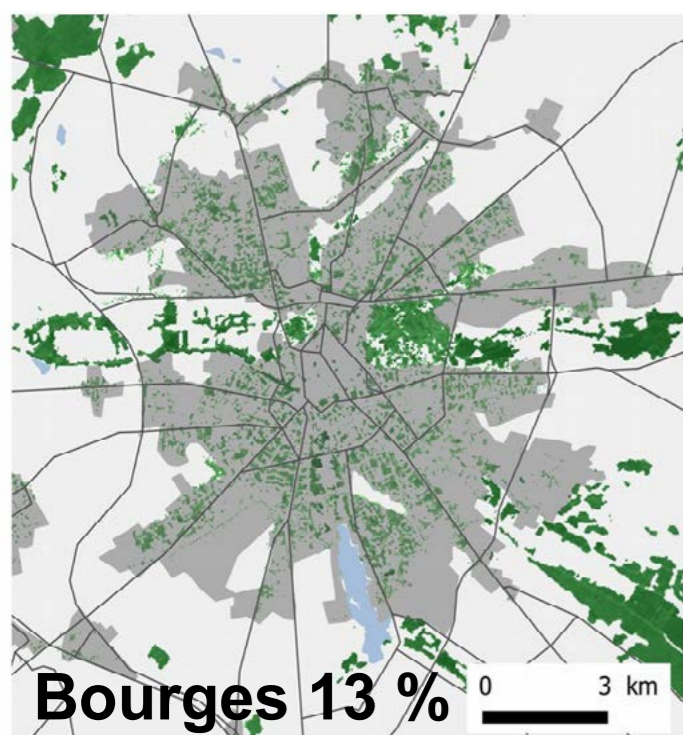
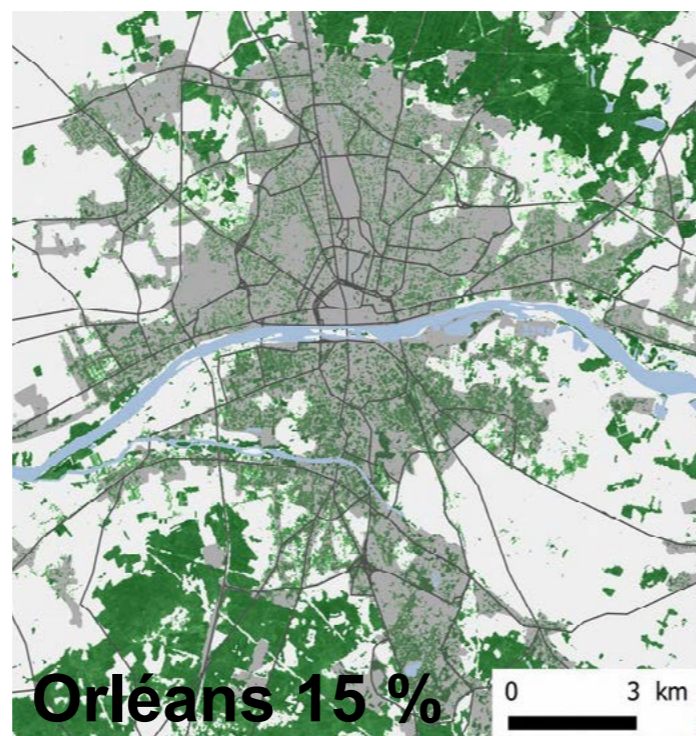
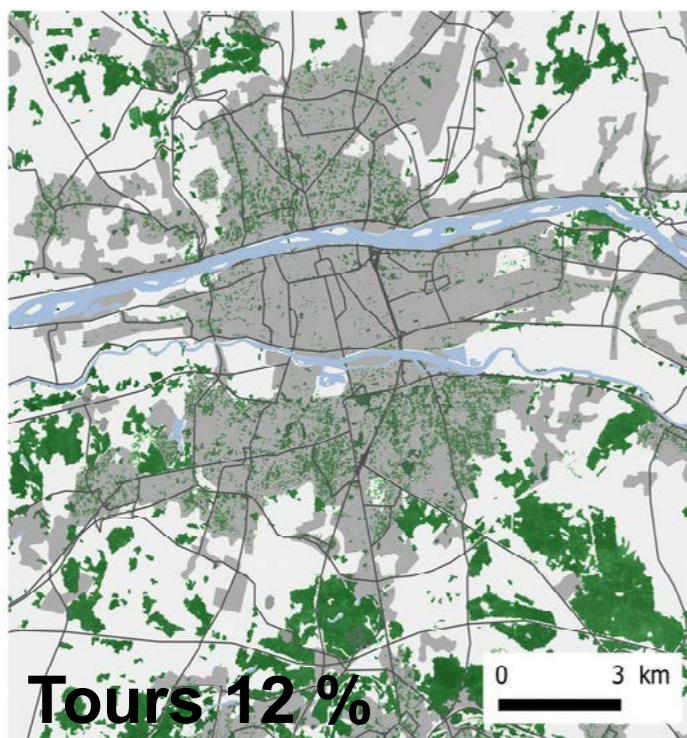
- www.ligair.fr rubriques publications et open data
- DREAL Centre-Val de Loire. <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/le-plan-climat-air-energie-territorial-pcaet-a3172.html>
- Établissement public Loire, Impacts du changement climatique sur le bassin de la Loire & ses affluents – Place de l'adaptation dans les stratégies territoriales (2015). http://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2017/01/ILAICC_Strategies_Rapport_VF_COUV.pdf
- Ademe, Elus, l'essentiel à connaître sur les PCAET (2016). <https://www.ademe.fr/elus-lessentiel-a-connaître-pcaet>

Voir aussi :

[Focus eau](#)
[Indicateur Consommation en énergie carbonée par secteurs](#)

Îlot de chaleur et végétation en ville

Taux de surface arborée dans 3 villes de la région : Tours, Orléans, Bourges



Le dérèglement climatique se traduit en été par des périodes de canicule de plus en plus fréquentes. Ce réchauffement climatique estival est amplifié dans les villes par l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) : les températures mesurées en ville sont supérieures de plusieurs degrés à celles de la campagne environnante (+ 3°C en moyenne sur l'année dans les villes importantes). Ce dôme d'air plus chaud est engendré par la ville, sa morphologie, ses matériaux, ses activités, et il influence en retour, le climat urbain (températures, précipitations), les taux et la répartition des polluants, le confort des citoyens, la santé publique.

Différentes méthodes d'aménagement existent pour diminuer ce phénomène. L'urbanisme et les formes urbaines notamment, la place de l'eau dans la ville. Toutefois, en redonnant une place plus grande au végétal, on contribue de manière significative à une amélioration du confort thermique, de la biodiversité, de la qualité de l'air et du cadre de vie.

100 m² d'arbres en coeur de milieu urbain, permettent d'atténuer la température de 1°C dans les rues adjacentes sur 100 m.

Corine land cover caractérise le pourcentage de couverture arborée en zones urbaines, agricoles ou forestières. Pour un échantillon des principales villes de la région, cette donnée permet d'approcher la surface couverte partiellement ou totalement par des arbres en milieu urbain. Pour ces villes, le pourcentage de surface arborée dans les espaces urbanisés de façon lâche ou dense varie de 12 % (Tours) à 15 % (Orléans).

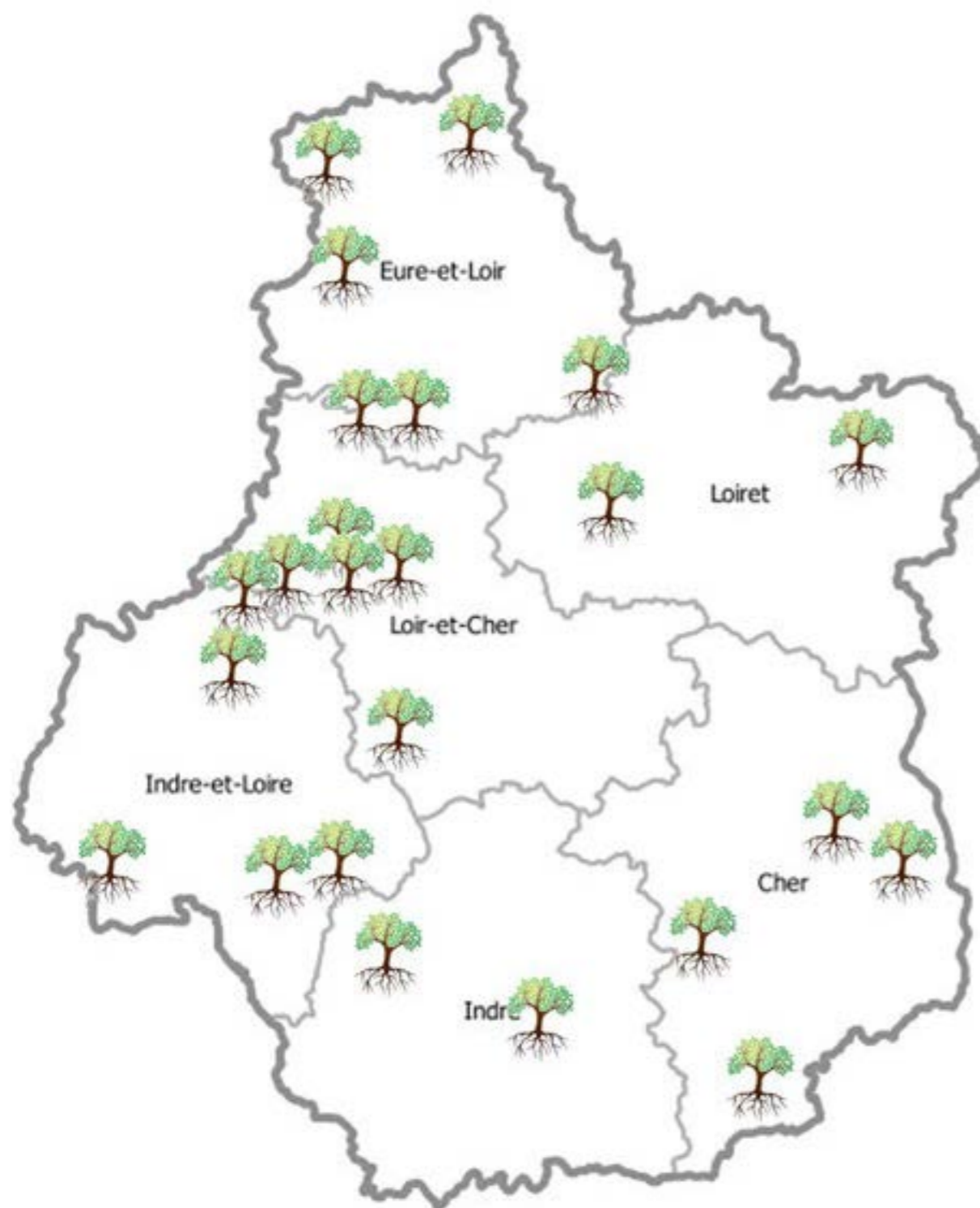
Les villes doivent donc anticiper ces nouvelles données climatiques afin de limiter les effets tragiques des pics de chaleur. Cela passe par l'affirmation de leur identité de "ville jardin" et par les outils de planification (PCAET notamment).

Pour en savoir plus :

- Nature en ville et changements climatiques, Capitale française de la biodiversité, Recueil d'actions de collectivités en faveur de la biodiversité, 2015
http://www.capitale-biodiversite.fr/sites/default/files/pages/documents/Recueil_Action_capitale_2015.pdf
- Villes et adaptation au changement climatique : rapport au premier ministre et au parlement - 2010 ; CEREMA
http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRCENT/doc/IFD/IFD_REFDOC_0507483/villes-et-adaptation-au-changement-climatique-rapport-au-premier-ministre-et-au-parlement
- Orléans, ville résiliente : adaptation aux changements climatiques et nature en ville ; CEREMA
http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRCENT/doc/IFD/IFD_REFDOC_0550706/orleans-ville-resiliente-adaptation-aux-changements-climatiques-et-nature-en-ville-anticipation-des-

Agroforesterie

Nombre et localisation des exploitations intégrant des alignements d'arbres en intra-parcellaire



Source : A2RC, 2016

L'agroforesterie désigne l'association d'arbres avec des productions agricoles (culture ou élevage) sur une même parcelle. Il s'agit d'une pratique ancienne abandonnée en Occident pour des pratiques de cultures intensives qui ont conduit à l'arrachage systématique des arbres.

L'agroforesterie contribue à l'atténuation du changement climatique en augmentant le stockage de carbone dans les parties aériennes de l'arbre mais aussi dans la matière organique incorporée dans le sol grâce aux racines des arbres. Ces systèmes constituent également une adaptation au changement climatique en protégeant les cultures ou les animaux des excès et accidents climatiques (vent, tempêtes, inondation : actions anti-érosives, sécheresse). Les systèmes racinaires des arbres augmentent la réserve utile en eau des sols, améliorent l'infiltration du ruissellement, limitent l'évaporation du sol et permettent donc de s'adapter à une raréfaction de la ressource en eau.

Une grande diversité d'aménagements agroforestiers est possible : alignements intra-parcellaires, haies, arbres émondés, arbres isolés, bords de cours d'eau (ripisylves). En 2016, les alignements d'arbres en intra-parcellaire représentent près de 150 hectares installés sur 24 exploitations réparties sur toute la région.

L'INRA mène en région des expérimentations (Nouzilly) et un site pédagogique à l'établissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricole a été mis en place à Bourges. Un programme de recherche (SPEAL) est en cours pour tester des variétés d'arbres adaptées à l'agroforesterie : érable sycomore, l'alisier torminal, le cormier et le merisier Avesnac, etc.

L'association d'Agroforesterie de la Région Centre-Val de Loire (A2RC), créée en 2015, promeut ces systèmes et accompagne les agriculteurs porteurs de projets.

Pour en savoir plus :

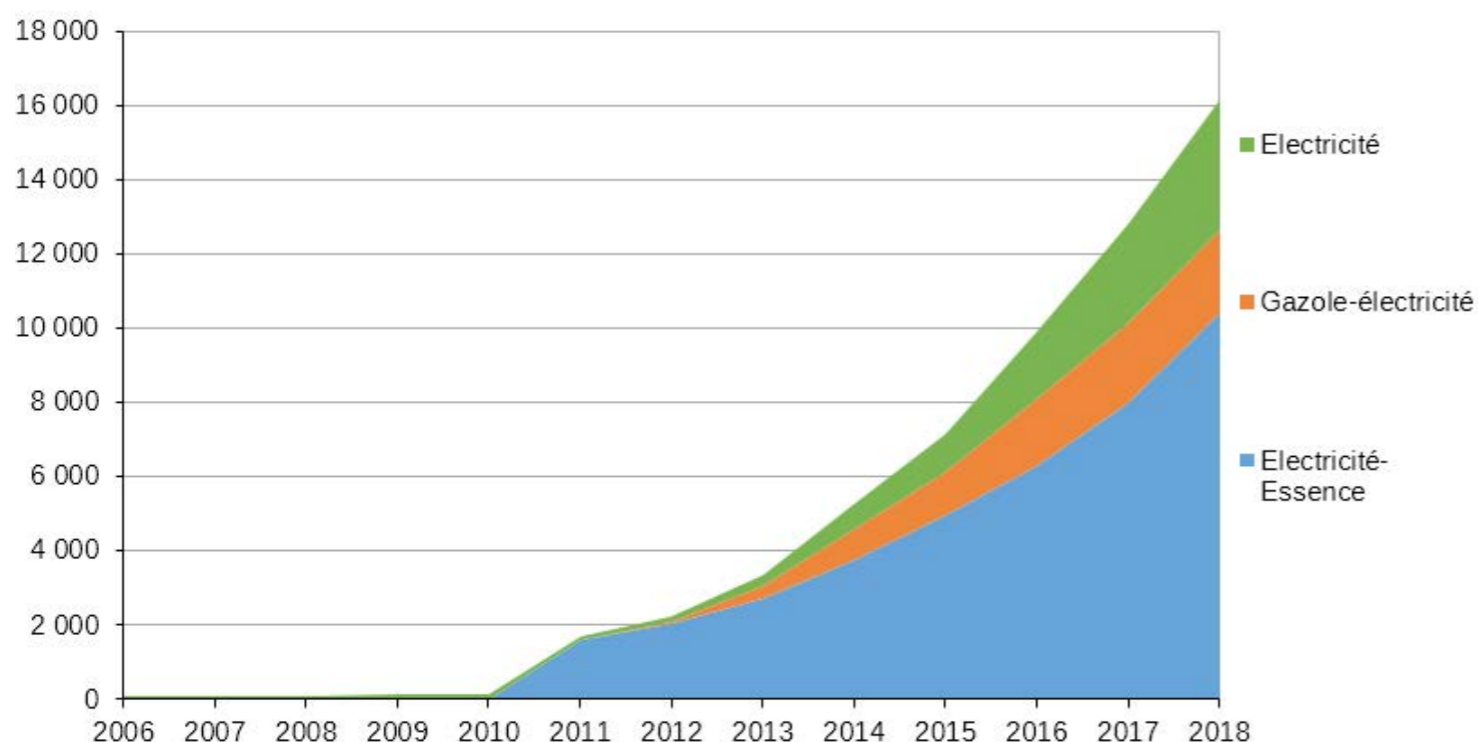
- Association d'Agroforesterie de la Région Centre Val de Loire. <https://www.a2rc.fr/>
- INRA, Projet «Sélection Participative d'Espèces Annuelles ou Ligneuses adaptées aux pratiques agroécologiques (SPEAL)». <https://www6.val-de-loire.inra.fr/biofora/Projets/SPEAL2>
- Cerema, Adaptation aux changements climatiques – Recueil d'expériences territoriales dans le département du Loiret – *Agroforesterie* (2015).
- INRA, Changement climatique : 10 projets de recherche évaluent des pistes pour s'adapter (2018). <http://www.accaf.inra.fr/Presentation/Pistes-pour-s-adapter-au-changement-climatique>

Voir aussi :

[Indicateur Evolution des consommations d'eau](#)
[Focus forêts](#)

Évolution du parc automobile électrique et hybride

Évolution du nombre de véhicules électriques et hybrides au sein du parc automobile en région Centre-Val de Loire



Source : CGDD, Service de la donnée et des études statistiques

Voir aussi :

[Indicateur Consommation en énergie carbonée par secteurs](#)

[Indicateur Émissions de CO₂ par EPCI et avancement des PCAET](#)

De nombreuses politiques visant à améliorer la qualité de l'air contribuent également à la lutte contre le réchauffement climatique par la réduction simultanée de l'émission de polluants, et de gaz à effet de serre (GES).

Dans le domaine de la mobilité le premier levier repose sur l'utilisation de véhicules moins polluants, à condition dans le cas des véhicules électriques ou hybrides que l'électricité utilisée soit produite de manière décarbonée. En région Centre-Val de Loire, sur la période 2006-2018, le nombre de véhicules électriques ou hybrides est ainsi passé d'une centaine à plus de 16 000. Le nombre de véhicules avec d'autres types de motorisation est toutefois resté supérieur à 1 250 000 et représente donc encore près de 99 % du parc automobile.

La réduction de l'impact environnemental des transports passe également par la promotion de solutions permettant de limiter l'usage de la voiture en favorisant le covoiturage ou d'autres alternatives comme les transports en commun ou le vélo. Des expérimentations sont également menées pour réduire les émissions de GES par les transports en commun : SNCF réseaux travaille ainsi sur l'optimisation de la traction électrique via le photovoltaïque sur les sous-stations, ou la réutilisation de l'énergie du freinage.

Le développement des mobilités actives (vélo ou marche) contribue aussi à l'adaptation au changement climatique en favorisant une bonne forme physique, qui est un facteur de réduction de la vulnérabilité des populations aux impacts du changement climatique.

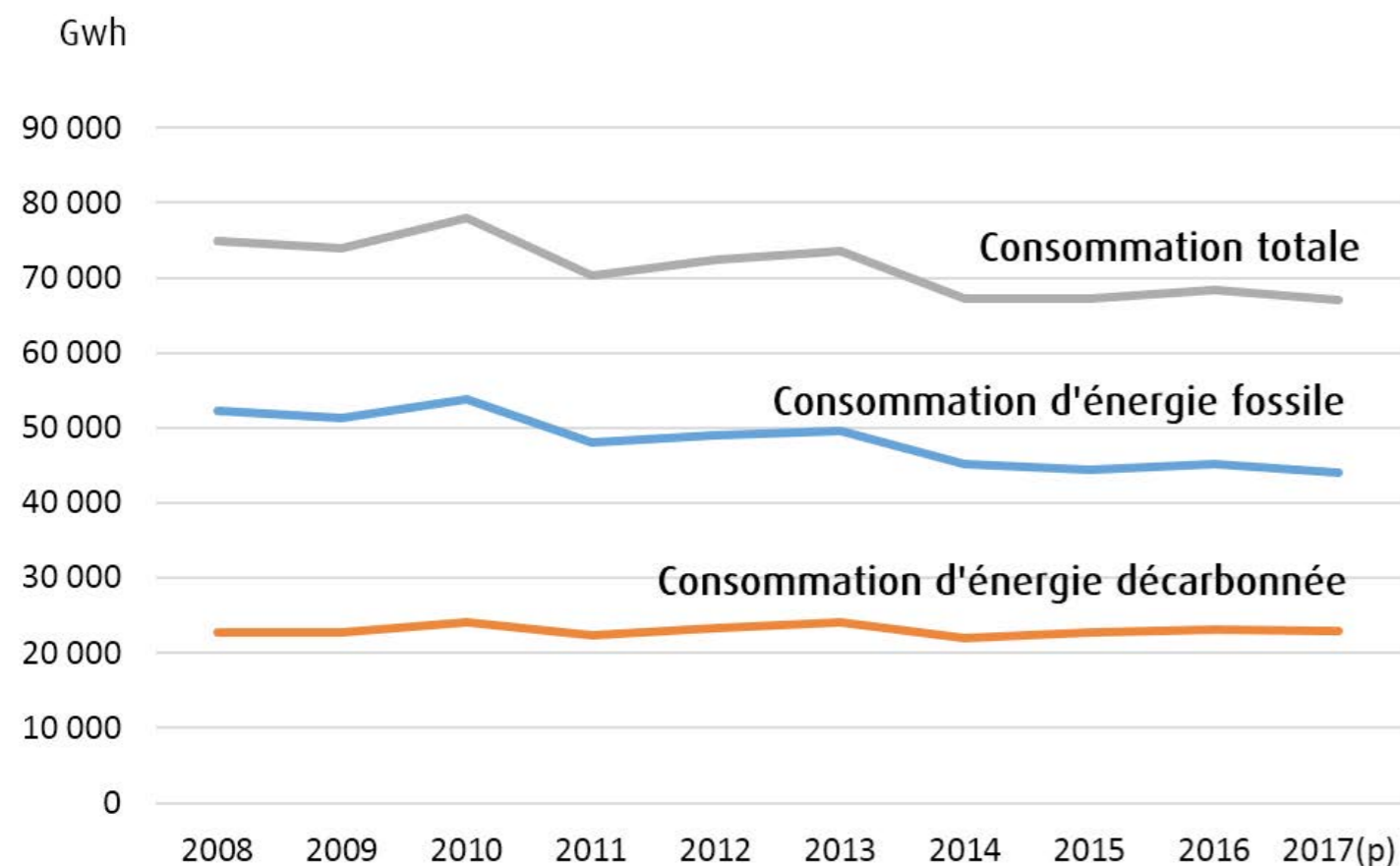
Enfin les réflexions portent également sur des changements de pratiques pour limiter les déplacements (« dé-mobilité », télétravail), ce qui permet de limiter les émissions de GES.

Pour en savoir plus :

- CGDD, SDES, rubrique transport, véhicules routiers, parcs, résultats détaillés <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/accueil.html>
- DREAL Centre-Val de Loire, Mobilité durable <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/mobilite-durable-r1079.html>
- DREAL Centre-Val de Loire, Etude sur les mobilités innovantes (2016). <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/etude-sur-les-mobilites-innovantes-2016-r1108.html>
- Observatoire régional des transports <http://www.ort-centre.fr/>

Consommation en énergie carbonée par secteurs

Évolution de la consommation en énergie d'origine fossile et d'origine décarbonée par secteur d'activité



Source : Bilan régional de production et de consommation d'énergie, OREGES 2018

Pour en savoir plus :

- Observatoire des énergies du Centre, Chiffres clés 2016 (2018) et Agir sur les émissions de Gaz à Effet de Serre en région Centre Val de Loire (2016) www.observatoire-energies-centre.org
- CGDD, SDES, Indicateur Consommation d'énergie fossiles <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/consommation-denergie-des-secteurs-economiques?rubrique=20>
- Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie du Centre (2012) <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/le-srcae-centre-val-de-loire-a3396.html>

La consommation en énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) est responsable d'émissions importantes de GES et contribue fortement au changement climatique. L'atténuation passe donc par des mesures de réduction de la consommation de ces énergies, qui sont de plus « épuisables ».

En région Centre Val-de-Loire, comme au niveau national, cette réduction de la consommation en énergies fossiles est amorcée depuis plusieurs décennies et se poursuit : entre 2008 et 2017, elle a ainsi diminué de 15 %. Ce résultat reste insuffisant pour atteindre les objectifs (-22% entre 2008 et 2020 dans le SRCAE; -43% entre 2014 et 2050 dans le SRADDET) et pour infléchir les courbes du réchauffement climatique. Le développement des énergies renouvelables doit s'accompagner d'une maîtrise de la demande en énergie.

Dans tous les secteurs, un des moyens pour limiter la consommation en énergie réside dans la performance énergétique des constructions et des procédés : choix des matériaux, mesures et gestion optimisée de l'énergie, réduction des pertes (isolation...). A ce titre, la prochaine RE 2020, plus ambitieuse sur la consommation énergétique des bâtiments, intégrera l'impact carbone sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment pour limiter les émissions de GES.

Les différents piliers de l'économie circulaire constituent des pistes d'actions : écologie industrielle et territoriale (EIT), écoconception, réutilisation, recyclage. Un programme d'expérimentation d'EIT sur 7 zones d'activités pilotes a par exemple été lancé en janvier 2017 par l'ADEME, la Région Centre-Val de Loire, la Chambre Régionale des Métiers et de l'Artisanat (CRMA) et la Chambres de commerce et d'industrie (CCI) Centre-Val de Loire.

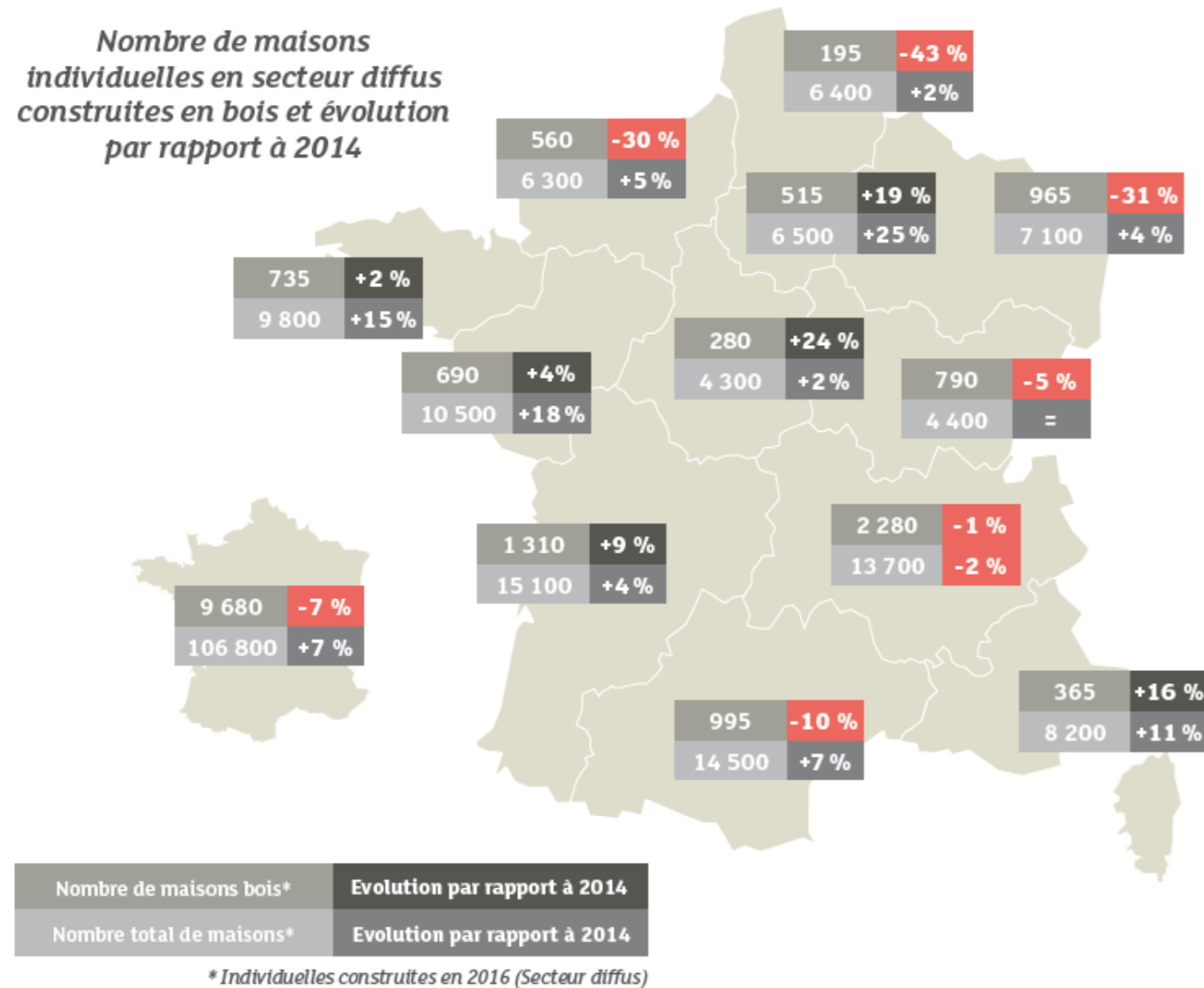
La réduction des dépenses énergétiques passe également par des réflexions en termes d'aménagement du territoire (pour limiter par exemple le besoin en transport) et de modes de vie. Les réflexions sur les mesures d'adaptation au changement climatique sont également très complémentaires des mesures visant l'atténuation afin d'éviter la « maladaptation » qui conduirait à des dépenses énergétiques accrues, telle que la mise en place de climatiseurs pour répondre à la problématique de l'augmentation des températures moyennes.

Voir aussi :

- [Indicateur Parc automobile électrique et hybride](#)
- [Indicateur Émissions de CO₂ par EPCI et avancement des PCAET](#)

Le rôle de la forêt à travers la construction bois

Evolution du nombre de maisons individuelles construites en bois en 2016 et évolution par rapport à 2014



Source : Cellule économique de Bretagne, Enquête nationale de la construction bois (rapport 2017)

La forêt joue un rôle important dans l'atténuation du changement climatique à travers trois leviers : séquestration, stockage et substitution.

La forêt séquestre du carbone à hauteur de 14 à 16 % des émissions de gaz à effet de serre, les sols forestiers venant encore renforcer ce rôle de « puits » de carbone. La capacité des arbres à séquestrer du carbone supplémentaire diminue toutefois au fur et à mesure de leur vieillissement tandis que leur vulnérabilité augmente, avec le risque d'un « relargage » rapide dans l'atmosphère du carbone séquestré dans le cas d'un incendie ou d'un dépérissement à large échelle. Une sylviculture dynamique permet donc de bénéficier de l'effet de séquestration lorsqu'il est maximal puis d'actionner deux autres leviers par l'exploitation et la valorisation des produits bois. Les produits bois stockent également du carbone pendant la durée de leur utilisation qui peut être relativement longue comme dans le cas des matériaux de construction en bois.

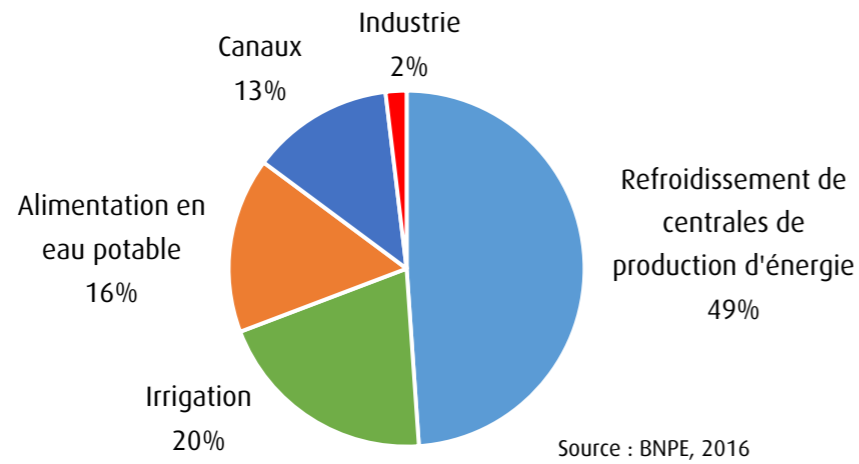
De plus l'intérêt majeur des produits bois dans la lutte contre le changement climatique réside dans le fait qu'ils viennent se substituer à d'autres matériaux énergivores dont la production et la transformation entraînent l'émission de gaz à effet de serre. Entre 2014 et 2016, la construction bois en maison individuelle et secteur diffus a augmenté de 24 % en région Centre Val-de-Loire et sa part de marché est passée de 5,4 % à 6,5 %, ce qui reste toutefois inférieur à la moyenne nationale à hauteur de 9,1 %. Son utilisation comme bois énergie a un bilan carbone neutre et permet également d'éviter des émissions de carbone liées à l'usage d'énergies fossiles.

Pour en savoir plus :

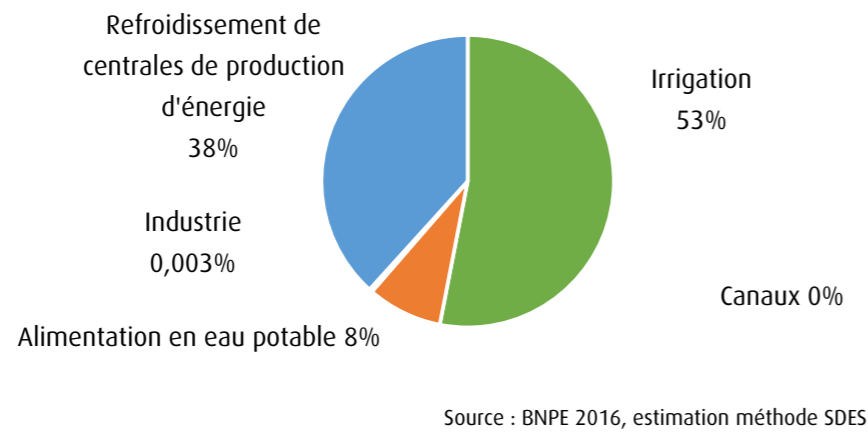
- Office National des Forêts, Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ? (2012). <https://www.onf.fr/+161::rendez-vous-techniques-de-lonf-no-38.html>
- Forêt privée française, Carbone et forêt <https://www.foretpriveefrancaise.com/n/carbone-et-forets/n:560>
- Office National des Forêts, Repères – Dossier spécial Forêt Climat http://www1.onf.fr/gestion_durable/++oid++4f4d/@@display_advise.html

Évolution des consommations d'eau

Prélèvements en eau par usage



Estimation des consommations nettes en eau par usage



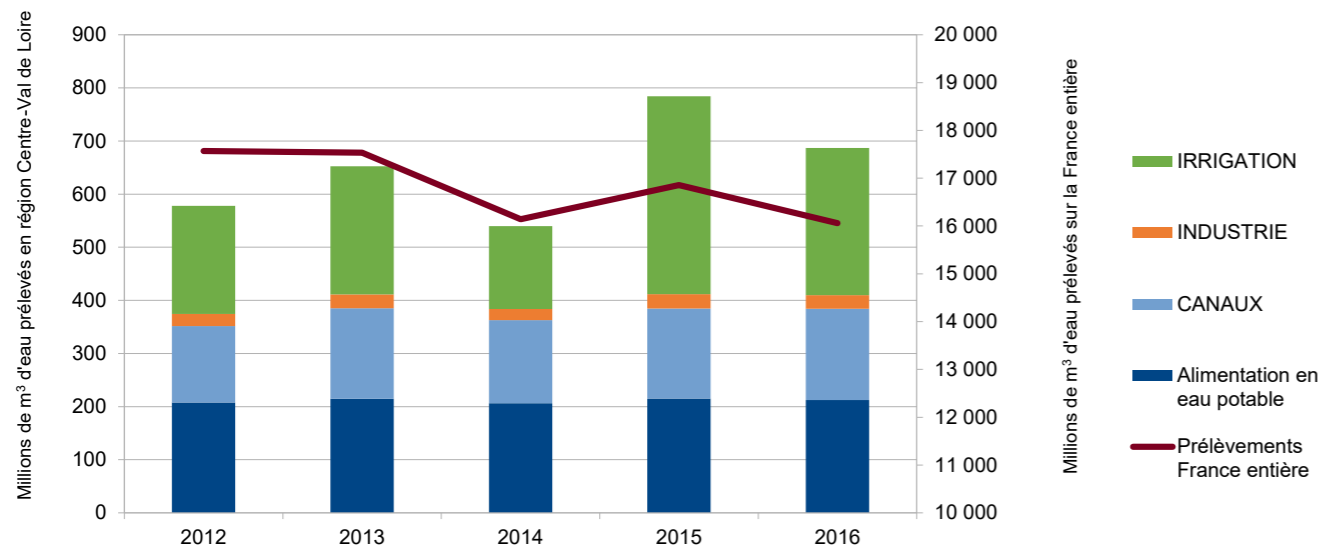
Selon la banque nationale des prélèvements en eau (BNPE), près de 1,33 milliard de m³ d'eau ont été prélevés en région en 2016, dont 49 % pour la production d'énergie, et 20 % pour l'irrigation. Les prélèvements d'eau pour les centres nucléaires de production électrique se situent entre 600 et 700 millions de m³. La majeure partie des volumes prélevés (70 %) n'est pas consommée mais restituée - à température plus élevée - dans le même milieu après usage. En période d'étiage accentuée par le changement climatique, les impacts seront accrus sur les écosystèmes aquatiques.

En ce qui concerne les consommations nettes (509 millions de m³ en 2016), l'usage majoritaire est l'irrigation (53 %), suivi de l'énergie (38 %) et de l'alimentation en eau potable (8 %). La consommation de l'industrie est négligeable et celle des canaux est nulle.

Le suivi des prélèvements dans la région entre 2012 et 2016 montre une relative stabilité de ceux dédiés à la couverture des besoins en eau pour l'alimentation en eau potable et l'industrie. A l'inverse, les prélèvements pour l'irrigation montrent une variabilité interannuelle forte sans qu'il ne soit possible d'en tirer une tendance. La tendance à l'échelle nationale est, sur la même période, plutôt à la diminution globale des prélèvements.

En région Centre-val de Loire des tensions existent déjà sur la ressource en eau notamment en période d'étiage. Les activités de production d'énergie par les centrales nucléaires sont particulièrement concernées, de même que l'activité agricole qui devra s'adapter à cette nouvelle donne climatique et à une moindre disponibilité de la ressource en eau. L'alimentation en eau potable voir l'épuration des eaux usées des collectivités devront également évoluer : baisse des consommations, diversification des ressources sollicitées, traitements plus poussés des rejets...

Évolution des prélèvements d'eau par usage (énergie exclue)



Source : Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE)

Pour en savoir plus :

- Agence de l'eau Loire-Bretagne, Plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne (2018). https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/files/live/sites/sdage-sage/files/Planification-gestion%20des%20eaux/Plan%20d%27adaptation%20changement%20climatique/PACC-LB_26042018.pdf
- Etablissement public Loire, Adaptation aux impacts du changement climatique. <http://www.eptb-loire.fr/category/recherche-developpement-et-innovation/adaptation-aux-impacts-du-changement-climatique/>

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

Agroforesterie : L'agroforesterie désigne les pratiques, nouvelles ou historiques, associant arbres, cultures et/ou animaux sur une même parcelle agricole, en bordure ou en plein champ, dans la perspective d'effets bénéfiques réciproques.

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

Explore 2070 : Le projet Explore 2070 réalisé en 2012, et porté par le ministère en charge de l'écologie a permis : i. d'évaluer les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à l'échéance 2070, pour anticiper les principaux défis à relever et hiérarchiser les risques ; ii. d'élaborer et d'évaluer des stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau en déterminant les mesures d'adaptation les plus appropriées tout en minimisant les risques.

GES – gaz à effet de serre : Gaz d'origine naturelle ou anthropique (liée aux activités humaines) absorbant et réémettant une partie des rayons solaires (rayonnement infrarouge), phénomène à l'origine de l'effet de serre.

IFM : L'indice forêt météo, développé au Canada à la fin des années 1970, permet d'estimer le danger météorologique de feux de forêts en tenant compte de la probabilité de son éclosion et de son potentiel de propagation. De nombreuses études ont montré une corrélation claire entre l'IFM moyen et le nombre de départs de feu.

INRA : Institut national de la recherche agronomique

ORACLE : l'Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique, ORACLE est un outil ayant pour but d'exposer objectivement le changement climatique et ses conséquences avérées sur l'activité agricole régionale.

OREGES : Observatoire Régional de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre en région Centre-Val de Loire (Oreges Centre-Val de Loire)

PCAET : Le Plan Climat Air-Énergie Territorial (PCAET), comme son prédécesseur le PCET, est un outil de planification qui a pour but d'atténuer le changement climatique, de développer les énergies renouvelables et maîtriser la consommation d'énergie. Outre le fait, qu'il impose également de traiter le volet spécifique de la qualité de l'air (Rajout du « A » dans le signe), sa particularité est sa généralisation obligatoire à l'ensemble des intercommunalités de plus de 20.000 habitants à l'horizon du 1er janvier 2019, et dès 2017 pour les intercommunalités de plus de 50 000 habitants.

PGRI : Le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) est un document stratégique pour la gestion des inondations sur les grands bassins hydrographique.

PPRI : Le Plan de Prévention du Risque Inondation est un outil de gestion des risques qui vise à maîtriser l'urbanisation en zone inondable afin de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes.

RCP : Les scénarios RCP (pour Representative Concentration Pathway) sont quatre scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2300. Ces scénarios ont été établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour son cinquième rapport.

Le scénario RCP 8,5 correspond à une croissance des émissions de GES au même rythme qu'actuellement.

Le scénario RCP 6,5 correspond à une stabilisation des émissions de GES avant la fin du XXIe siècle à un niveau moyen.

Le scénario RCP 4,5 correspond à une stabilisation des émissions de GES avant la fin du XXIe siècle à un niveau faible.

Le scénario RCP 2,6 correspond à l'atteinte d'un pic des émissions de GES avant 2050 suivi d'un déclin de ces émissions.

SDAGE : les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, fixent pour six ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de "bon état des eaux" pour chaque bassin. Déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale, le **SAGE**, schéma d'aménagement et de gestion de l'eau est un outil de planification, visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau.

SRADDET : Le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), créé par la loi Notre de 2015, est le nouveau cadre de la planification régionale en matière d'aménagement du territoire. Il intègre le schéma régional d'aménagement et d'égalité des territoires (SRADT) auquel il se substitue, mais également d'autres documents de planification : schéma régional des infrastructures et des transports, schéma régional de l'intermodalité, schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) et plan régional de prévention des déchets.

SRCAE : Les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) créés par l'article 68 de la loi Grenelle II de juillet 2010, ont été réalisés par les régions. Ils ont permis de fixer des objectifs aux horizons 2020 et 2050 en termes de développement des énergies renouvelables, d'amélioration de l'efficacité énergétique, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Tep – Tonne équivalent pétrole : Quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut (7,3 barils). La Tep est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie.

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
du Centre-Val de Loire**

Service Evaluation, Energie Valorisation de la Connaissance
5, Avenue Buffon
CS 96 407 - 45 064 ORLÉANS Cedex 2
Tel : 33 (0)2 36 17 41 41
Fax : 33(0)2 36 17 41 01

www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr
n°ISSN : 24918997



Directeur de la publication : Christophe Chassande DREAL
Ont contribué à cette synthèse : Stéphanie Chaumet CEREMA ; Florence Kleiber DREAL ; Jacques Thorette DREAL
Réalisation graphique DREAL : Cyrille Airoldi (cartographie) ; Murielle Lethrosne (statistiques) ; Frédéric Duperray (maquettage)