



**PRÉFET
DU CHER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Changement climatique dans le Cher Impacts, atténuation et adaptation

Partie 3 Diagnostic territorialisé

Table des matières

Préambule.....	4
1. Émissions de gaz à effet de serre par territoire.....	6
1.1. Provenance des émissions de gaz à effet de serre en France.....	6
1.2. Émissions de GES sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher.....	7
1.3. Émissions de GES par EPCI.....	9
1.4. Zoom sur chaque EPCI du département du Cher.....	14
2. Les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET).....	25
2.1. PCAET de la communauté d'agglomération Bourges Plus.....	25
2.2. PCAET de la communauté de communes Terres du Haut Berry.....	26
2.3. PCAET de la communauté de communes Vierzon Sologne Berry.....	26
2.4. PCAET de la communauté de communes Berry Grand Sud.....	26
3. Air.....	28
3.1. Polluants atmosphériques.....	29
3.2. Qualité de l'air dans le département du Cher.....	33
3.3. Projections.....	41
4. Santé.....	43
4.1. Canicules.....	46
4.2. Exposition aux UV.....	51
4.3. Allergies.....	53
4.4. Pollution atmosphérique.....	55
4.5. Développement des espèces invasives et maladies vectorielles.....	57
5. Risques.....	59
5.1. Feux de forêts.....	61
5.2. Retrait-gonflement d'argiles – mouvements de terrain.....	68
5.3. Inondations et coulées de boue.....	75
5.4. Risques industriels et changement climatique.....	80
6. Industrie et entreprises.....	84
6.1. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur.....	84
6.2. Impacts du changement climatique sur les entreprises au niveau national.....	85
6.3. Impacts du changement climatique sur les entreprises du département.....	87
7. Agriculture.....	92
7.1. Grandes cultures.....	92
7.2. Viticulture.....	98
7.3. Arboriculture.....	102
7.4. Maraîchage.....	103
7.5. Élevage.....	104
8. Eau.....	109
8.1. Eaux superficielles.....	109
8.2. Milieux aquatiques.....	117
8.3. Zones humides.....	119
8.4. Eaux souterraines.....	121
9. Forêt.....	126
9.1. État sanitaire.....	126
9.2. Conditions de croissance.....	126
9.3. Dépérissement.....	127
9.4. Mortalité.....	130
9.5. Modification de la gestion forestière.....	130
9.6. Evolution des aires de répartition des espèces forestières.....	132
10. Biodiversité.....	137
10.1. Perte de biodiversité.....	137

10.2. Ajustement.....	138
10.3. Modification des écosystèmes.....	142
11. Sols.....	145
11.1. Le méthane.....	145
11.2. Le protoxyde d'azote.....	146
11.3. Le dioxyde de carbone.....	146
11.4. Le retrait-gonflement des argiles.....	150
11.5. La sécheresse.....	150
12. Aménagement – Urbanisme.....	151
12.1. Éléments de diagnostic sensible.....	151
12.2. Albédo et morphologie de la ville.....	152
12.3. Artificialisation des sols.....	152
12.4. Îlots de chaleur et surchauffe urbaine.....	154
12.6. Planification : prise en compte du changement climatique dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) et plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi).....	156
13. Bâtiment – Habitat.....	162
13.1. Émissions de GES par le secteur du bâtiment.....	162
13.2. Chauffage.....	162
13.3. Climatisation.....	163
13.4. Bioconstruction de bâtiments publics.....	165
13.5. Les passoires thermiques.....	168
13.6. L'inconfort thermique des logements.....	171
13.7. Précarité et habitats spécifiques.....	173
14. Mobilité-Transport.....	175
14.1. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur.....	175
14.2. Evolution du parc de véhicules.....	176
14.3. Des déplacements domicile travail essentiellement réalisés en voiture.....	181
14.4. Mobilité durable et solidaire.....	183
14.5. Impacts du changement climatique sur les infrastructures.....	184
15. Énergie.....	188
15.1 Evolution des émissions de CO ₂ liées à l'énergie en France.....	188
15.2 Consommation d'énergie sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher	189
15.3 Émissions de GES de la branche énergie sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher.....	191
15.4 Production d'énergie renouvelable en France.....	192
15.5 Production d'énergie renouvelable sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher.....	192
15.6 Réseau d'électrification.....	198
15.7 Augmentation du coût de l'énergie.....	198
16. Tourisme.....	200
Bibliographie.....	203

Préambule

Ce diagnostic est constitué de trois parties :

- le contexte qui situe les apports scientifiques et décrit les politiques en matière de climat mis en œuvre au niveau international, européen, national, régional, départemental et infra départemental,
- le volet climatique qui présente les évolutions constatée et projetée du climat au niveau du département du Cher, auquel la direction interrégionale Ouest de Météo-France a fortement contribué,
- le volet territorialisé qui présente les évolutions constatée et projetée dues au changement climatique dans le département du Cher en matière gaz à effet de serre, d'air, de santé, de risques, d'agriculture, d'eau, de forêt, de biodiversité, d'aménagement/urbanisme, de bâtiment/habitat, de mobilité/transport, d'énergie, d'industrie, de sol et de tourisme. Il présente également les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) élaborés ou en cours d'élaboration par les collectivités du département.

Ce document a été rédigé par la Direction départementale des Territoires du Cher durant le premier semestre 2022.

Le travail de co-construction de ce diagnostic s'est appuyé sur :

- un comité de pilotage présidé par le préfet du Cher et constitué des députés et sénateurs du département, du Conseil Régional Centre-Val de Loire, du Conseil Départemental du Cher, de l'Association des Maires du Cher, des collectivités ayant élaboré ou souhaitant élaborer un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET), à savoir la Communauté d'agglomération Bourges plus, la Communauté de communes Berry Grand Sud, la Communauté de communes Terres du Haut Berry, la Communauté de communes Vierzon Sologne Berry, de la Chambre des métiers et de l'artisanat du Cher, de la Chambre d'agriculture du Cher, de la Chambre de commerce et d'industrie du Cher, du Centre Régional de la Propriété Forestière, de la Fédération Nationale des Transports Routiers, de l'Établissement Public Loire, de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, de la Fédération des Chasseurs du Cher, de la Fédération de la Pêche du Cher, de Nature 18, de la Direction départementale de l'emploi, du travail, des solidarités et de la protection des populations (DDETSPP) du Cher, de la Direction départementale des Finances Publiques (DDFiP) du Cher, de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre-Val de Loire, de la Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt Centre-Val de Loire, de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, de l'Office National des Forêts, de l'Agence Régionale de Santé Centre-Val de Loire, de MétéoFrance et de la Direction départementale des Territoires du Cher,
- trois comités techniques, présidés par le directeur départemental des Territoires du Cher et constitués des membres du comité de pilotage auxquels s'ajoutent les experts suivants : les Commissions Locales de l'Eau (CLE) des bassins Yèvre-Auron, Cher Amont, Cher Aval, Allier Aval, Sauldres et Creuse, le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire, l'agence de développement du tourisme et des territoires du Cher, le Syndicat Départemental de l'Energie du Cher, Soliha, le Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Cher et l'Architecte et la Paysagiste Conseil de la DDT du Cher,
- des contributions ponctuelles des experts suivants : les offices HLM Val de Berry et France Loire et la Direction Interrégionale des Routes Centre-Ouest.

Les deux premières parties de ce diagnostic ont été validées lors de la session du comité de pilotage du 1^{er} février 2022.

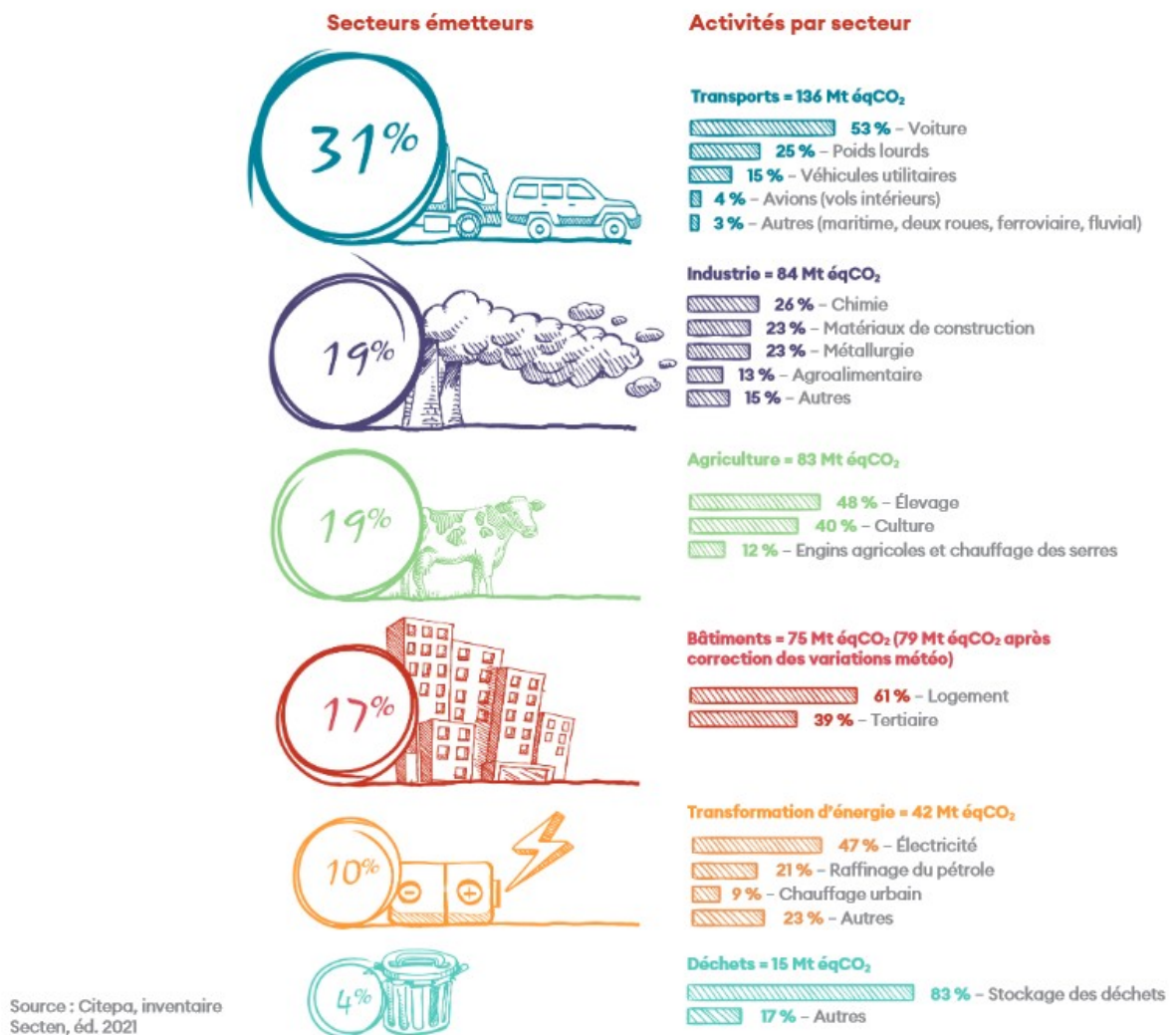
La troisième partie a été construite à partir des contributions apportées par les membres des comités techniques et les experts en février 2022 puis des travaux des trois comités techniques qui se sont déroulé à la fin du mois d'avril 2022. Cette troisième partie a été validée lors de la session du comité de pilotage du 28 juin 2022.

Le présent diagnostic s'appuie d'une part sur des données et informations établies scientifiquement dont les sources sont citées dans le document et auxquelles on peut se référer pour en connaître les conditions d'établissement et d'utilisation, d'autre part sur des contributions et dires d'expert d'un ensemble d'acteurs, pour approcher les effets du changement climatique sur les territoires du Cher. C'est en effet l'ambition principale de ce diagnostic de territorialiser quand cela est possible l'impact actuel et projeté du changement climatique à l'échelle départementale, voire infra-départementale.

Ce diagnostic doit servir de base à l'analyse de la vulnérabilité du département, à l'identification des enjeux prioritaires et in fine à l'élaboration d'une stratégie partagée d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ce changement.

1. Émissions de gaz à effet de serre par territoire¹

1.1. Provenance des émissions de gaz à effet de serre en France



En 2019, la France a émis sur son territoire environ 436 millions de tonnes « équivalent CO₂ » (éqCO₂) soit environ 6,5 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant.

Les émissions ont diminué de 1,9% en 2019 par rapport à l'année précédente. Des progrès ont été réalisés dans les secteurs des bâtiments, de l'industrie et de la transformation d'énergie. En revanche, les émissions des transports stagnent et le secteur agricole voit ses émissions diminuer plus lentement que les autres secteurs.

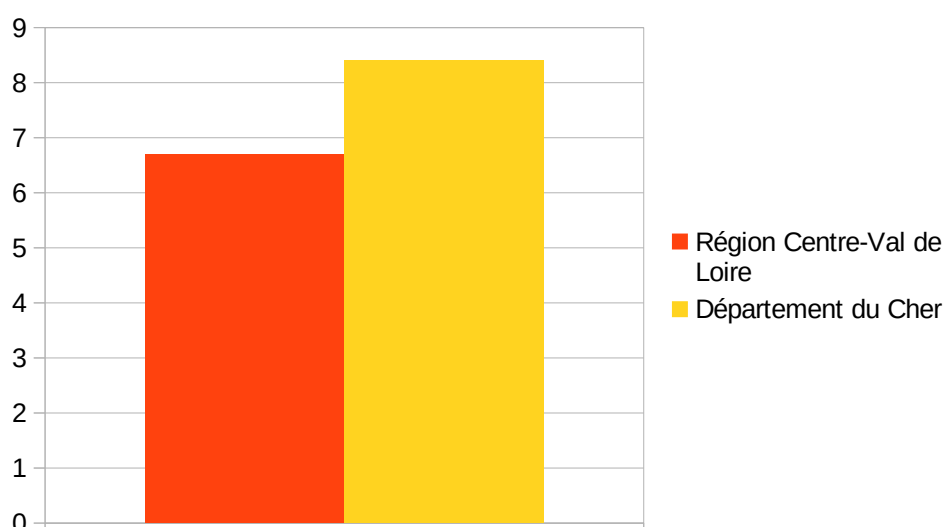
¹ www.hautconseilclimat.fr

1.2. Émissions de GES sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher²

Les informations de ce chapitre sont produites à partir de l'outil ODACE. La plateforme ODACE, est un outil de visualisation et d'export de données transversales Air-Climat-Energie, issu d'une collaboration entre LIG'AIR en charge de la surveillance de la qualité de l'air en région Centre-Val de Loire et OREGES, l'Observatoire Régional de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre piloté par l'État et la région.

En 2018, les émissions de GES représentent 17,2 millions de tonnes d'équivalent CO₂ sur la région Centre-Val de Loire, soit 6,7 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant, et 2,5 millions de tonnes d'équivalent CO₂ sur le département du Cher, soit 8,4 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant.

Émissions de GES par habitant en région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher en 2018



Les émissions de GES par habitant du département sont ainsi supérieures à la moyenne régionale.

Répartition des émissions de GES en 2018 en région Centre-Val de Loire et dans le Cher

Secteurs émetteurs	Région	Département
Agriculture	23,0%	31,0%
Transports routiers	36,0%	29,0%
Industrie (hors branche énergie)	14,3%	19,1%
Résidentiel	16,5%	14,1%
Tertiaire	7,7%	5,7%
Déchets	2,0%	1,4%
Autres transports	0,2%	0,15 %
Branche énergie	0,32 %	0,05 %
TOTAL	100 %	100 %

Source : ODACE 2018

² LIG'AIR OREGES <https://odace.ligair.fr/>

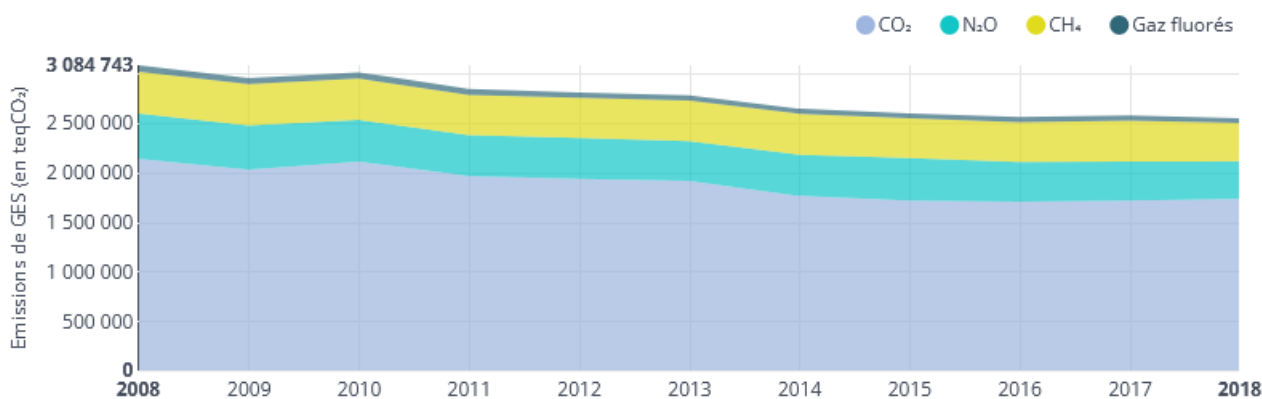
Alors que, pour la région Centre-Val de Loire, le secteur routier est le principal émetteur avec 36 % des émissions totales, pour le département du Cher, c'est le secteur agricole qui est le plus émetteur avec 31 % des émissions totales.

Sur le département du Cher, le deuxième secteur le plus émetteur est celui des transports routiers avec une part de 29 % et le troisième est celui de l'industrie avec une part de 19,1 % supérieure à celle de la région qui est de 14,3 %.

Cependant, les émissions sont en baisse de 2008 à 2018 comme le montrent le tableau et le graphique suivants.

Évolution temporelle des émissions de GES³ sur le département du Cher entre 2008 et 2018

	2008	2018	Evolution
CO ₂	2 139 185	1 733 840	-18,95 %
CH ₄	422 304	386 014	-8,59 %
N ₂ O	456 850	378 959	-17,05 %
Gaz fluorés	66 403	49 510	-25,44 %
Emissions totales	3 084 742	2 548 323	-17,39 %



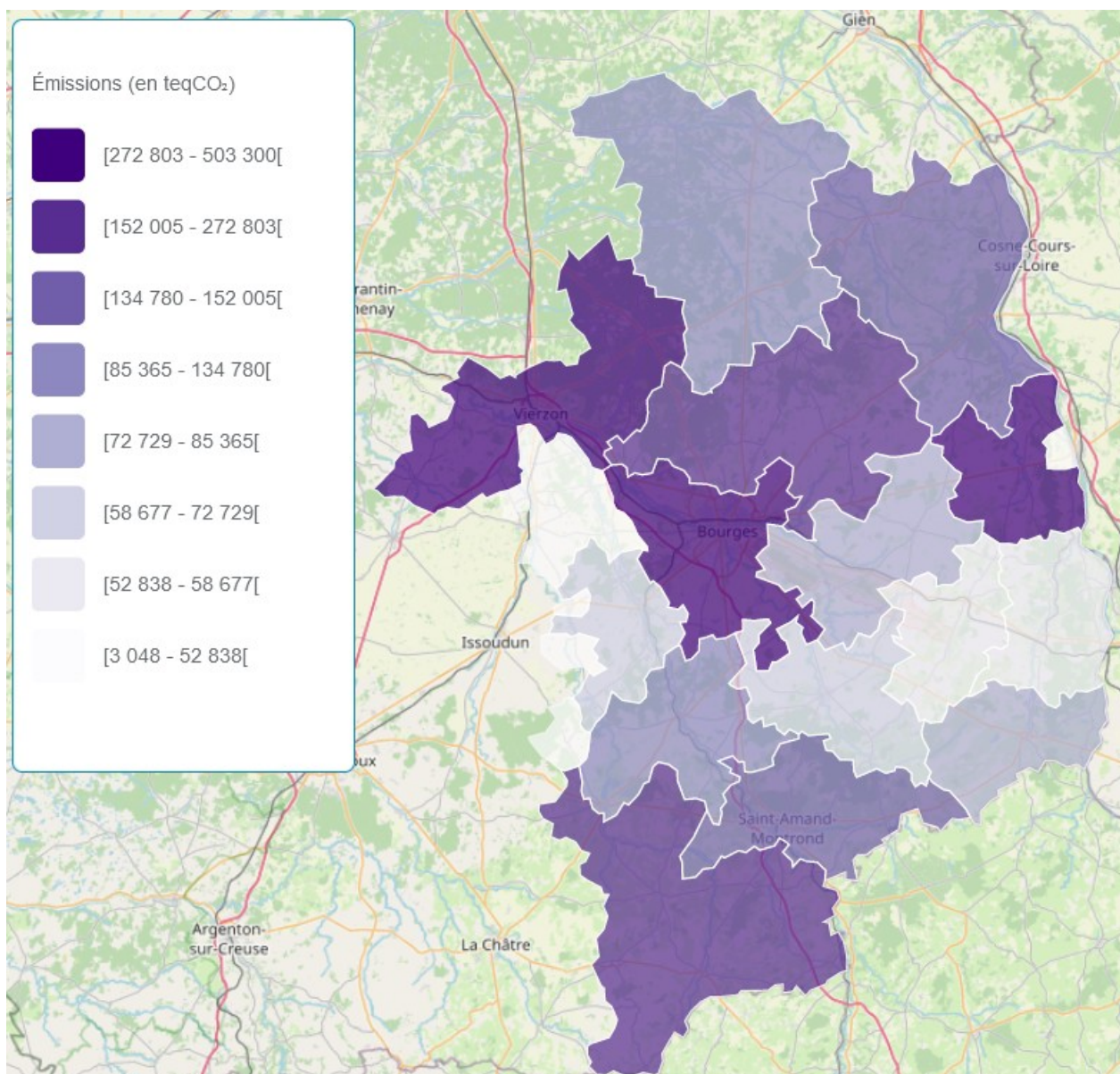
3 Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux (N₂O) et les gaz fluorés. Ces derniers sont uniquement créés par l'homme et ne sont donc pas présents naturellement dans la nature. Quatre applications principales sont à l'origine de leurs émissions :

- les équipements du froid, qui présentent plusieurs phases d'émissions : lors de la mise en charge, lors de la vie de l'équipement (fuite et lors des opérations de maintenance) et en fin de vie ;
- les mousses, dont la fabrication donne lieu à la majorité des émissions ;
- la protection incendie, pour laquelle les émissions de fluides se produisent majoritairement lors du déclenchement du dispositif incendie et par quelques fuites potentielles lors de la vie de ce dernier ;
- les aérosols, qui diffusent les fluides lors de leur utilisation et dans une moindre mesure lors de leur fabrication

Sources : <https://meteofrance.com/comprendre-climat/monde/effet-de-serre> ;
<https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-emissions-polluants/dossier/gaz-fluores/gaz-fluores-sources-demissions-impacts>

1.3. Émissions de GES par EPCI⁴

Émissions de GES par EPCI en 2018 sur le département du Cher



Les émissions de GES en tonnes d'équivalent CO₂ (teqCO₂) sont particulièrement élevées sur le territoire de la communauté d'agglomération de Bourges Plus et la communauté de communes Vierzon Sologne Berry (en raison notamment du secteur des transports avec la présence d'axes important, et de la concentration de population avec des émissions liées à l'habitat), ainsi que sur le territoire de la communauté de communes Berry Loire Vauvise (pour cette dernière cela est dû essentiellement à la présence de la cimenterie Calcia, ce secteur d'activité est particulièrement émetteur de gaz à effet de serre).

4 LIG'AIR OREGES <https://odace.ligair.fr/>

Cependant, ramené à la population, le poids des EPCI dans les émissions de GES évolue :

EPCI	Émissions GES en tonnes d'équivalent CO ₂ (teqCO ₂)	Population INSEE 2018	Émissions GES par habitant en teqCO ₂ /habitant ⁵
CC Berry-Loire-Vauvise	425 426	5 508	77
CC Berry Grand Sud	229 835	11 721	19,6
CC Les Trois Provinces	77 894	5 146	15,1
CC Pays de Nérondes	57 556	4 879	11,8
CC Arnon Boischaut Cher	90 630	8 109	11,2
CC Le Dunois	69 630	7 507	9,3
CC Sauldre et Sologne	125 710	14 597	9,1
CC Pays Fort Sancerrois Val de Loire	143 176	18 476	7,8
CC Cœur de France	140 222	18 315	7,7
CC Cœur de Berry	52 571	6 912	7,6
CC La Septaine	80 100	10 774	7,4
CC Vierzon-Sologne-Berry	278 942	38 952	7
CC Terres du Haut Berry	154 948	26 017	6
CC Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois	54 709	9 663	5,7
CA Bourges Plus	493 025	102 679	4,9
CC Fercher	62 038	11 527	4,7

On observe que, en dehors de la communauté de communes Berry Loire Vauvise (dont la spécificité tient toujours à la cimenterie Calcia), les EPCI où les émissions de GES par habitants sont les plus importantes sont : Berry Grand Sud, Les Trois Provinces, Pays de Nérondes et Arnon-Boischaut-Cher. Pour ces 4 EPCI, le principal secteur émetteur est l'agriculture (autour de 60 % pour les trois derniers, et 41 % pour Berry Grand Sud).

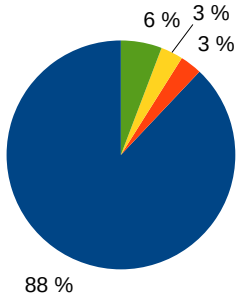
⁵ Ce ratio par habitant permet de comparer les territoires entre eux

Types d'émissions et origines

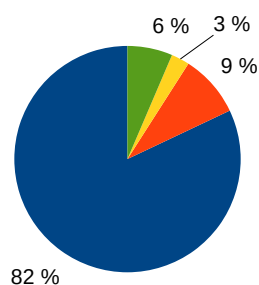
Pour ces territoires il est intéressant de comparer le type d'émissions afin de connaître les causes des rejets.

Type d'émissions en teqCO ₂	dioxyde de carbone CO ₂	Méthane CH ₄	Gaz Fluorés	Protoxyde d'azote N ₂ O	Total GES	teqCO ₂ /habitant
CC Berry Loire Vauvise	93,1% 396 106	2,5% 10 690	0,1% 618	4,2% 18 012	100% 425 426	77
CC Berry Grand Sud	35,2% 80 981	43,1% 98 977	1,0% 2 283	20,7% 47 594	100% 229 835	19,6
CC Les Trois Provinces	39,7% 30 939	39,6% 30 883	1,4% 1 076	19,3% 14 997	100% 77 895	15,1
CC Pays de Néronde	39,2% 22 582	30,6% 17 610	1,3% 735	28,9% 16 630	100% 57 557	11,8
CC Arnon Boischaud Cher	61,1% 55 399	16,0% 14 501	1,8% 1 587	21,1% 19 143	100% 90 630	11,2
CC Le Dunois	49,8% 34 651	18,7% 13 027	1,7% 1 188	29,8% 20 764	100% 69 630	9,3
CC Sauldre et Sologne	56,8% 75 011	17,2% 22 715	1,8% 2 313	24,3% 32 120	100% 132 159	9,1
CC Pays Fort Sancerrois Val de Loire	44,5% 63 658	27,7% 39 711	1,9% 2 717	25,9% 37 090	100% 143 176	7,8
CC Cœur de France	60,5% 84 854	26,0% 36 426	2,6% 3 671	10,9% 15 271	100% 140 222	7,7
CC Cœur de Berry	60,6% 31 870	10,5% 5 502	2,0% 1 056	26,9% 14 143	100% 52 571	7,6
CC La Septaine	49,6% 39 760	12,6% 10 093	1,8% 1 459	35,9% 28 787	100% 80 099	7,4
CC Vierzon Sologne Berry	82,0% 223 745	8,9% 24 330	2,6% 7 134	6,4% 17 533	100% 272 742	7
CC Terres du Haut Berry	54,1% 83 883	18,2% 28 129	3,1% 4 796	24,6% 38 140	100% 154 948	6
CC Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois	54,2% 29 631	25,0% 13 657	2,5% 1 387	18,3% 10 034	100% 54 709	5,7
CA Bourges Plus	88,0% 433 724	3,1% 15 209	3,2% 15 614	5,8% 28 477	100% 493 024	4,8
CC Fercher	65,5% 35 190	5,5% 2 966	2,9% 1 556	26,1% 14 019	100% 53 731	4,7

**Part des différents GES dans les émissions totales
CA Bourges Plus**

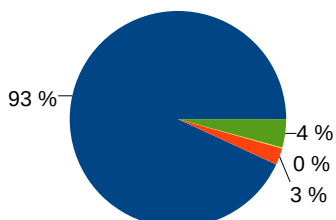


**Part des différents GES dans les émissions totales -
CC Vierzon Sologne Berry**

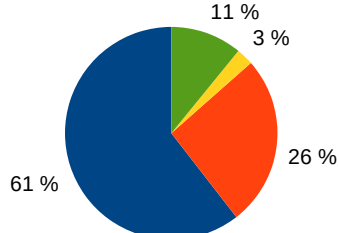


■ dioxyde de carbone
CO2
■ Méthane
CH4
■ Gaz Fluorés

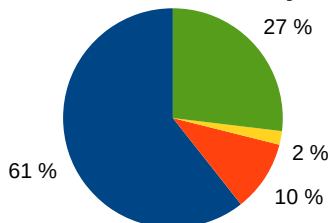
**Part des différents GES dans les émissions totales - CC Berry Loire
Vauvise**



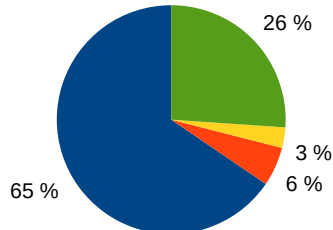
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Coeur de France**



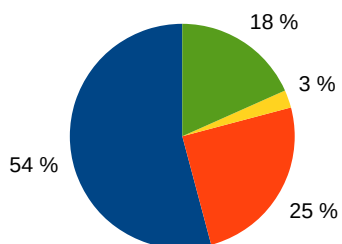
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Coeur de Berry**



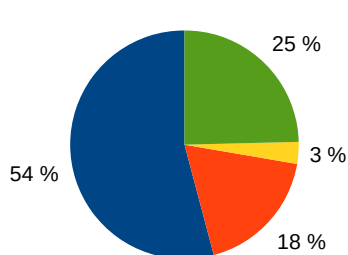
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Fercher**



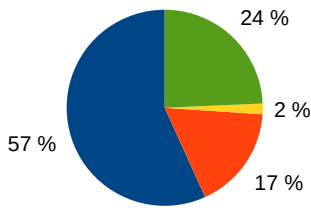
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Portes du Berry entre Loire et Val
d'Aubois**



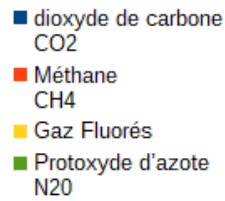
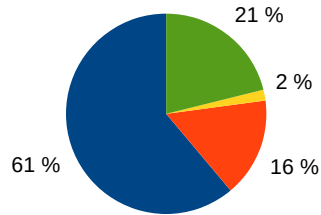
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Terres du Haut Berry**



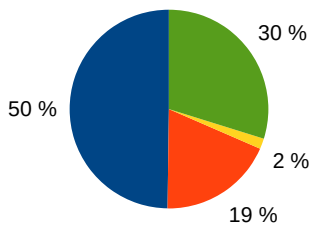
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Sauldre Sologne**



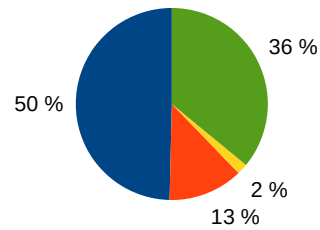
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Arnon-Boischaut-Cher**



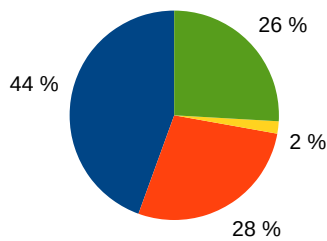
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Le Dunois**



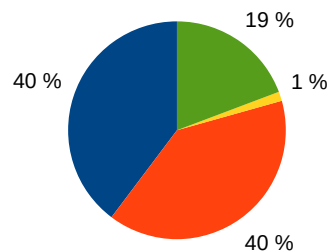
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC La Septaine**



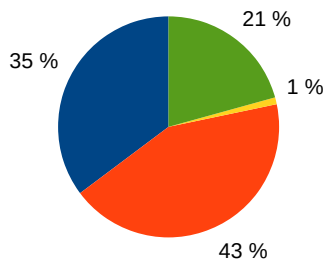
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Pays Fort Sancerrois Val de Loire**



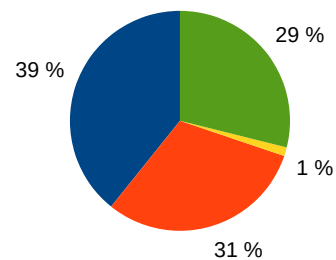
**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Les Trois Provinces**



**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Berry Grand Sud**



**Part des différents GES dans les émissions totales
CC Pays de Nérondes**



Le CO₂ est majoritaire pour l'ensemble des EPCI, à l'exception de Berry Grand Sud dont le GES majoritaire est le méthane, essentiellement lié à l'agriculture.

Vient ensuite le méthane, pour les EPCI suivants : Les Trois Provinces, Pays de Néronde, Pays Fort Sancerrois Val de Loire, Cœur de France, Vierzon Sologne Berry, et Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois.

Pour les EPCI Berry Loire Vauvise, Arnon-Boischaut-Cher, Le Dunois, Sauldre et Sologne, Cœur de Berry, La Septaine, Terres du Haut Berry, Fercher et Bourges Plus, le second GES le plus présent est le N₂O, également en lien avec l'agriculture.

Les gaz fluorés étant issus majoritairement du secteur résidentiel, il est logique de les retrouver en quantité plus importante sur le territoire des EPCI les plus peuplés.

1.4. Zoom sur chaque EPCI du département du Cher

La présence de la cimenterie à Beffes, sur la communauté de communes Berry Loire Vauvise, augmente considérablement les émissions d'origines industrielles du département et induit pour la communauté de communes un ratio d'émissions en équivalent CO₂ par habitant d'une valeur de 77, soit 10 fois supérieure à la médiane des ratios par habitant de l'ensemble des EPCI d'une valeur de 7,75. Les émissions GES de la communauté de communes Berry-Loire-Vauvise représentent 16 % des émissions départementales.

Excepté pour la communauté de communes Berry Loire Vauvise, ce sont les EPCI les plus urbanisés qui ont les parts d'émissions de GES en dioxyde de carbone les plus élevées avec notamment 88 % pour la communauté d'agglomération de Bourges Plus et 82 % pour la communauté de communes Vierzon Sologne Berry. En outre, ces EPCI présentent un ratio d'émissions en équivalent CO₂ par habitant d'une valeur inférieure à la médiane des ratios par habitant de l'ensemble des EPCI qui s'établit à 7,75 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant. Les émissions GES de ces EPCI représentent respectivement 19 % et 11 % des émissions départementales.

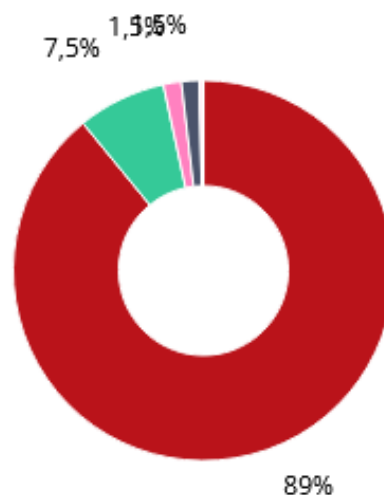
Les EPCI ruraux présentent les parts d'émissions de GES les plus importantes en méthane et en protoxyde d'azote du fait de l'élevage et des pratiques agricoles. Parmi ces territoires, la communauté de communes Berry Grand Sud a un ratio d'émissions en équivalent CO₂ par habitant d'une valeur de 19,6, ce qui est 2,6 fois supérieure à la médiane des ratios par habitant de l'ensemble des EPCI. La part en méthane de ses émissions totales est de 43,1 % parmi lesquelles 98 % sont d'origine agricole. Les émissions GES de la communauté de communes représentent 9 % des émissions départementales.

Ce sont la communauté d'agglomération Bourges Plus et la communauté de communes Terres du Haut Berry qui ont les parts d'émissions en gaz fluorés les plus importantes, supérieures à 3 %. Elles sont dues aux industries situées à Bourges, Saint-Doulchard et Mehun-sur-Yèvre sur la communauté d'agglomération Bourges Plus et aux industries situées à Rians sur la communauté de communes des Terres du Haut Berry pour lesquelles les émissions communales de gaz fluorés sont supérieures à 1 000 tonnes d'équivalent CO₂. Les communes de Vierzon et de Saint-Amand-Montrond présentent également des mesures d'émissions en gaz fluorés supérieures à 1 000 tonnes d'équivalent CO₂.

Communauté de communes Berry Loire Vauvise

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets

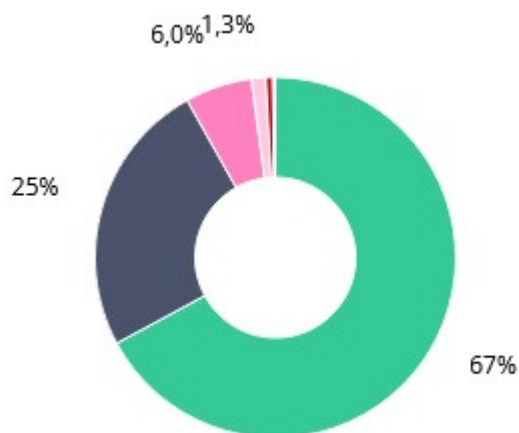


89 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine industrielle. Cela s'explique par la présence de la cimenterie Calcia à Beffes. 93,1 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone.

Communauté de communes Berry Grand Sud

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



67 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole et 25 % sont dues aux transports routiers. 43,1 % des émissions totales sont du méthane, 35,2 % sont du dioxyde de carbone et 20,7 % sont du protoxyde d'azote.

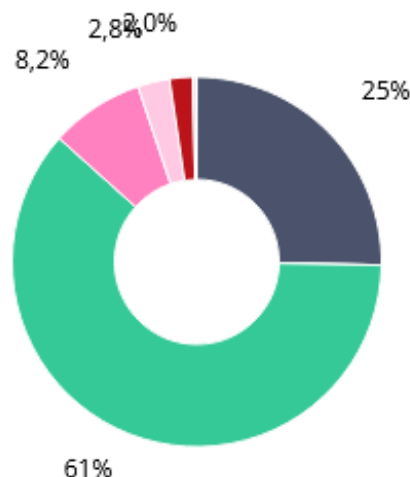
98 % des émissions de méthane et 98 % des émissions de protoxyde d'azote sont dues à l'agriculture. 68 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 14 % au secteur résidentiel et 13 % à l'agriculture.

Ces émissions de GES sont typiques de l'activité d'élevage.

Communauté de communes Les Trois Provinces

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



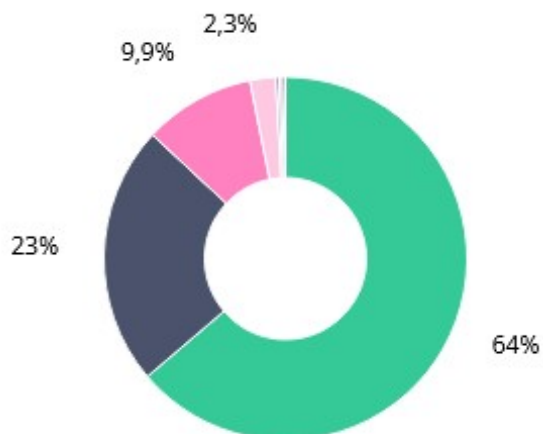
61 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole et 25 % sont dues aux transports routiers. 39,7 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 39,6 % sont du méthane, et 19,3 % sont du protoxyde d'azote.

62 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 18 % au secteur résidentiel et 10 % à l'agriculture. 98 % des émissions de méthane et 97 % des émissions de protoxyde d'azote sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Pays de Nérondes

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



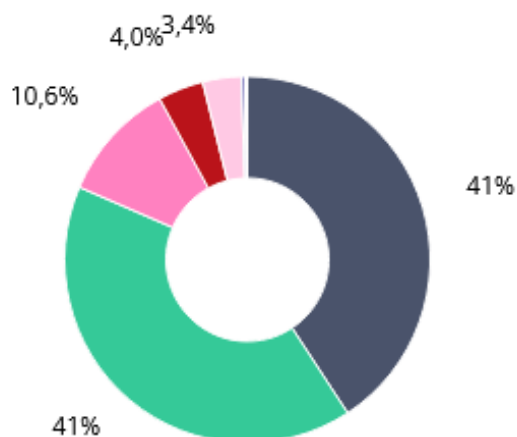
64 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole et 23 % sont dues aux transports routiers. 39,2 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 30,6 % sont du méthane, et 28,9 % sont du protoxyde d'azote.

57 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 22 % au secteur résidentiel et 15 % à l'agriculture. 97 % des émissions de méthane et 98 % des émissions de protoxyde d'azote sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Arnon Boischaut Cher

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



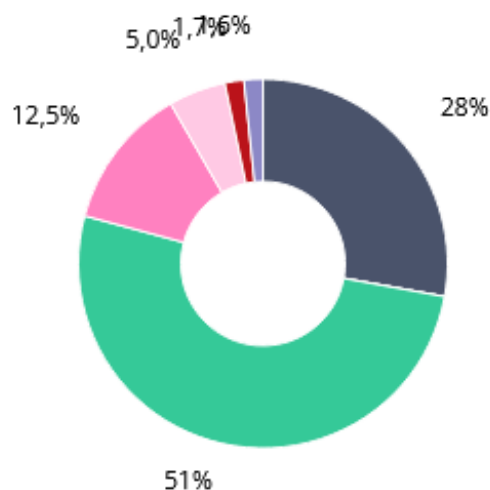
41 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 41 % sont dues aux transports routiers et 10,6 % sont dues au secteur résidentiel. 61,1 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 21,1 % sont du protoxyde d'azote et 16 % sont du méthane.

65 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 15 % au secteur résidentiel et 9 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 93 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Le Dunois

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



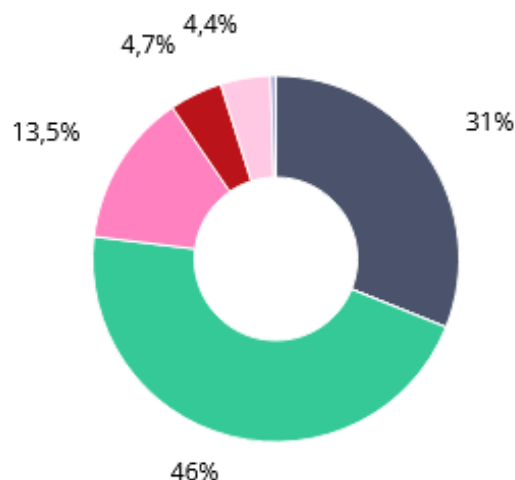
51 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 28 % sont dues aux transports routiers et 12,5 % sont dues au secteur résidentiel. 49,8 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 29,8 % sont du protoxyde d'azote et 18,7 % sont du méthane.

55 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 22 % au secteur résidentiel et 12 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 88 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Sauldre et Sologne

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



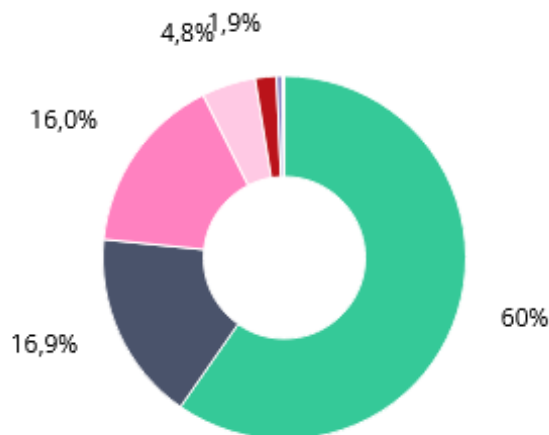
46 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 31 % sont dues aux transports routiers et 13,5 % sont dues au secteur résidentiel. 56,8 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 24,3 % sont du protoxyde d'azote, et 17,2 % sont du méthane.

53 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues au transport routier, 21 % au secteur résidentiel et 11 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 93 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Pays Fort Sancerrois Val de Loire

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



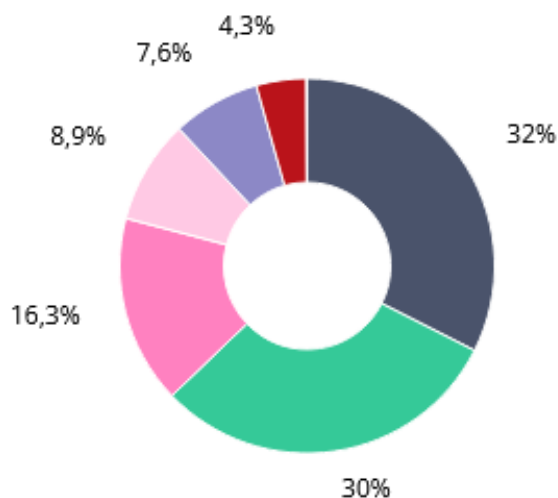
60 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 16,9 % sont dues aux transports routiers et 16 % sont dues au secteur résidentiel. 44,5 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 27,7 % sont du méthane et 25,9 % sont du protoxyde d'azote.

37 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 31 % au secteur résidentiel et 18 % à l'agriculture. 98 % des émissions de protoxyde d'azote et 94 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Cœur de France

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



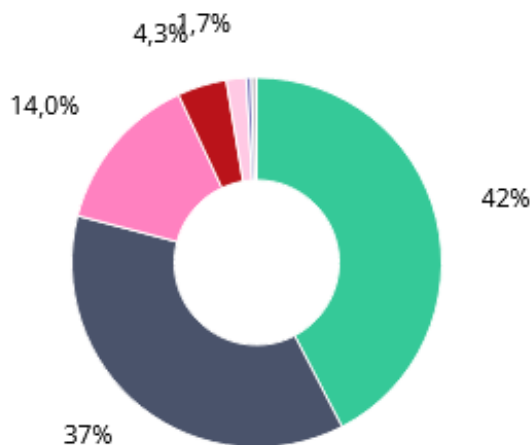
32 % des émissions de GES de cet EPCI sont dues aux transports routiers, 30 % sont d'origine agricole et 16,3 % sont dues au secteur résidentiel. 60,5 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 26 % sont du méthane et 10,9 % sont du protoxyde d'azote.

52 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 24 % au secteur résidentiel et 13 % au secteur tertiaire. 94 % des émissions de protoxyde d'azote et 68 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture. 29 % des émissions de méthane sont dues au traitement des déchets.

Communauté de communes Cœur de Berry

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



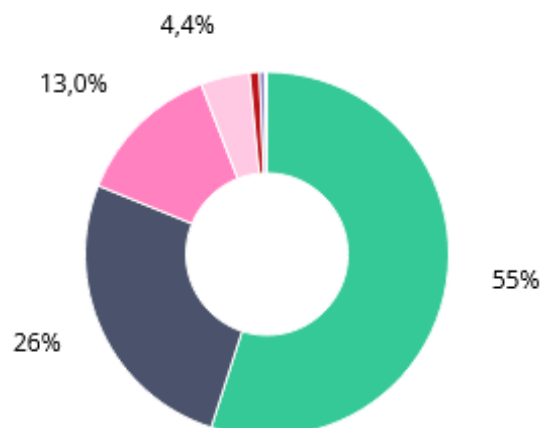
42 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 37 % sont dues aux transports routiers, 14 % sont dues au secteur résidentiel. 60,6 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 26,9 % sont du protoxyde d'azote et 10,5 % sont du méthane.

59 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 20 % au secteur résidentiel et 12 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 87 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes La Septaine

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



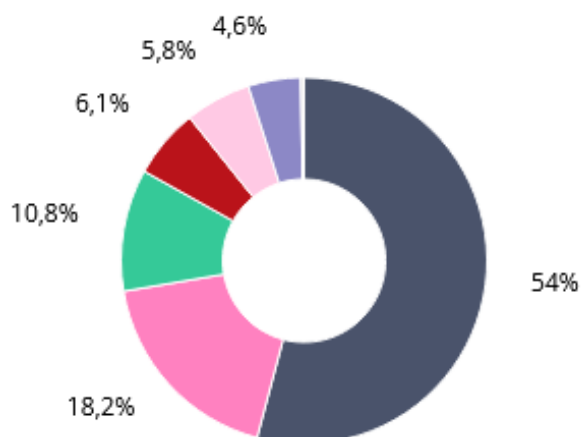
55 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 26 % sont dues aux transports routiers et 13 % sont dues au secteur résidentiel. 49,6 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 35,9 % sont du protoxyde d'azote et 12,6 % sont du méthane.

51 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 22 % au secteur résidentiel et 17 % à l'agriculture. 99 % des émissions de protoxyde d'azote et 90 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Vierzon Sologne Berry

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



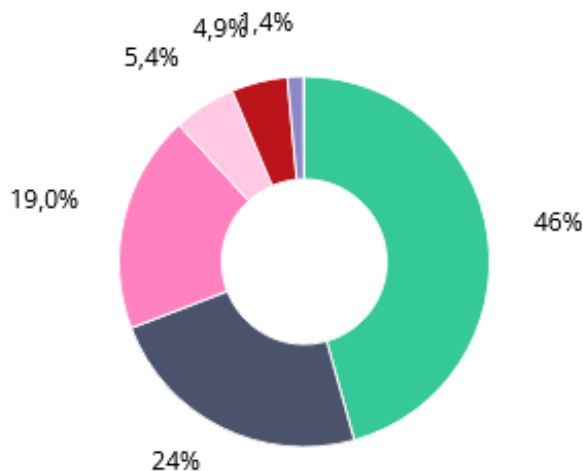
54 % des émissions de GES de cet EPCI sont dues aux transports routiers, 18,2 % sont dues au secteur résidentiel et 10,8 % sont d'origine agricole. 82 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone. Les émissions de méthane et de protoxyde d'azote sont inférieures à 10 %

64 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 20 % au secteur résidentiel et 7 % au secteur industriel.

Communauté de communes Terres du Haut Berry

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



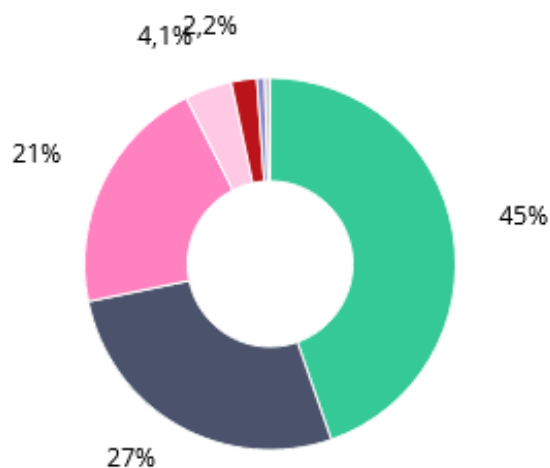
46 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 24 % sont dues aux transports routiers et 19 % sont dues au secteur résidentiel. 54,1 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 24,6 % sont du protoxyde d'azote et 18,2 % sont du méthane.

42 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 30 % au secteur résidentiel et 11 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 87 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté de communes Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



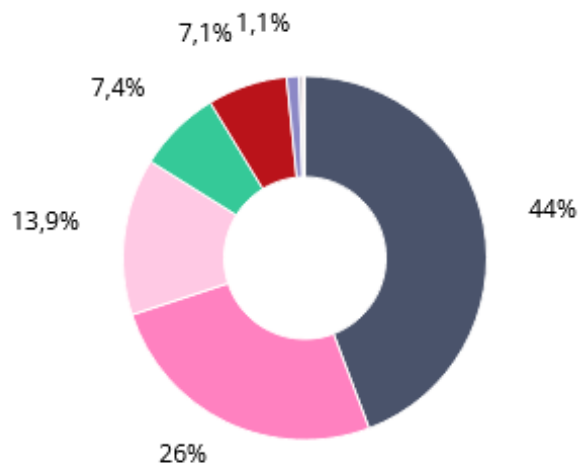
45 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 27 % sont dues aux transports routiers et 21 % sont dues au secteur résidentiel. 54,2 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 25 % sont du méthane et 18,3 % sont du protoxyde d'azote.

49 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues aux transports routiers, 33 % au secteur résidentiel et 7 % à l'agriculture. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 92 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture.

Communauté d'agglomération Bourges Plus

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



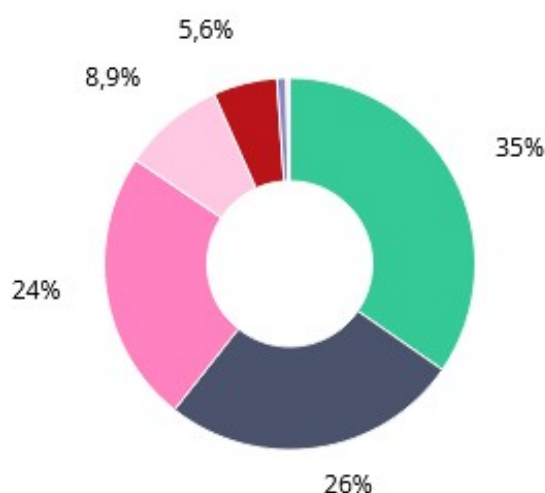
44 % des émissions de GES de cet EPCI sont dues aux transports routiers, 26 % sont dues au secteur résidentiel et 13,9 % au secteur tertiaire. 88 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, les autres gaz représentent chacun moins de 10 % des émissions totales.

49 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues au transport routier, 27 % au secteur résidentiel et 15 % au secteur tertiaire. Plus urbaine que les autres, cet EPCI a le taux le plus important de gaz fluorés : 3,2 %.

Communauté de communes Fercher

Répartition des émissions de GES selon le secteur d'activité

- Transports routiers
- Autres transports
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Branche énergie
- Traitement des déchets



35 % des émissions de GES de cet EPCI sont d'origine agricole, 26 % sont dues aux transports routiers et 24 % sont dues au secteur résidentiel. 65,5 % des émissions totales sont du dioxyde de carbone, 26,1 % sont du protoxyde d'azote et 5,5 % sont du méthane.

36 % des émissions de dioxyde de carbone sont dues au transport routier, 32 % au secteur résidentiel et 12 % au secteur tertiaire. 97 % des émissions de protoxyde d'azote et 64 % des émissions de méthane sont dues à l'agriculture, 19 % au secteur résidentiel et 13 % au traitement des déchets.

En synthèse

Les émissions de GES par habitant du département sont supérieures à la moyenne régionale (8,4 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant dans le Cher contre 6,7 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant en région Centre-Val de Loire en 2018).

Alors que, pour la région Centre-Val de Loire, le secteur routier est le principal émetteur avec 36 % des émissions totales, suivi par l'agriculture (23 %) et le résidentiel (16,5 %), pour le département du Cher, c'est le secteur agricole qui est le plus émetteur avec 31 % des émissions totales, suivi par les transports routiers (29 %) et l'industrie (19,1 %).

Les émissions sont en baisse de 2008 à 2018 dans le Cher.

Les émissions de GES en tonnes d'équivalent CO₂ (teqCO₂) sont particulièrement élevées sur le territoire de la communauté d'agglomération de Bourges Plus et la communauté de communes Vierzon Sologne Berry (en raison notamment du secteur des transports avec la présence d'axes important, et de la concentration de population avec des émissions liées à l'habitat), ainsi que sur le territoire de la communauté de communes Berry Loire Vauvise (pour cette dernière cela est dû essentiellement à la présence de la cimenterie Calcia, ce secteur d'activité est particulièrement émetteur de gaz à effet de serre).

Ramené à la population, on observe, en dehors de la communauté de communes Berry Loire Vauvise, que les EPCI où les émissions de GES par habitants sont les plus importantes sont : Berry Grand Sud, Les Trois Provinces, Pays de Néronde et Arnon-Boischaut-Cher. Pour ces 4 EPCI, le principal secteur émetteur est l'agriculture (autour de 60 % pour les trois derniers, et 41 % pour Berry Grand Sud)

Les émissions de CO₂ sont majoritaires pour l'ensemble des EPCI, à l'exception de Berry Grand Sud dont le GES majoritaire est le méthane, essentiellement lié à l'agriculture. Vient ensuite le méthane, lié aux pratiques agricoles, pour les EPCI suivants : Les Trois Provinces, Pays de Néronde, Pays Fort Sancerrois Val de Loire, Cœur de France, Vierzon Sologne Berry, et Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois.

Pour les EPCI Berry Loire Vauvise, Arnon-Boischaut-Cher, Le Dunois, Sauldre et Sologne, Cœur de Berry, La Septaine, Terres du Haut Berry, Fercher et Bourges Plus, le second GES le plus présent est le N₂O, également en lien avec l'agriculture.

Les gaz fluorés étant issus notamment du secteur résidentiel, il est logique de les retrouver en quantité plus importante sur le territoire des EPCI les plus peuplés. L'industrie est également très émettrice de ces gaz fluorés (industrie notamment située à Bourges, Saint-Doulchard et Mehun-sur-Yèvre sur la communauté d'agglomération Bourges Plus, et à Rians sur la communauté de communes des Terres du Haut Berry pour lesquelles les émissions communales de gaz fluorés sont supérieures à 1 000 tonnes d'équivalent CO₂).

2. Les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET)

Le PCAET est un projet territorial de développement durable. À la fois stratégique et opérationnel, il prend en compte l'ensemble de la problématique climat-air-énergie autour de plusieurs axes d'actions :

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- l'adaptation au changement climatique ;
- la sobriété énergétique ;
- la qualité de l'air ;
- le développement des énergies renouvelable.

Dans le Cher 4 PCAET ont été engagés :

- EPCI Bourges Plus : PCAET adopté ;
- EPCI Terres du Haut Berry : PCAET en cours ;
- EPCI Vierzon Sologne Berry : PCAET en cours ;
- EPCI Berry Grand Sud : PCAET volontaire en cours.

2.1. PCAET de la communauté d'agglomération Bourges Plus

Le PCAET a été adopté par le conseil communautaire de Bourges Plus le 2 décembre 2021.

Une étude d'opportunité pour la mise œuvre d'une Zone à Faible Émissions mobilité (ZFE-m) sur la qualité de l'air a été réalisée sur la communauté d'agglomération en fin d'année 2021. Cette étude a conclu que la mise en place ZFE-m n'est pas indispensable sur ce territoire.

En parallèle, l'ADEME a signé un Contrat d'Objectifs Territorial (COT) avec la communauté d'agglomération en 2021 afin d'accompagner la collectivité dans le développement de sa politique de transition écologique qui s'appuie sur les référentiels « Cit'Ergie » et « Économie Circulaire ».

La communauté d'agglomération est partenaire avec la Région du projet européen « LIFE_LETsgo4Climate ». Ce projet vise à accélérer la production d'énergie renouvelable et les changements de mode de vie en termes de consommation énergétique, en favorisant l'émergence de collectifs citoyens porteurs de projets de production d'énergie renouvelable ou de sobriété énergétique. Le lancement de ce projet a eu lieu le 4 mars 2022.

Les objectifs de ce PCAET sont :

Qualité de vie :

- Axe n°1 : prendre en compte l'environnement pour améliorer la qualité de vie des habitants, l'attractivité et le dynamisme économique du territoire

Energie:

- Axe n°2 : viser l'autonomie énergétique par la rénovation du patrimoine ancien et des logements, et le développement des énergies renouvelables

Mobilités:

- Axe n°3 : bâtir la ville des courtes distances par le développement des formes alternatives de mobilités et l'adaptation du territoire

Agriculture :

- Axe n°4 : rapprocher le monde agricole et les consommateurs, et accompagner la transition vers une agriculture durable, locale et diversifiée

Exemplarité :

- Axe n°5 : faire de l'exemplarité de Bourges Plus et des communes un levier de mobilisation du territoire

2.2. PCAET de la communauté de communes Terres du Haut Berry

Le PCAET de la communauté de communes Terres du Haut Berry est engagé : le diagnostic est établi, la stratégie chiffrée est en cours de validation.

Les objectifs de ce PCAET sont :

Habitat :

- Axe n°1 : Encourager la rénovation énergétique des logements du territoire
- Axe n°2 : Adapter la gestion de la ressource en eau au changement climatique

Mobilités:

- Axe n°1 : Développer des solutions alternatives à l'autosolisme accessibles à tous
- Axe n°2 : Favoriser le développement des mobilités douces

Agriculture :

- Axe n°1 : Encourager une agriculture raisonnée et biologique
- Axe n°2 : Valoriser les efforts des agriculteurs du territoire

Tertiaire et industrie :

- Axe n°1 : Réduire la consommation d'énergie
- Axe n°2 : Développer l'économie-circulaire
- Axe n°3 : Limiter la production des emballages

2.3. PCAET de la communauté de communes Vierzon Sologne Berry

Le PCAET de la communauté de communes Vierzon Sologne Berry est engagé, la réunion de lancement s'est tenue le 16 mars 2022.

Le diagnostic sera réalisé par « Lig'Air » notamment.

La stratégie devrait être finalisée en septembre 2022 et le plan d'action établi en décembre 2022.

2.4. PCAET de la communauté de communes Berry Grand Sud

La communauté de communes Berry Grand Sud n'a pas l'obligation de réaliser un PCAET mais le fait volontairement, comme socle du Contrat Régionale de Transition Écologique (CTE) qui a été signé le 15 janvier 2020.

Le CTE se traduit par 13 actions dans les domaines suivants :

- Création d'une société d'économie mixte EnR ;
- Saint Vitte : village en transition ;
- Gestion durable du bocage ;
- Préservation de la ressource en eau ;
- Service national universel (SNU) ;
- Projet alimentaire territorial (PAT) avec le Pays Berry Saint-Amandois ;
- Guichet unique de rénovation énergétique en habitat ;
- Analyse du patrimoine public – rénovation énergétique ;
- Charte d'éco-exemplarité dans le cadre de la réduction des déchets ;
- Insertion pour des missions d'entretien des espaces verts (Le Relais) ;
- Laboratoire agroalimentaire partagé ;
- Politique d'achats responsables des collectivités ;
- Eco-défis des entreprises avec la chambre des métiers et de l'artisanat.

La démarche « PCAET » de la communauté de communes a donné lieu à la réalisation d'un diagnostic synthétique.

En synthèse

Un plan climat air énergie (PCAET) est un projet territorial de développement durable. À la fois stratégique et opérationnel, il prend en compte l'ensemble de la problématique climat-air-énergie autour de plusieurs axes d'actions :

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- l'adaptation au changement climatique ;
- la sobriété énergétique ;
- la qualité de l'air ;
- le développement des énergies renouvelable.

Dans le département, quatre PCAET ont été engagés :

- Bourges Plus : PCAET adopté ;
- Terres du Haut Berry : PCAET en cours ;
- Vierzon Sologne Berry : PCAET en cours ;
- Berry Grand Sud : PCAET volontaire en cours dans le cadre du contrat de transition écologique (CTE).

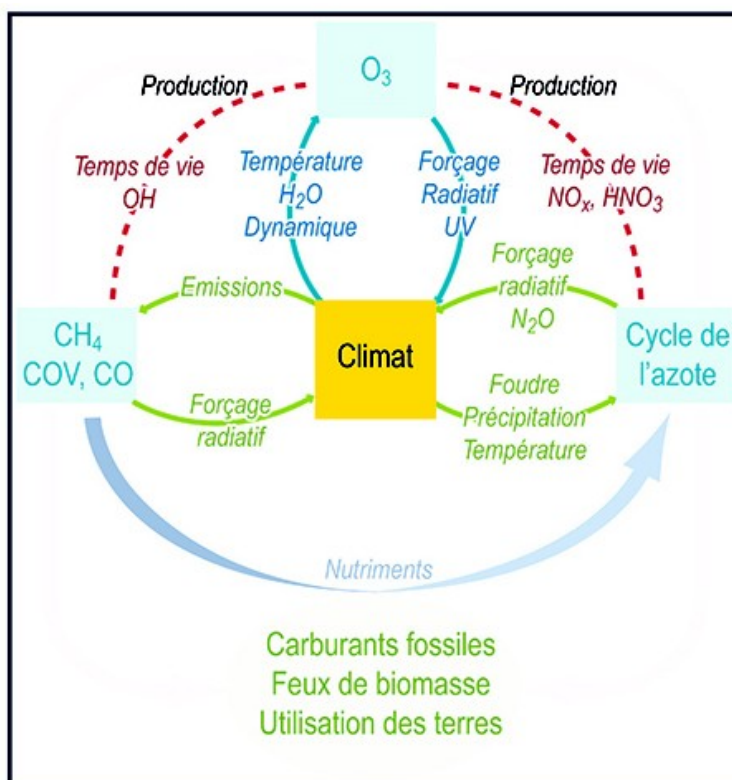
3. Air

90 % de la population mondiale respire un air pollué qui, chaque année, entraîne le décès prématuré de plus de 7 millions de personnes, dont 48 000 en France. Nous sommes exposés à l'ozone, aux particules fines et autres polluants de l'air à l'extérieur et à l'intérieur des habitations, en ville comme à la campagne. Et le réchauffement climatique aggrave le problème.

Certains des polluants de l'air sont également des gaz à effets de serre et contribuent au changement climatique, comme l'ozone. Le changement climatique va quant à lui favoriser certains types de polluants, avec, par exemple, des conditions favorables à la formation plus fréquente de certains d'entre eux, ou une augmentation des concentrations de particules fines associées à des incendies, ou à des brumes de sables du Sahara.⁶ En effet, certains effets du changement climatique ont une incidence directe sur la fréquence et l'intensité des épisodes de pollution : les canicules plus fréquentes en été, l'extension géographique des pollens et l'allongement des périodes de pollinisation sont autant de facteurs aggravants pour la qualité de l'air et la santé des populations.

Représentation schématique des interactions entre les processus physico-chimiques se déroulant dans l'atmosphère, les cycles biogéochimiques et le système climatique terrestre (IPCC, 2007).

Source : *Les impacts du changement climatique en Aquitaine*, Hervé Le Treut (dir.), 2013⁷



6 <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/quel-est-le-lien-entre-pollution-atmospherique-et-changement-climatique>

7 <https://books.openedition.org/pub/663>

L'ozone (O₃) présent dans les basses couches de l'atmosphère est un polluant secondaire formé par des réactions physico-chimiques complexes à partir de polluants primaires précurseurs sous l'action du soleil et de températures de l'air élevées. Les principaux précurseurs d'ozone troposphérique sont les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV), le méthane (CH₄) et le monoxyde de carbone (CO). Les concentrations en ozone dépendent fortement des conditions météorologiques : les niveaux maximums sont rencontrés durant les journées d'été chaudes, sèches et sans vent.

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et peut provoquer chez certaines personnes (notamment les jeunes enfants, personnes âgées, asthmatiques, allergiques ou souffrant d'insuffisance cardiaque et respiratoire) des irritations respiratoires mais aussi oculaires.

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (processus physiologiques des plantes perturbés), sur les cultures agricoles (baisse des rendements) et sur le patrimoine bâti (fragilisation/altération de matériaux tels métaux, pierres, cuir, caoutchouc, plastiques, etc.)

Le GIEC, dans son rapport de 2018, définit la pollution atmosphérique comme une « dégradation de la qualité de l'air ayant des effets négatifs sur la santé humaine, l'environnement naturel ou le cadre bâti, du fait de l'introduction, dans le processus naturel ou par l'activité humaine, de substances (gaz, aérosols) qui ont un effet direct (polluants primaires) ou indirects (polluants secondaires) nocifs. » Les aérosols sont définis comme suit : « une suspension de particules solides ou liquides en suspension dans l'air, d'une taille typique comprise entre quelques nanomètres et 10 µm, qui réside dans l'atmosphère pendant au moins plusieurs heures ». Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique et peuvent avoir une influence sur le climat de plusieurs manières : « à la fois par le biais d'interactions qui dispersent et / ou absorbent les radiations et par le biais d'interactions avec la microphysique des nuages et d'autres propriétés des nuages, ou lors du dépôt sur des surfaces couvertes de neige ou de glace altérant ainsi leur albédo et contribuant à la rétroaction climatique », indique le GIEC (rapport de 2018)⁸.

3.1. Polluants atmosphériques

La pollution de l'air a des effets significatifs sur la santé et l'environnement, qui engendrent des coûts importants pour la société. Le droit européen fixe des valeurs limites pour certains polluants dans l'air à partir des études épidémiologiques, conduites notamment par l'Organisation mondiale de la santé. Malgré une tendance à l'amélioration de la qualité de l'air au cours des 20 dernières années, ces valeurs limites ne sont toujours pas respectées dans plusieurs zones.⁹

Les principaux polluants sont :

- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- l'ammoniac (NH₃) ;
- l'oxyde d'azote (NO_x) ;
- les composés organiques volatils non méthaniques (COVnM) ;
- les particules en suspension PM₁₀ (inférieures à 10µm) et PM_{2,5} (inférieures à 2,5µm)

Le dioxyde de soufre (SO₂) est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.). Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.)

Ce polluant provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques). Il favorise également les pluies acides. C'est également un précurseur de particules secondaires en se combinant, sous certaines conditions, avec les NO_x.

⁸ <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/recit/pollution-de-lair-et-changements-climatiques-les-deux-faces-dune-meme>

⁹ <https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts>

L'ammoniac (NH₃) est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux). C'est un gaz irritant (yeux et poumons). Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

Il provoque une eutrophisation et une acidification des eaux et des sols. C'est également un gaz précurseur de particules secondaires. En se combinant avec d'autres substances il peut former des particules fines qui auront un impact sur l'environnement et la santé.

Les oxydes d'azote (NO_x) sont émis lors de la combustion (chauffage, production d'électricité, moteurs thermiques des véhicules, etc.) Une fois dans l'air, le monoxyde d'azote (NO) devient du dioxyde d'azote (NO₂), gaz irritant pour les bronches et favorisant les crises d'asthmes et les infections pulmonaires. Les personnes asthmatiques et les jeunes enfants sont plus sensibles à ce polluant. Les NO_x sont également précurseurs d'autres polluants ; dans certaines conditions climatiques et d'ensoleillement, ils réagissent en particulier avec les composés organiques volatils (COV) pour conduire à la formation d'ozone troposphérique, ou avec l'ammoniac (NH₃) pour conduire à la formation de particules secondaires.

Les principaux effets sur l'environnement des NO_x sont :

- l'acidification des milieux, qui peut entraîner des chutes de feuilles ou d'aiguilles, des nécroses et influencer de façon importante les milieux aquatiques ;
- l'eutrophisation (apport excédentaire d'azote dans les milieux naturels et notamment les sols) qui conduit à une réduction de la biodiversité.

Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille très large de produits comme le benzène, l'acétone, le perchloroéthylène, etc. qui se trouvent à l'état de gaz ou s'évaporent facilement dans les conditions classiques de température et de pression lors de leur utilisation.

Les COV peuvent provoquer des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène). Ils réagissent avec d'autres polluants de l'atmosphère et sont ainsi des précurseurs d'ozone, de particules secondaires ou de gaz à effet de serre.

Même si globalement les émissions de COV proviennent à 90 % de sources naturelles (plantes, certaines zones géologiques qui contiennent du charbon ou du gaz), les émissions liées aux activités humaines peuvent parfois être localement prépondérantes, en particulier dans les régions fortement industrialisées.

Les particules sont classées en fonction de leur taille :

- PM₁₀ : particules de diamètre inférieur à 10 micromètres. Elles sont retenues au niveau du nez et des voies aériennes supérieures ;
- PM_{2,5} : particules de diamètre inférieur à 2,5 micromètres. Elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires et peuvent passer dans la circulation sanguine.

On définit un pic ou un **épisode de pollution** par une quantité trop élevée d'un ou de plusieurs polluants dans l'air, qui peuvent présenter un risque à court terme pour la santé et l'environnement. Ils dépassent alors les seuils réglementaires journaliers ou horaires.

Il peut être dû :

- aux conditions météorologiques : dans les situations stables où il y a peu ou pas de vent (conditions propices à l'accumulation de polluants et aux transformations chimiques de leurs composants) ; lorsque l'air froid plaque les polluants à proximité du sol en période hivernale (pics particules et oxydes d'azote) ; lorsqu'il fait chaud et ensoleillé en période estivale (conditions propices à la formation d'ozone et de particules fines secondaires) ;
- à l'apport massif d'une pollution sous l'effet du vent ;
- à l'augmentation saisonnière des émissions de polluants en lien avec certaines activités : agricoles (ammoniac), chauffage domestique, etc.

Les épisodes de pollution aux particules ont généralement lieu :

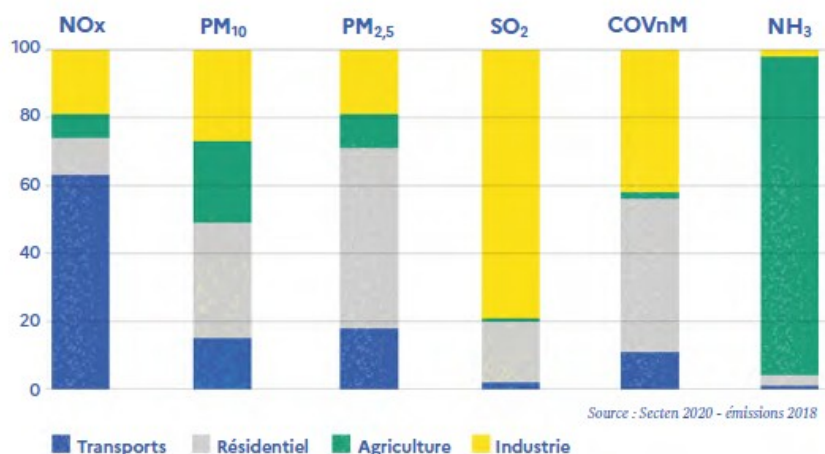
- en hiver : à cette époque, les émissions du secteur résidentiel (particules issues de l'utilisation du bois pour le chauffage) sont importantes et les conditions météorologiques peuvent être très stables ;
- autour des mois de février, mars et avril : les épandages agricoles d'engrais émettent de l'ammoniac dans l'air. Ce gaz se combine ensuite avec les polluants issus du trafic routier pour former des particules de nitrate d'ammonium. De plus, à cette époque, les conditions météorologiques peuvent être favorables à la formation de ce composé (températures froides le matin et douces l'après-midi).

Ces émissions viennent s'ajouter aux émissions chroniques des activités industrielles et du trafic routier, d'où des pics de pollution aux particules à ces deux périodes de l'année.

Les principaux **secteurs émetteurs** sont :

- le transport ;
- l'agriculture ;
- le résidentiel (notamment chauffage domestique) ;
- l'industrie.

Secteurs d'activités et émissions de polluants en France en 2018



3.2. Qualité de l'air dans le département du Cher¹⁰

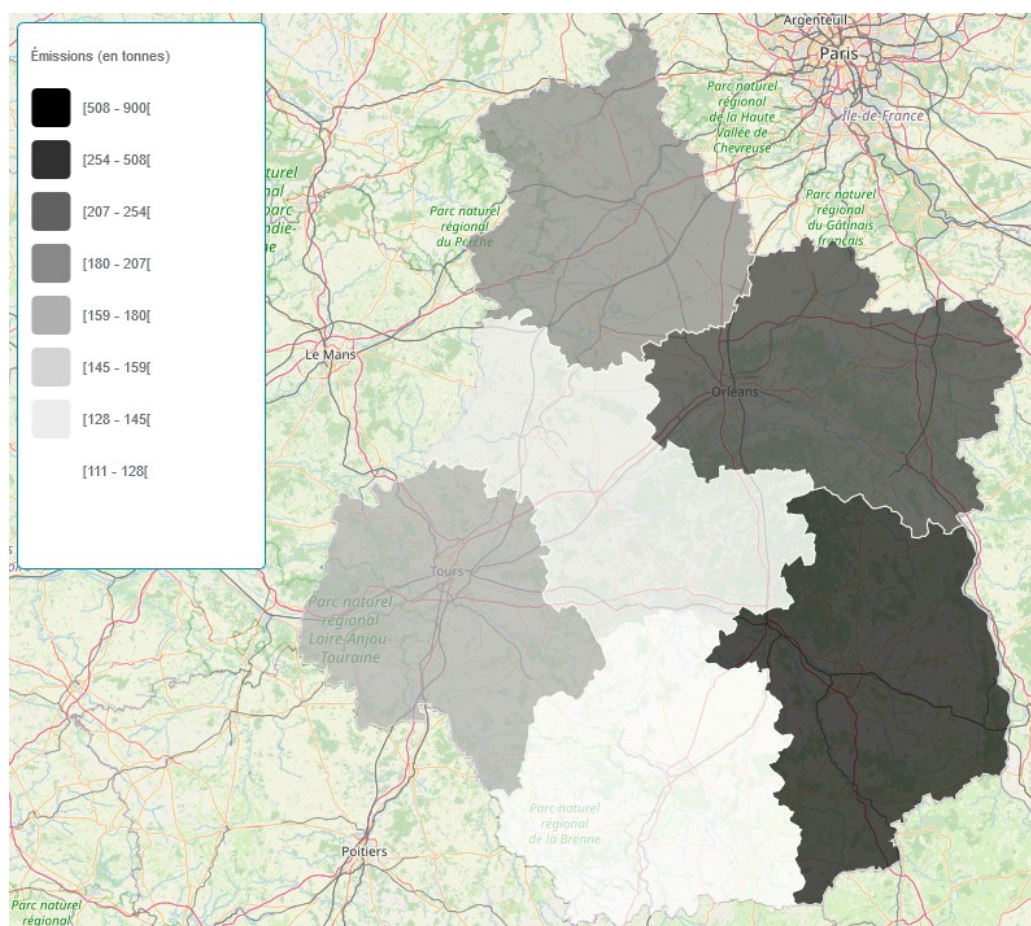
Émissions de polluants atmosphériques en région Centre-Val de Loire et dans le Cher en 2018 (tonne annuelle)

	Région Centre-Val de Loire	Département du Cher
SO2	1 782 tonnes	900 tonnes (51 % des émissions régionales)
NH3	35 233 tonnes	6 372 tonnes (18 % des émissions régionales)
NOx	31 860 tonnes	4 060 tonnes (14 % des émissions régionales)
COVnM	32 099 tonnes	3 725 tonnes (12 % des émissions régionales)
PM10	15 757 tonnes	2 148 tonnes (14 % des émissions régionales)
PM2,5	8 554 tonnes	1 162 tonnes (14 % des émissions régionales)

En 2018, le département du Cher représente 51 % des émissions régionales de **SO2**, le plaçant en première position parmi les départements de la région, comme le montre la carte ci-dessous. Ce polluant est essentiellement lié au secteur industriel. Or sur le département, l'ensemble des communes se situent sous les 15 tonnes d'émissions annuelles, à l'exception de la commune de Beffes : 783 tonnes de SO2 émis. Cela est dû à la présence de la cimenterie et notamment à la nature des gisements de matériaux utilisés. Un travail est engagé avec la cimenterie pour réduire ces émissions.

Emissions de SO2 par département en région Centre-Val de Loire en 2018

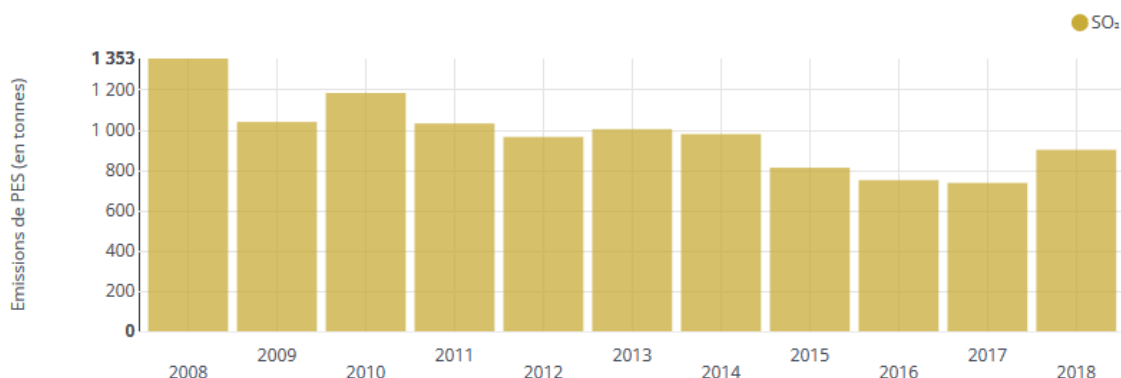
Source : ODACE - Lig'air



10 <https://odace.ligair.fr/polluants-effet-sanitaire>

La tendance depuis 2008 est à la baisse :

Évolution temporelle des émissions de SO₂ entre 2008 et 2018

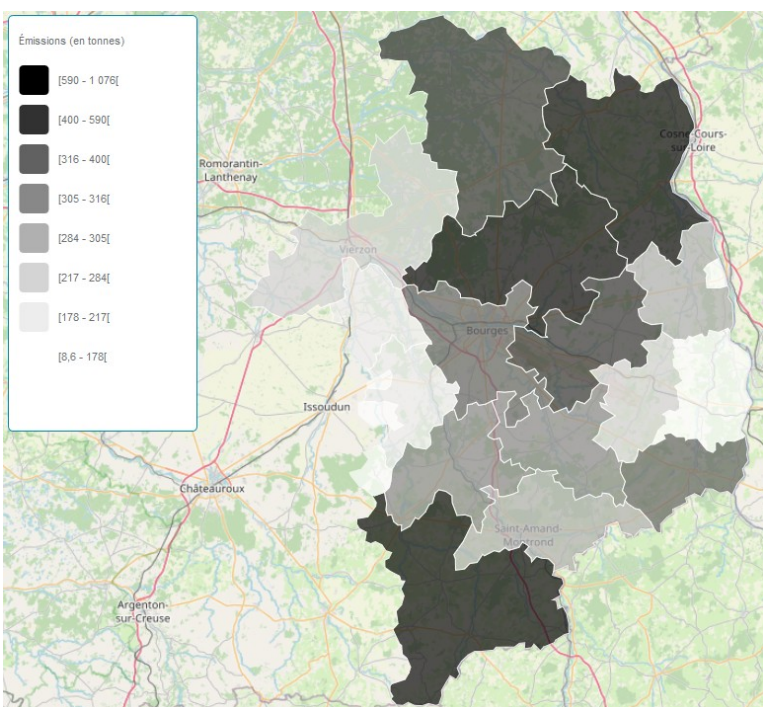


Les émissions de **NH₃** sont liées à 99 % à l'agriculture. Sont particulièrement concernées par des volumes importants d'émissions de NH₃, les communes d'Ivroy-le-Pré (93 tonnes), Aubigny-sur-Nère (81 tonnes), Jars (75 tonnes) et Saint-Hilaire-en-Lignières (73 tonnes).

Sur la carte ci-dessous, les émissions par EPCI montrent que sont particulièrement concernées les communautés de communes Pays Fort Sancerrois Val de Loire (élevage), Terres du Haut Berry (engrais azotés), Berry Grand Sud (élevage), ainsi que, dans une moindre mesure, Saultre Sologne (élevage également) et la Septaine (élevage notamment).

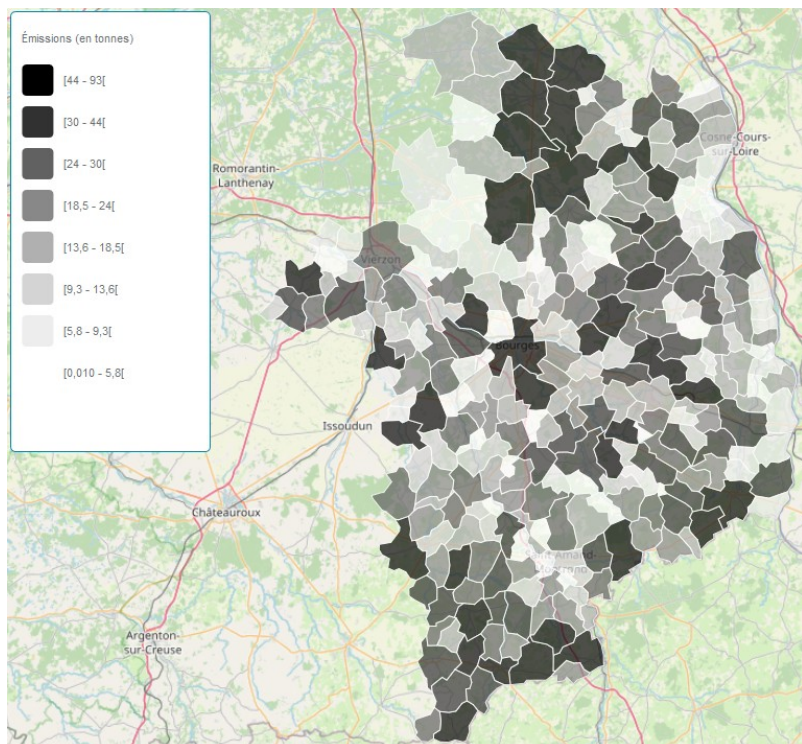
Émissions de NH₃ par EPCI dans le département en 2018

Source : ODACE – Lig'air

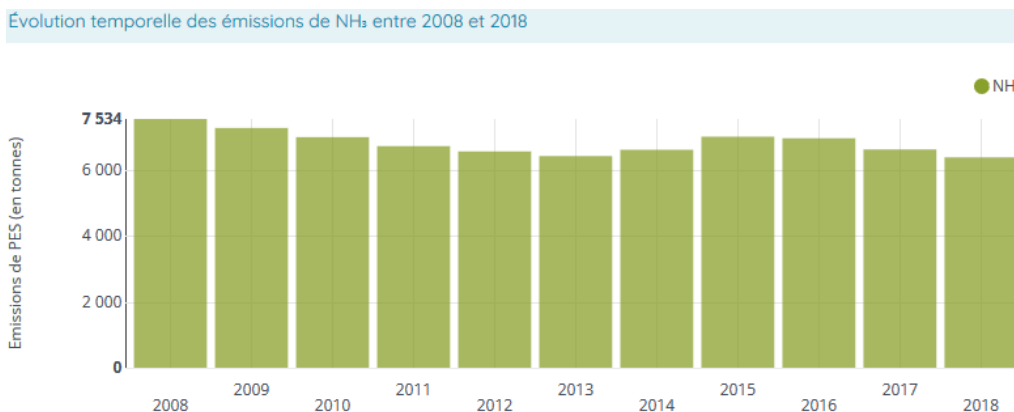


Émissions de NH₃ par commune dans le département en 2018

Source : ODACE – Lig'air



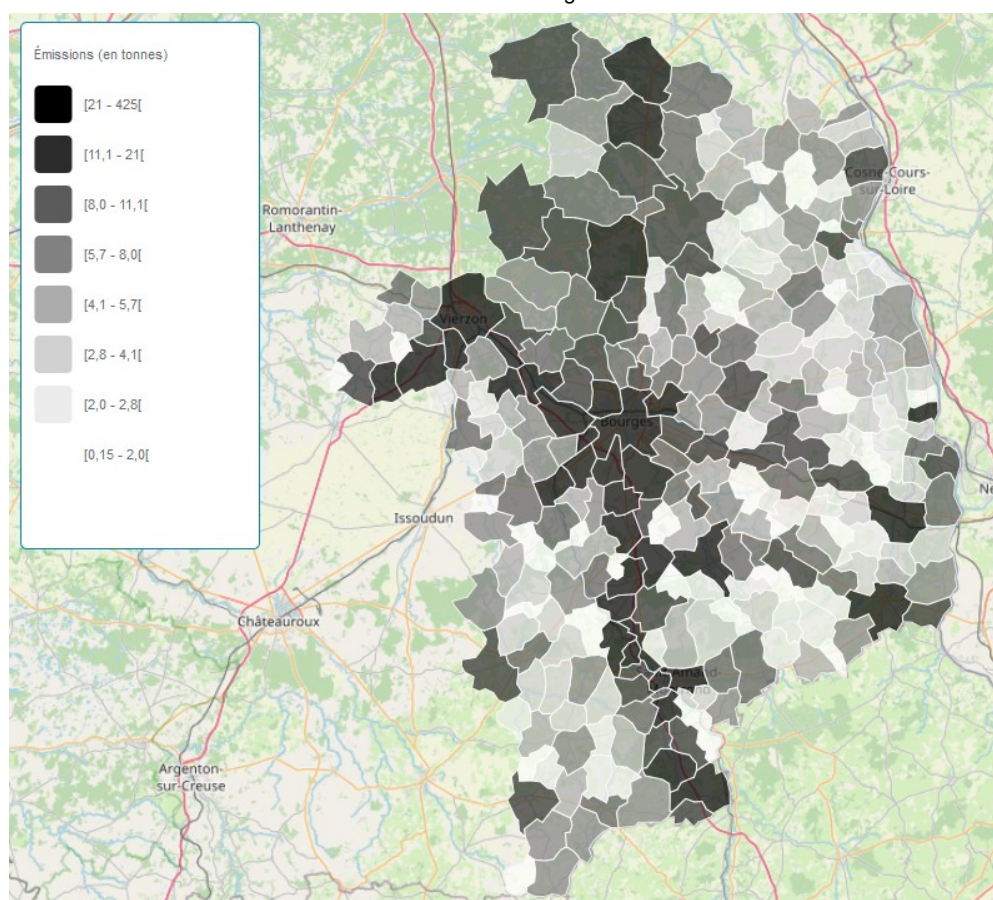
La tendance est à une très légère baisse entre 2008 et 2018 :



Concernant les **NOx**, ils sont essentiellement liés au secteur du transport routier (61 %) et notamment dus aux émissions de produits pétroliers (à 82 %). Les communes du Cher où les émissions de NOx sont les plus importantes sont celles se situant le long des axes routiers principaux (A71, RD 2076, RD 940) : Bourges (425 tonnes), Vierzon (294 tonnes), Marmagne (82 tonnes), Massay (81 tonnes), etc. Les émissions sont également extrêmement importantes à Beffes (379 tonnes), toujours en lien avec la cimenterie.

Émissions de NOx par commune dans le département du Cher en 2018

Source : ODACE - Lig'air



Les émissions de Nox sont en baisse dans le département entre 2008 et 2018

Évolution temporelle des émissions de NOx entre 2008 et 2018

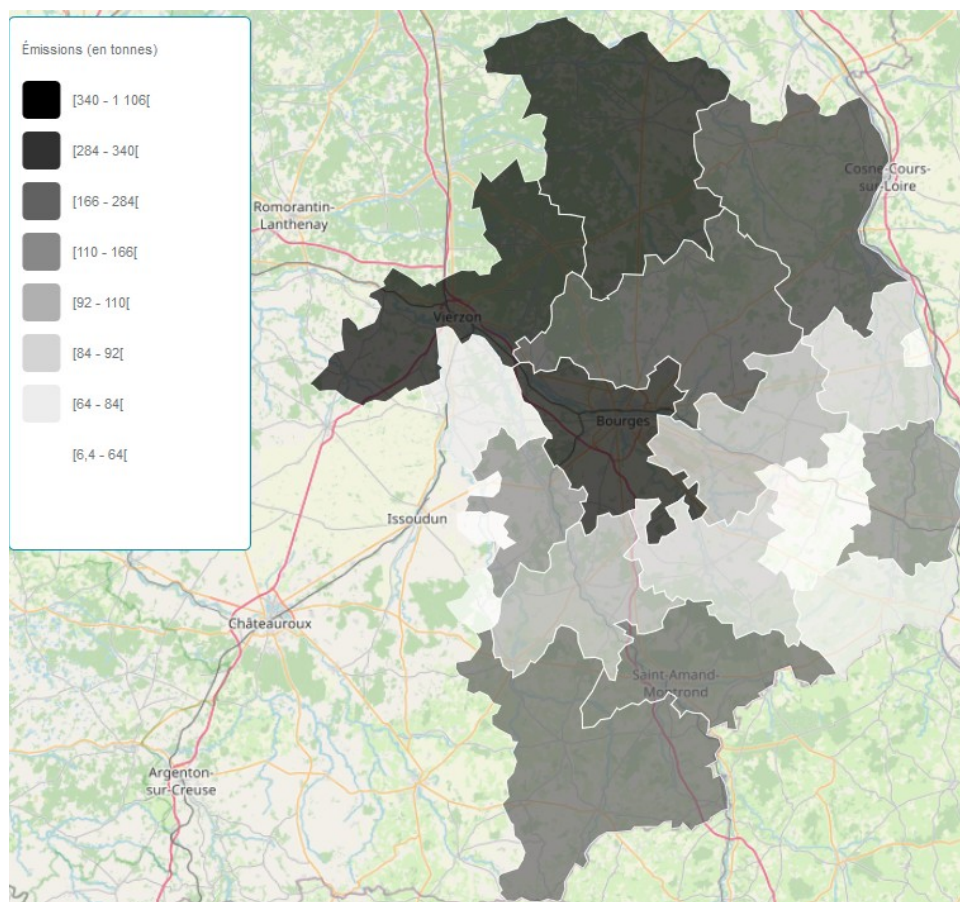


Les émissions de **COVnM** proviennent majoritairement du secteur résidentiel (61 %) et dans une moindre mesure de l'industrie (31 %). Elles sont liées notamment, pour le secteur résidentiel, au bois énergie (pour le chauffage). Les communes les plus peuplées sont majoritairement concernées : Bourges (710 tonnes), Vierzon (190 tonnes), Saint-Amand-Montrond (141 tonnes), Saint-Doulchard (101 tonnes) ; mais également la commune d'Argent-sur-Sauldre (166 tonnes).

Ce sont donc les EPCI les plus peuplés et accueillant des entreprises industrielles qui émettent le plus (Bourges Plus, Vierzon Sologne Berry) ainsi que Sauldre Sologne (présence d'industrie), comme le montre la carte ci-dessous.

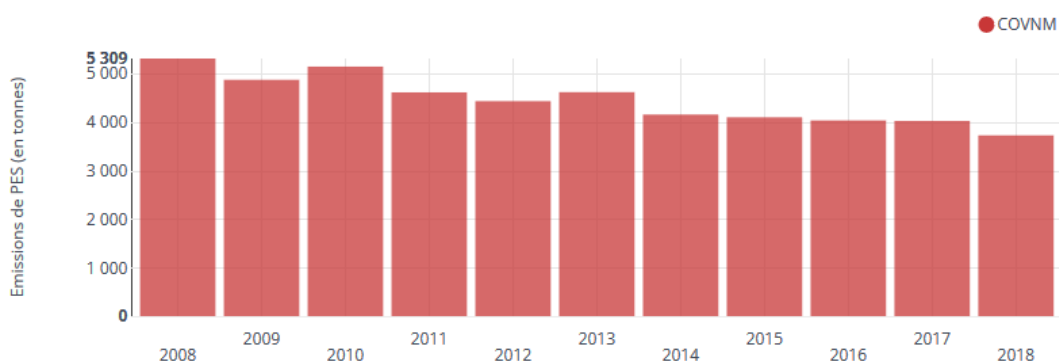
Émissions de COVnM par EPCI dans le département du Cher en 2018

Source : ODACE - Lig'air



Entre 2008 et 2018, la tendance est à la baisse :

Évolution temporelle des émissions de COVNM entre 2008 et 2018

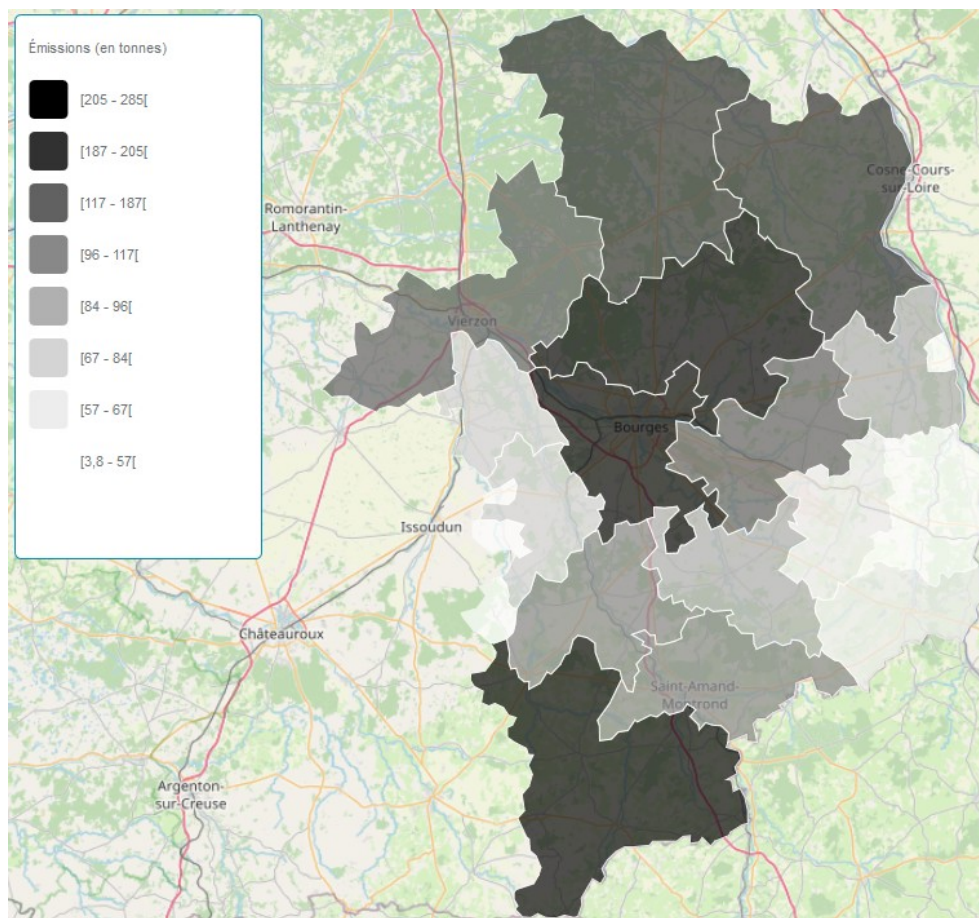


Concernant les **particules fines** :

- les émissions de PM10 proviennent à 51 % de l'agriculture et à 33 % du résidentiel. Sont particulièrement concernées les communes de Bourges (82 tonnes) et Vierzon (52 tonnes), mais également les zones rurales de champagne berrichonne et de Sologne. Berry Grand Sud est concerné en raison de l'importance du secteur bois énergie sur son territoire. La tendance est légèrement à la baisse entre 2008 et 2018 ;

Emissions de PM10 par EPCI dans le département du Cher en 2018

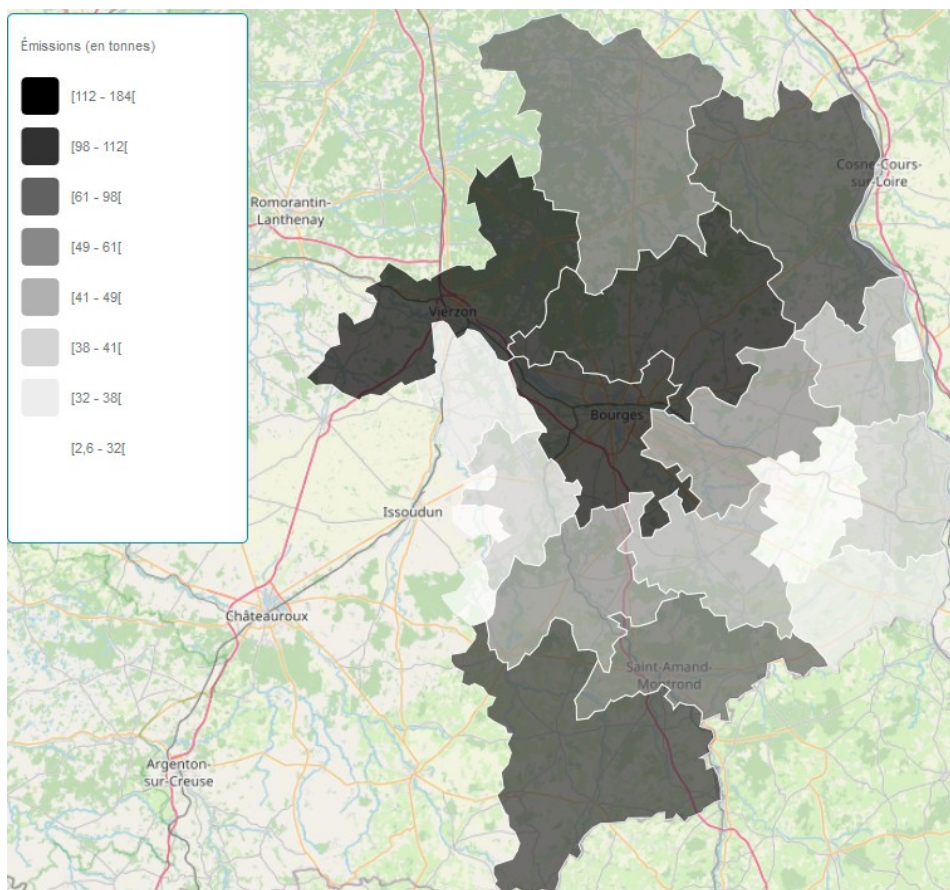
Source : ODACE - Lig'air



- les émissions de PM_{2,5} proviennent à 60 % du secteur résidentiel (et à 22 % du secteur agricole), notamment via le chauffage bois-énergie (59 %). Les communes les plus peuplées sont les plus concernées, notamment Bourges (64 tonnes) et Vierzon (42 tonnes), ainsi que les EPCI suivants : Berry Grand Sud (bois-énergie), Bourges Plus (résidentiel) et Terres du Haut Berry (résidentiel). La tendance est légèrement à la baisse entre 2008 et 2018.

Emissions de PM_{2,5} par EPCI dans le département du Cher en 2018

Source : ODACE - Lig'air



Analyse par EPCI

La communauté d'agglomération **Bourges Plus** est majoritairement concernée par les émissions de NO_x (1055 tonnes, soit 1/4 des émissions du département, dues à 69 % au secteur du transport routier) et de COVnM (1106 tonnes, soit un peu plus d'1/3 des émissions du département, dues à 53 % au secteur de l'industrie et à 40 % au secteur résidentiel).

La communauté de communes **Arnon Boischaut Cher** est majoritairement concernée par les émissions de NH₃ émanant uniquement du secteur agricole (307 tonnes). On y observe également des émissions non négligeables de NO_x (189 tonnes, dues au secteur des transports routiers essentiellement), de PM₁₀ (107 tonnes dues à 59 % à l'agriculture), et de COVnM (104 tonnes dues à 80 % au secteur résidentiel).

La communauté de communes **Berry Grand Sud** est notamment concernée par des émissions :

- de NH₃, liées au secteur agricole : 1076 tonnes (soit 1/6 des émissions départementales) ;
- de NO_x : 300 tonnes dues à 71 % au secteur des transports routiers ;
- de PM₁₀ : 206 tonnes dues 58 % à l'agriculture.

La communauté de communes **Berry Loire Vauvise** est essentiellement concernée par les émissions de SO₂ (786 tonnes, soit 87 % des émissions départementales, dues uniquement au secteur industriel, notamment la cimenterie de Beffes). On y observe également des émissions de NO_x à un niveau important (428 tonnes, dues à 88 % à l'industrie, notamment la cimenterie de Beffes).

La communauté de communes **Cœur de Berry** est concernée par les émissions de NH₃ issues de l'agriculture (202 tonnes), et de NO_x (101 tonnes, dues à 67 % au secteur des transports routiers).

La communauté de communes **Cœur de France** est concernée par des émissions :

- de NH₃ liées à l'agriculture (302 tonnes) ;
- de COVnM (277 tonnes, dues à 50 % au secteur résidentiel et à 42 % à l'industrie) ;
- de NO_x (230 tonnes dues à 72 % au secteur des transports routiers).

La communauté de communes **Fercher** est concernée essentiellement par des émissions de NH₃ liées à l'agriculture (191 tonnes) et de COVnM (113 tonnes dues à 75 % au secteur résidentiel).

La communauté de communes de **La Septaine** est concernée par des émissions de :

- NH₃ liées à l'agriculture (412 tonnes) ;
- PM₁₀ (123 tonnes liées à 70 % à l'agriculture) ;
- NO_x (112 tonnes liées à 57 % au secteur des transports routiers et à 28 % à l'agriculture) ;
- COVnM (109 tonnes liées à 80 % au secteur résidentiel).

Les communautés de communes **Le Dunois, Trois Provinces et Pays de Nérondes** sont concernées essentiellement par des émissions de NH₃ liées à l'agriculture (respectivement 316 tonnes, 316 tonnes et 280 tonnes).

La communauté de communes **Pays Fort, Sancerrois, Val de Loire** est concernée par des émissions de :

- NH₃ liées à l'agriculture (651 tonnes) ;
- COVnM (291 tonnes dues à 67 % au secteur résidentiel) ;
- PM₁₀ (193 tonnes dues à 58 % à l'agriculture) ;
- PM_{2,5} (101 tonnes liées à 66 % au secteur résidentiel et à 27 % à l'agriculture).

La communauté de communes **Portes du Berry entre Loire et Val d'Aubois** est concernée essentiellement par des émissions de NH₃ liées à l'agriculture (176 tonnes) et de COVnM (110 tonnes liées à 84 % au secteur résidentiel).

La communauté de communes **Sauldre Sologne** est concernée par des émissions de :

- NH₃ liées à l'agriculture (546 tonnes) ;
- COVnM (347 tonnes dues à 55 % au secteur industriel et à 39 % au secteur résidentiel) ;
- NO_x (201 tonnes liées au secteur des transports routiers en majorité) ;
- PM₁₀ (200 tonnes, liées à 63 % à l'agriculture).

La communauté de communes **Vierzon Sologne Berry** est concernée par des émissions de :

- NO_x (608 tonnes, liées à 84 % au secteur des transports routiers) ;
- COVnM (361 tonnes liées à 67 % au secteur résidentiel et à 21 % à l'industrie) ;
- NH₃ liées à l'agriculture (261 tonnes) ;
- PM₁₀ (168 tonnes liées à 42 % au secteur résidentiel et à 30 % à l'agriculture) ;
- PM_{2,5} (113 tonnes liées à 61 % au secteur résidentiel).

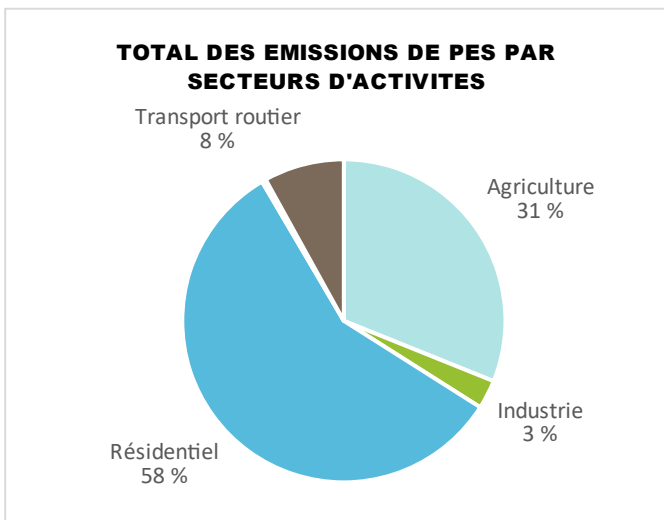
La communauté de communes **Terres du Haut Berry** est concernée par des émissions de :

- NH₃ liées à l'agriculture (597 tonnes) ;
- COVnM (286 tonnes liées à 84 % au secteur résidentiel) ;
- PM₁₀ (220 tonnes liées à 55 % à l'agriculture et à 37 % au secteur résidentiel) ;

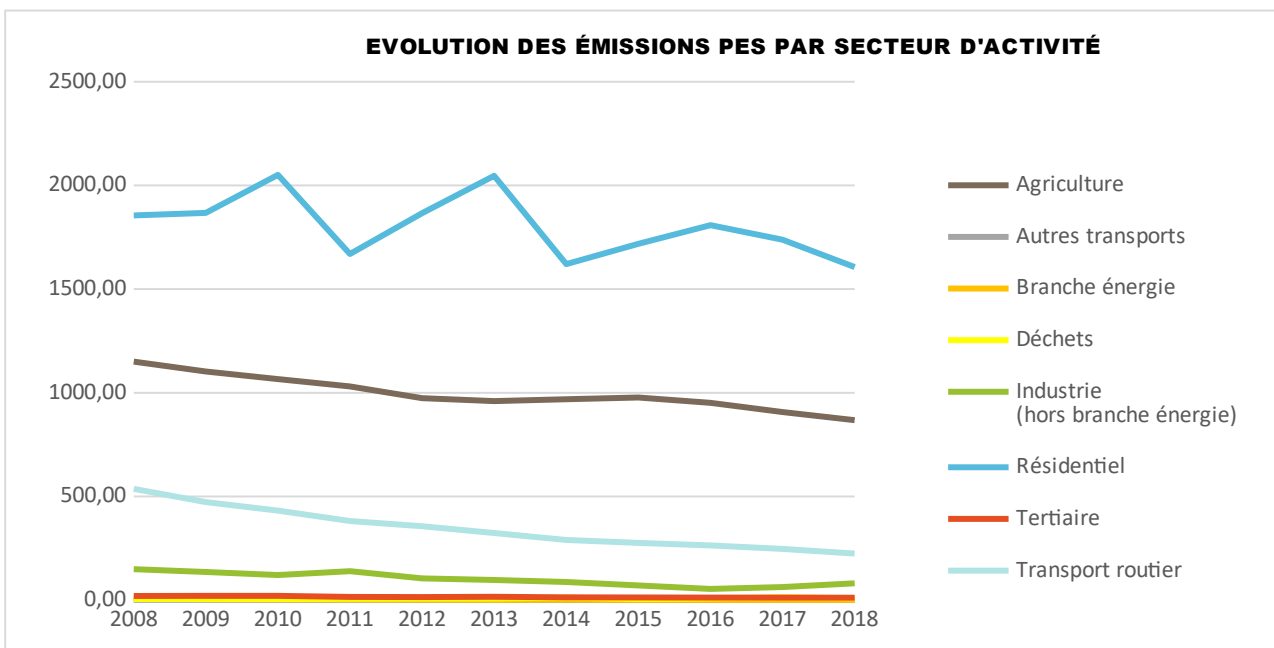
- NOx (215 tonnes liées à 53 % au secteur des transports routiers et à 21 % à l'agriculture) ;
- PM2,5 (117 tonnes liées à 68 % au secteur résidentiel et à 24 % à l'agriculture).

Un PCAET est en cours de réalisation sur le territoire de cette communauté de communes. Il fait notamment ressortir les éléments complémentaires suivants :

- Les secteurs résidentiel et agricole sont les plus émetteurs de polluants atmosphériques sur le territoire de la communauté de communes Terres du Haut Berry



- Les émissions diminuent progressivement sur le territoire de la communauté de communes Terres du Haut Berry



3.3. Projections¹¹

L'ozone est un polluant estival, en lien direct avec le rayonnement solaire. Aussi, un accroissement de l'ensoleillement et de la chaleur pourrait augmenter le niveau moyen d'ozone ce qui aura une incidence directe sur la survenue des épisodes de pollution estivaux. Outre l'impact sanitaire, ce phénomène pourrait contribuer à diminuer le rendement des cultures et accroître un peu plus l'effet de serre.

De plus, avec des étés plus secs, les feux de forêts pourront être plus nombreux, générant des émissions supplémentaires de particules, CO, COVnM, etc.

Par ailleurs, l'augmentation de zones désertiques engendrera une multiplication des épisodes de particules sahariennes.

En hiver, en cas d'augmentation des périodes anticycloniques associées à des inversions de température, les épisodes de pollution (en lien avec le chauffage individuel au bois peu performant), pourraient s'intensifier.

La modification du climat devrait s'accompagner de nouvelles maladies ou insectes ravageurs à traiter : le recours aux pesticides constitue un risque de pollution supplémentaire. Les pollens sont reconnus comme indicateur du changement climatique : leur concentration suit la hausse des températures moyennes (cf partie relative à la santé du présent diagnostic).

Ainsi, on observera possiblement :

- une extension des zones propices au développement de plantes allergisantes, particulièrement l'ambrosie (notamment avec l'augmentation des concentrations de CO₂, dont le rôle est prépondérant dans la croissance des plantes) ;
- des saisons polliniques allongées avec des printemps plus doux ;
- une multiplication des pathologies respiratoires, cardiovasculaires, etc. (la pollution de l'air a d'ailleurs été classée comme cancérigène certain pour l'homme par l'Organisation mondiale de la santé en 2013).

¹¹ [https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/actualite/qualite-de-lair-et-changement-climatique-des-problematiques-bien-plus-liees-
quon-ne-le](https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/actualite/qualite-de-lair-et-changement-climatique-des-problematiques-bien-plus-liees-
quon-ne-le)

En synthèse

Si l'émission de polluants atmosphériques n'est pas liée directement au changement climatique, le réchauffement climatique favorise la concentration de particules polluantes dans l'air, avec des conséquences sur la santé humaine.

Pour certains polluants, les émissions sont en baisse entre 2008 et 2018 dans le département (NOx, COVnM).

Pour d'autres, la tendance est à la stagnation, en particulier l'ammoniac (NH3) - dont les émissions sont particulièrement importantes dans le nord et le sud du département dans les zones d'élevage, et le dioxyde de soufre (SO2) qui concerne essentiellement la commune de Beffes en raison de la présence de la cimenterie Calcia.

Schéma de l'interdépendance entre air et changement climatique

Source : AtmoSud – Observatoire de la qualité de l'air en région PACA¹²

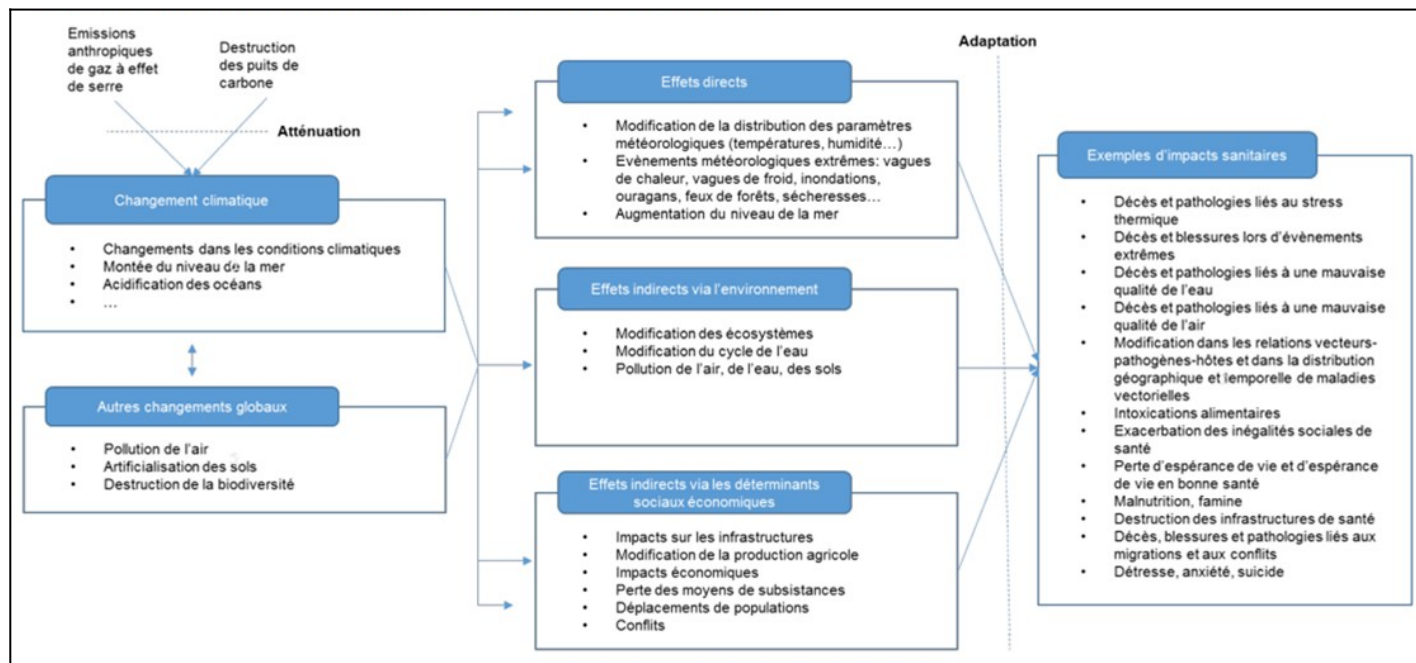


12 <https://www.atmosud.org/article/air-et-climat>

4. Santé

La figure ci-dessous présente les principaux liens entre changements climatiques et santé. Des impacts sanitaires peuvent ainsi apparaître en fonction d'effets directs ou indirects.

Schématisation des principaux liens entre changements climatiques et santé



Source : Santé Publique France¹³

Le changement climatique impacte les conditions de vie et les droits fondamentaux des personnes précaires, et engendre des inégalités de santé : les personnes les plus pauvres ont un état général de santé plus dégradé, ce qui les rend vulnérables face aux pics de pollution, aux canicules et aux vagues de froid.

	Cher	Centre-Val de Loire	France
Taux de pauvreté 2019	14,00 %	13,00 %	14,50 %

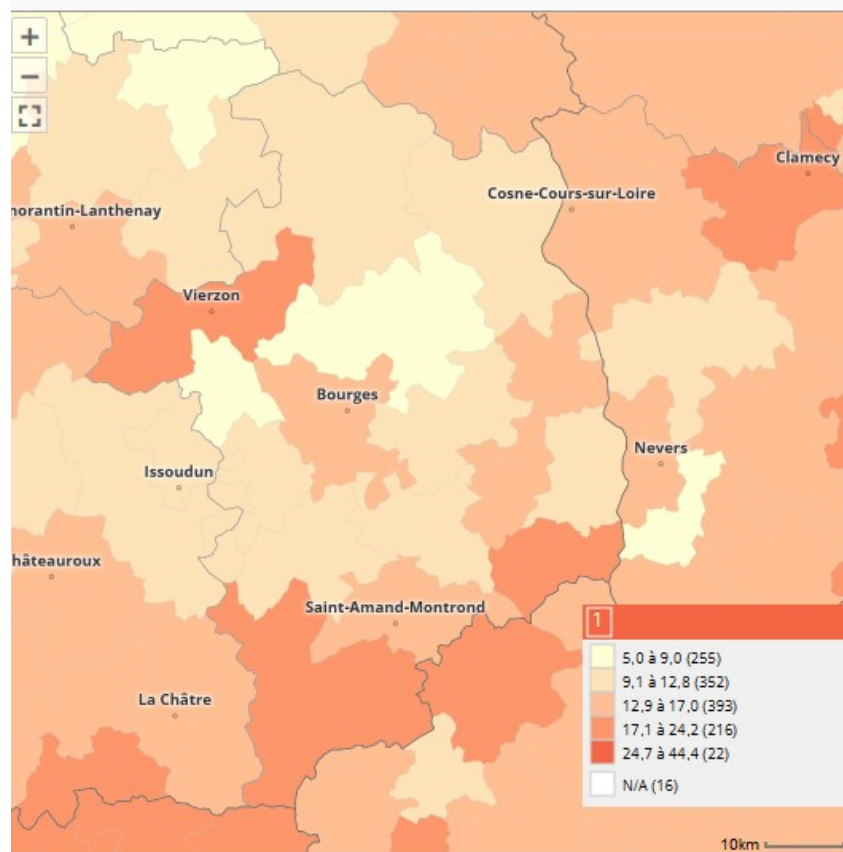
Dans le département du Cher, le taux de pauvreté est particulièrement élevé pour les communautés de communes suivantes :

- Vierzon Sologne Berry (19,3%) ;
- Trois Provinces (19,6%) ;
- Berry Grand Sud (19,4%).

13 <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/changement-climatique/documents/rapport-synthese/quels-indicateurs-pour-faciliter-la-prise-en-compte-de-la-sante-publique-dans-les-politiques-d-adaptation-au-changement-climatique>

1 Taux de pauvreté (%) 2019

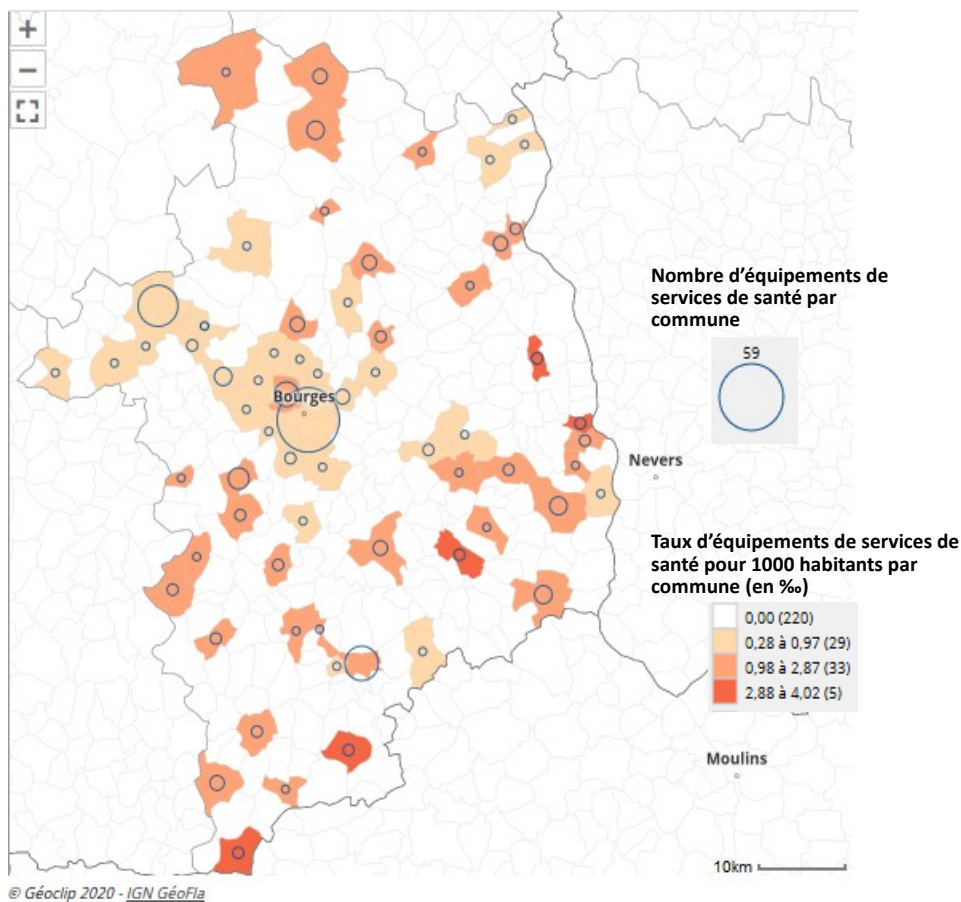
Source : Insee, Fichier localisé social et fiscal (Filosofi) et Enquête 'Budget de Famille 2017 (extension DOM) Mayotte



© IGN - Insee 2021

Les impacts du changement climatique peuvent aggraver les vulnérabilités territoriales, notamment dans les territoires en déficit d'équipement de santé.

Équipements de services de santé en 2019 dans le département du Cher par commune¹⁴



Le secteur des soins contribuerait à hauteur de 10 % sur l'état de santé des populations alors que les modes de vies, facteurs socio-économiques et l'environnement contribuerait à hauteur de 70 %. La question de l'accès aux soins ne semble donc pas être l'enjeu le plus important en lien avec le changement climatique.

Selon la direction départementale de l'Agence régionale de santé (ARS), jusqu'en 2050 les effets du changement climatique sur la santé devraient essentiellement se traduire par une exacerbation des pathologies existantes telles que allergies, asthme ou encore cancers de la peau. Au-delà de 2050, de nouvelles problématiques sanitaires devraient apparaître telles que les maladies vectorielles¹⁵.

14 Portrait du Cher « Equipements et services » - <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Equipements-et-services>

15 Une maladie à transmission vectorielle est une maladie qui est causée par un germe pathogène (virus, parasite, bactérie) véhiculé et inoculé par un vecteur (moustique, phlébotome, tique, punaise...), ce vecteur s'étant lui-même infecté sur un hôte virémique.
Source : <https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/maladies-transmission-vectorielle>

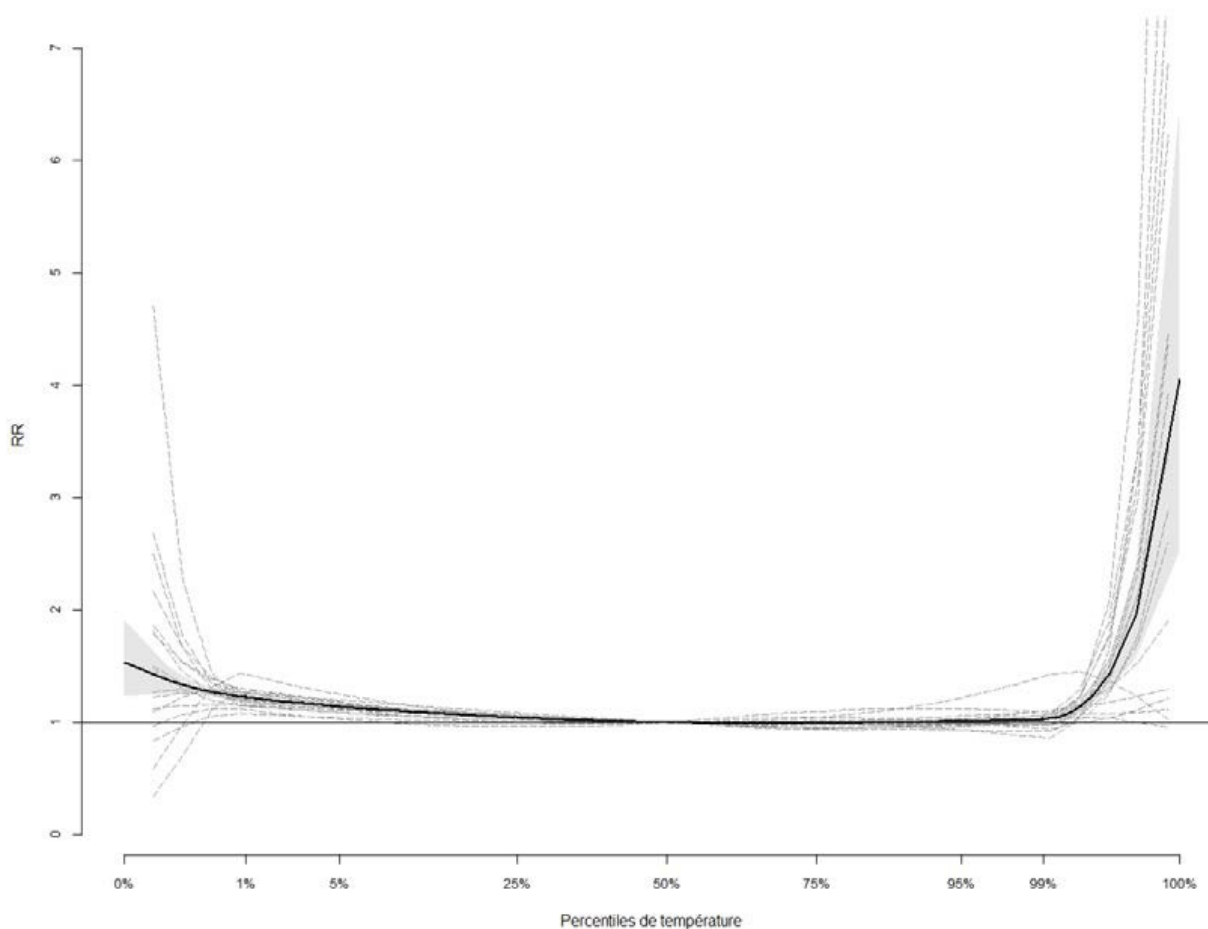
4.1. Canicules¹⁶

Les températures inhabituelles froides ou chaudes ont un effet direct sur la santé, notamment en termes de mortalité et de recours aux soins. Les températures très froides sont associées à une augmentation modérée du risque de décès, les températures très chaudes à une augmentation très importante de ce risque (déshydratation, maladies cardio-vasculaires). Quant aux températures modérées, elles sont associées à un risque faible de décès

Le risque relatif de décès est le rapport entre le risque de décès d'un groupe exposé à un évènement et le risque de décès de l'ensemble du groupe.

Le graphique ci-dessous montre que le risque relatif de décès augmente de manière exponentielle pour des températures supérieures au percentile 99¹⁷, c'est-à-dire pour les températures situées dans les 1 % les plus chaudes.

La courbe en trait plein est la moyenne des différentes études figurant en pointillés.



Par exemple, le risque de décès est trois fois plus grand pour une température moyenne journalière de 30,7 °C (percentile 99.9 des températures moyennes journalières à Bourges de la période 2000-2010). À l'heure actuelle, le nombre de jours annuel supérieur à cette température à Bourges est de 2. Selon le scénario 8.5, d'après le modèle Canari (cf. partie agriculture) d'ici la fin de ce siècle ce nombre de jour devrait être de 9.

¹⁶ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/donnees/#tabs>

¹⁷ Source : Santé Publique France. Décembre 2017. Études et enquêtes. Impacts de la température sur la mortalité dans 18 zones urbaines françaises entre 2000 et 2010. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/impacts-de-la-temperature-sur-la-mortalite-dans-dix-huit-zones-urbaines-francaises-entre-2000-et-2010>

Face aux impacts du changement climatique, certaines populations sont davantage à risque lors des vagues de chaleur. Ainsi, les personnes sans-abri et les personnes fragiles (mauvaise santé, habitat surexposé à la chaleur) sont des « populations très mal acclimatées ». Comme pour la précarité énergétique hivernale, celle de l'été touche en particulier les populations défavorisées. Lors d'une chaleur modérée, les travailleurs surexposés à la chaleur ainsi que les nourrissons et les personnes âgées sont des populations partiellement acclimatées. Lors d'une forte chaleur, ces populations sont davantage vulnérables.

Lorsque la chaleur est intense, les adultes et enfants en bonne santé, passant beaucoup de temps à l'intérieur et étant plutôt sédentaires deviennent, à leur tour, vulnérables.

Augmentation de la population à risque en fonction de l'intensité de la chaleur¹⁸

CHALEUR MODÉRÉE	CHALEUR FORTE	CHALEUR INTENSE
→ Personnes sans-abri	→ Personnes sans-abri	→ Personnes sans-abri
→ Personnes fragiles (mauvaise santé, habitat surexposé à la chaleur)	→ Personnes fragiles (mauvaise santé, habitat surexposé à la chaleur)	→ Personnes fragiles (mauvaise santé, habitat surexposé à la chaleur)
→ Travailleurs surexposés à la chaleur	→ Travailleurs surexposés à la chaleur	→ Travailleurs surexposés à la chaleur
→ Nourrissons et personnes âgées	→ Nourrissons et personnes âgées	→ Nourrissons et personnes âgées
→ Adultes et enfants en bonne santé, passant beaucoup de temps à l'intérieur et plutôt sédentaires	→ Adultes et enfants en bonne santé, passant beaucoup de temps à l'intérieur et plutôt sédentaires	→ Adultes et enfants en bonne santé, passant beaucoup de temps à l'intérieur et plutôt sédentaires
→ Adultes et enfants en bonne santé et pratiquant une activité physique régulière	→ Adultes et enfants en bonne santé et pratiquant une activité physique régulière	→ Adultes et enfants en bonne santé et pratiquant une activité physique régulière
→ Adultes en très bonne santé et pratiquant une activité physique régulière et soutenue	→ Adultes en très bonne santé et pratiquant une activité physique régulière et soutenue	→ Adultes en très bonne santé et pratiquant une activité physique régulière et soutenue
LÉGENDE	POPULATION TRÈS MAL ACCLIMATÉE	POPULATION PARTIELLEMENT ACCLIMATÉE
		POPULATION TRÈS BIEN ACCLIMATÉE

L'intensité de la chaleur est calculée en percentiles de la température moyenne étudiée entre 2000 et 2010,

- la chaleur modérée se situe entre les percentiles 75 et 90, soit pour Bourges une température moyenne journalière de 19 °C (percentile 83). À l'heure actuelle, le nombre de jours annuel supérieur à cette température à Bourges est de 44. Selon le scénario 8.5, d'après le modèle Canari d'ici la fin de ce siècle ce nombre de jour devrait être de 80 ;
- la chaleur forte se situe entre les percentiles 99 et 99,8, soit pour Bourges 28 °C (percentile 99,4). À l'heure actuelle, le nombre de jours annuel supérieur à cette température à Bourges est de 7. Selon le scénario 8.5, d'après le modèle Canari, d'ici la fin de ce siècle ce nombre de jour devrait être de 28.
- la chaleur intense se situe au-delà du percentile 99,8, soit pour Bourges plus de 30,7 °C. À l'heure actuelle, le nombre de jours annuel supérieur à cette température à Bourges est de

¹⁸ Source : Santé Publique France. Décembre 2017. Études et enquêtes. Impacts de la température sur la mortalité dans 18 zones urbaines françaises entre 2000 et 2010. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/impacts-de-la-temperature-sur-la-mortalite-dans-dix-huit-zones-urbaines-francaises-entre-2000-et-2010>

2. Selon le scénario 8.5, d'après le modèle Canari, d'ici la fin de ce siècle ce nombre de jour devrait être de 9.

À l'avenir, les populations à risques seront exposées plus fréquemment et plus longtemps à des épisodes de chaleur (modérée, forte ou intense) qui impacteront leur santé.

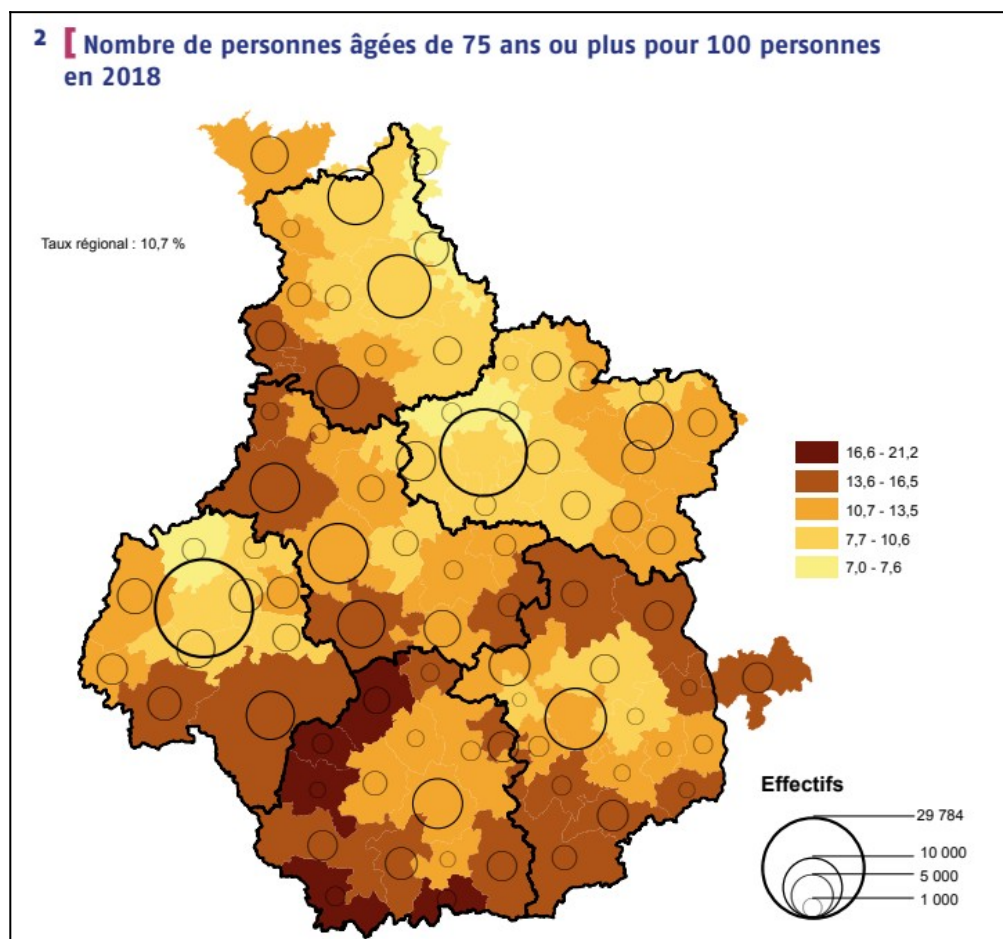
Lors de certains événements météorologiques extrêmes (inondations, érosion côtière, etc.), l'anxiété, le stress aigu et le stress post-traumatique sont fréquents. Dans certains cas, ces troubles peuvent même devenir chroniques (ex. : dépression). Ils touchent notamment des personnes qui ont des antécédents de santé mentale, de faibles réseaux sociaux de soutien, ainsi que les personnes qui ont dû évacuer ou qui ont subi des pertes significatives (famille, biens, emploi) en raison de l'événement. Les personnels de santé, comme les travailleurs sociaux ou psychologues impliqués dans ces tragédies, présentent également un risque accru d'apparition de troubles après la phase aiguë de l'événement.

La canicule peut générer des problèmes de sommeil. Les personnes atteintes de troubles psychiatriques sont particulièrement vulnérables aux troubles du sommeil, pouvant entraîner de l'agitation. De plus, les patients en psychiatrie, notamment ceux souffrant de troubles psychotiques, peuvent avoir une mauvaise perception de la chaleur : faire de longues marches, trop se couvrir, oublier de boire, isolement.

Par ailleurs, les psychotropes comme les antidépresseurs ou les neuroleptiques peuvent augmenter le risque de coup de chaleur, ou favoriser la déshydratation.

De façon générale, des températures plus élevées sont responsables d'une augmentation de l'hormone du stress « cortisol » qui a des effets sur le sommeil et le bien-être physique, autant de conséquences qui peuvent entraîner une détresse psychologique.

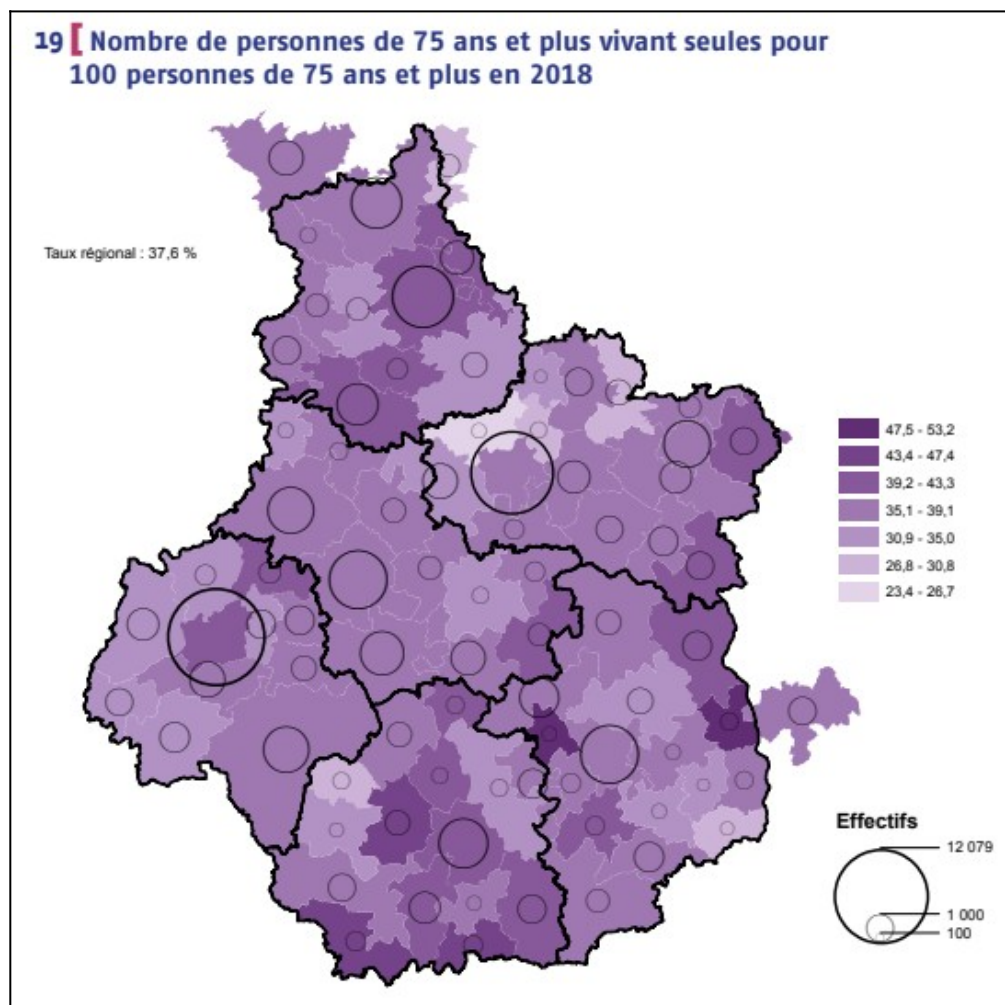
Les températures caniculaires contribuent également directement à la mortalité par maladies cardiovasculaires ou respiratoires, en particulier chez les personnes âgées.



Source : OSCARD 2018 - <https://observationsociale-centre.org/oscard>

Le Nord et le Sud du Cher se caractérisent par une proportion plus importante de personnes âgées. Ces territoires sont marqués par une densité de population faible.

La vulnérabilité est encore accrue pour les personnes âgées vivant seules. Deux EPCI sont particulièrement concernées dans le Cher par une part plus importante de personnes de 75 ans et plus vivant seules pour 100 personnes de 75 ans et plus en 2018 : Cœur de Berry et Berry-Loire-Vauvise.



Source : OSCARD 2018 - <https://observationsociale-centre.org/oscard>

Le Système d'alerte canicule et santé (Sacs) mis en place par Santé publique France permet d'étudier l'impact sanitaire des vagues de chaleur.

Sur 18 villes métropolitaines entre 2000 et 2010, la chaleur a été responsable de 1,2 % de la mortalité. L'augmentation de la mortalité est très immédiate, et se concentre sur les trois premiers jours suivants l'exposition. La relation est fortement non-linéaire, aux très fortes chaleurs, un degré de différence se traduit par une augmentation très forte de la mortalité.

Globalement en France, sur les étés récents, la surmortalité pendant les vagues de chaleur a été de + 1 739 décès en 2015, + 378 en 2016, + 474 en 2017, + 1 641 en 2018, + 1 462 en 2019, + 1 924 en 2020. Cette surmortalité est estimée par comparaison aux années précédentes hors périodes de canicule.

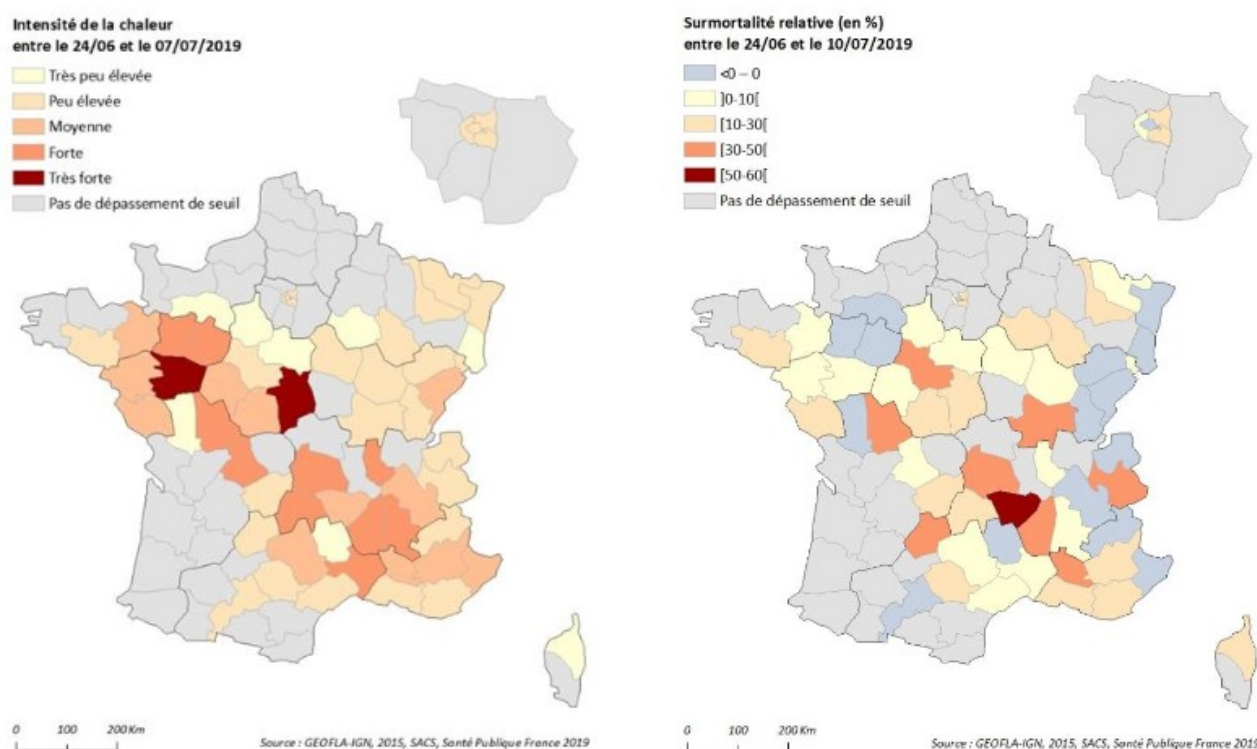
En 2019¹⁹, la première canicule a concerné l'ensemble de la France métropolitaine à l'exception des Hauts-de-France, des côtes de la Manche et du littoral aquitain, du 24 juin au 7 juillet. La seconde canicule, du 21 au 27 juillet, a concerné l'ensemble de la France métropolitaine, à l'exception de l'ouest de la Bretagne et de la Corse.

Pour la première canicule du 24/06 au 07/07, les régions Centre-Val de Loire et Auvergne-Rhône-Alpes sont les plus touchées si l'on considère conjointement la surmortalité relative et absolue. La

¹⁹ La COVID 19 ayant fait son apparition en 2020, le bilan canicule de l'été 2020 est sujet à nuance, la COVID ayant pu aggraver les effets de la canicule, en particulier chez les personnes fragiles.

région Centre-Val-de-Loire a enregistré la plus forte surmortalité relative (+16,8%) avec plus de 90 décès en excès²⁰.

Intensité de la chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 24 juin et le 10 juillet 2019



L'intensité de la chaleur a été particulièrement élevée en région Centre Val de Loire, et notamment très forte dans le département du Cher. Cela a conduit à une surmortalité relative comprise en 10 % et 30 %.

4.2. Exposition aux UV

Actuellement, en France, on compte 80 000 cancers de la peau par an. Plus rares que les carcinomes, les mélanomes sont les cancers de la peau les plus graves avec 15 404 cas de mélanomes en 2017 et 1 873 décès en 2017 en France. Plus de 80 % de ces cancers sont liés à des expositions excessives au soleil.

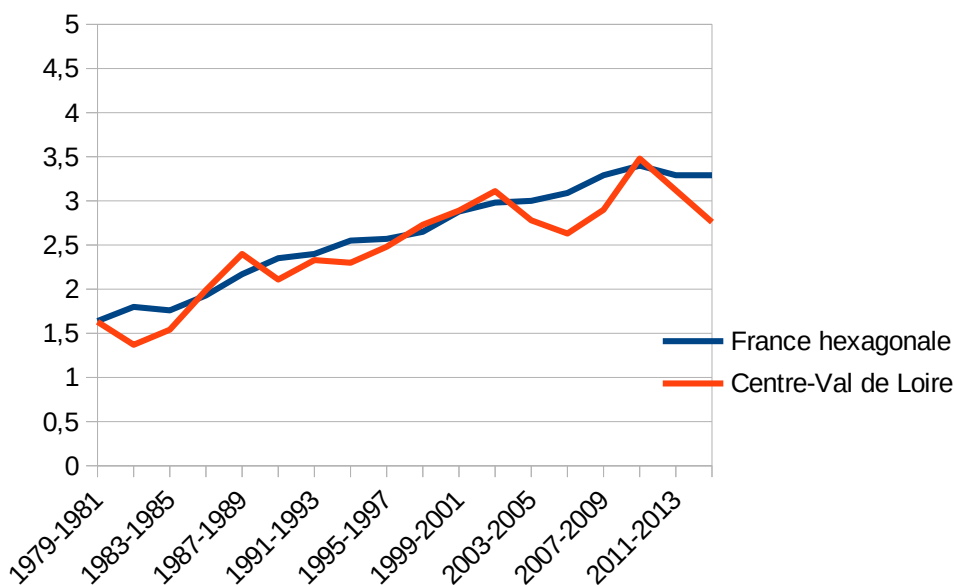
Certaines professions sont davantage à risque (agriculture, BTP, métiers du sport, etc.)

Comme le montre le graphique suivant, le taux de mortalité par mélanome chez les hommes en région Centre-Val de Loire est passé de 1,6 % au début des années 1980, à 2,76 % sur 2013-2015, avec des pics certaines années à 3,5 %. On observe donc une tendance à la hausse sur la période longue.

²⁰ Source : Santé Publique France, Bulletin de santé publique été 2019, <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/donnees/#tabs>

Taux standardisé de mortalité par mélanome pour les hommes entre 1979 et 2015 (%)

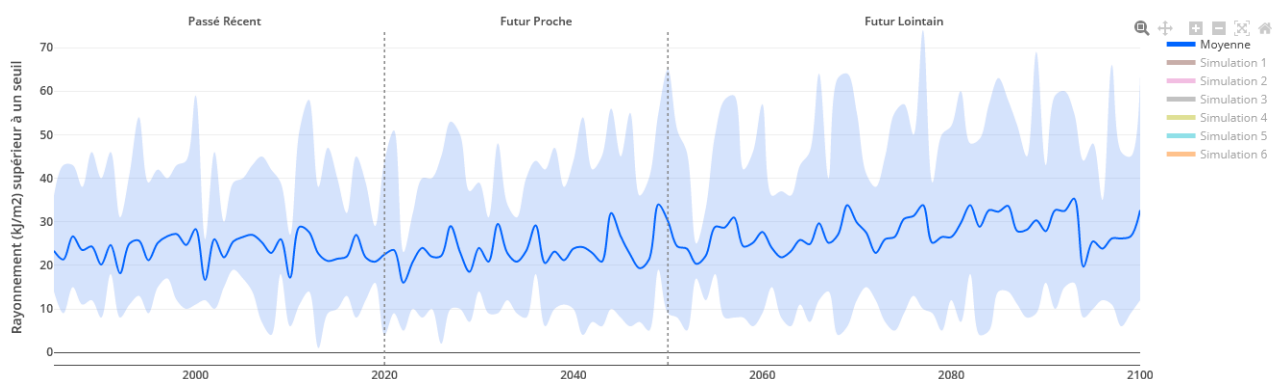
Source : Inserm-CépiDc, Insee - Exploitation Fnors, RP2006



Cependant, en termes de projection, le modèle Canari (cf. partie relative à l'agriculture) indique que pour le scénario 8.5, le rayonnement entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre supérieur à 26 000 kJ/m² passerait de 21 jours actuellement à 24 jours en 2100, ce qui n'est pas significatif. L'impact du changement climatique sur l'évolution du nombre de mélanomes ne peut être analysé

Rayonnement (kJ/m²) supérieur à un seuil **RCP 8.5**

Dénombrement des jours durant lesquels est au dessus de 26000 entre le 1 mai et le 1 octobre



4.3. Allergies

La quantité de pollen dans l'air a augmenté de 30 % au cours des 20 dernières années. En cause, une floraison plus précoce et des périodes de canicule qui favorisent sa diffusion. Ce phénomène concernerait toutes les espèces dont la floraison coïncide avec la fin de l'hiver, notamment le bouleau. En cause : des hivers exceptionnellement doux, qui permettent aux plantes de fleurir plus tôt, allongeant ainsi la saison du pollen. L'impact du réchauffement climatique serait un peu plus faible sur les espèces à floraison estivale, comme l'ambroisie ou les graminées.

La saison du pollen n'est pas uniquement affectée par la hausse des températures, mais aussi par l'absence de pluie. Les épisodes de sécheresse, dont l'Agence Européenne pour l'Environnement remarquait déjà la multiplication en 2009, favorisent la diffusion du pollen sur l'ensemble du territoire.²¹

La température moyenne en France devrait augmenter de 1,5 à 4 °C d'ici 2100 (voir partie diagnostic climatique). Ce réchauffement pourrait être accompagné de périodes de canicule de plus en plus intenses, longues et fréquentes causant une augmentation considérable du taux de CO2 dans l'atmosphère, phénomènes propices à la prolifération des plantes invasives.

Un faisceau de données scientifiques incite à prévoir une augmentation probable des quantités de pollen et d'allergènes dans l'atmosphère, du moins pour certaines espèces végétales. Les effets sur la part d'allergiques dans la population future ou sur la sévérité des symptômes sont quant à eux incertains.

L'ARS précise également que l'effet du réchauffement climatique combiné à la dynamique d'invasion de l'ambroisie conduit à prédire que les concentrations en pollen pourraient, d'ici 2050, être multipliées en moyenne par un facteur 4 (fourchette d'incertitude allant d'un accroissement d'un facteur 2 à un facteur 12).

Le cas particulier de l'ambroisie

L'ambroisie, plante herbacée invasive, a été introduite en Europe il y a une cinquantaine d'années à partir de plants venus d'Amérique du Nord. Elle se développe sur les terrains nus ou peu couverts (friches, chantiers, parcelles cultivées, bords de routes, berges de cours d'eau, etc.)

Son pollen, particulièrement allergisant, pose des problèmes de santé publique. Il est à l'origine chez les sujets sensibles de rhinites allergiques associant écoulement nasal, conjonctivite, symptômes respiratoires de gravité variable (trachéite, toux, asthme parfois sévère) et également d'urticaire ou d'eczéma.

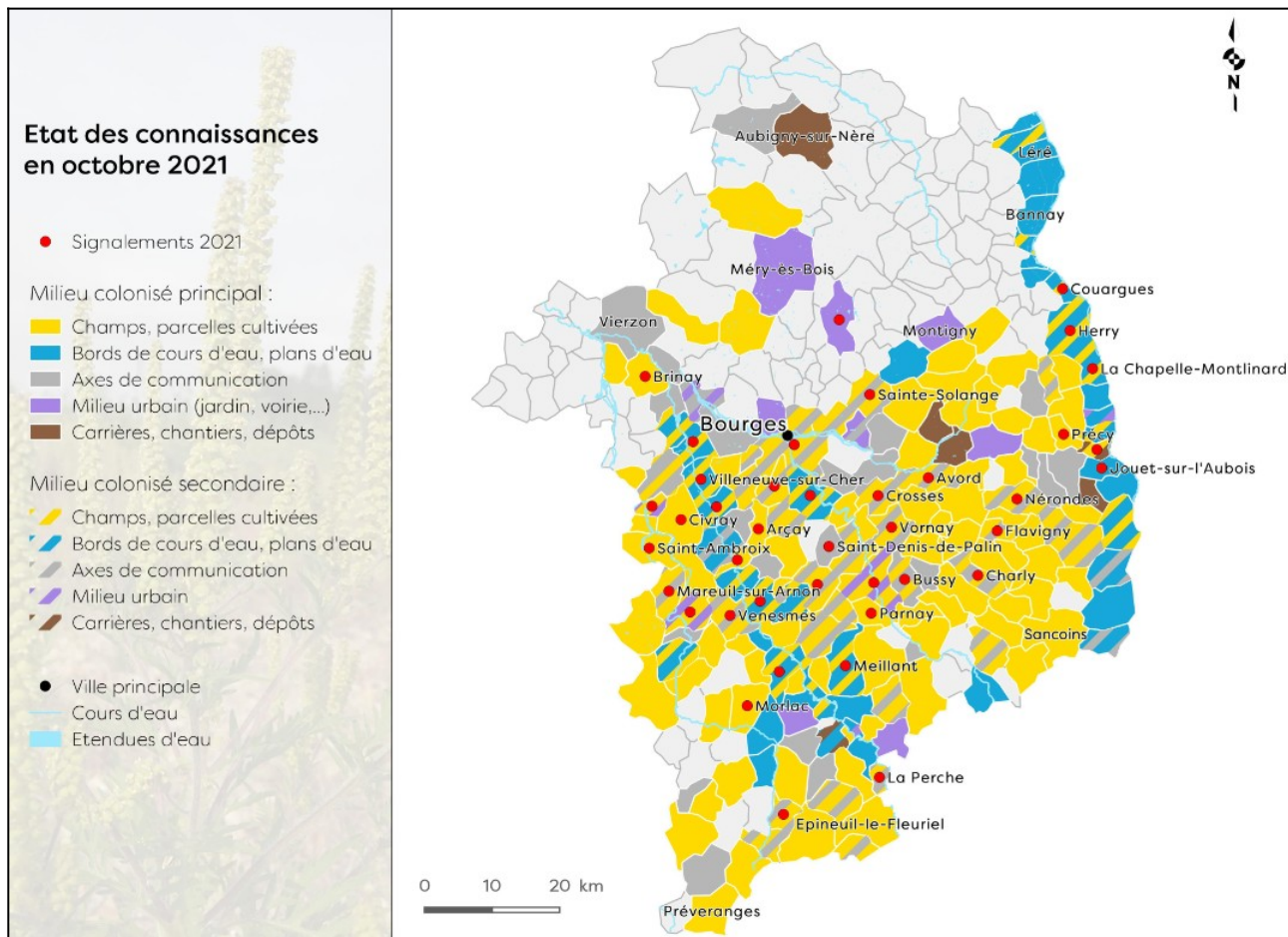
Le quart Sud-Est de la France est le plus touché avec notamment la vallée du Rhône. Cependant, d'autres secteurs comme la région Centre-Val de Loire commencent à être infestés.

En région Centre-Val de Loire, la population potentiellement allergique à l'ambroisie peut être estimée à ce jour à 210 000 personnes, sachant que le département du Cher est le plus concerné parmi les 6 départements de la Région.

Le département du Cher apparaît fortement touché par l'ambroisie notamment dans sa moitié Sud et le long de la Loire.

²¹ https://www.wedemain.fr/planete/https-www-wmaker-net-wedemain-comment-le-rechauffement-climatique-aggrave-les-allergies-au-pollen_a4727.html/

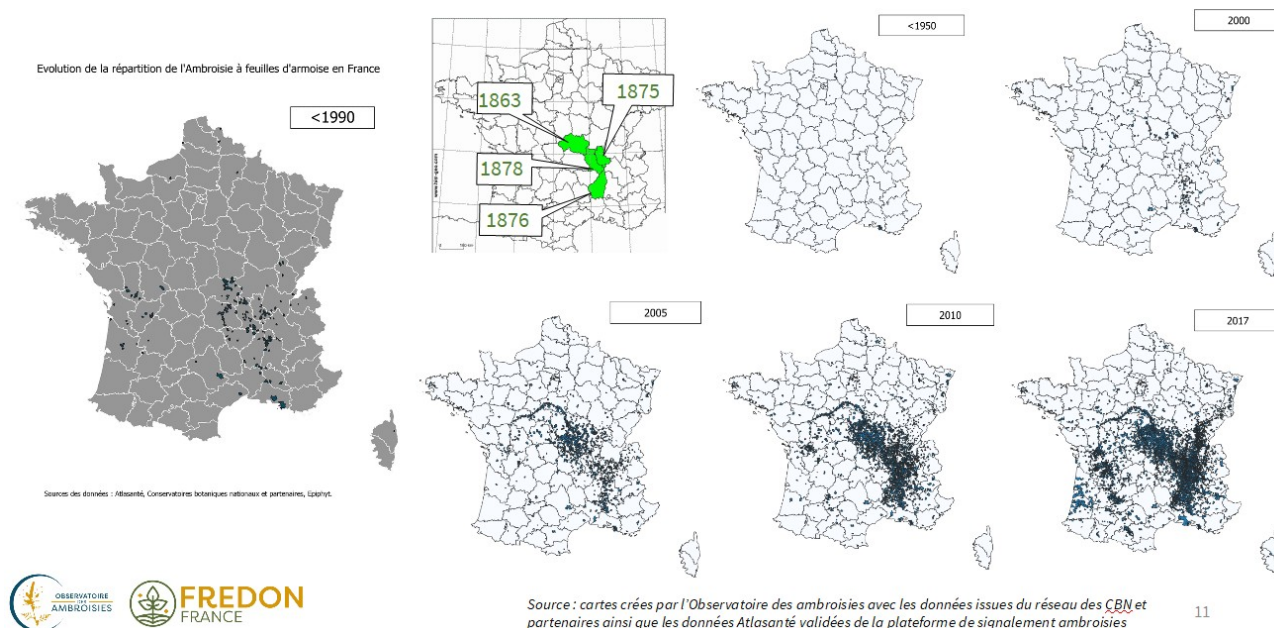
Répartition de l'Ambroisie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.1753) dans le Cher



Les données sur l'Ambroisie sont issues de signalements donc non exhaustives et récentes.

Sans plan de lutte, l'ambroisie va coloniser de nouveaux territoires, même sans réchauffement climatique. On peut imaginer qu'avec plus de sécheresses, plus de terrains seront à nu et plus facilement colonisables par l'ambroisie. Mais c'est surtout l'activité humaine qui est un vecteur de dispersion de la plante.

Historique de l'invasion de l'Ambroisie à feuilles d'armoïse



Le lien direct entre changement climatique et développement de l'ambroisie n'est pas démontré. Son apparition et son développement ne sont pas dus originellement au réchauffement climatique. Cependant, des chercheurs de l'Académie Chinoise des Sciences Agricoles, ont étudié l'effet d'une vague de chaleur accompagnée de fortes teneurs en CO₂ sur le cycle d'*Ambrosia artemisiifolia* et de l'insecte herbivore *Ophraella communa*²². Ils ont pu conclure que l'augmentation du CO₂ et le réchauffement climatique profitent à l'ambroisie. La plante augmente sa croissance et sa capacité d'invasion concurrentielle. Ils ont également observé une production de pollen accrue et un pouvoir allergène démultiplié. De plus, un niveau élevé de CO₂ va inciter la plante à augmenter sa production de substances défensives. Ces composés sont toxiques pour les insectes, tel que *O. communa*. Ce dernier devra déployer plus d'énergie pour la désintoxication et l'assimilation de la plante, avec une activité digestive anormale qui aura pour conséquences d'allonger son cycle de développement et de diminuer sa fécondité. Le réchauffement climatique pourra donc favoriser la capacité de *A. artemisiifolia* à proliférer et à se défendre contre les insectes herbivores, ce qui rendra, probablement plus difficile la prévention et la lutte contre l'Ambroisie.²²

4.4. Pollution atmosphérique

Changement climatique et pollution atmosphérique sont très liés et s'aggravent mutuellement. La pollution aggrave le réchauffement climatique, ce qui entraîne plus de période de fortes chaleurs, ou canicules, qui entraînent à leur tour des pics de pollution, notamment à l'ozone (cf. partie relative à l'air du présent diagnostic).

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et peut provoquer chez certaines personnes (notamment les jeunes enfants, personnes âgées, asthmatiques, allergiques ou souffrant d'insuffisance cardiaque et respiratoire) des irritations respiratoires mais aussi oculaires.

En France, l'impact de l'ozone sur la mortalité a pu être évalué par plusieurs études. Santé publique France a montré que l'exposition chronique à l'ozone serait responsable de près de 500

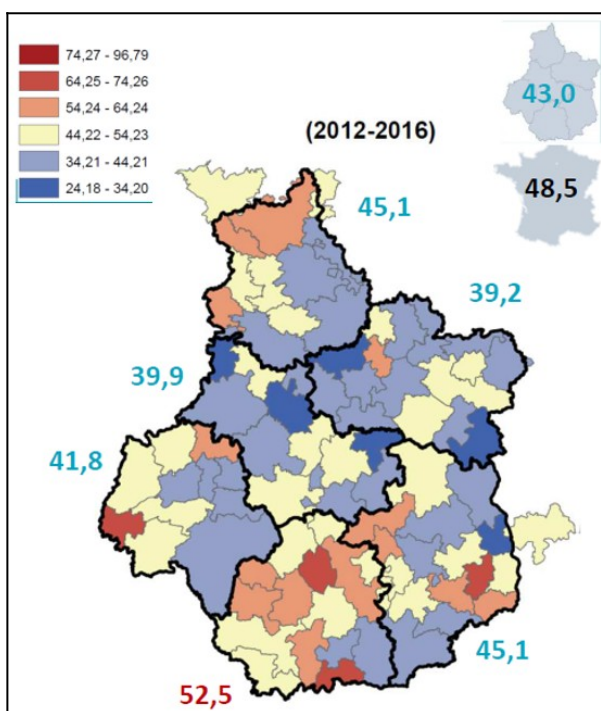
²² https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/lettre_observatoire_76mai2021.pdf

décès pour causes respiratoires chaque année, avec un gradient croissant Nord-Sud très marqué dû à l'influence des conditions météorologique sur la formation d'ozone.²³ Des études menées dans 18 villes françaises ont montré que le risque de décès associé à l'ozone et aux particules fines était plus important les jours chauds. Il y a ainsi une synergie entre les effets négatifs des polluants et la température.

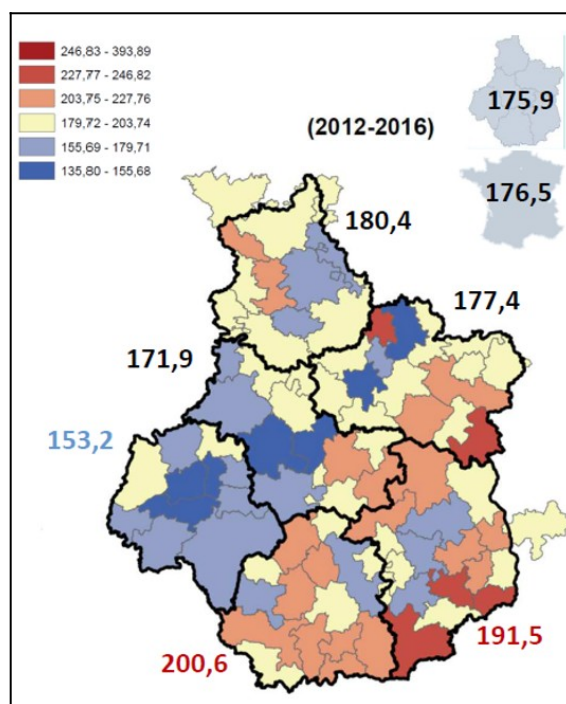
Les températures élevées favorisent la production d'ozone, et ce polluant est plus particulièrement présent en été. Les concentrations d'ozone sont ainsi plus importantes lors des journées chaudes et ensoleillées. De plus, les personnes peuvent passer plus de temps à l'extérieur lorsqu'il fait beau, et être ainsi plus exposées à l'ozone. Enfin, une co-exposition à l'ozone et à la température peut provoquer une réaction amplifiée de l'organisme par rapport à une exposition à un unique agent, en amplifiant des réactions inflammatoires. Ces facteurs peuvent contribuer à aggraver l'effet de l'ozone sur la santé lorsqu'il fait chaud.

Même à de faibles niveaux de concentration, une exposition sur plusieurs années à la pollution atmosphérique peut induire des effets sanitaires bien plus importants qu'à court terme. De nombreuses études montrent un rôle de la pollution atmosphérique sur la perte d'espérance de vie et la mortalité, mais également sur le développement de maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires et du cancer du poumon.

Les figures suivantes illustrent le taux standardisé de mortalité par maladies de l'appareil respiratoire et de l'appareil circulatoire pour 100 000 habitants en Région Centre-Val de Loire, toutes causes confondues sur la période 2012-2016.



Taux standardisé de mortalité par maladies de l'appareil respiratoire pour 100 000 habitants



Taux standardisé de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire pour 100 000 habitants

Selon la délégation départementale de l'ARS, il y a bien un lien entre ces taux de mortalité et le changement climatique.

23 Source : Santé Publique France, <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques>

4.5. Développement des espèces invasives et maladies vectorielles

Dans un contexte de changement climatique (augmentation des températures) et de mondialisation des échanges, les maladies vectorielles ont tendance à apparaître dans des secteurs géographiques épargnés jusqu'alors.

Le moustique tigre

Le moustique *Aedes albopictus* est un moustique d'origine tropicale, également appelé moustique tigre en raison des zébrures qui parcourent son corps effilé. Ce moustique peut, dans certaines conditions, transmettre à l'homme les virus du chikungunya, de la dengue et du Zika.

Le moustique tigre est installé depuis de nombreuses années dans les territoires ultra-marins. En métropole, il s'est développé de manière significative et continue depuis 2004, et est désormais présent dans 64 départements dont le Cher, l'Indre et l'Indre-et-Loire en région Centre-Val de Loire.²⁴

Sa capacité à être « vecteur » du chikungunya, de la dengue ou du zika, en fait une cible de surveillance prioritaire durant sa période d'activité, définie officiellement du 1^{er} mai au 30 novembre en métropole, mais constatée de manière effective de juin à novembre en Centre-Val de Loire.

Il se développe majoritairement en zone urbaine, terrain propice à sa reproduction et se déplace peu au cours de sa vie (quelques centaines de mètres autour de son lieu de naissance). Il "utilise" les transports routiers et ferroviaires pour se propager, et pond ses œufs au sec, dans des petits récipients (notamment les pneus usagés), ce qui explique sa diffusion rapide.

Ce moustique est particulièrement nuisible : ses piqûres interviennent principalement à l'extérieur des habitations, pendant la journée, avec un pic d'agressivité à la levée du jour et au crépuscule.

Le département du Cher ne compte, au 31/12/2020, qu'une seule commune colonisée par le moustique tigre, celle de Bourges.

Aucun traitement de lutte anti vectorielle n'a été déclenché en 2020 autour de nouveau foyer de colonisation.

Deux cas importés de dengue ont été identifiés dans le Cher en 2020. Le premier sur la commune de Vierzon, non colonisée et le second sur la commune de Bourges. Il s'agissait pour ce dernier d'un cas de Dengue importé de Guadeloupe.

Le moustique tigre est très présent dans le sud de la France, or en 2100 nous aurons des conditions de température proches dans le Cher, et donc une probabilité de développement de colonies de moustique tigre.

Les chenilles processionnaires

La processionnaire du pin est le principal défoliateur des pins, voire d'autres résineux, en France. La plupart du temps limitées aux lisières de peuplements, ses attaques peuvent être plus importantes en peuplements ouverts ou sur pins isolés. Elle n'engendre pourtant pas d'atteinte à la vitalité des arbres mais seulement une perte de croissance limitée lors des fortes attaques. Cette absence de risque de mortalité des arbres et son cantonnement à la lisière des peuplements fait de la processionnaire du pin un problème mineur pour la production forestière. La visibilité de ses nids et processions et son caractère urticant la rendent toutefois marquante pour le grand public.

²⁴ La liste des communes colonisées est actualisée quatre fois par an sur le site : https://signalement-moustique.anses.fr/signalement_albopictus/colonisees

L'urtication est due à une substance émise par les chenilles et contenue dans des poils microscopiques présents sur le dos de la chenille. Les poils peuvent être expulsés dans l'air par la chenille et il n'est donc pas nécessaire de toucher l'insecte pour être confronté au problème. Des poils restent présents dans les nids et sur les mues larvaires et ils sont très facilement disséminés par le vent.

Avec un développement intimement lié aux conditions climatiques, l'expansion de l'aire de répartition de la processionnaire du pin fait partie des indicateurs du changement climatique retenus par l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC).

Mais nous disposons de peu de données à l'échelle de la France, l'observatoire ayant été créé en 2021. Le site regroupant les informations disponibles est en cours de développement : <https://chenille-risque.info/> Le réseau FREDON, en charge de l'observation, n'a pas encore regroupé d'éléments de cartographie concernant cette problématique²⁵.

En synthèse

On observe une augmentation des vagues de chaleur ces dernières années dans le département, allant de pair avec une surmortalité de la population. La population du Cher sera exposée à des vagues de chaleur plus importante dans le futur (plus fréquentes et plus longues) qui impacteront sa santé.

Il en va de même avec les quantités de pollen dans l'air, qui augmentent et continueront d'augmenter dans le futur, aggravée par les canicules et les sécheresses. Il y a donc un risque d'aggravation des pathologies type allergies et asthme.

L'exposition à la pollution atmosphérique devrait augmenter provoquant un risque d'aggravation des pathologies cardiaques et respiratoires.

Le risque est accru dans le futur d'apparition de maladies vectorielles avec l'installation d'espèces porteuses, comme le moustique tigre, déjà présent dans le département du Cher.

²⁵ Source : ARS 18

5. Risques²⁶

Pris de manière indépendante, aucun événement ne peut être attribué en tant que tel au changement climatique. Toutefois, le changement climatique vient modifier la fréquence et l'intensité de certains phénomènes :

- la multiplication des épisodes de sécheresse pourrait intensifier les problèmes de retrait-gonflement d'argile ;
- concernant les pluies extrêmes, une tendance générale se dessine avec une augmentation de leur intensité, principalement en hiver, et une extension des zones impactées notamment vers le sud-est ou les Pyrénées ;
- les territoires exposés aux risques d'incendies de forêts devraient être plus étendus, couvrant une part importante des forêts des Landes (à l'horizon 2040) et de Sologne (à l'horizon 2060) ;
- la hausse du niveau de la mer devrait accélérer le recul du trait de cote. Cette élévation entraînera aussi l'apparition de zones de submersions marines permanente ainsi qu'une très forte augmentation de la fréquence des submersions marines temporaires²⁷.

En 2016, les risques climatiques concernent potentiellement six Français sur dix²⁸. Depuis 2013, le Service des données et études statistiques (SDES) du Commissariat général au développement durable met à jour annuellement l'indicateur d'exposition des populations aux risques climatiques. Cet indicateur intègre les risques naturels susceptibles d'être directement ou indirectement influencés par le changement climatique, à savoir les inondations, les mouvements de terrain, les cyclones et tempêtes, les feux de forêt et les avalanches.

Les 28 657 communes exposées aux risques naturels de type climatique peuvent être classées en six catégories de territoires, homogènes en termes d'exposition aux risques climatiques²⁹ :

- vulnérabilité aux inondations et mouvements de terrain ;
- vulnérabilité aux mouvements de terrain et feux de forêt ;
- vulnérabilité aux feux de forêts, inondations et mouvements de terrain ;
- vulnérabilité aux avalanches ;
- vulnérabilité aux ouragans ;
- territoires peu vulnérables.

L'ampleur des risques encourus dans ces six types de territoires est tributaire des choix réalisés en matière de développement et d'aménagement, notamment au niveau local, au regard de la vulnérabilité de ces zones et des enjeux exposés (population, industrie, commerce, patrimoine, etc.

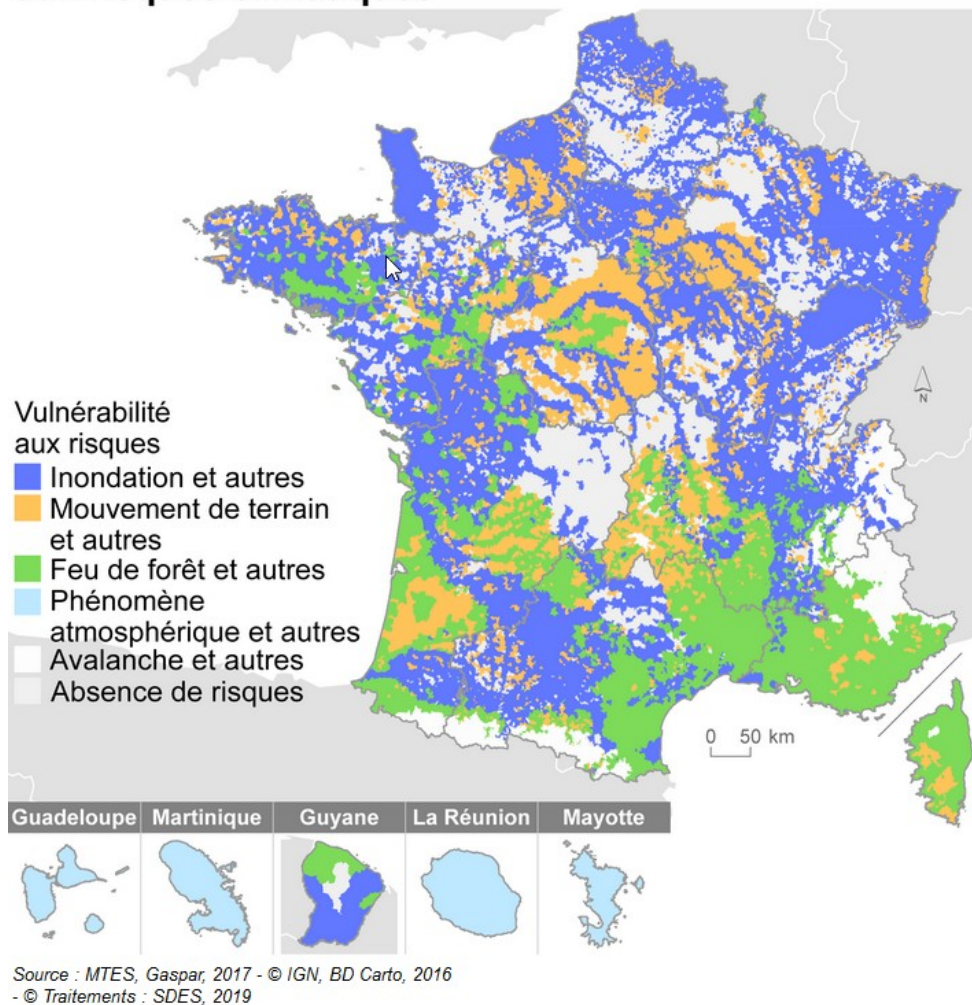
26 Un événement potentiellement dangereux, n'est un risque que s'il s'applique à une zone où des enjeux humains, économiques ou environnementaux sont en présence. Le risque est donc la confrontation d'un aléa (phénomène naturel ou lié à l'activité humaine) avec des enjeux (ensemble des personnes et des biens pouvant être affectés par un phénomène) - Portrait du Cher « Risques » - <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Risques>

27 <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/thematiques/risques-naturels>

28 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/datalab-essentiel-202-risques-climatiques-janvier2020.pdf>

29 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/methodologie-risques-climatiques.pdf>

Typologie de la vulnérabilité des territoires aux risques climatiques



Entre 1900 et 2017, 180 événements naturels dommageables ont affecté la France. Neuf événements sur dix sont liés aux conditions climatiques. Environ deux tiers des phénomènes climatiques correspondent à des inondations et un cinquième relève de phénomènes atmosphériques (cyclone, ouragan, tempête). Avec plus de 23 000 communes déclarées à risque inondation, plus de la moitié de la surface de la France se trouve ainsi exposée à cet aléa. Pour autant, l'essentiel des victimes (85 %) résulte des vagues de chaleur (la canicule durant l'été 2003 a causé 15 000 décès en métropole)³⁰.

Parmi l'ensemble des événements naturels dommageables (y compris événements telluriques), plus des deux tiers sont dits « très graves » car, ils ont causé soit au moins 10 morts, soit plus de 30 millions d'euros (M€) de dommages matériels. Leur fréquence annuelle a presque quadruplé ces deux dernières décennies par rapport aux quatre précédentes. Elle passe d'un événement par an entre 1950 et 1996, à 3,6 sur la période allant de 1997 à 2017.

L'analyse par aléa met en évidence la prédominance des inondations et des mouvements de terrain, qui concernent respectivement 64 % et 55 % des communes françaises. Suivent les feux de forêts (19 %) et les avalanches (2 %).

³⁰ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/datalab-essentiel-202-risques-climatiques-janvier2020.pdf>

5.1. Feux de forêts

Vulnérabilité³¹

La proportion du territoire régional couverte par des zones forestières (taux de boisement) est de 26 %. Il est de 26 % pour le département du Cher. 80 % des arbres sont des feuillus et 55 % du total sont des chênes.³²



L'aléa feu de forêt correspond à la sensibilité naturelle d'une zone donnée à ce qu'un feu se déclare influencé par l'impact des activités humaines. La caractérisation de l'aléa naturel retenue dans l'Atlas du risque feux de forêt en Centre-Val de Loire est basée sur la sensibilité naturelle au feu des formations végétales qui tient compte de leur capacité d'inflammation et de combustion :

Formation végétale

	Sensibilité au feu
Landes	Fort
Forêt de conifères	Fort
Forêt mélangée de conifères et feuillus	Moyen
Forêt de hêtre, châtaignier ou robinier	Moyen
Forêt d'autres feuillus	Faible
Forêt ouverte de conifères	Moyen
Forêt ouverte mélangée de conifères et feuillus	Faible
Forêt ouverte de feuillus	Faible

31 Atlas régional du risque feux de forêt : https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/atlas_du_risque_feux_de_foret_en_centre-val_de_loire_v2021-11.pdf

32 Atlas régional du risque feux de forêt : https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/atlas_du_risque_feux_de_foret_en_centre-val_de_loire_v2021-11.pdf

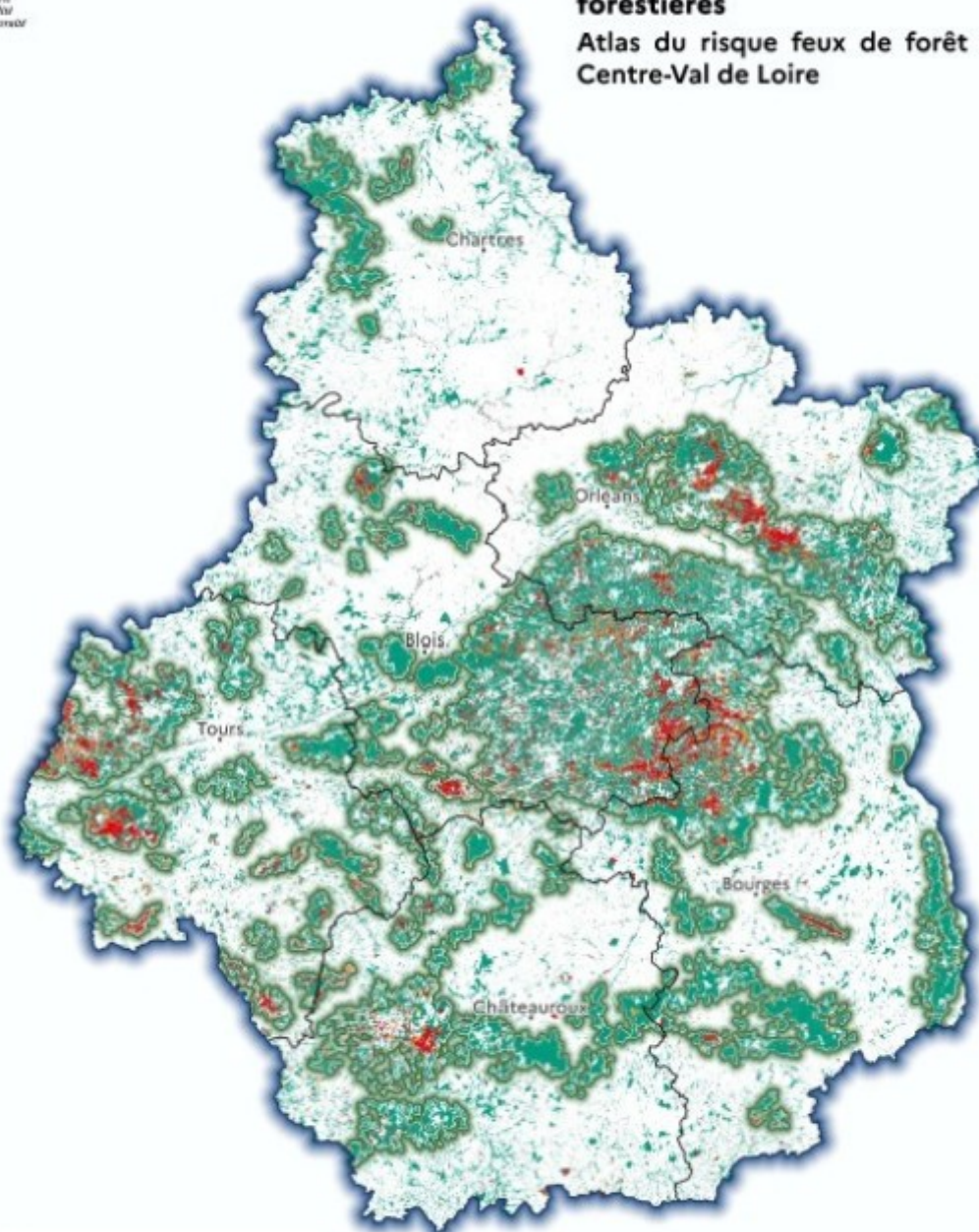
Dans le Cher, la zone la plus sensible (aléa fort sur une surface importante) est la Sologne.


**PRÉFÈTE
DE LA RÉGION
CENTRE-VAL
DE LOIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement

Sensibilité au feu des formations forestières

Atlas du risque feux de forêt en
Centre-Val de Loire



Sensibilité au feu

-  Fort
-  Moyen
-  Faible

 Limite des massifs forestiers



Sources : © IGN-BD Forêt V2®, DREAL CVL
Réalisation : SEBRiNaLIMRN, avril 2021

Les activités humaines à l'origine de départs de feux sont multiples, notamment à proximité des réseaux de communication, dans les zones urbaines ou proches des activités agricoles. Jusqu'à 90 % des feux sont dus aux activités humaines. Les travaux agricoles et forestiers (projections de silex lors des moissons, éclats métalliques, courts-circuits électriques), les voies ferrées (frottement sur rail, freinage) et réseaux électriques (arcs électriques) peuvent conduire à des étincelles. Les véhicules arrêtés sur le bas-côté (pot d'échappement brûlant), mégots de cigarettes, cendres de feux de bivouac ou de barbecue peuvent aussi être à l'origine de départs de feux, tout comme les actes de malveillance.

Les analyses conduites dans l'atlas régional permettent de caractériser l'impact des activités humaines suivant le type d'activité et la fréquentation des routes de manière homogène jusqu'à 200 m de distance. En dehors des massifs forestiers, notamment en aléa moyen, l'activité agricole est très fortement représentée dans la région. Ces espaces sont les plus exposés aux départs de feux de toutes origines humaines.

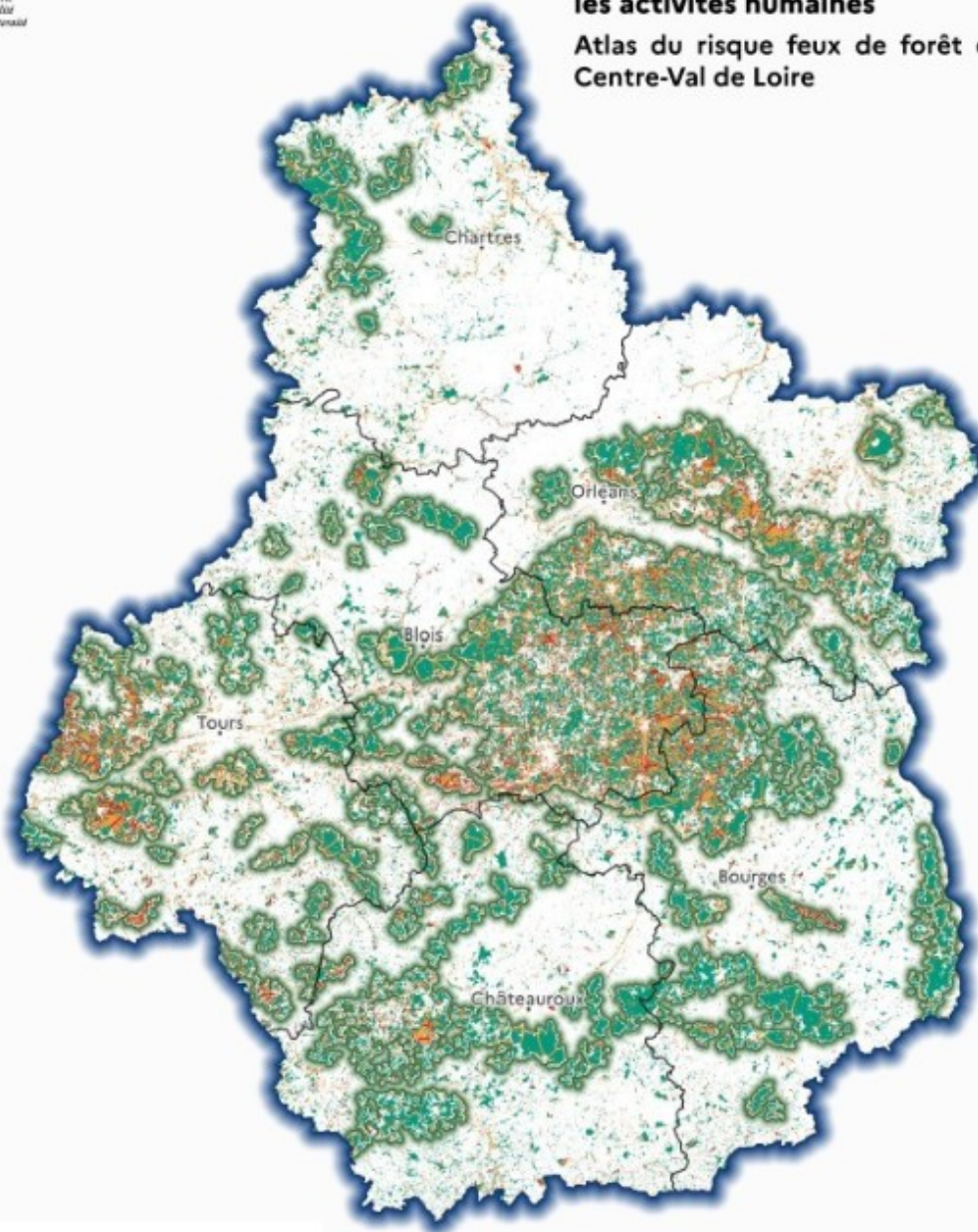
L'aléa induit est obtenu en croisant l'aléa naturel avec le risque de départ de feu lié aux activités humaines suivant la matrice ci-dessous :

		Probabilité de départ de feux			
Aléa induit		Absence	Faible	Moyen	Fort
Aléa naturel	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Moyen	Faible	Moyen	Moyen	Fort
	Fort	Moyen	Moyen	Fort	Fort

Un secteur en forte sensibilité naturelle ressort tout particulièrement dans l'aléa induit au niveau du département du Cher : la Sologne. Les habitats denses étant plutôt éloignés de la forêt ont finalement un faible impact sur la carte d'aléa induit. En revanche, les jonctions entre les villages représentent un aléa induit fort. De nombreux bosquets isolés, hors massifs, deviennent également à aléa induit moyen ou fort du fait des différentes activités. Leur faible étendue représente cependant un enjeu moindre.


Aléa feux de forêt induit par les activités humaines

Atlas du risque feux de forêt en
Centre-Val de Loire



Aléa induit

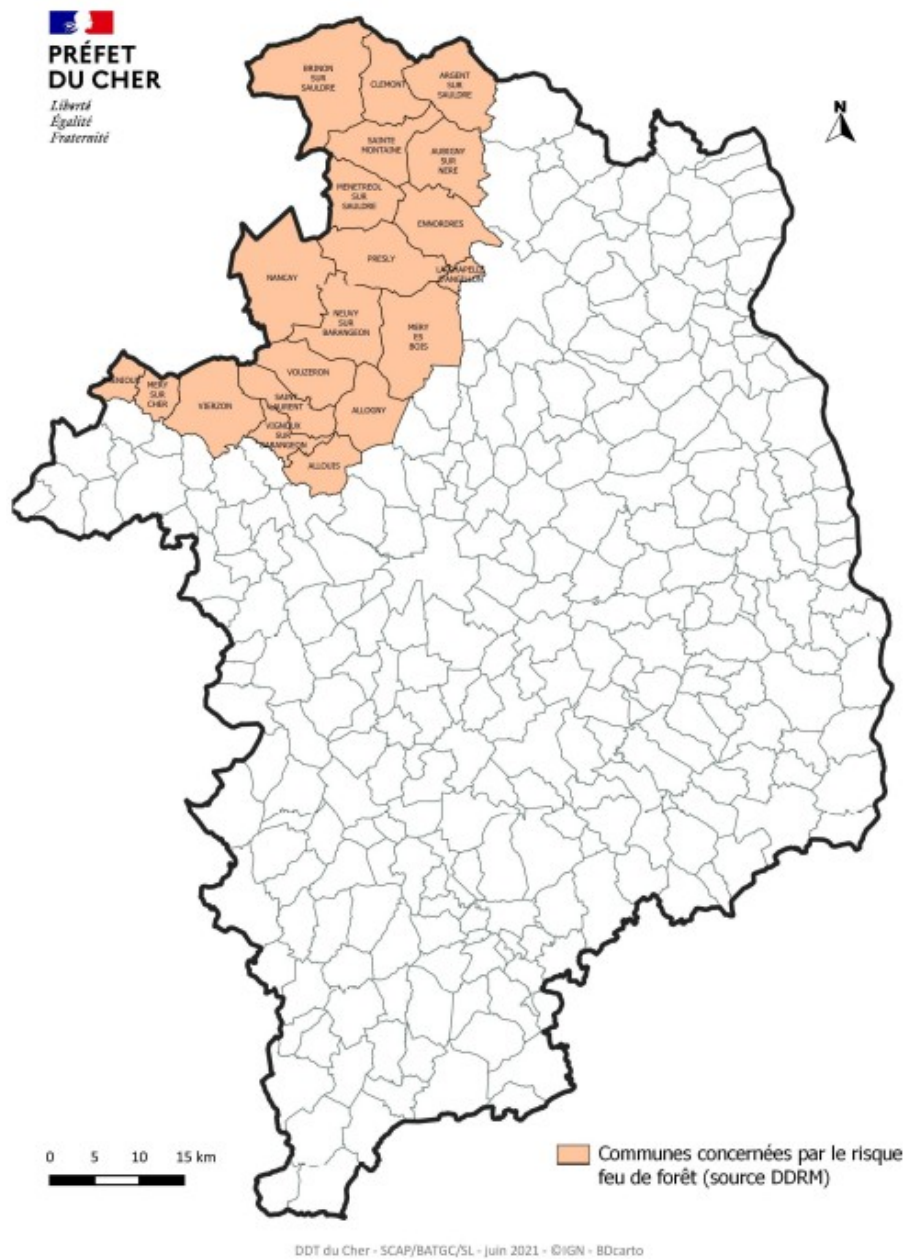
-  Faible
-  Moyen
-  Fort

 Limite des massifs forestiers



Sources : © IGN-BD Forêt V2®, BDTOPO,
DREAL CVL
Réalisation : SEBRINA\MRN, avril 2021

20 communes sont particulièrement exposées, essentiellement en Sologne.³³



33 Source : Portrait du Cher « risques », <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Risques>

Le risque d'incendie de végétation combine le danger météorologique d'incendies (conditions météorologiques), l'état de la végétation (mortalité, débroussaillage, etc.) mais aussi le comportement humain car plus de 90 % des incendies de végétation est d'origine anthropique. L'indice forêt météo (IFM)³⁴ met en évidence l'évolution du danger météorologique.

Actuellement, le nombre annuel moyen de jours avec un danger météorologique d'incendie élevé (IFM>40) est faible dans la plus grande partie du pays. Ce niveau d'indice IFM se retrouve principalement dans le Sud-Est, pendant 10 à 50 jours en moyenne chaque année. En région Centre-Val-de-Loire, il est atteint entre 3 et 6 jours en moyenne par an.

Toutefois, certaines années récentes se sont distinguées par leurs saisons estivales chaudes et sèches. Ce fut notamment le cas de 2019 et 2020 où l'indice IFM>40 a été atteint entre 10 et 40 jours en Centre-Val-de-Loire.

Constats

Avec un climat plus humide que celui du sud de la France, la région Centre – Val de Loire présentait jusqu'à maintenant un faible risque « feux de forêts ».

Au cours des dernières années, la région a subi plusieurs sécheresses au cours desquelles plusieurs départs de feux ont été constatés dont trois ont brûlé plus de 70 ha de forêt. En 2020, pour la première fois, des avions bombardiers d'eau ont été mobilisés sur l'un des incendies de la région. Malgré son hétérogénéité de remplissage en Centre-Val de Loire, la base de données sur les incendies de forêts en France (BDIFF) permet de constater un nombre de plus en plus important de départs de feux dans la région. Le réchauffement climatique augmente la fréquence des étés secs et chauds favorables aux incendies, et rend nécessaire la mise en place d'actions de prévention.³⁵

Incendies feux de forêt dans le Cher entre 2009 et 2014

Source : base des incendies feux de forêt (BDIFF) – DDT18

Année	Commune	Surface brûlée (m2)	Surface forêt (m2)
2009	Nançay	66000	66000
2009	Méry-ès-Bois	100030	100030
2009	Brinon-sur-Sauldre	13000	13000
2010	Chezal-Benoît	20000	20000
2010	Vignoux-sur-Barangeon	14000	14000
2010	Argent-sur-Sauldre	10000	10000
2010	Primelles	55000	55000
2011	Allogny	67000	67000
2011	Vouzeron	1000	1000
2011	Presly	1600	1600
2011	Nançay	11200	11200
2011	Sainte-Montaine	1100	1100
2011	Saulzais-le-Potier	15000	15000
2012	Nançay	1500	1500
2012	Ménétréol-sur-Sauldre	5000	5000
2012	Mareuil-sur-Arnon	300	100
2012	Saint-Florent-sur-Cher	8000	6000
2012	Presly	23300	23300
2013	Villeneuve-sur-Cher	19500	19500

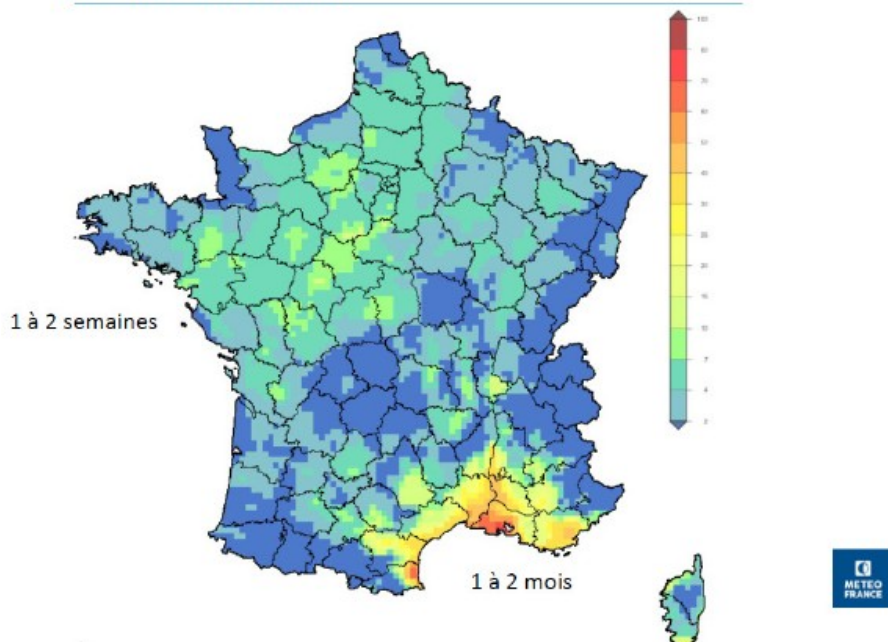
34 L'Indice forêt météo (IFM) permet d'estimer le danger météorologique de feux de forêts en tenant compte de la probabilité de son éclosion et de son potentiel de propagation. Il est utilisé aujourd'hui dans la plupart des pays. Cet indice est calculé à partir de données météorologiques simples : température, humidité de l'air, vitesse du vent et précipitations. Il est calculé quotidiennement par Météofrance. Les projections climatiques permettent, quant à elles, d'étudier son évolution à plus long terme.

35 Atlas régional du risque feux de forêt : https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/atlas_du_risque_feux_de_foret_en_centre-val_de_loire_v2021-11.pdf

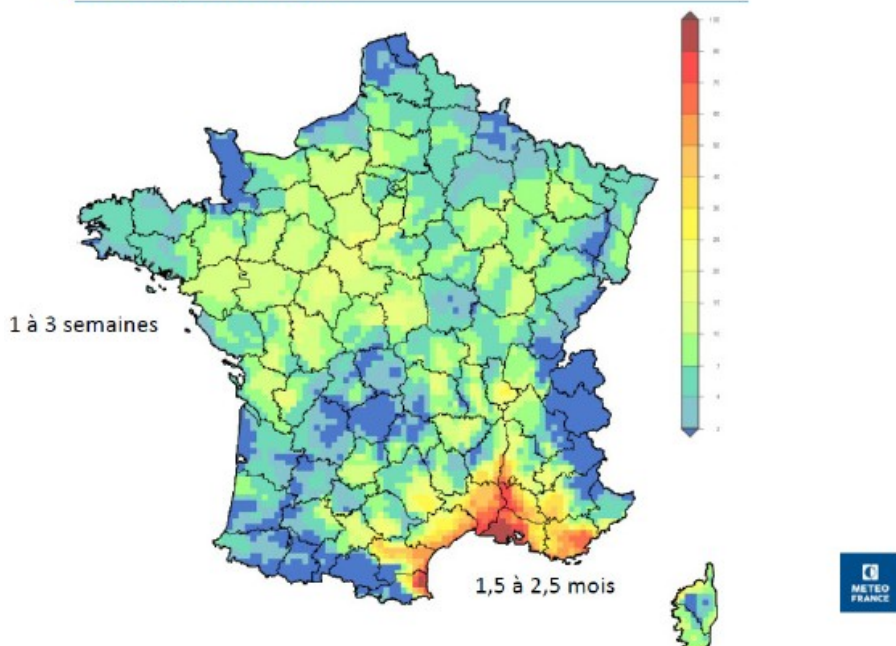
Projections

L'impact du changement climatique sur le danger météorologique d'incendies se traduira par une augmentation importante du nombre de jours à IFM élevé. À l'échelle de notre région, selon les projections effectuées par Météo France, ce seuil pourrait être atteint pendant 1 à 2 semaines à un horizon proche (moyenne simulée sur 2031-2050), pendant 1 à 3 semaines à un horizon moyen (moyenne simulée sur 2051-2070) et pendant 2 à 4 semaines à un horizon lointain (moyenne simulée sur 2081-2100). Cela signifie donc que la situation exceptionnelle que notre région a connue en 2019 en termes de danger météorologique d'incendie pourrait devenir la norme à la fin du siècle.

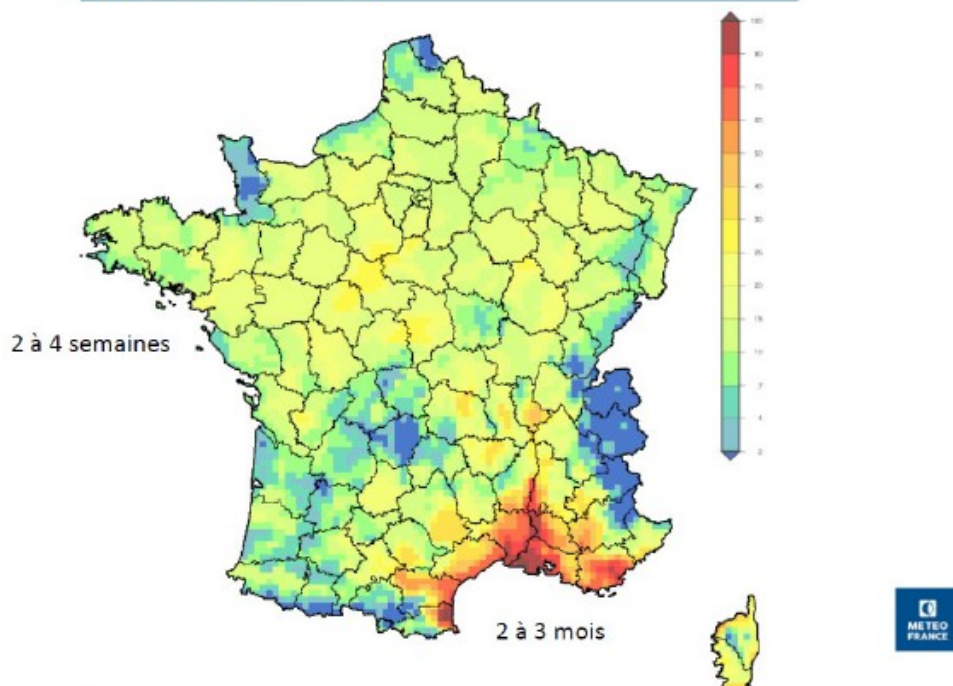
Nbre de jours avec IFM>40 – Moyenne annuelle
Horizon Proche 2031-2050



Nbre de jours avec IFM>40 – Moyenne annuelle
Horizon Moyen 2051-2070



Nbre de jours avec IFM>40 – Moyenne annuelle
Horizon Lointain 2081-2100



Ces simulations d'impact du changement climatique sur l'IFM s'avèrent quasiment identiques, à l'échelle de la région Centre-Val-de-Loire, qu'elles soient basées sur le scénario socio-économique intermédiaire ou pessimiste du GIEC.

Les moyens de prévention et de lutte anti-incendie vont devoir totalement changer d'échelle dans les trente ans qui viennent pour faire face à cette hausse du niveau de risque, tout particulièrement dans des départements où la culture du risque incendie n'existe pas encore.³⁶

5.2. Retrait-gonflement d'argiles – mouvements de terrain³⁷

Il peut y exister plusieurs types de mouvements de terrain (affaissement de sol et effondrement, écoulement et chutes de blocs, érosion, glissement de terrain). Le Cher, est concerné essentiellement par le risque mouvement par tassements différentiels et retrait gonflement des argiles.

Le retrait-gonflement des sols argileux est un phénomène naturel dû pour l'essentiel à des variations de volume de sols argileux sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. Ces variations de volume, hétérogènes au niveau du sol d'assise des bâtiments, se traduisent notamment, en période de sécheresse, par des tassements différentiels de nature à provoquer des désordres affectant principalement le bâti individuel, mais également les chaussées routières et certains ouvrages enterrés (canalisations)³⁸.

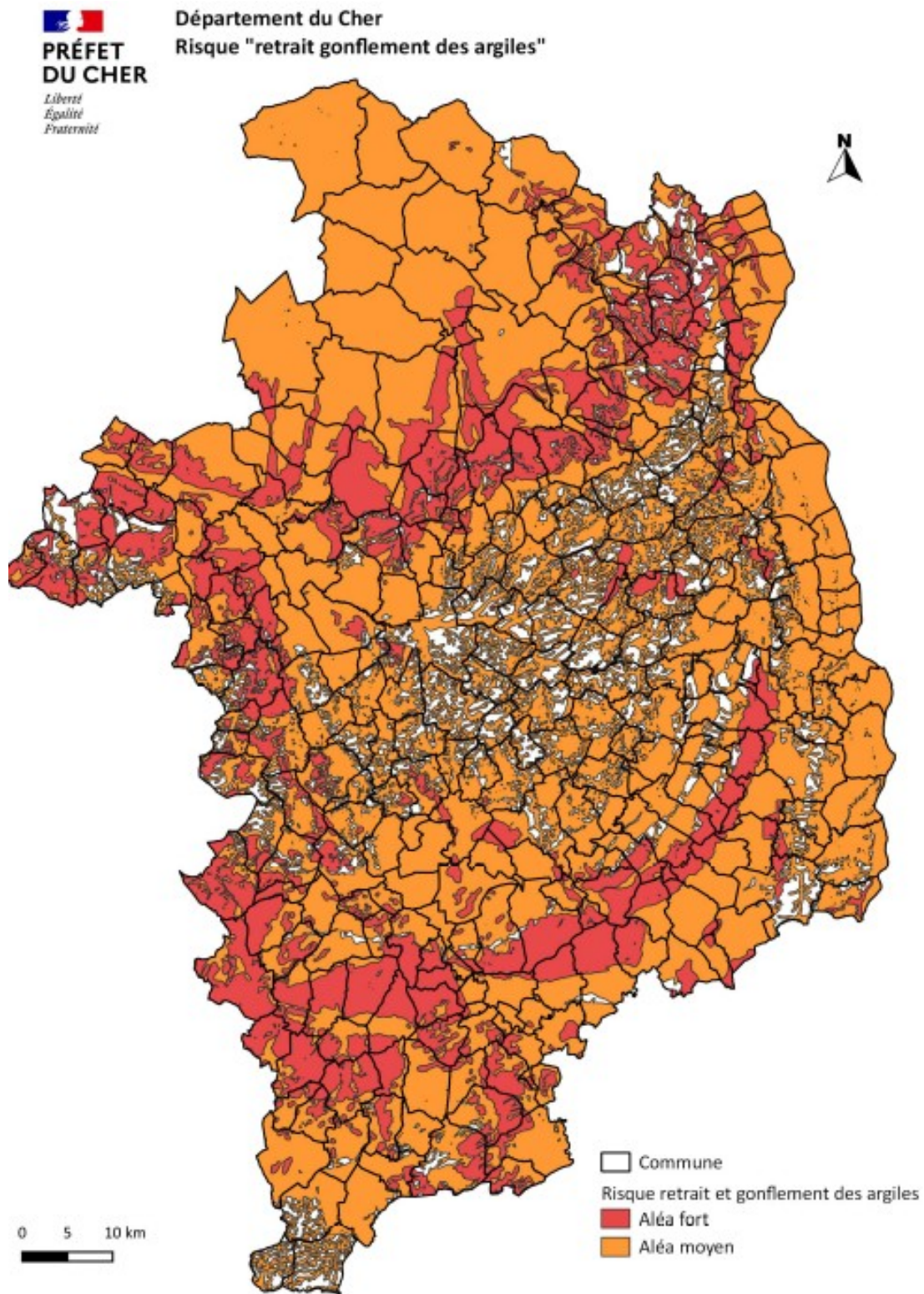
³⁶ <https://www.senat.fr/rap/r18-511/r18-5111.pdf>

³⁷ Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Il est notamment provoqué par le retrait-gonflement des argiles. Les sols argileux sont propices au retrait-gonflement. Ce phénomène est lié aux variations de la teneur en eau du terrain : lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : le retrait, un nouvel apport d'eau entraîne ensuite un gonflement. Les retraits-gonflements successifs engendrent des dommages sur les bâtiments notamment - Portrait du Cher « Risques » - <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Risques>

³⁸ <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-56771-FR.pdf>

Vulnérabilité

Toutes les communes du Cher sont concernées par la vulnérabilité au risque retrait-gonflement d'argiles / mouvements de terrain, à des niveaux différents.



DDT du Cher - SCAP/BATGC/SL - juin 2021 - source BRGM - ©IGN - BDcarto

Constats

Les périodes de sécheresse entraînent une augmentation du phénomène et du nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle en France. C'est notamment le cas en 2003, et plus récemment en 2019 et 2020.

Dans le Cher, 249 communes sur 287 ont fait l'objet au moins d'un arrêté portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle depuis 1982, soit 86,7 % des communes du département soumises à ce risque.

On observe un accroissement de la prise de ces arrêtés concernant le retrait gonflement d'argile depuis 1989 dans le département, notamment sur la dernière décennie (2012/2021), comme le montrent le tableau et les cartes suivantes.

	Jusqu'en 1991			1992-2001							2002-2011					2012-2021				
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	2002	2003	2006	2009	2011	2016	2017	2018	2019	2020
Nbr arrêtés	96	2	37	11	9	3	2	6	9	4	25	19	17	6	75	14	5	197	191	63
Total période	135			44							142					470				

À noter : chaque année, un seul arrêté par commune a été pris, le nombre d'arrêtés correspond donc au nombre de communes concernées dans le département.

En 1989, un épisode de sécheresse exceptionnellement long, commencé au mois de septembre 1988, affecte sévèrement la France jusqu'à l'automne 1990. L'année 1989 est l'une des plus chaudes depuis les années 1950 avec une température moyenne de 12,7 °C, soit 1,4°C au-dessus de la normale de l'époque. Un fort déficit de pluviométrie affecte la totalité du pays : le record des faibles précipitations de la sécheresse de 1975-1976 est approché sans être atteint : 598 mm en 1988-1989 contre 590 mm en 1975-1976 (année de sécheresse qui fait référence)³⁹.

2011 est l'année la plus chaude depuis 1900 avec une température moyenne annuelle supérieure de 1,5 °C à la normale. L'année 2011 est aussi l'une des plus sèches avec un cumul de pluie déficitaire de 17 % par rapport à la moyenne de référence (1971-2000)⁴⁰.

Au cours de l'année 2018 un nouveau phénomène intense de retrait et gonflement des argiles a lieu. La sécheresse ne débute qu'à l'été et résulte de très faibles précipitations et d'épisodes de fortes chaleurs. Le déficit de précipitations a été important, allant jusqu'à 70 % par rapport à la normale (moyenne calculée sur la période 1981-2010) au cours du mois de septembre⁴¹.

L'année 2019 est marquée par un hiver globalement plus sec que la moyenne et un printemps situé dans les normales. Comme en 2018, le phénomène s'est intensifié au fil des mois avec un été très sec jusqu'à la mi-septembre. Le déficit de précipitations a été important à l'échelle nationale, estimé à 20 % en moyenne et allant jusqu'à 75 % localement du Limousin à la Bourgogne (moyenne calculée sur la période 1981-2010). Dans l'Allier, le Puy-de-Dôme, le Cantal, la Loire, la Haute-Loire, la Creuse et le Cher, les précipitations sont inférieures à 50 mm. Ce déficit tout au long de l'année sur ces régions, excepté au cours du mois de juin sur le Val-de-Loire et le Limousin, explique qu'une sécheresse hydrologique importante s'est maintenue durablement dans les régions du centre de la France toute l'année⁴².

2020 a été une année de sécheresse de grande ampleur, pour la troisième année consécutive, avec une température moyenne mensuelle supérieure aux normales 1981-2020 neuf mois sur

39 https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/001604_secheresse-de-1989-en-france#

40 https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/001874_secheresse-de-2011-en-france?p_l_back_url=%2F Recherche%3Fp_l_back_url%3D%252F Recherche%253Fq%253Ds%2525C3%2525A9cheresse%252B2020%26q%3D2011

41 https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/002104_s%C3%A9cheresse-2018-en-france?p_l_back_url=%2F Recherche%3Fp_l_back_url%3D%252F Recherche%253Fq%253D2011%26q%3D2018

42 https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/-/002111-s%C3%A9cheresse-2019-en-france?p_l_back_url=%2F Recherche%3Fp_l_back_url%3D%252F Recherche%253Fq%253Ds%2525C3%2525A9cheresse%252B2020%26q%3D2019

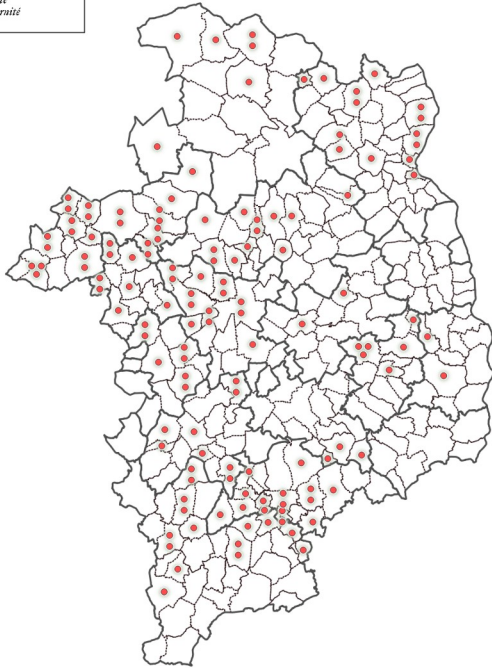
douze. Cela a été de pair avec un déficit de précipitations de janvier à août. L'épisode 2020 se caractérise par un hiver (janvier-mars) contrasté en termes de précipitations tout en étant extrêmement doux. L'été, particulièrement les mois de juillet et août, a connu d'importants déficits de précipitations, enfin le mois de novembre est atypique par son caractère chaud et sec, unique cas documenté depuis 1959⁴³.

On constate donc dans le département du Cher un impact du changement climatique sur le risque retrait-gonflement des argiles / mouvement de terrain, avec une aggravation des phénomènes ces dernières années.

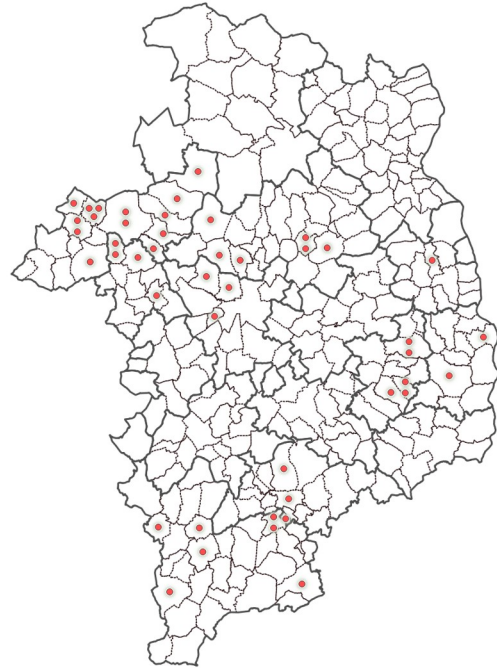
43 <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/368920/Bilan+Cat+Nat+1982-2020.pdf/22925938-97e6-4ad4-df6a-f47aed6b3135?t=1623850155584>

Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle
Mouvements de terrain

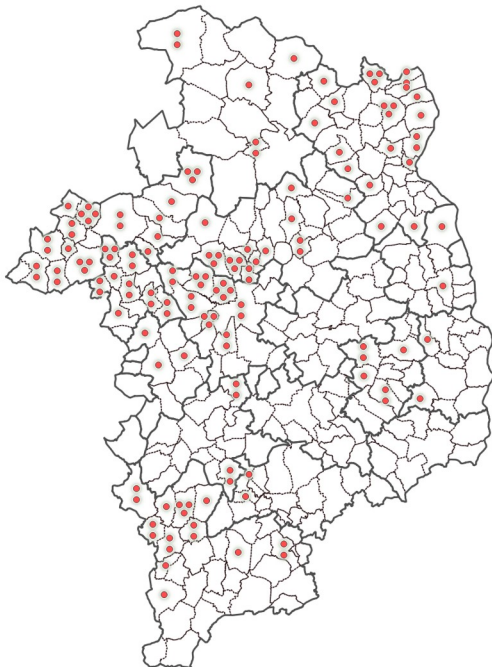

**PRÉFET
DU CHER**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



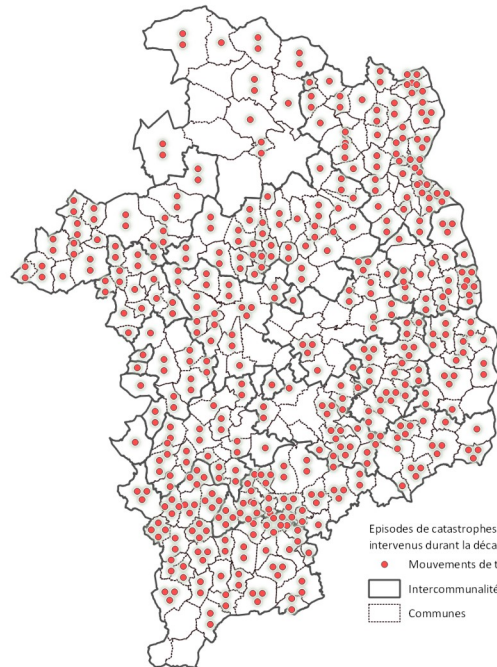
1982 - 1991



1992 - 2001



2002 - 2011



Episodes de catastrophes naturelles
intervenues durant la décennie
● Mouvements de terrain
▭ Intercommunalités
▭ Communes

DDT du Cher - SCAPS/BDIG - 26.04.22 - 220210_Feux_et_Catnat_3.qgs

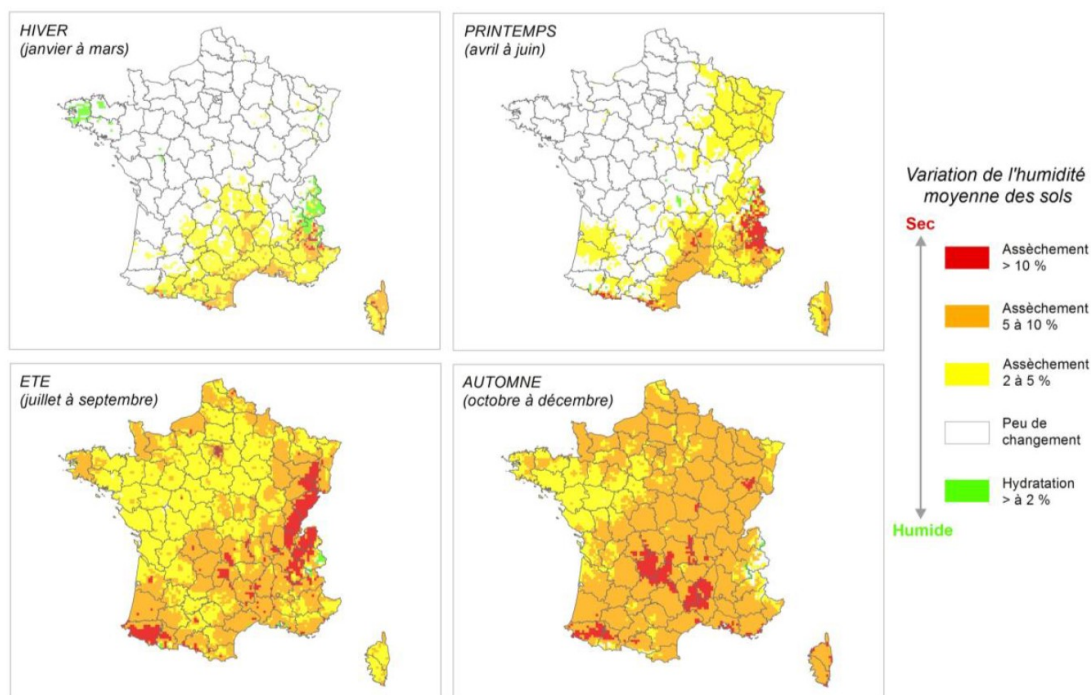
Projections

Actuellement, l'ensemble des simulations climatiques réalisées, notamment dans le cadre du GIEC, se sont accordées sur une grande probabilité que la France connaisse, à l'horizon 2100, des étés plus secs associés à des températures plus élevées. Dans la mesure où les phénomènes météorologiques exceptionnels, et en particulier les périodes de sécheresse inhabituelle, constituent le principal facteur de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement, celui-ci devrait augmenter fortement, avec des conséquences sur le bâti et certaines infrastructures. Le changement climatique devrait donc entraîner une augmentation des coûts moyens annuels des dommages imputables au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux variables selon l'hypothèse de changement climatique retenue⁴⁴.

Selon la contribution du BRGM pour le « [Rapport d'information fait au nom de la mission d'information sur la gestion des risques climatiques et l'évolution de nos régimes d'indemnisation](#) » du Sénat (2019), « les projections montrent qu'une sécheresse comme celle de 2003 ayant généré de nombreux sinistres liés au retrait des argiles, qui était rare à l'époque, pourrait devenir extrêmement fréquente avant la fin du XXI^e siècle. Une période de retour de 3 ans pour ce type de sécheresse estivale est envisageable ».

L'étude menée par la Caisse Centrale de Réassurance et Météo France a permis la production de cartes sur l'évolution de l'humidité des sols (scénario RCP 8.5 et 4.5) pouvant donner une idée de l'impact futur de l'assèchement des sols dans le Cher. L'impact serait plus important en été et à l'automne selon le scénario RCP 8.5 et très faible selon le scénario RCP 4.5.

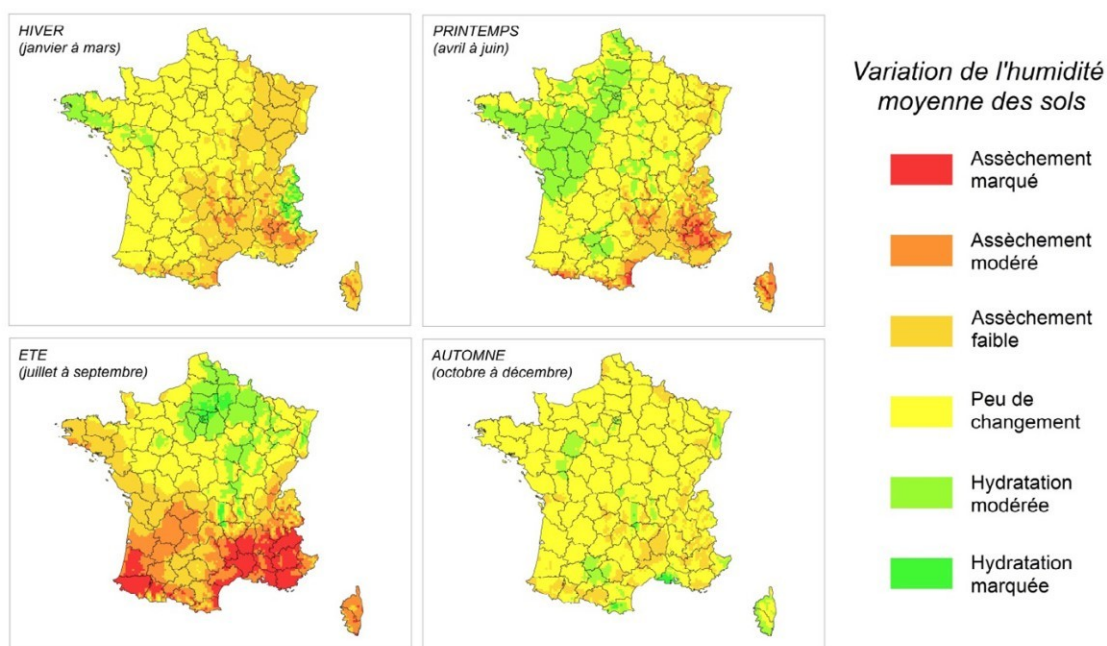
Carte de l'évolution de l'humidité des sols à climat futur en comparaison du climat actuel (en 2050, selon le scénario RCP 8.5)⁴⁵



44 <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-56771-FR.pdf>

45 La carte est disponible en ligne : <https://www.senat.fr/rap/r18-628/r18-6282.html#fn84> ou dans le rapport « Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à l'horizon 2050 » (CCR et Météo France, 2018) : <https://www.ccr.fr/documents/35794/35836/Etude+Climatique+2018+version+complete.pdf/6a7b6120-7050-ff2e-4aa9-89e80c1e30f2?t=1536662736000>

Carte de l'évolution de l'humidité des sols à climat futur en comparaison du climat actuel (en 2050, selon le scénario RCP 4.5⁴⁶)



5.3. Inondations⁴⁷ et coulées de boue

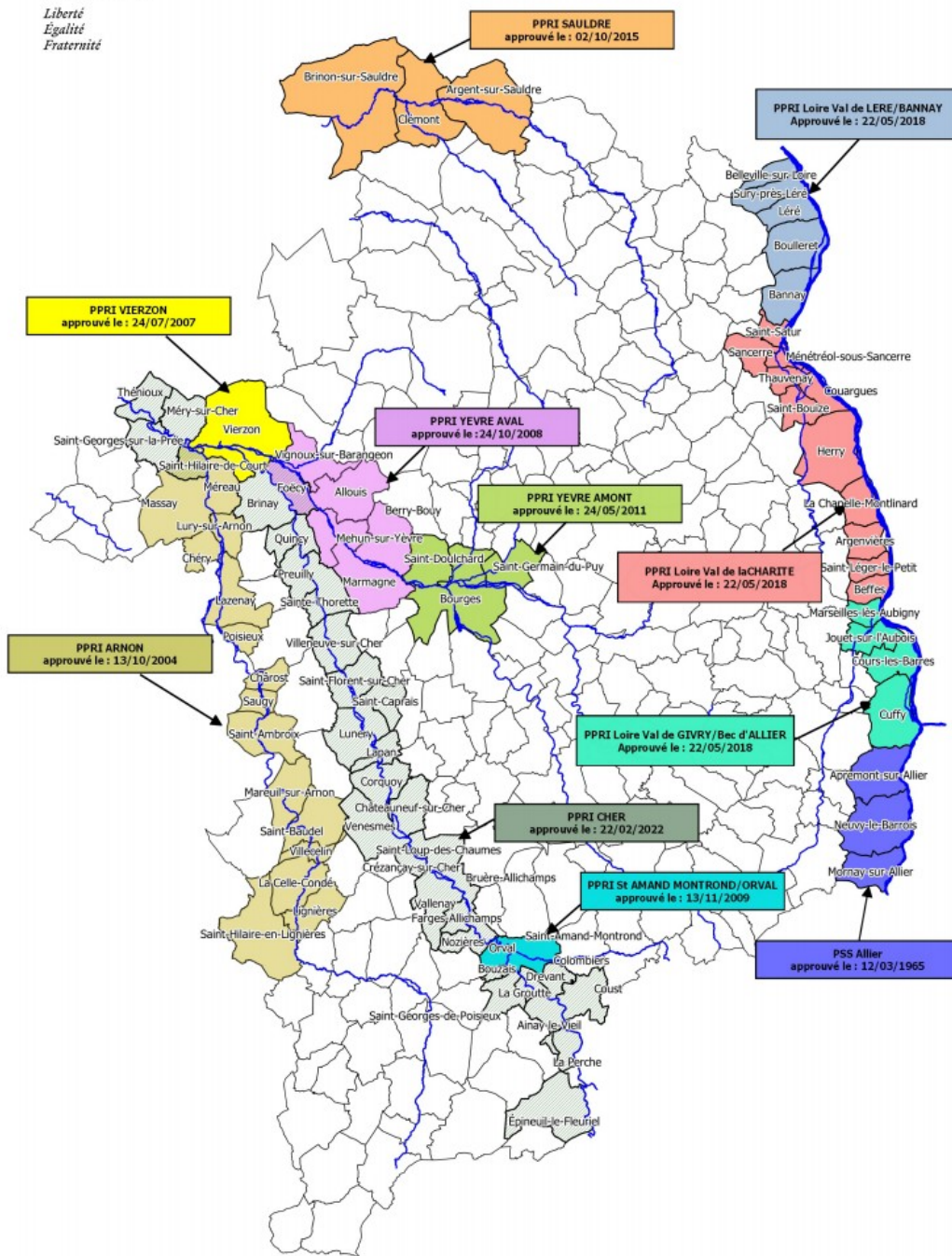
Vulnérabilité

Dans le Cher, 83 communes sont couvertes par un plan de prévention du risque (PPR) inondation, 24 communes par un PPR inondation et coulées de boues, 10 communes par les 2 types de PPR. 97 communes sur 287 sont donc soumise à ce risque, soit 33,8 % (tous types d'inondation confondus).

46 CCR (2015), « Modélisation de l'impact du changement climatique sur les dommages assurés dans le cadre du régime Catastrophes Naturelles » : <https://www.ccr.fr/documents/35794/35836/Etude+climat.pdf/18d0afb3-0a2c-40a7-a5ca-8a10c570168e?t=1455202610000>

47 L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Elle correspond aux débordements des eaux lors d'une crue - Portrait du Cher « Risques » - <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Risques>

**PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Etat d'avancement des PPR inondation**

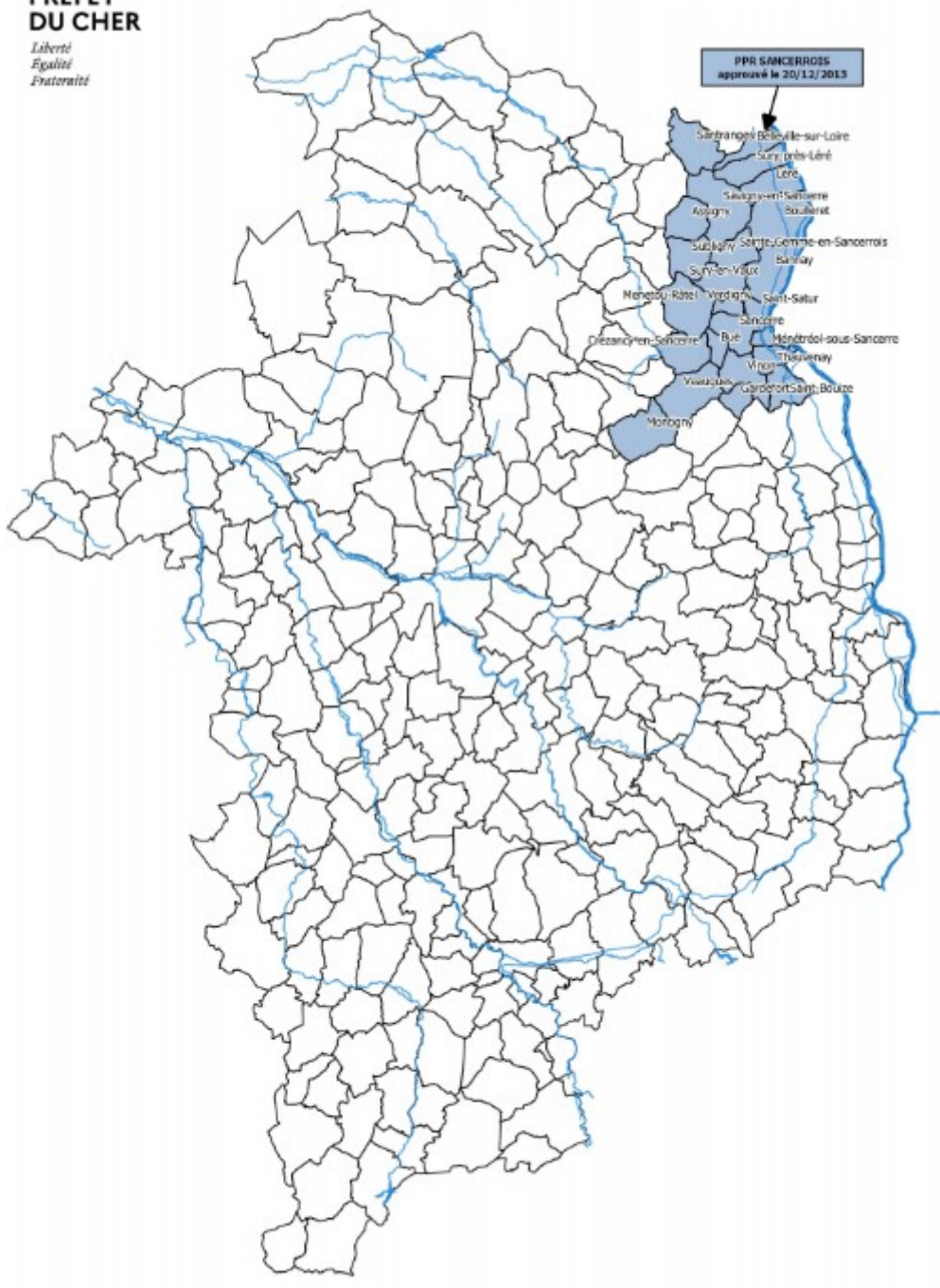


DDT 18 - SER/BPR - février 2022 - © IGN : BD topo

Le plan de prévention des risques inondation par ruissellement et coulées de boue a été prescrit en raison du grand nombre d'événements météorologiques ayant entraîné des désordres dans le Sancerrois et le nord-est du département.



PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Etat d'avancement des PPR inondation par ruissellement et coulées de boue



DDT 18- SER/BPR - mars 2021 - © IGN : BD topo

Constats

Depuis 1982, la fréquence des accidents très graves liés aux inondations surclasse celle des autres événements en France. Cette recrudescence s'explique par l'accroissement de l'urbanisation dans les zones inondables et, *de facto*, des enjeux socio-économiques susceptibles d'être affectés lors d'un événement⁴⁸.

Au total dans le Cher depuis 1982, 192 communes sont concernées par au moins un arrêté portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle inondation et coulées de boues, soit 66 % des communes.

Toutes les communes du Sancerrois du nord-est du département ont été concernées au moins une fois par des inondations par coulées de boues depuis 1982, certaines jusqu'à sept fois (Ménétréol-sous-Sancerre). Ce phénomène est en baisse sur la dernière décennie (certainement due à la mise en place de solutions par les acteurs concernés). On ne peut ainsi pas conclure quant à un lien entre ce phénomène et le changement climatique dans le Sancerrois.

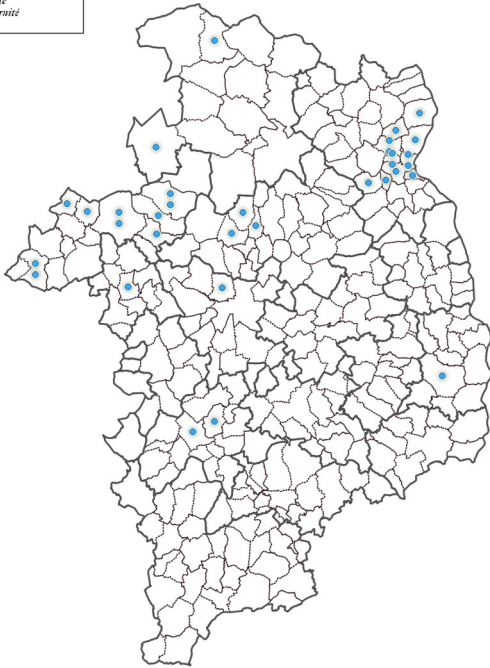
Après une forte augmentation de la prise d'arrêtés dans les années 1990, et une moindre quantité, à l'exception du Sancerrois, dans les années 2000, on observe à nouveau une augmentation du nombre d'arrêtés sur les dix dernières années (2012-2021), comme le montrent les cartes suivantes.

Il n'est cependant pas possible de faire un lien direct entre changement climatique et évolution des arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle inondation et coulées de boues dans le Cher.

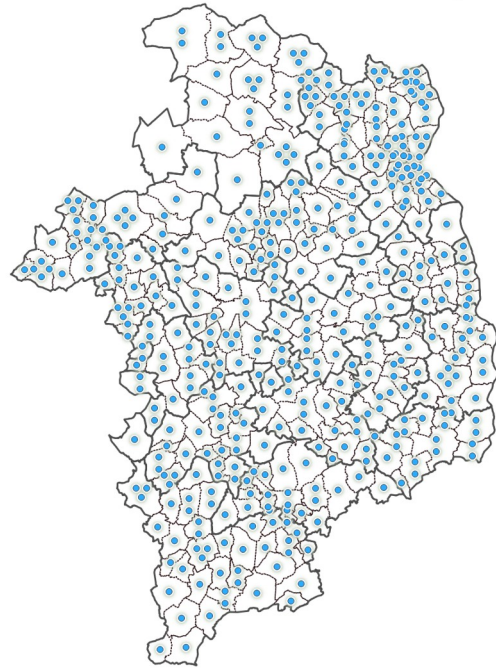
48 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/datalab-essentiel-202-risques-climatiques-janvier2020.pdf>

Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle
Inondations et coulées de boues

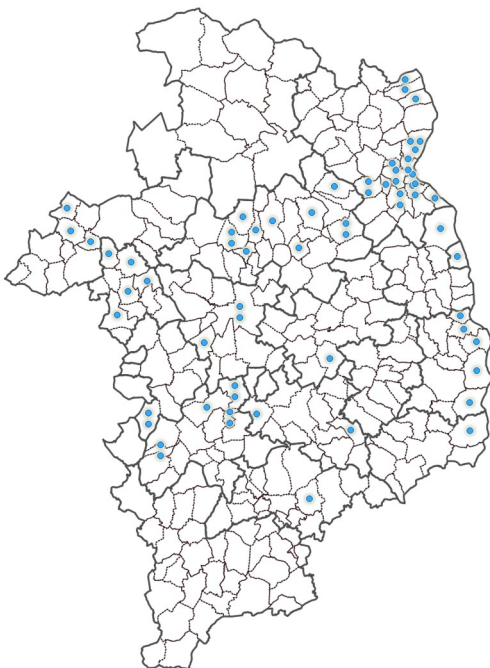

**PRÉFET
DU CHER**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



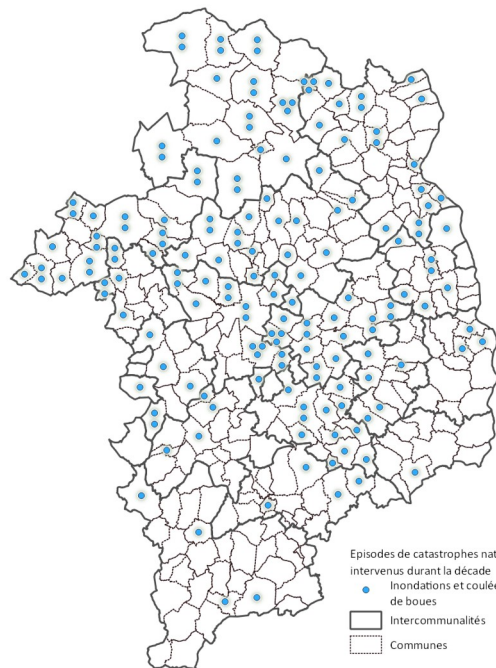
1982 - 1991



1992 - 2001



2002 - 2011



Episodes de catastrophes naturelles
intervenus durant la décade
Inondations et coulées
de boues
■ Intercommunalités
□ Communes

DDT du Cher - SCAPS/BDIG - 26.04.22 - 220210_Feux_et_Catnat_3.qgs

Projections

Les simulations numériques évoquent la possibilité que l'impact des activités humaines sur le climat aient augmenté l'intensité et l'occurrence de phénomènes pluvieux extrêmes de grande échelle géographique. Les fortes pluies qui ont touché la région Centre-Val-de-Loire à la fin du mois de mai 2016 pourraient en être un exemple. Toutefois, les observations disponibles ne permettent pas de confirmer ces simulations.

De la même manière, les simulations de changement climatique pour le **climat futur** font apparaître la possibilité d'une augmentation limitée du nombre de jours de précipitations extrêmes, mais ce résultat est à prendre avec une grande prudence, car le signal est faible et peu significatif. Dans le cas d'événements orageux intenses et de petite échelle géographique, il n'est pas scientifiquement raisonnable, en l'état de l'art actuel, de dégager une tendance d'évolution, tant pour le passé que pour le futur.

Les coulées de boues dont les pluies intenses localisées peuvent être à l'origine ne devraient donc pas évoluer tant en intensité qu'en fréquence.

En ce qui concerne les inondations, la partie « eau » du présent diagnostic stipule que les débits de période de retour 10 ans diminueraient de 7 % vers 2050 et de 22 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990. Ainsi, il devrait y avoir moins d'inondations dans les années à venir.

3.4. Risques industriels et changement climatique

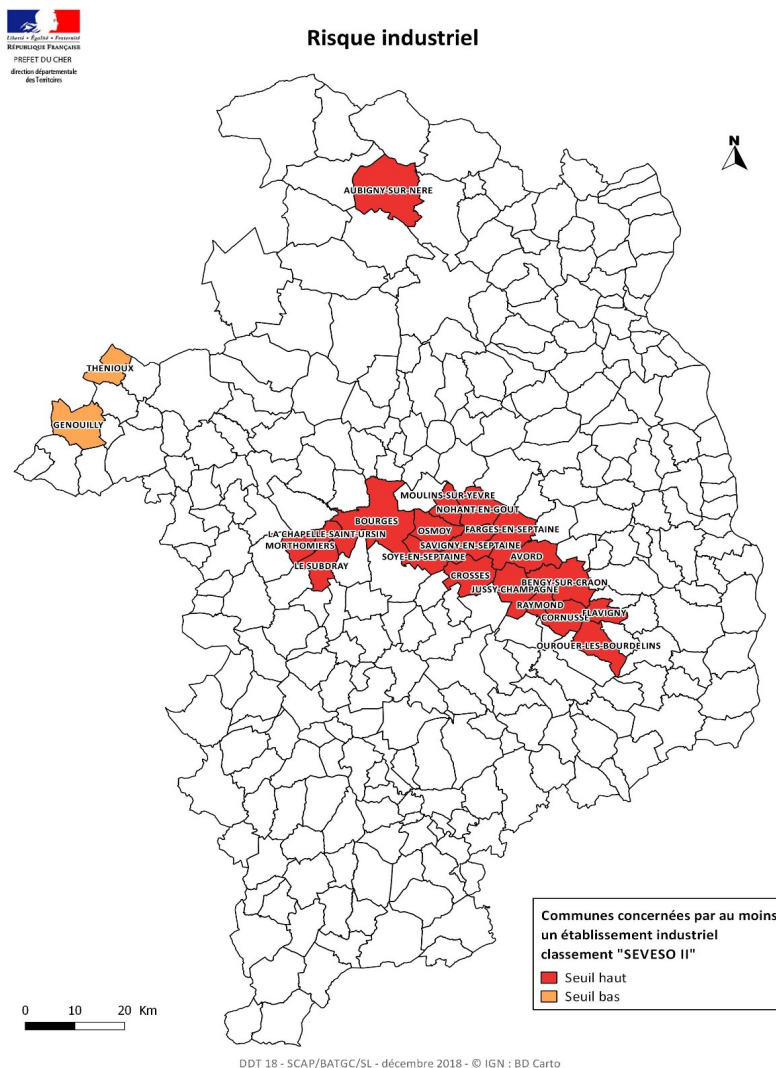
Vulnérabilité

Les risques technologiques majeurs du Cher sont liés à l'industrie pyrotechnique, au stockage d'engrais et de céréales en grande quantité, ou à la mise en bouteilles de gaz butane et propane.

5 plans de prévention des risques technologiques (PPRT) ont été approuvés dans le Cher :

- PPRT Butagaz à Aubigny-sur-Nère, approuvé par arrêté préfectoral le 1^{er} avril 2014 ;
- PPRT dépôt de munitions de la base aérienne 702 d'Avord, approuvé par arrêté préfectoral le 9 mars 2015 ;
- PPRT Axérial à Moulins-sur-Yèvre, approuvé par arrêté préfectoral le 18 décembre 2013 ;
- PPRT Nexter Munitions à Bourges, approuvé par arrêté préfectoral le 21 décembre 2012 ;
- PPRT Nexter Munitions/MBDA-Roxel à La-Chapelle-Saint-Ursin, Le-Subdray et Morthomiers, approuvé par arrêté préfectoral le 11 octobre 2010.

8 établissements industriels, civils ou militaires, sont soumis à autorisation et sont classés « SEVESO II seuil haut » ; 2 sont classés seuil bas. Ils sont essentiellement concentrés dans la zone d'emploi la plus urbanisée. 5 d'entre eux sont directement liés à l'industrie de l'armement



Le périmètre de 2 kilomètres (zone d'aléas à cinétique rapide) lié à la centrale nucléaire de production d'électricité de Belleville-sur-Loire concerne les communes de Belleville-sur-Loire et de Sury-près-Léré. Cette centrale comprend deux unités de production (ou « tranches ») de 1 300 MW chacune.

Le risque nucléaire concerne également les installations militaires de défense (base aérienne 702 d'Avord) et les quelques communes alentour.

Constats

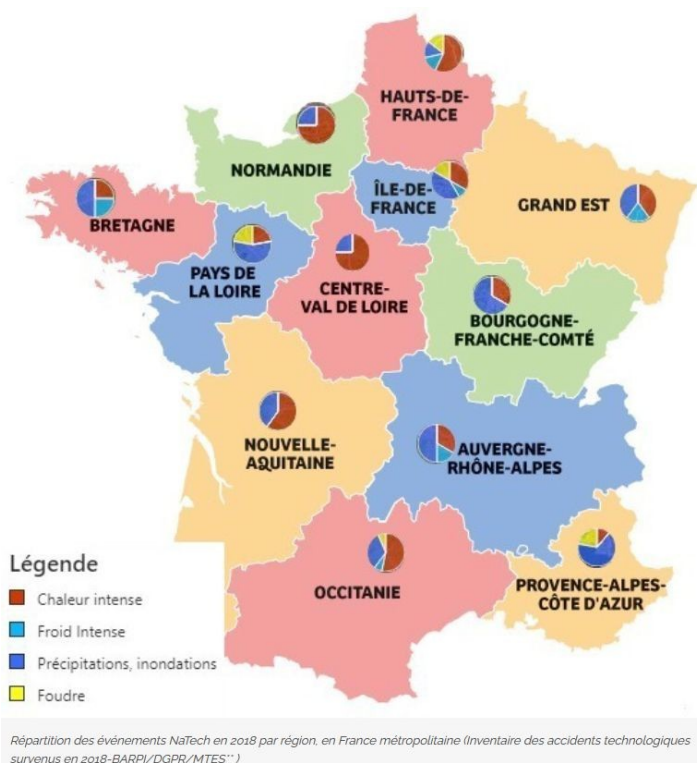
La prise en compte des causes naturelles dans les études de dangers est prévue par la réglementation (directive Seveso 3, code de l'environnement, arrêté du 26 mai 2014 et circulaire du 10 mai 2010)⁴⁹.

49 <https://www.actu-environnement.com/ae/news/risques-technologiques-natech-augmentation-changements-climatiques-37564.php4>

Un accident « NaTech » (naturel et technologique) se définit comme un accident technologique engendré par un événement naturel. En France, il s'agit principalement de dégâts provoqués par des aléas naturels tels qu'une inondation, de fortes chaleurs, le vent, un séisme, la foudre, etc. et impactant des installations industrielles (chimie, pétrochimie, métallurgie, etc.) ou agricoles, de transport de matières dangereuses, de stockage souterrain (gaz,...), etc.

Dans le contexte actuel de changement climatique, on observe un accroissement de la fréquence et de l'intensité de certains de ces aléas naturels dont les conséquences peuvent avoir une forte incidence sur la sécurité des installations industrielles.

Les accidents NaTech ne représentent qu'une faible part des accidents industriels en France (2 % des accidents enregistrés dans la base de données ARIA) mais ont eu tendance à augmenter ces dernières années (9 % des événements enregistrés en France sur l'année 2018). Ils font cependant aujourd'hui l'objet d'une attention croissante, compte tenu de l'augmentation de la fréquence des phénomènes naturels extrêmes et de l'intensité de ceux-ci, due au changement climatique. Les installations nucléaires ne sont pas concernées ici, étant couvertes par des réglementations spécifiques⁵⁰.



À dire d'expert, il n'y a pas de lien direct entre changement climatique et risques industriels. Cependant, l'accroissement de la fréquence et de l'intensité de certains de ces aléas naturels peuvent avoir une forte incidence sur la sécurité des installations industrielles.

50 <https://www.ineris.fr/fr/risques/dossiers-thematiques/risque-natech-prevenir-impact-evenement-naturel-installation>

En synthèse

Le changement climatique vient modifier la fréquence et l'intensité de certains phénomènes, et aggrave les risques, notamment les épisodes de sécheresse intensifiant les problèmes de retrait-gonflement d'argile ainsi que le risque incendie.

Concernant le risque incendie feu de forêt, le département du Cher est particulièrement vulnérable dans la région de la Sologne. Actuellement, le nombre annuel moyen de jours avec un danger météorologique d'incendie élevé (IFM>40) est faible. Ce niveau d'indice IFM en région Centre-Val-de-Loire est atteint entre 3 et 6 jours en moyenne par an. Cependant, selon les projections effectuées par Météo France, le seuil IFM élevé pourrait être atteint pendant 1 à 3 semaines à un horizon moyen (moyenne simulée sur 2051-2070) et pendant 2 à 4 semaines à un horizon lointain (moyenne simulée sur 2081-2100).

Le département est également fortement touché par les phénomènes de retrait-gonflement des argiles. On observe un accroissement de la prise de ces arrêtés concernant le retrait gonflement d'argile, notamment sur la dernière décennie (en particulier 2018, 2019 et 2020). Les projections montrent qu'une sécheresse comme celle de 2003 ayant généré de nombreux sinistres liés au retrait des argiles, pourrait devenir extrêmement fréquente avant la fin du XXI^e siècle.

Il n'est pas possible de faire un lien direct entre changement climatique et risque coulées de boues dans le département. Pour une période de retour donnée, les inondations devraient présenter des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement moindre que ce que nous connaissons à l'heure actuelle.

À dire d'expert, il n'y a pas de lien direct entre changement climatique et risques industriels. Cependant, l'accroissement de la fréquence et de l'intensité de certains de ces aléas naturels peuvent avoir une forte incidence sur la sécurité des installations industrielles.

6. Industrie et entreprises

Selon le département américain du Commerce, 70 % de l'activité économique mondiale est « météo-sensible », c'est-à-dire sensible à des phénomènes aggravés par le changement climatique. Les entreprises font face à des pressions émergentes, chroniques, parmi lesquelles le changement climatique. Celui-ci augmente le risque d'événements extrêmes entraînant ainsi des interruptions ponctuelles d'activités. Le changement climatique arrive désormais à la première place des risques auxquels sont confrontées les entreprises.

De nombreuses activités, à l'échelle mondiale, sont touchées par les aléas climatiques à tous les niveaux. Ainsi, le changement climatique impacte la totalité de la chaîne de valeur⁵¹.

Au niveau national, selon Climpact-Metnext⁵², le spécialiste français de la gestion des risques météo-climatiques, ce sont près de 40 % des ventes de produits de grande consommation qui seraient influencées par la condition météorologique. La plupart des entreprises seront affectées par le changement climatique dans leurs activités, que ce soit directement, par la vulnérabilité de leurs fournisseurs, ou encore par la vulnérabilité de leurs clients.

Le changement climatique, à travers les évolutions de la disponibilité de la ressource en eau créera des contraintes fortes pour les activités utilisant l'eau comme source froide (contrainte technologique ou réglementaire), comme source d'irrigation ou comme source hydroélectrique. Cela pourrait modifier la structure de coûts de nombreuses activités économiques.

Hausse des températures estivales et vagues de chaleur vont provoquer une perte de confort significative dans les bâtiments et pourraient affecter la santé des salariés, leurs conditions de travail ainsi que leur productivité en période chaude. Une hausse des consommations électriques pour le refroidissement des bâtiments en été est probable, avec un impact sur les coûts de production.

6.1. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur

2,259 millions de tonnes d'équivalent CO₂ d'émissions de gaz à effet de serre (GES) sont dues au secteur de l'industrie (hors branche énergie) en 2018 en région Centre-Val de Loire (38 192 tonnes d'équivalent CO₂ pour la branche énergie). Issues en premier lieu de la combustion de gaz naturel, ces émissions sont essentiellement composées de CO₂.

Dans le département du Cher, le secteur industriel est le 3^e émetteur de gaz à effet de serre, derrière l'agriculture et les transports routiers. Il émet 468 605 tonnes d'équivalent CO₂.

Outre les émissions de GES, le secteur industriel est également un gros producteur de polluants à effet sanitaire. Parmi ceux-ci, en 2018 en région Centre Val de Loire, le secteur représente 50 % des émissions de dioxyde de soufre (SO₂, 1^{er} secteur émetteur), 39 % des émissions de composés organiques volatiles (COVnM, 2^e secteur émetteur).

51 Une chaîne de valeur correspond à tous les différents processus impliqués dans la création de la valeur ajoutée du produit que l'entreprise fabrique. Celle-ci va de l'approvisionnement en matières premières jusqu'à la distribution de produits finis, en passant par les différentes étapes de transformation et de commercialisation.

52 Née de la fusion fin 2012 entre les deux sociétés spécialistes de l'intelligence climatique des secteurs de l'énergie et de la grande consommation, la société fournit des indices météo-économiques dédiés à la gestion du risque climatique dans les entreprises. Accessibles via une plate-forme en mode SaaS, ces indices aident les entreprises à prévoir leur activité, ajuster leur exploitation opérationnelle, et affiner leur stratégie marketing.

6.2. Impacts du changement climatique sur les entreprises au niveau national

Le changement climatique a trois impacts majeurs sur les industries françaises :

- l'impact sur les ressources naturelles ;
- l'impact sur les bâtiments et les infrastructures ;
- l'impact social.

Ressources naturelles

Les ressources naturelles telles que les denrées alimentaires sont nécessaires aux industries agroalimentaires. Ces ressources sont directement touchées par le changement climatique, car elles sont dépendantes de nombreux facteurs externes tels que la température, l'ensoleillement, la pluie pour leur cycle de développement. On dit qu'elles sont limitantes.

La partie « agriculture » du présent diagnostic territorialisé traite de l'impact du changement climatique sur l'agriculture. Les cultures seront impactées et la qualité nutritionnelle sera altérée.

Les événements extrêmes, les hausses de température et les vagues de chaleur dus au changement climatique pourront avoir un impact sur les rendements des récoltes mais également sur les coûts financiers de leur achat.

L'eau est également une ressource limitante. L'eau est utilisée dans de nombreux processus de transformation, dans l'arrosage des cultures ou encore dans le refroidissement des centrales nucléaires.

Du fait de la raréfaction des eaux souterraines, les mesures de restriction d'usage de l'eau pourraient avoir un impact sur l'exploitation des terres agricoles et un impact sur l'activité industrielle.

Bâtiment et infrastructure

Le changement climatique va accroître le phénomène « retrait-gonflement des argiles » dû aux sécheresses. Ce phénomène est détaillé dans la partie « risques » du diagnostic territorialisé.

Le « retrait-gonflement des argiles » va influencer sur les bâtiments industriels, sur les infrastructures et réseaux de desserte des entreprises provoquant des altérations des réseaux routiers, de l'alimentation de gaz, électricité et eau. Toute la chaîne de valeur va être impactée par ces dégradations. Les matières premières stockées dans les bâtiments pourraient elles aussi être touchées causant des pertes économiques importantes à l'entreprise.

Des événements extrêmes tels que les incendies vont voir leur occurrence augmenter dans les années à venir. Ces risques sont susceptibles de modifier le fonctionnement des entreprises et notamment leur approvisionnement.

Les vagues de chaleur de plus en plus intenses et fréquentes vont engendrer l'utilisation massive de la climatisation que ce soit pour le bien-être des salariés ou pour la conservation et la fabrication de certains produits. La hausse des consommations électriques pour la climatisation des locaux mettra le réseau sous forte contrainte. En Centre-Val de Loire, les projections climatiques montrent une augmentation des besoins en climatisation jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution des besoins diffère selon le scénario considéré. Seul le scénario RCP2.6 permet une stabilisation des besoins autour de 2050. Selon le RCP8.5, les besoins augmenteraient très significativement à l'horizon 2071-2100.

Les hausses de température prolongées vont impacter les bâtiments industriels et provoquer la dilatation et la contraction de matériaux tels que le métal utilisé dans les structures, les enveloppes et les réseaux.

La vulnérabilité des bâtiments et des infrastructures industriels dépendant de la localisation géographique et de ses caractéristiques, certaines entreprises seront plus vulnérables que d'autres.

Impact social : augmentation des températures, vagues de chaleur

Les vagues de chaleur et l'augmentation des températures pourraient avoir un impact sur le bien-être et la santé des salariés dans les industries touchées par le changement climatique avec une pénibilité accrue dans certains secteurs d'activités, une augmentation des risques psycho-sociaux et des conséquences sur la capacité fonctionnelle des individus : augmentation du temps de réaction, omissions ou erreurs engendrant des risques pour la sécurité. Elles pourraient conduire également à de l'absentéisme réduisant ainsi la productivité de l'industrie.

Selon l'institut national de la santé publique du Québec, de 2004 à 2010 en Ontario, chaque degré au-dessus de 22 °C a augmenté de 75 % le nombre médian d'hospitalisations pour des malaises et des maladies au travail, liées à la chaleur.

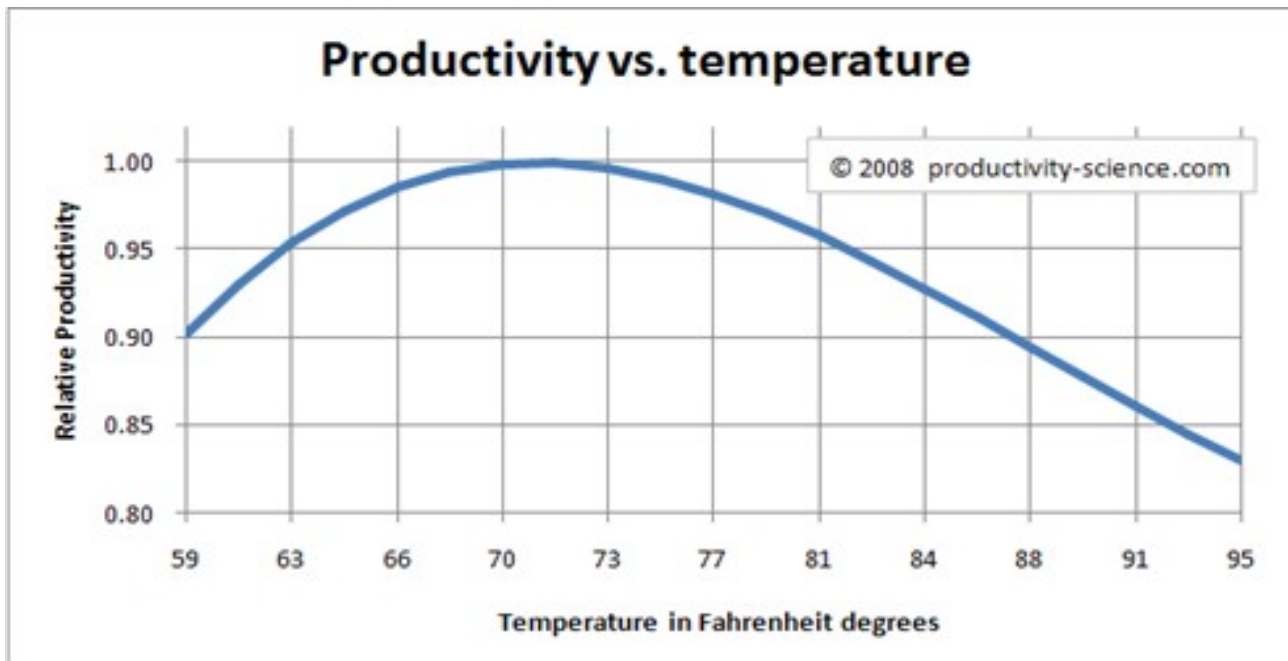
En France, d'après le centre commun de recherche (JRC)⁵³, sans diminution des émissions de CO₂ ni adaptation, la productivité du travail à l'extérieur d'ici la fin du siècle, pourrait diminuer de 5 à 10 %.

À terme, il y aura une perte de productivité du fait des conditions de plus en plus pénibles en raison de la chaleur. Zhang et al⁵⁴ en 2018 étudient l'élasticité de la productivité totale des facteurs (PTF) aux températures grâce à un jeu de données détaillées sur des usines chinoises entre 1998 et 2007. Les auteurs ont alors pu établir une relation en U inversé entre la productivité et les températures, avec un effet particulièrement prononcé en cas de fortes températures.

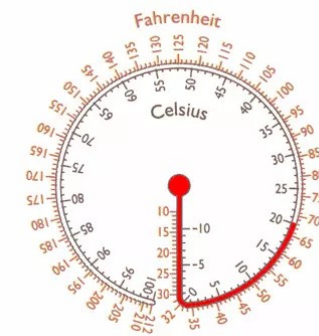
53 Le JRC fournit des connaissances scientifiques indépendantes et fondées sur des données probantes qui soutiennent les politiques de l'Union européenne au profit de la société

54 https://www.banque-france.fr/system/files/2023-01/bdf239-5_economies-et-climat_web.pdf

Graphique de la productivité en fonction de la température



Sur ce graphique, la productivité selon la température augmente jusqu'à une température d'environ 21 degrés Celsius (70 °F). Au-delà de cette température, la productivité baisse progressivement.



Correspondance Celsius/ Fahrenheit

6.3. Impacts du changement climatique sur les entreprises du département

L'industrie dans le département du Cher représente 19,46 % de l'ensemble des postes occupés par des actifs. Les deux zones d'emploi majeures dans le secteur de l'industrie sont la zone d'emploi de Bourges et la zone d'emploi de Vierzon. Au 31 décembre 2020, le département du Cher comptabilisait 773 établissements industriels.

Le département du Cher comprend 6 grands secteurs industriels :

- l'aéronautique avec l'entreprise MBDA ;
- l'armement avec l'entreprise Nexter ;
- l'agroalimentaire avec les entreprises Monin ou Triballat ;
- la céramique ;
- la bijouterie ;
- le graphisme.

La centrale nucléaire de Belleville sur Loire est également un employeur important.

La baisse de la ressource en eau ou les restrictions pourraient avoir un impact sur le fonctionnement des entreprises agroalimentaires.

L'industrie du graphisme pourrait être touchée par le manque de papier devenu ressource limitante puisqu'exigeant la coupe d'arbre.

L'ensemble des entreprises du Cher pourrait être touché par le risque de « retrait gonflement des argiles » sur les bâtiments et les infrastructures routières, par les ressources naturelles limitantes et par l'impact social du changement climatique.

Dans le cadre de la présente étude, des étudiants de l'école d'ingénieurs INSA de Bourges ont interrogé en mai 2022 des entreprises du département concernant les impacts du changement climatique sur leurs activités.

Quatre entreprises industrielles ont pu répondre : les laiteries Triballat (entreprise agroalimentaire), l'entreprise Monin (entreprise agroalimentaire), l'entreprise Bernady Chimie (fabrication de produits chimiques), et l'entreprise NEXANS Industrial Solution France (fabrication de câbles pour l'alimentation en électricité et automatismes).

Il ressort de ces réponses les éléments suivants :

- une vulnérabilité aux températures élevées et aux restrictions d'eau ;
- des inquiétudes sur la disponibilité des matières premières agricoles pour le secteur agroalimentaire ;
- des évolutions de process prévues par rapport à la consommation en eau et en énergie (notamment pour le refroidissement des bâtiments) ;
- des actions prévues d'isolation des bâtiments pour réduire la consommation d'énergie notamment.

L'interrogation de certaines entreprises locales a permis de montrer que celles-ci sont déjà soucieuses de l'impact du changement climatique sur leurs activités et en constatent par moment déjà les conséquences. Ainsi, certaines entreprises du Cher ont déjà amorcé des stratégies d'adaptation afin de s'adapter au mieux à celui-ci tout en diminuant leurs impacts sur l'environnement.

D'après la chambre du commerce et d'industrie, les préoccupations majeures des entreprises se retrouvent dans cinq domaines en particulier : les flux de déchets, les achats, l'énergie, la récupération de chaleur et la récupération d'eau. La pénurie des matières premières n'est pas une question qui revient dans les interrogations des industries.

Au sujet du confort du personnel, quelques industries, notamment des usines, pensent à la mise en place de planchers refroidissants du fait de la chaleur qui se dégage dans les bâtiments impactant le bien être des salariés.

L'artisanat dans le Cher comprend en 2022, d'après le Répertoire des métiers Centre-Val de Loire, 7 513 établissements répartis selon les catégories suivantes :

- l'alimentaire : 10,1 %;
- la fabrication : 15,8 %;
- le bâtiment : 34,8 %;
- les services : 39,4 %.

Selon la chambre des métiers et de l'artisanat du Cher, les vulnérabilités des entreprises artisanales face au changement climatique sont liées à :

- l'augmentation des températures et les vagues de chaleur : les conditions de travail dans des locaux qui ne sont pas adaptés ou en extérieur entraînent de la pénibilité, de la fatigue, un risque de malaises, etc ;
- la situation en zones inondables ;
- les tensions sur les ressources naturelles (eau, matières premières, etc.).

6.4. Les actions en cours pour la transition écologique des entreprises dans le Cher

Actions engagées par la chambre des métiers et de l'artisanat (CMA)

Les actions de la CMA reposent essentiellement sur des visites individuelles et collectives pour sensibiliser, conseiller et accompagner les entreprises artisanales.

Parmi ces entreprises, 47,6 % sont des micro-entreprises souvent non éligibles aux aides et 36 % sont des entreprises artisanales de moins de 3 ans donc fragiles financièrement.

Les entreprises artisanales consomment de l'eau (nettoyage, pressing, coiffeurs, etc). Ainsi, la question de la ressource en eau se pose.

La chambre des métiers et de l'artisanat les accompagne pour l'accès aux aides à partir des actions suivantes :

- des prestations de sensibilisation, de conseil et d'accompagnement sur différents sujets : énergie, eau, déchets, matières premières, mobilité, biodiversité, etc;
- des diagnostics avec par exemple le diagnostic à destination des garages en partenariat avec l'Agence de l'Eau Loire Bretagne afin de réduire les consommations d'eau mais également les émissions de micropolluants ;
- la mise en œuvre du programme SARE⁵⁵ qui a pour objectif d'accompagner la rénovation énergétique du petit tertiaire privé (locaux ayant une surface inférieure à 1000 m²). La CMA propose des diagnostics pour analyser l'isolation des locaux et les process de production afin de faire des recommandations d'actions ;
- l'accompagnement au montage de dossiers d'aides financières : contrat d'appui aux projets (CAP) de la Région, caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) , agence de la transition écologique (ADEME), Agence de l'Eau, etc;
- l'association de la CMA aux collectivités dans le cadre des plateformes territoriales de la rénovation énergétique (PTRE)⁵⁶ ;
- la mise en œuvre prochaine de l'opération « baisse les watts »⁵⁷ à venir avec la chambre de commerce et de l'industrie et la poste ;
- la mobilité sur la base de ce constat : 47 % des entreprises pensent que la mobilité est un poste important dans le budget des entreprises ;
- une sensibilisation des acteurs du bâtiment ;
- une opération sur la crise énergétique, début 2023, à destination des entreprises pour recueillir leurs difficultés et présenter les aides de l'État (bouclier tarifaire, amortisseur d'électricité, etc.) ;
- une opération nationale « Transition Écologique des PMI » portant sur la sensibilisation et l'accompagnement des entreprises vers une transition écologique et énergétique en collaboration avec l'ADEME, la banque publique d'investissement (BPI) et la CCI.
- un accompagnement à la labellisation avec :
 - 12 imprimeries ayant le label « Imprim'Vert »⁵⁸ ;
 - 38 artisans labellisés « Répar'Acteurs »⁵⁹ ;
 - des contrats avec les 4 EPCI du Cher engagés dans un PCAET pour que les entreprises du territoire obtiennent le label « éco-défis » : des défis à relever selon les préconisations des PCAET⁶⁰;

55 Service d'accompagnement pour la rénovation énergétique <https://www.ecologie.gouv.fr/sare-service-daccompagnement-renovation-energetique>

56 <https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/les-plateformes-territoriales-de-la-renovation-a3628.html>

57 <https://www.baisseleswatts.fr/>

58 [Home \(imprimvert.fr\)](http://Home(imprimvert.fr))

59 [Annuaire des réparateurs \(artisanat.fr\)](http://Annuaire-des-reparateurs(artisanat.fr))

60 PCAET : Plans Climat Air Energie Territoriaux

Dans le Cher, il n'y a pas actuellement d'actions en matière d'écologie industrielle et territoriale (EIT)

Sur les dispositifs autour de l'énergie, 70 entreprises du Cher sont accompagnées sur les 7 513 entreprises artisanales que compte le Cher mais toutes les entreprises n'ont pas besoin d'accompagnement ou ne sont pas en mesure d'accepter un accompagnement.

La CMA sensibilise les entreprises du bâtiment mais les actions de formation sont réalisées par les fédérations : fédération française du bâtiment (FFB) ou confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB).

En matière de formation en bâtiment, les artisans sont en attente d'une demande pour des projets vertueux sur le plan du carbone. À ce jour, la demande pour de tels projets est faible. La masse critique pour organiser des formations dans ce domaine n'est donc pas atteinte.

Enfin, la CMA prévoit de proposer aux entreprises des actions de sensibilisation dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) des Vals de Loire porté par l'Établissement Public Loire.

Actions engagées par la chambre de commerce et d'industrie (CCI)

Sur tout le territoire français, le réseau des CCI déploie des dispositifs pour accompagner les professionnels qui souhaitent s'engager dans une démarche de transition écologique, et plus largement de développement durable, et en faire un levier économique pour innover, se différencier, réduire les coûts et développer leur activité.

L'accompagnement vers cette transition se réalise en plusieurs étapes sur les différentes thématiques : économie circulaire, RSE, eau, mobilité, énergie, récupération de chaleur, adaptation aux changements climatiques, etc.

Une première action pour la chambre de commerce et d'industrie (CCI) du Cher est de sensibiliser les entreprises à la transition énergétique et écologique.

Un dispositif national d'ampleur permet dans ce cadre d'identifier l'état d'avancement des entreprises et d'initier des démarches de transition écologique et énergétique. Dans le Cher, la CCI a pour objectif de sensibiliser 120 entreprises industrielles d'ici fin 2023 en réalisant un état des lieux.

En complément, le réseau des CCI propose des diagnostics en ligne rapide sur le site internet de chaque structure pour permettre au dirigeant de se positionner.

Au niveau régional, les CCI sont engagées dans un nouveau programme en lien avec le conseil régional, intitulé « Transitions », démarré en septembre 2023. Des sensibilisations collectives seront mises en œuvre pour répondre aux problématiques des dirigeants.

Une seconde action est d'accompagner les entreprises pour déployer les plans d'action sur la transition écologique et énergétique. Les conseillers développement durable à la CCI proposent plusieurs solutions :

- des diagnostics sur des thématiques particulières (énergie, éco conception, etc) ;
- des prestations de conseils et d'accompagnement avec le programme « Transitions » ;
- des recherches de financements et de l'aide au montage de dossiers avec une mise en relation des acteurs publics (BPI, ADEME, etc)
- la mise en œuvre du programme SARE pour la rénovation tertiaire privée de surface inférieure à 1 000 m². La CCI propose aux dirigeants une évaluation prise en charge pour les travaux et une évaluation des process ;
- la mise en œuvre prochaine de l'opération « Baisse les watts » à venir avec la CMA et La Poste ;
- un accompagnement spécialisé auprès des hôtels/restaurants grâce au Fonds tourisme durable, en partenariat avec le Conseil régional et l'ADEME ;

- un appui à la certification « Clé verte », label national, pour les hébergements et les restaurants ;
- la participation à la dynamique du développement des plateformes territoriales de rénovation énergétique (PTRE).

La CCI du Cher propose également des formations aux dirigeants et à leurs salariés pour engager des démarches durables dans les entreprises.

En synthèse

Dans le département du Cher, le secteur industriel est le 3^e émetteur de gaz à effet de serre, derrière l'agriculture et les transports routiers. Il émet 468 605 tonnes d'équivalent CO₂.

Le changement climatique a trois impacts majeurs sur les industries françaises :

- l'impact sur les ressources naturelles ;
- l'impact sur les bâtiments et les infrastructures ;
- l'impact social.

L'industrie dans le département du Cher représente 19,46 % de l'ensemble des postes occupés par des actifs. Les deux zones d'emploi majeures dans le secteur de l'industrie sont la zone d'emploi de Bourges et la zone d'emploi de Vierzon. Au 31 décembre 2020, le département du Cher comptabilisait 773 établissements industriels.

L'interrogation de certaines entreprises locales a permis de montrer que celles-ci sont déjà soucieuses de l'impact du changement climatique sur leurs activités et en constatent par moment déjà les conséquences. Ainsi, certaines entreprises du Cher ont déjà amorcé des stratégies d'adaptation afin de s'adapter au mieux à celui-ci tout en diminuant leurs impacts sur l'environnement.

D'après la chambre du commerce et d'industrie, les préoccupations majeures des entreprises se retrouvent dans cinq domaines en particulier : les flux de déchets, les achats, l'énergie, la récupération de chaleur et la récupération d'eau.

L'artisanat dans le Cher comprend en 2022, d'après le Répertoire des métiers Centre-Val de Loire, 7 513 établissements répartis selon les catégories suivantes :

- l'alimentaire : 10,1 %;
- la fabrication : 15,8 %;
- le bâtiment : 34,8 %;
- les services : 39,4 %.

Selon la chambre des métiers et de l'artisanat du Cher, les vulnérabilités des entreprises artisanales face au changement climatique sont liées à :

- l'augmentation des températures et les vagues de chaleur : les conditions de travail dans des locaux qui ne sont pas adaptés ou en extérieur entraînent de la pénibilité, de la fatigue, un risque de malaises, etc ;
- la situation en zones inondables ;
- les tensions sur les ressources naturelles (eau, matières premières, etc.).

7. Agriculture

Le secteur de l'agriculture est le troisième émetteur de gaz à effet de serre en France, le deuxième en région Centre-Val de Loire avec 23 % des émissions totales⁶¹ et le premier en 2018, dans le Cher, avec 31 % des émissions totales⁶².

Les outils utilisés



ORACLE (Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique) est un outil mis en place par la chambre régionale d'agriculture ayant pour but d'exposer objectivement le changement climatique et ses conséquences avérées sur l'activité agricole régionale. C'est un observatoire régional des données agro-climatiques constatées sur les 40 à 50 dernières années.



L'outil CLIMA-XXI (Climat et Agriculture au XXIe siècle) est un outil mis en place par la chambre régionale d'agriculture qui a pour but de faciliter la perception du changement climatique en simulant l'évolution d'indicateurs climatiques et agro-climatiques pour les décennies à venir, à l'échelle locale. Cet outil intègre deux scénarios : RCP 4,5 (stabilisation sans dépassement des concentrations de GES) et RCP 8,5 (trajectoire croissante des concentrations de GES).



Le portail CANARI est le résultat du partenariat entre Solagro, spécialiste des questions agricoles et du changement climatique, et Makina Corpus, concepteur de solutions informatiques et d'applications web open source, avec un appui scientifique du laboratoire français « Institut Pierre Simon

Laplace » mais aussi de l'unité MARS du JRC (centre de recherches de l'Union Européenne) impliquée sur les enjeux d'adaptations de l'agriculture. Ce consortium a permis de concevoir ce portail agro-climatique « CANARI » qui a bénéficié d'un financement de l'ADEME et du ministère en charge de l'agriculture.

L'ensemble des éléments présentés dans ce chapitre, sauf éléments contraires indiqués, est issu de ces trois outils.

7.1. Grandes cultures

Blé tendre

L'évolution des rendements en blé tendre observés dans le département du Cher montre que la tendance observée sur l'ensemble de la période 1950-1999 est en augmentation (+ 1,1 q/ha/an). Cet accroissement s'explique par l'amélioration des variétés, combinée à l'accroissement de la technicité de culture (préparation de sol, semis, engrais, protection phytosanitaire, récolte).

À partir de l'année 2000, il semblerait que les rendements plafonnent (les tests statistiques sont non significatifs de 2000 à 2017). Ce phénomène s'observe sur l'ensemble de la France (et même en Europe) avec quelques nuances, l'année de rupture se situant entre 1991 et 2000⁶³. La majorité de la stagnation de rendement pourrait être causée par le changement du climat⁶⁴. Deux

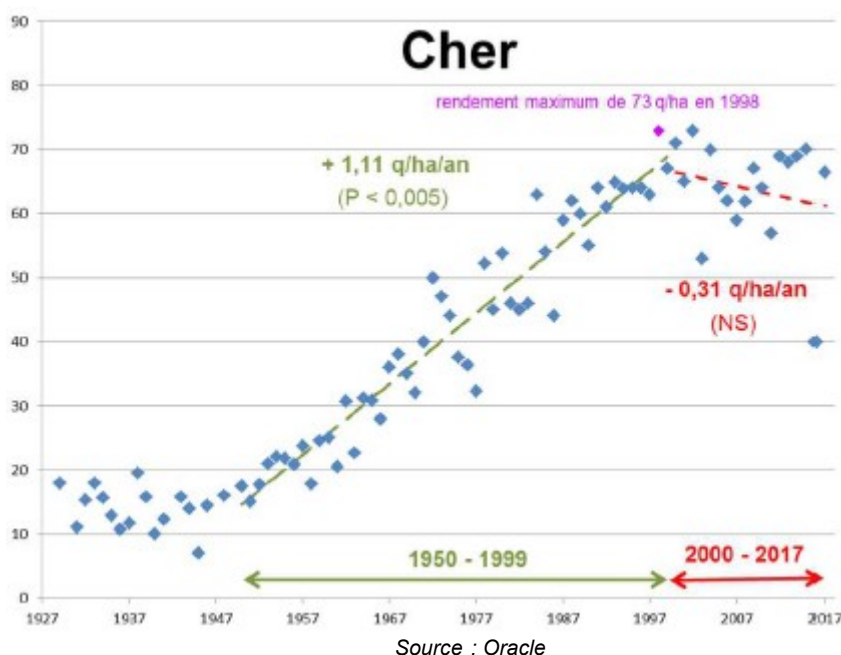
61 OREGES & Lig'Air, [plateforme ODACE](#)

62 OREGES & Lig'Air, [plateforme ODACE](#)

63 RAY, Deepak & Ramankutty, Navin & Mueller, Nathaniel & West, Paul & A Foley, Jonathan. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature communications. 3. 1293. 10.1038/ncomms2296.

facteurs climatiques seraient à l'origine de cette stagnation : l'augmentation de l'échaudage⁶⁵ et l'augmentation de la période de stress hydrique⁶⁶ pendant l'élongation de la tige⁶⁷ et le remplissage des grains^{68 69}.

Chronique des rendements du blé dans le Cher



Si les températures élevées se situent pendant le remplissage des grains, elles ont des répercussions physiologiques (concurrence entre photosynthèse⁷⁰ et photorespiration⁷¹, accroissement de la respiration nocturne⁷², fermeture stomatique⁷³ appelées « échaudage thermique »), qui pénalisent le rendement. Ce phénomène existe, en particulier pour le blé et le tournesol. Chez les céréales à paille, on considère que ces mécanismes préjudiciables à la production se manifestent à partir de 25 °C. Or, l'évolution du nombre de jours échaudants (température maximale supérieure à 25 °C du 01/04 au 30/06) montre que la tendance observée sur l'ensemble de la période est de +1,8 jour échaudant par décennie à Bourges.

64 BRISSON N, LEVRAULT F, 2010. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le livre vert du projet CLIMATOR (2007-2010). ADEME.

65 traumatisme subi par un végétal exposé à une trop grande chaleur

66 situation critique lorsque la quantité d'eau transpirée par la plante est supérieure à la quantité qu'elle absorbe

67 stade de croissance des céréales situé entre le tallage et la montaison

68 période couvrant les stades de croissance des céréales de floraison, développement et maturation des graines

69 GATE P., VIGNIER L., DEUDON O., & GOUACHE D. ; 2009. Changement climatique : impact sur le blé en France et pistes d'adaptation. Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage herbivore, 85-99. Paris.

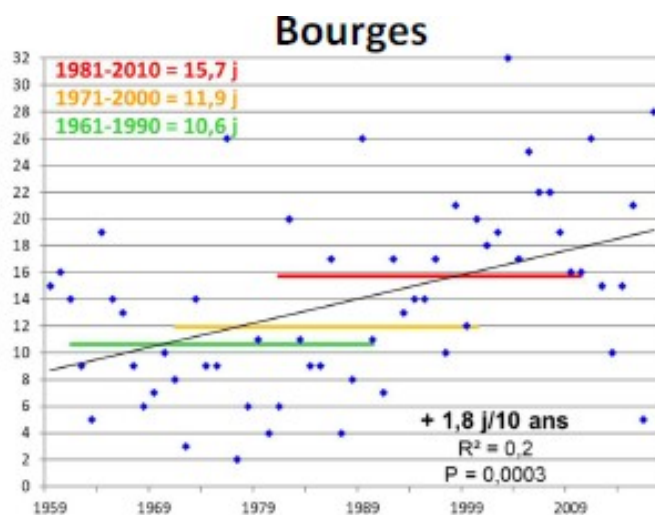
70 transformation par la plante de l'énergie lumineuse en énergie chimique

71 phénomène qui diminue l'efficacité de la photosynthèse, en dégradant une partie des sucres formés

72 « contraire » de la photosynthèse, à savoir l'utilisation des sucres produits pendant la photosynthèse afin de produire de l'énergie pour la plante

73 fait, quand les températures sont importantes, que les pores situés à la surface des feuilles permettant les échanges gazeux se ferment

Nombre de jours échaudants à Bourges

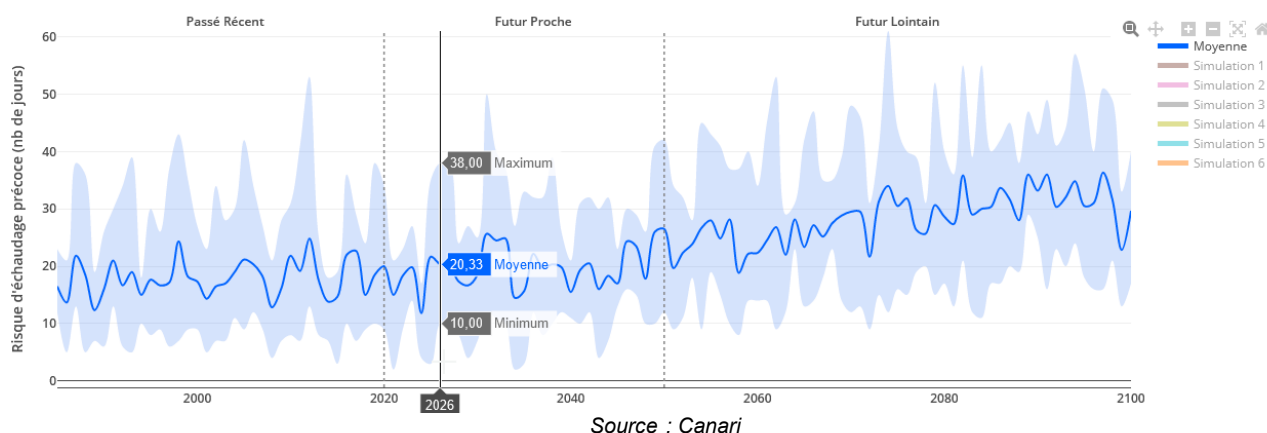


Source : Oracle

Selon le modèle canari, les jours échaudants augmenteront d'ici la fin du siècle à hauteur de :

- 0,8 jour par décennie à Bourges (passage de 16 jours en 2020 à 22 jours en 2100) selon le scénario RCP 4,5 ;
- 1,5 jours par décennie à Bourges (passage de 16 jours en 2020 à 28 jours en 2100) selon le scénario RCP 8,5 .

Nombre de jours échaudant à Bourges (scénario 8.5)



On considère qu'un jour échaudant durant le remplissage du grain entraîne la perte de 1,5 quintal/hectare de rendement pour le blé tendre⁷⁴.

Concernant le stress hydrique durant les phases d'élongation et de remplissage, l'augmentation de l'évapotranspiration (cf. partie 1 « diagnostic climatique ») printanière pourrait être un facteur contribuant à cette stagnation des rendements de blé.

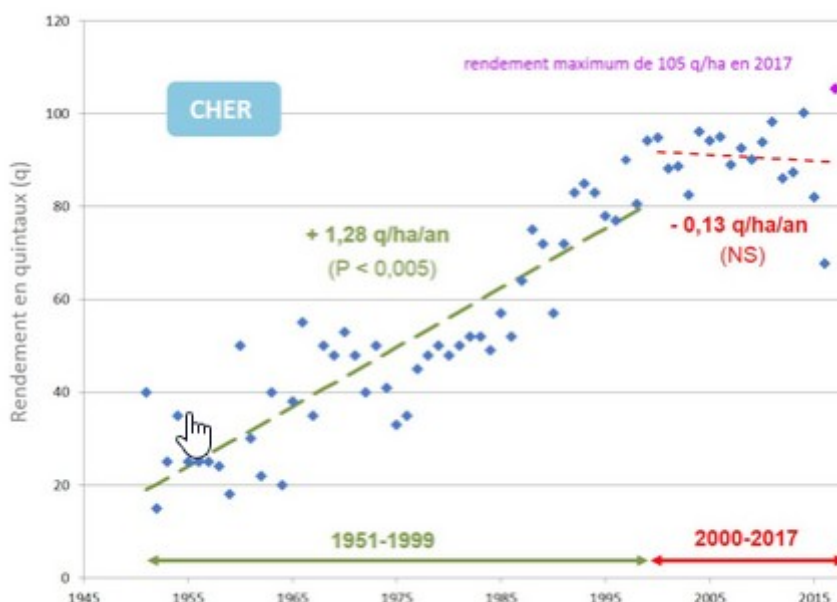
En considérant que le changement climatique impacterait pour moitié le rendement en blé tendre et toutes choses égales par ailleurs, il faudrait s'attendre à une stagnation, voire une diminution des rendements de blé d'ici la fin du siècle.

⁷⁴ Chambre d'agriculture du Cher, UniLasalle : Changement climatique et agriculture au XXIème siècle : quelques évolutions attendues dans le Cher

Maïs grain

L'évolution des rendements en maïs grain observés dans le département du Cher montre que la tendance linéaire observée sur l'ensemble de la période 1950-1999 est en augmentation (+ 1,3 q/ha/an). Cet accroissement s'explique par le progrès génétique et l'irrigation qui diminue le risque de stress hydrique.

Rendement du maïs grain dans le Cher



Source : Oracle

À partir de l'année 2000, il semblerait que les rendements plafonnent (les tests statistiques sont non significatifs de 2000 à 2017). Le réchauffement climatique pourrait expliquer en partie cette stagnation :

- sur le volet sanitaire : un déplacement géographique vers le nord d'espèces de ravageurs (ex : sésamie) et l'accélération de leurs cycles de reproduction (ex : pyrale) qui perturbent les cultures⁷⁵ ;
- sur la disponibilité en eau (cf. infra) : le rendement du maïs est fortement influencé par la disponibilité de l'eau, de la moitié du stade montaison⁷⁶ jusqu'au stade grains pâteux⁷⁷. La période la plus sensible au déficit hydrique s'étend du début juillet à mi-août pour un semis mi-avril. Un stress hydrique trop important provoque des défauts de fécondation et des avortements des grains, ainsi que des baisses de croissances des grains⁷⁸. La majorité du maïs étant irriguée, il conviendra de confronter les pratiques en la matière avec les restrictions d'usage de l'eau qui pourraient être plus importantes et précoces dans les années à venir.

75 LORGEOU J. ; AUDIGEOS D. ; MARTIN B., 2019. Progrès génétique de 1986 à 2017 : Les apports du renouvellement des variétés.

76 stade de croissance correspondant à l'élongation de l'entre-nœud

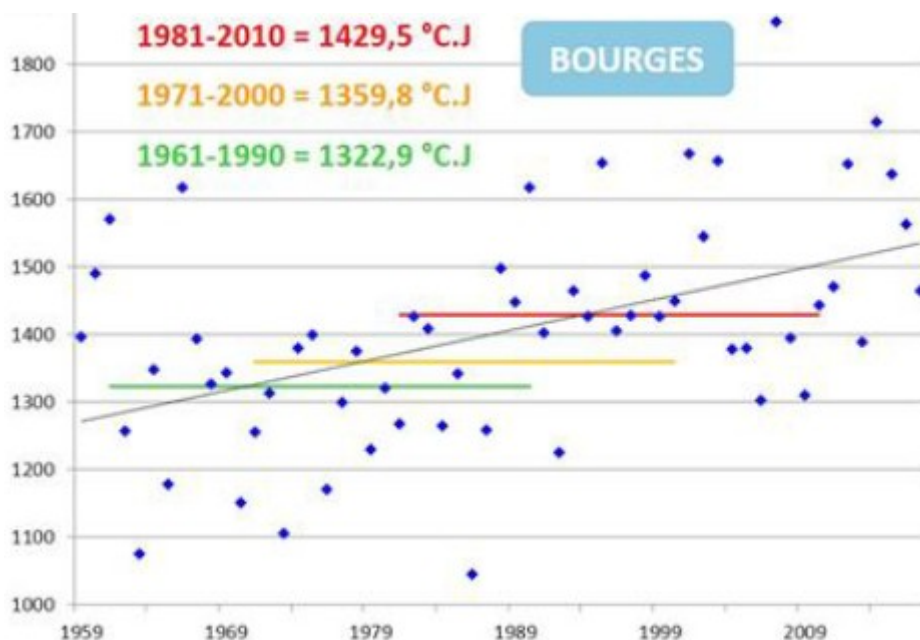
77 période où le grain a un taux d'humidité d'environ 55 %

78 ARVALIS. ; 2016. Stress hydrique. Les fiches accidents Maïs. [en ligne] Disponible sur : http://www.fiches.arvalisinfos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?ode=fa&type_cul=3&type_acc=5&id_acc=155.

Culture intermédiaire d'hiver

L'évolution de la somme de température base 0 °C⁷⁹ du 15 octobre au 1er mai depuis 1959 montre que la tendance observée sur l'ensemble de la période 1959-2020 est de +45,5 °C.j par décennie à Bourges, soit + 268 °C.j en 59 ans.

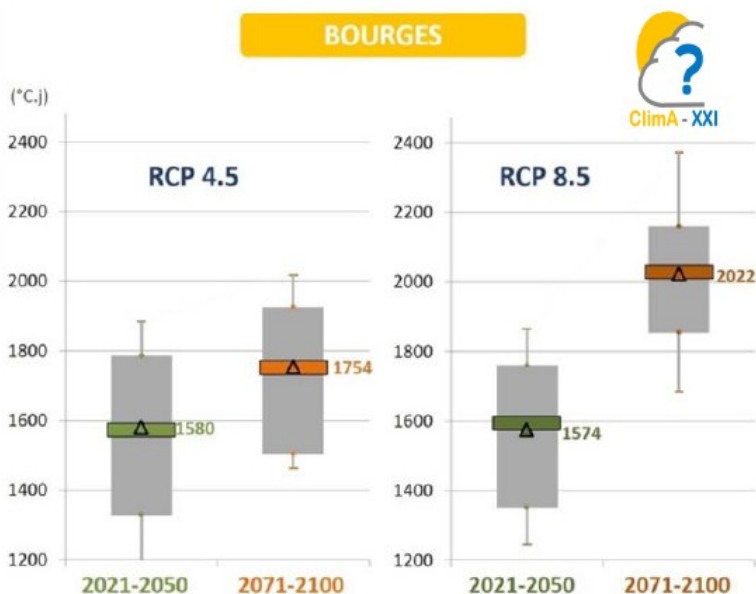
Somme de température base 0 °C du 15 octobre au 1er mai



Source : Oracle

Les projections en la matière indiquent à la fin de ce siècle une somme de température de 1 750 °C.j pour le scénario 4.5 et 2 020 °C.j pour le scénario 8.5 .

Somme de température base 0°C du 15 octobre au 1er mai selon le model ClimA - XXI



79 mesure empirique utilisée pour calculer l'accumulation de chaleur servant à estimer le développement biologique

La période d'octobre à mai correspond à une culture intermédiaire qui est implantée avant une culture de printemps. La mise en place de cette culture intermédiaire permet de réaliser trois cultures en deux ans. À noter que de nombreux éleveurs usent de cette pratique, appelée dérobee. Le changement climatique aurait un effet plutôt positif sur la faisabilité d'une culture intermédiaire d'hiver.

Sécheresse

Actuellement, les cultures majoritairement irriguées sont les suivantes : maïs grain et ensilage (fourrage), blé, orge, pois et vergers. Des cultures de diversification, consommant autant d'eau que le maïs et sensiblement à la même période, sont également présentes : soja, légumes, pomme de terre, porte-graine. Le tournesol, le sorgho, le millet, la luzerne, certaines porte-graines potagères et fourragères diversifient la rotation et consomment moins d'eau. D'autres productions nécessitant peu d'eau, sont encore peu implantées sur le territoire ou nécessitent une filière structurée (exemples : chanvre, quinoa, etc)

En 2020, la surface en maïs irrigué (18 420 ha) représente 63 % de la surface cultivée en maïs (29 120 ha) et 8,8 % de la surface cultivée en céréales (209 685 ha).

La sécheresse agricole est une pénurie de précipitations pendant une période prolongée ayant une incidence directe sur les sols et la végétation.

Sécheresse et faibles précipitations impactent la ressource en eau. Du fait de l'insuffisance de cette ressource, des restrictions d'irrigation sont mises en place. Ainsi, le manque d'eau et les restrictions impactent l'activité agricole.

La DDT du Cher a en charge les demandes de reconnaissance de calamités agricoles qui se définissent comme les dommages résultant de risques, non assurables, dus à des événements climatiques exceptionnels. Les pertes de fourrage en raison de la sécheresse peuvent activer une calamité agricole. Au regard du constat de ces dernières, les années pour lesquelles il est observé une sécheresse sont : 1985, 1986, 1989, 1990, 1991, 1995, 1996, 2002, 2003, 2006, 2011, 2015, 2016, 2018, 2019. Ainsi, depuis 35 ans, un tel événement se produit en moyenne une année sur trois. Depuis 2016, une sécheresse est observée tous les ans avec une exception en 2017. Ces phénomènes de sécheresse devraient s'accroître dans les années à venir (cf. supra « stress hydrique »).

7.2. Viticulture

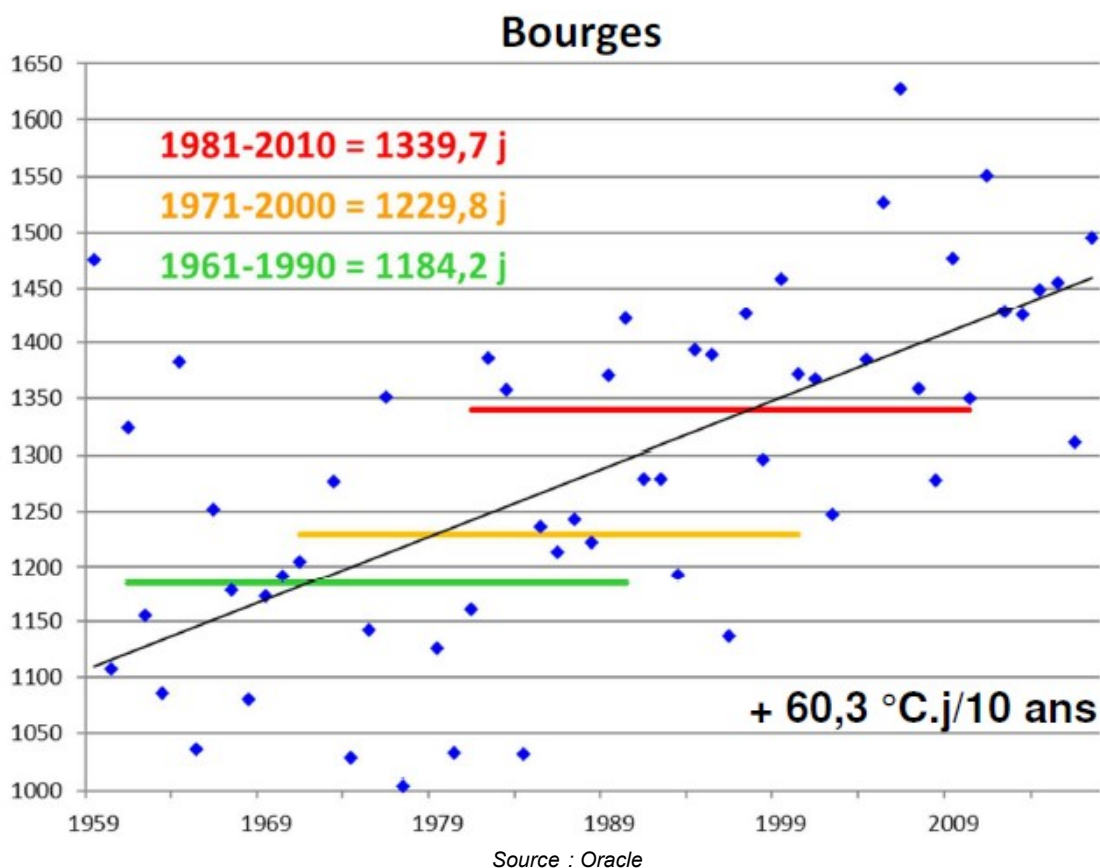
Phénologie⁸⁰

L'indice de Winkler est basé sur le principe des degrés-jours de croissance, il calcule la somme des températures moyennes journalières au-dessus de 10 °C, sur une période de sept mois. Il estime ainsi le potentiel thermique d'une région viticole.

L'évolution de l'indice de Winkler du 1er avril au 31 octobre depuis 1959 montre que la tendance (ajustement linéaire) observée sur l'ensemble de la période est de + 60,3 °C.j par décennie à Bourges, soit + 356 °C.J en 59 ans.

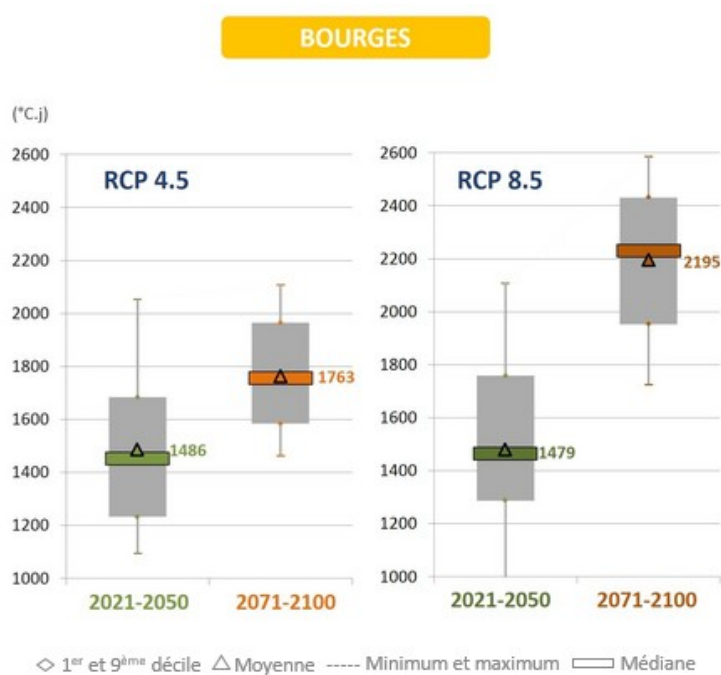
80 apparition d'événements périodiques dans le monde vivant

Indice de Winkler à Bourges



Cette augmentation s'accroît d'ici la fin du siècle avec 1 760 °C.j pour le scénario 4.5 et 2 195 °C.j pour le scénario 8.5 .

Indice de Winkler à Bourges selon le modèle ClimA - XXI



L'indice de Winkler est classé en cinq zones climatiques selon le tableau ci-dessous :

Zone	°C.jours	Exemples : Villes (Pays)
5	$x \geq 2205$	Jerez (E), Hunter (Aus), Palerme (I), Fresno (USA)
4	$1927 \leq x < 2205$	Venise (I), Mendoza (Arg), Stellenbosch (RSA)
3	$1650 \leq x < 1926$	Montpellier (F) , Milan (I), Porto (P), Napa (USA)
2	$1371 \leq x < 1649$	Rioja (E), Côtes du Rhône (F) , Barolo (I), Santiago (C)
1	$x < 1371$	Geisenheim (D), Champagne (F) , Dijon (F) , Bordeaux (F)

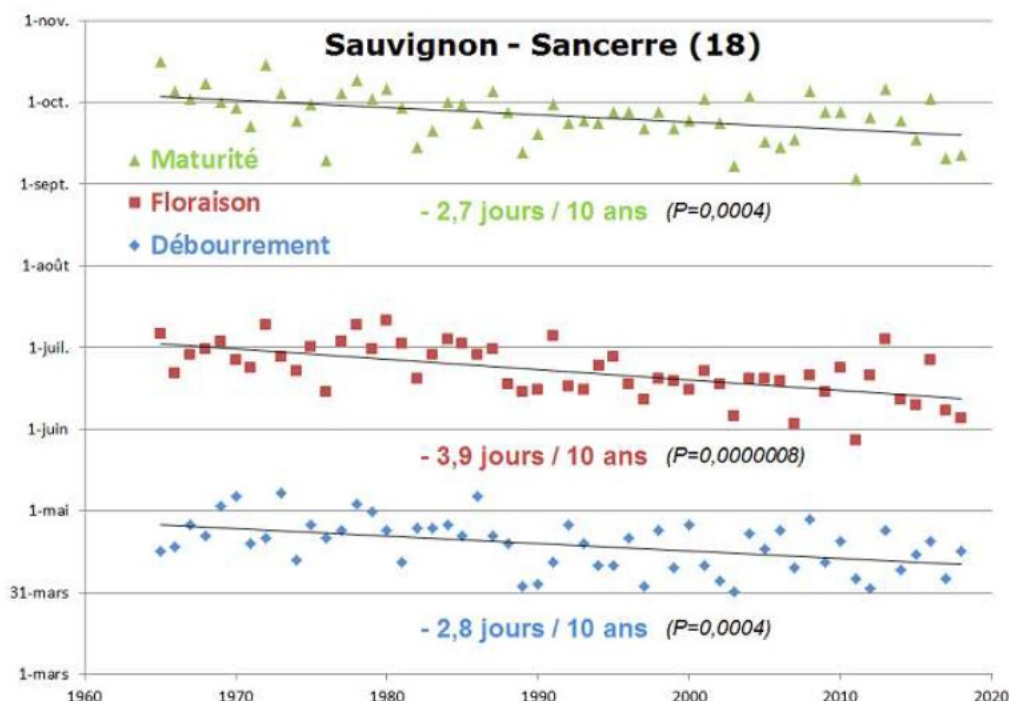
De 1960 à 2010, les appellations du département se situent en classe 1. Les modèles prévoient un passage en classe 2 (exemple d'appellation se situant actuellement dans cette classe : Côtes du Rhône) vers 2050 et à la fin de ce siècle en classe 3 (exemple d'appellation se situant actuellement dans cette classe : Porto) selon le scénario 4.5 et en classe 4 (exemple d'appellation se situant actuellement dans cette classe : Bardolino en Vénétie) pour le scénario 8.5.

L'indice de Winkler permet de connaître le cumul de températures pour accomplir leurs phases phénologiques (débourrement, floraison, maturité, etc.) et permet aussi de prévoir les dates de ces stades.

Ces changements climatiques ont des impacts sur les caractéristiques du raisin récolté, notamment la quantité de sucre et l'acidité et donc, sur la typicité des vins produits.

L'apport de chaleur supplémentaire a pour effet de raccourcir les phases phénologiques et donc d'avancer les stades clés de la vigne⁸¹ comme, par exemple, les dates de vendanges. Dans le Cher, on observe que les bans des vendanges sont actuellement levés deux à trois semaines plus tôt qu'au début de ce siècle.

Date de différents stades de la vigne



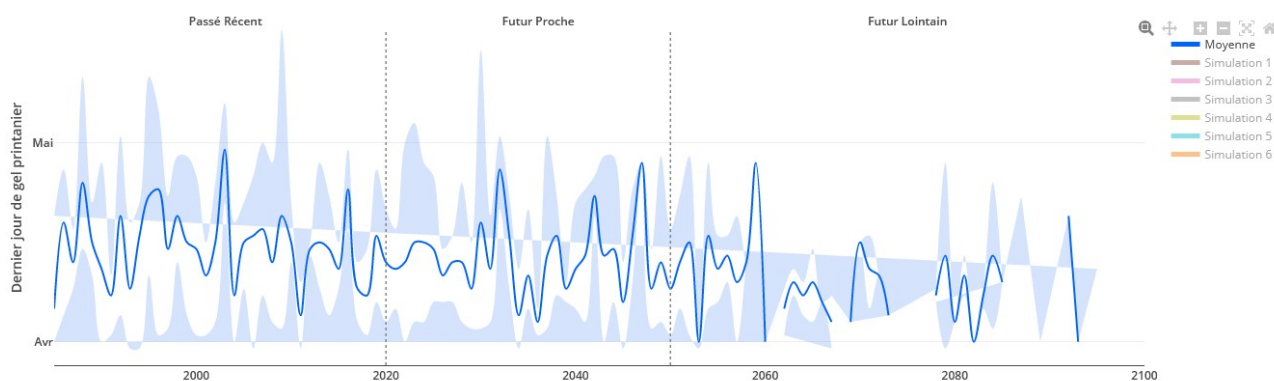
Source : Oracle

81 Neethling. E. Adaptation de la viticulture au changement climatique : vers des stratégies à haute résolution. Géographie. Université Rennes 2, 2016.

La hausse de l'indice de Winkler entraîne également un avancement de la date de débourrement. Or, la vigne est très sensible aux températures inférieures à 0 °C, en particulier celles de -2,5 °C⁸² qui peuvent causer la mortalité des bourgeons primaires ou des jeunes pousses, ce qui retarde le développement végétatif et réduit le rendement⁸³.

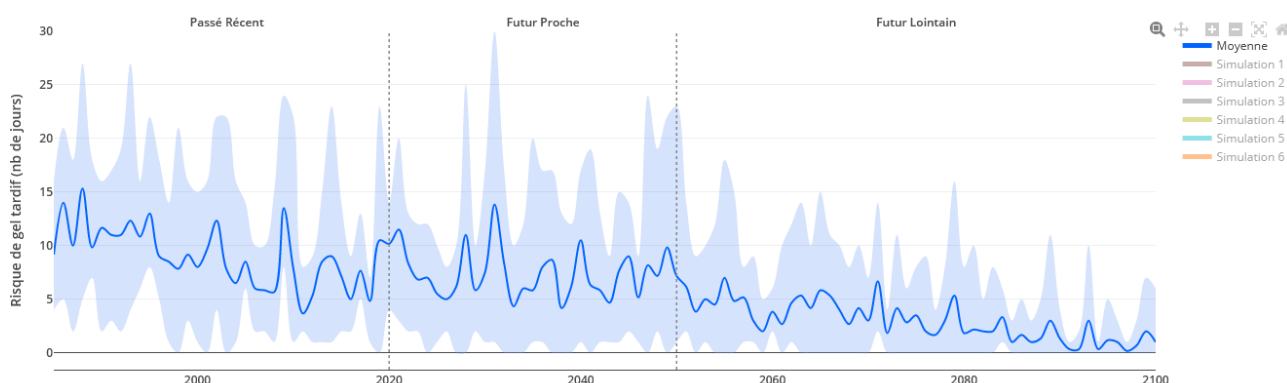
La date de la dernière gelée sortie d'hiver constatée ces 60 dernières années n'a pas évolué. Par contre, les modèles prévoient en moyenne une dernière gelée en sortie d'hiver évoluant du 15 avril actuellement au 9 avril pour les scénarios 4.5 et 8.5 à la fin de ce siècle.

Dernier jour de gel printanier selon le modèle CANARI pour le scénario 8.5



Toutefois, les jours durant lesquels la température minimale est au-dessous de 0 °C entre le 1 mars et le 31 mai passerait de 8 jours actuellement à 4 jours (scénario 4.5) ou 2 jours (scénario 8.5) à la fin de ce siècle.

Nombre de jours de gel tardif selon le modèle CANARI pour le scénario 8.5



Ces éléments confrontés à l'augmentation de l'indice de Winkler entraîne une avancée de la date de débourrement de la vigne, ce qui a pour conséquence d'accroître le risque de gel à un stade phénologique critique. Il est donc probable qu'à la fin du siècle les gelées à des stades phénologiques critiques soient moins fréquentes mais plus impactantes.

Conditions nycthermiques

Les conditions nycthermiques sont les circonstances quant à l'alternance des températures pendant 24 heures, alternant la nuit et le jour.

La maturation des raisins se situe entre la véraison (c'est-à-dire le moment de l'année où le grain de raisin commence à prendre la couleur qu'il aura à maturité) et la vendange pendant le mois de septembre.

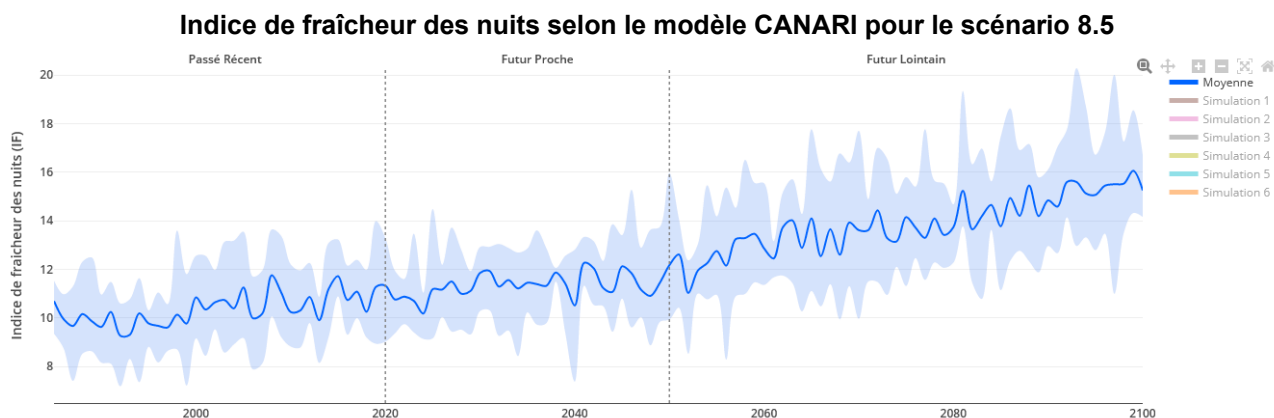
82 Reynier A (2007) Manuel de viticulture. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris

83 Jackson R S (2008) Wine science: principles and applications. Ed. Academic Press, New York

C'est une période essentielle pour la qualité future de la récolte, puisque s'y déroule la synthèse des composés organiques influençant la typicité du vin (sucres, acidité, polyphénols, précurseurs d'arômes).

Il est avéré que des températures diurnes élevées et des températures nocturnes fraîches sont essentielles pour préserver l'équilibre entre le sucre et l'acidité⁸⁴. Des températures fraîches, notamment en particulier celles nocturnes, sont aussi propices à l'expression des arômes.

L'indice de fraîcheur des nuits constaté ces 60 dernières années n'a pas évolué. Par contre, les modèles prévoient en moyenne un indice évoluant de 10 °C actuellement à 12 °C pour les scénarios 4.5 et 14 °C pour le scénario 8.5 à la fin de ce siècle.



Dans le département du Cher, de 1960 à 2010, les appellations du département se situent en rang 4 (cf. tableau ci-dessous). Les modèles prévoient un passage en rang 3 (exemple d'appellation se situant actuellement dans cette classe : Porto) selon les scénarios 4.5 et 8.5.

Caractéristiques	Rangs	Valeurs	Exemples : Villes (Pays)
Nuits chaudes	1	$x > 18^{\circ}\text{C}$	Marsala (I), Nabeul (T)
Nuits tempérées	2	$14^{\circ}\text{C} \leq x \leq 18^{\circ}\text{C}$	Madrid (E), Montpellier (F)
Nuits fraîches	3	$12^{\circ}\text{C} \leq x \leq 14^{\circ}\text{C}$	Porto (P), Carcassonne (F)
Nuits très fraîches	4	$x \leq 12^{\circ}\text{C}$	Freiburg (A), Napa (USA)

Les conditions nycthermiques peuvent avoir des conséquences importantes dans le domaine de l'œnologie. Pour ne prendre qu'un exemple, les thiols (composés soufrés) souvent recherchés dans le profil aromatique des vins vont avoir tendance à se développer en période de nuits fraîches pendant la maturation des raisins. Le palais des amateurs de vins serait susceptible d'être décontenancé par la typicité de certaines appellations qu'ils ne retrouveraient pas.

7.3. Arboriculture

L'évolution de la date de pleine floraison du pommier (variété Golden) de 1985 à 2019 dans le département du Loiret a été étudiée. Aucune évolution n'a été déterminée.

Les éléments indiqués plus hauts pour la viticulture sont transposables à l'arboriculture en matière de gel printanier à savoir que le changement climatique a pour effet d'avancer la date de débourrement des arbres fruitiers, ce qui a pour conséquence d'accroître le risque de gel à un stade phénologique critique. Il est donc probable qu'à la fin du siècle les gelées à des stades phénologiques critiques soient moins fréquents mais plus impactants.

⁸⁴ Carey VA, Saayman D, Archer E, Barbeau G, Wallace M (2008) Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. I. The identification of natural terroirs units. J Int Sci Vigne Vin 42(4):169-183

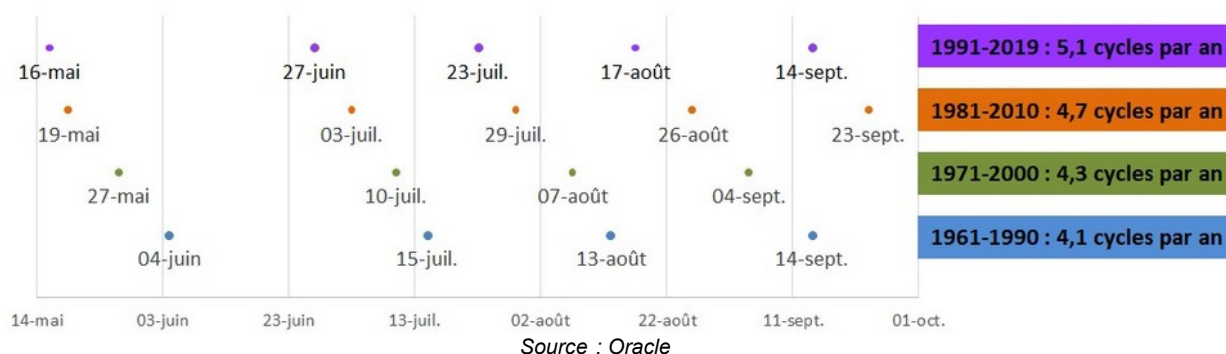
La DDT du Cher a en charge les demandes de reconnaissance de calamités agricoles qui se définissent comme les dommages résultant de risques, non assurables, dus à des événements climatiques exceptionnels. Les pertes de fonds et/ou de récolte en raison du gel printanier dans les domaines viticoles et arboricoles peuvent activer une calamité agricole. Au regard du constat de ces dernières, il apparaît que sur les six dernières années, la fréquence des épisodes de gel de printemps augmente. Les années pour lesquelles il est observé un gel de printemps sont : 1985, 1991, 1994, 1997, 1998, 2003, 2012, 2016, 2017, 2019, 2020 et 2021. Ainsi, depuis 35 ans, un tel événement se produit en moyenne une année sur trois. Depuis 2016, un gel de printemps est observé tous les ans avec une exception en 2018.

7.4. Maraîchage

Le thrips du tabac et de l'oignon (*Thrips tabaci*) est une espèce de minuscules insectes qui piquent les feuilles de nombreuses espèces cultivées (exemple : pomme de terre, tomate, aubergine, muguet) et dont la larve parasite ces mêmes plantes. Ce parasitage peut avoir comme conséquences des feuilles qui se dessèchent et tombent, un raccourcissement de la plante ou encore l'avortement de boutons floraux. Ce parasite peut donc fortement impacter les rendements réalisés. La lutte s'effectue par des moyens chimiques (exemple : abamectine, aldicarbe, méthomyl) ou biologique (acariens ou hémiptères prédateurs).

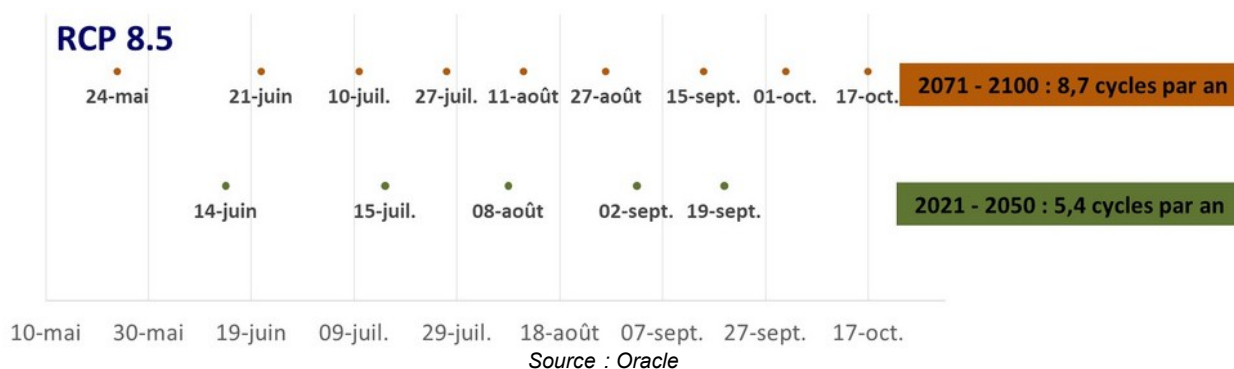
Le cycle du *Thrips tabaci* est corrélé à la somme de température ; il effectue son cycle en 228,3 °C.j base 11,5 °C. Le nombre de cycle de *Thrips tabaci* est passé de 4 cycles par an entre 1961-1990 à 5 cycles par an entre 1991-2019. Le premier vol théorique a également été avancé de 17 jours entre ces deux pas de temps.

Évolution du nombre de cycle du *Thrips Tabaci* à Bourges depuis 1961



Les modèles prévoient une augmentation à la fin du siècle du nombre de cycles de 6,7 (selon le scénario 4.5) ou 8,7 (selon le scénario 8.5).

Évolution du nombre de cycle du *Thrips Tabaci* à Bourges selon le scénario 8.5



Le changement climatique a comme conséquence une pression sanitaire sur certains végétaux, pression qui devrait s'accroître d'ici la fin du siècle.

De plus, les sécheresses sont et seront plus fréquentes (cf. supra).

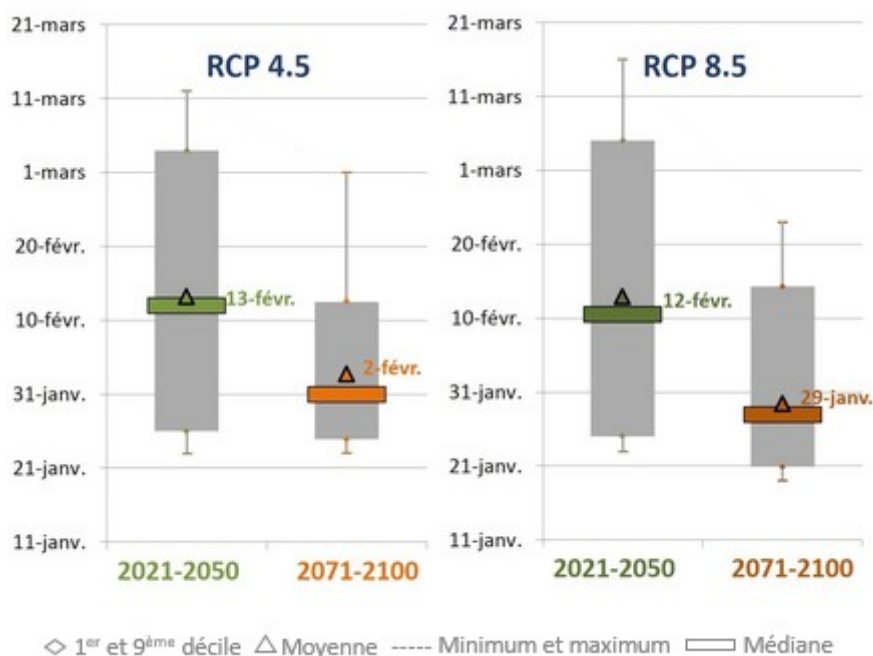
7.5. Élevage

Pâturage et fourrage

Les dates de reprise de végétation de la prairie et de mise à l'herbe n'ont pas connu d'évolution significative depuis 1960. À l'heure actuelle, la date de reprise de la végétation se situe aux alentours du 18 février et celle de la mise à l'herbe le 25 mars.

À la fin du siècle, la date de reprise de végétation de la prairie devrait se situer aux alentours du 31 janvier (scénario 4.5 et 8.5), soit une quinzaine de jours avant ce que nous connaissons actuellement.

Date de reprise de la végétation à Bourges selon les scénarios 4.5 et 8.5

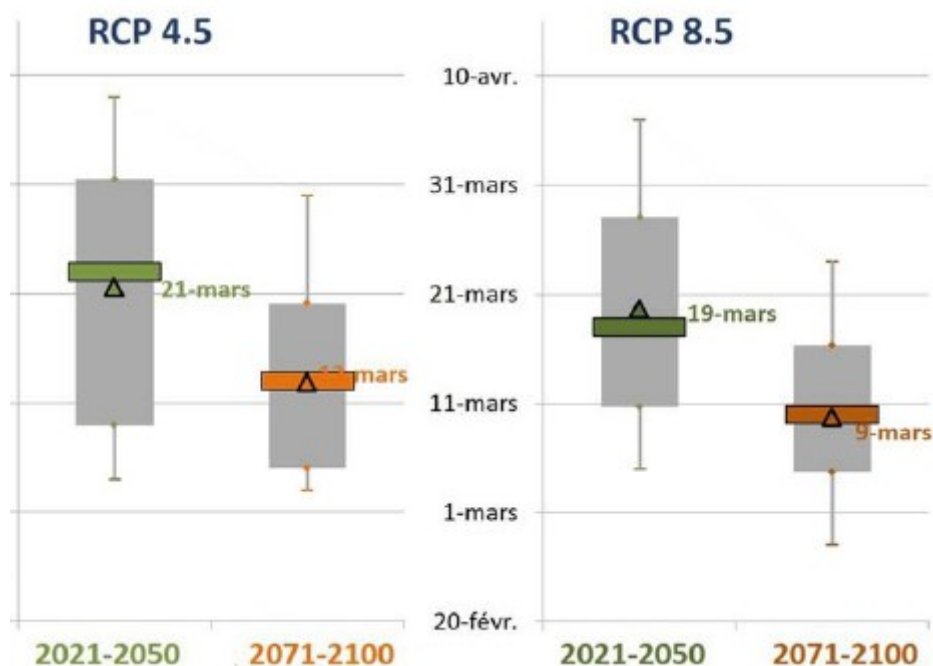


Source : ClimA XXI

Pour la prairie, cela traduit une production de biomasse de plus en plus précoce, permettant une exploitation elle-même de plus en plus précoce au cours du XXI^{ème} siècle. Les calendriers d'exploitation de l'herbe et de conduite des troupeaux sont impactés par cette précocification, qui permettra en partie au moins, de compenser les déficits de pousse attendus en période estivale (cf. supra « stress hydrique »).

À la fin du siècle, la date de mise à l'herbe devrait se situer aux alentours du 10 mars (scénario 4.5 et 8.5), soit une quinzaine de jours avant ce que nous connaissons actuellement.

Date de mise à l'herbe à Bourges selon les scénarios 4.5 et 8.5



Source : ClimA XXI

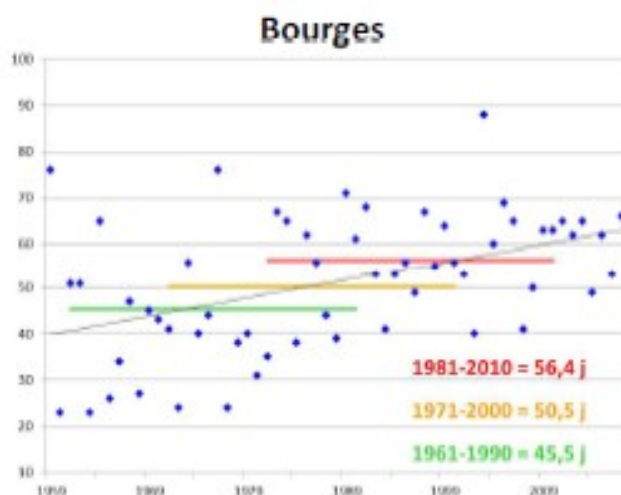
Cet avancement de la mise à l'herbe impacte la gestion du pâturage et la conduite des troupeaux en interagissant avec :

- la portance qui peut être insuffisante si les sols ne sont pas ressuyés (déprimage pénalisé) ;
- le choix des espèces cultivées pour favoriser la qualité fourragère ;
- l'avancement des dates de mise bas pour les bovins allaitants (reproduction à la mise à l'herbe) ;
- la production de stock pour l'été, si la baisse de production estivale se confirme en raison du stress hydrique.

Santé et protection animale

Les ruminants subissent un stress thermique dès 25 °C. L'évolution du nombre de jours estivaux c'est-à-dire dont la température maximale est supérieure à 25 °C) dans le Cher depuis 1959 montre que la tendance observée sur l'ensemble de la période est de 4 j par décennie à Bourges, soit + 24 j en 59 ans.

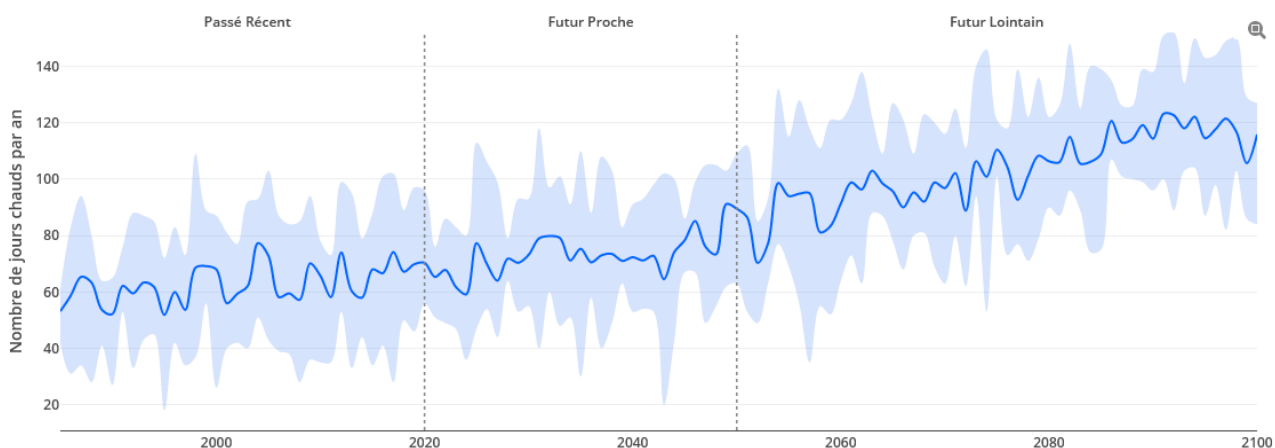
Nombre de jours pour chaque année où la température maximale journalière est supérieure ou égale à 25 °C



Source : Oracle

Les modèles prévoient en moyenne un nombre de jours où la température maximale journalière est supérieure à 25 °C évoluant de 56 actuellement à 84 pour le scénario 4.5 et 104 pour le scénario 8.5 à la fin de ce siècle.

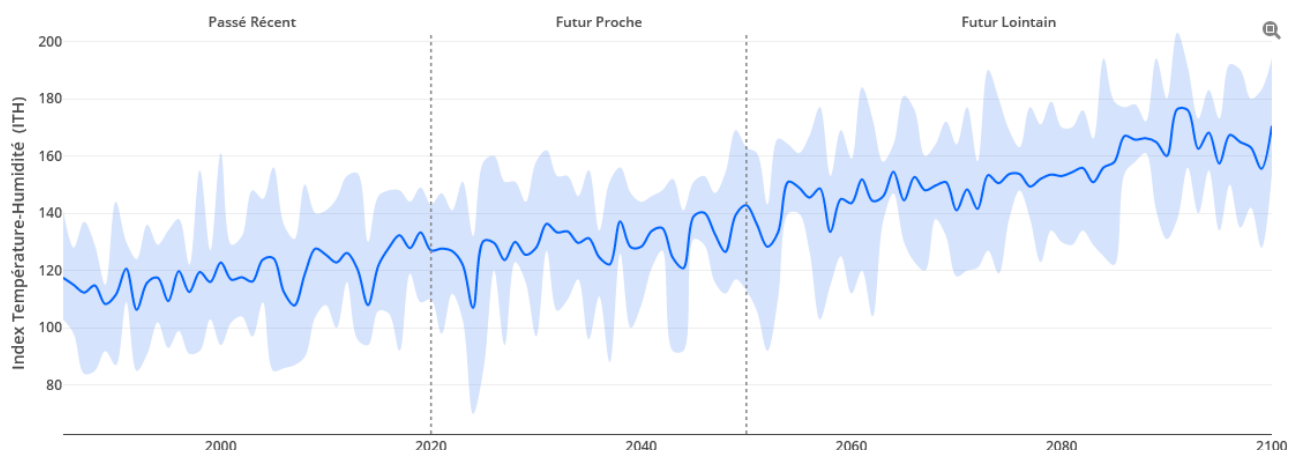
Nombre de jours chauds selon le modèle CANARI pour le scénario 8.5



L'index température-humidité de l'air (ITH) peut être utilisé comme paramètre pour établir l'existence d'un stress thermique. Il est convenu qu'un stress thermique a des répercussions importantes quand l'ITH dépasse la valeur 68.

Les modèles prévoient en moyenne un nombre de jours annuel où l'ITH dépasse cette valeur évoluant de 118 actuellement à 141 pour le scénario 4.5 et 154 pour le scénario 8.5 à la fin de ce siècle.

Nombre de jours où ITH>68 selon le modèle CANARI pour le scénario 8.5



Le stress thermique a pour conséquence :

- une baisse de l'ingestion en conduisant à une chute de la production laitière et une réduction de l'activité individuelle et sociale. On a rapporté des chutes de production pouvant atteindre 600 à 900 kg de lait par vache⁸⁵, soit environ 10 % sur la période de lactation ;
- une augmentation de la mortalité embryonnaire⁸⁶ ;
- une diminution du poids du veau à la naissance ;
- une augmentation des lésions podales (c'est-à-dire blessure à la patte), car le temps passé debout augmente afin d'augmenter les capacités d'échanges thermiques entre son corps et le milieu extérieur.

L'augmentation des températures d'ici la fin du siècle aura des conséquences négatives en matière de bien-être, de santé animale et de production.

En synthèse

Les effets du changement climatique sur l'agriculture sont d'ores et déjà observables dans le département, avec par exemple l'avancement de la date des vendanges de deux à trois semaines par rapport au début du siècle.

Le changement climatique impacte le développement des cultures, avec une précocité de certains stades phénologiques pouvant conduire à une vulnérabilité accrue aux épisodes de gels printaniers, c'est le cas de l'arboriculture (secteur du verger Forestain) et de la viticulture (vignobles de Quincy, Menetou-Salon, Sancerre, Châteaumeillant). Ce phénomène devrait se poursuivre, avec des épisodes de gel sans doute moins fréquents du fait du réchauffement, mais plus impactants du fait d'un démarrage encore plus précoce de la végétation.

L'élévation des températures, la diminution de la disponibilité en eau en période estivale (voire printanière et automnale) constituent les facteurs les plus impactants, tant pour les cultures végétales que pour l'élevage :

- augmentation du nombre de jours échaudants (de +0,8 à +1,5 jours par décennie à Bourges selon les projections) et augmentation des périodes de stress hydrique des cultures (augmentation de l'évapotranspiration) contribuant à une stagnation des rendements pour le blé

85 WEST J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 2003. 86: 2131-2144.

86 PADILLA L., MATSUI T., KAMIYA Y., KAMIYA M., TANAKA M., YANO H. Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. Livestock Science. 2006. 101: 300-304

et le maïs grain notamment, culture par ailleurs fortement dépendante de la capacité à irriguer (63 % de la surface cultivée en maïs dans le Cher est irriguée).

- évolution de la typicité des vins, les facteurs climatiques déterminants pour les vignobles du Cher seraient d'ici la fin du siècle comparables à ceux des vignobles de l'Hérault, de Porto ou de la Vénétie.

- précocité de la reprise de végétation sur les prairies, entraînant une évolution dans la conduite des élevages : dates de mise à l'herbe et de mise bas avancées, choix des espèces fourragères, constitution d'un stock fourrager pour compenser la perte en période estivale.

- augmentation du risque de stress thermique pour les animaux avec l'augmentation du nombre de jours chauds (+30 à +50 par an sur Bourges d'ici la fin du siècle selon les projections). Le stress thermique conduit à des troubles physiologiques et comportementaux, avec un impact sur le bien-être et la santé des animaux, et sur la production (-10 % constatés sur la production de lait pendant la période de lactation).

- augmentation de la pression sanitaire sur les cultures avec l'accélération des cycles de reproduction de certains ravageurs. Seraient particulièrement touchées les activités de maraîchage et de grande culture (maïs).

8. Eau

Les études suivantes ont permis l'élaboration de ce chapitre :

- le diagnostic du Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative des eaux du Cher, « Concert'eau » piloté par le Conseil Départemental du Cher ;
- l'analyse des données du réseau Onde (observatoire national des étiages) ;
- l'évaluation du protocole de gestion volumétrique des eaux d'irrigation agricole sur le bassin Yèvre-Auron, établie par la structure porteuse de ce SAGE, à savoir l'Établissement Public Loire ;
- l'étude réalisée par l'Établissement Public Loire en 2017 en tant que structure porteuse de différents Schéma d'Aménagement et de Gestion des eaux (SAGE) qui est un document de planification de la gestion de l'eau. Cette étude s'appuie sur deux autres études :
 - Explore 2070 (portée par le Ministère en charge de l'écologie) : à l'échelle de la France et Outre-Mer Cette étude s'appuie sur le 4e rapport du GIEC (Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat), et plus particulièrement sur le scénario d'émission de gaz à effet de serre A1B. C'est un scénario médian (ni optimiste ni pessimiste) qui conduit à une augmentation de la température moyenne mondiale de + 2.8°C en 2100 par rapport à l'an 2000. Sur la base de ce scénario, 7 modèles climatiques utilisant des logiciels de modélisation différents ont été élaborés par des équipes situées dans différents pays (Canada, Allemagne, France, Etats-Unis et Japon) ;
 - ICC Hydroqual (portée par l'Université de Tours) : à l'échelle du bassin de la Loire et ses affluents pour le scénario 1AB également.

8.1. Eaux superficielles

Débit actuel

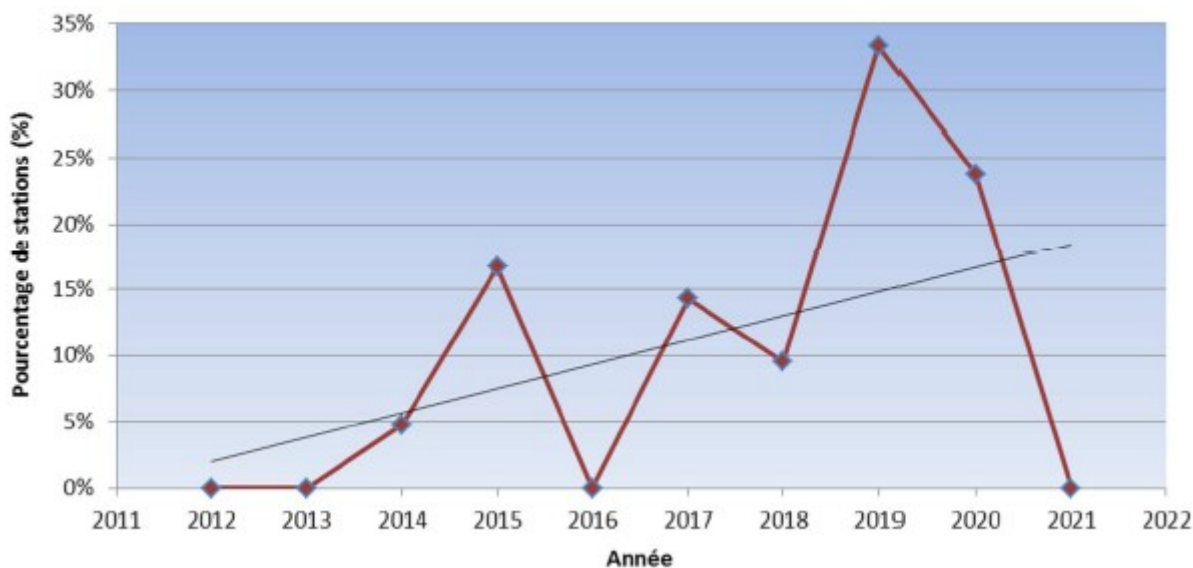
L'étude des débits moyens minimums mensuels de l'Auron à Bourges de ces 55 dernières années n'a pas permis d'attribuer au changement climatique une fréquence et une intensité plus élevées de faibles débits. Une analyse de l'influence du changement climatique sur les débits nécessiterait un délai de réalisation et des moyens qui à ce jour n'ont pas été engagés. De manière générale, l'analyse des débits d'étiage sur les cinq stations hydrométriques du bassin Yèvre-Auron ne montre pas d'évolution significative entre 2000 et 2020.

L'analyse des dates de déclenchement des restrictions d'usages de l'eau (arrêté préfectoral « sécheresse ») ne permet pas d'observer une tendance.

Un autre moyen d'apprécier les débits d'étiage des cours d'eau du département est le réseau Onde constitué de 42 stations dans le département du Cher, qui est l'observatoire national des étiages. Ces données sont les observations visuelles réalisées par les agents départementaux de l'Office français de la biodiversité (OFB) pendant la période estivale sur l'écoulement des cours d'eau. Les observations sont désignées suivant quatre modalités : écoulement visible, écoulement visible faible, écoulement non visible, assec.

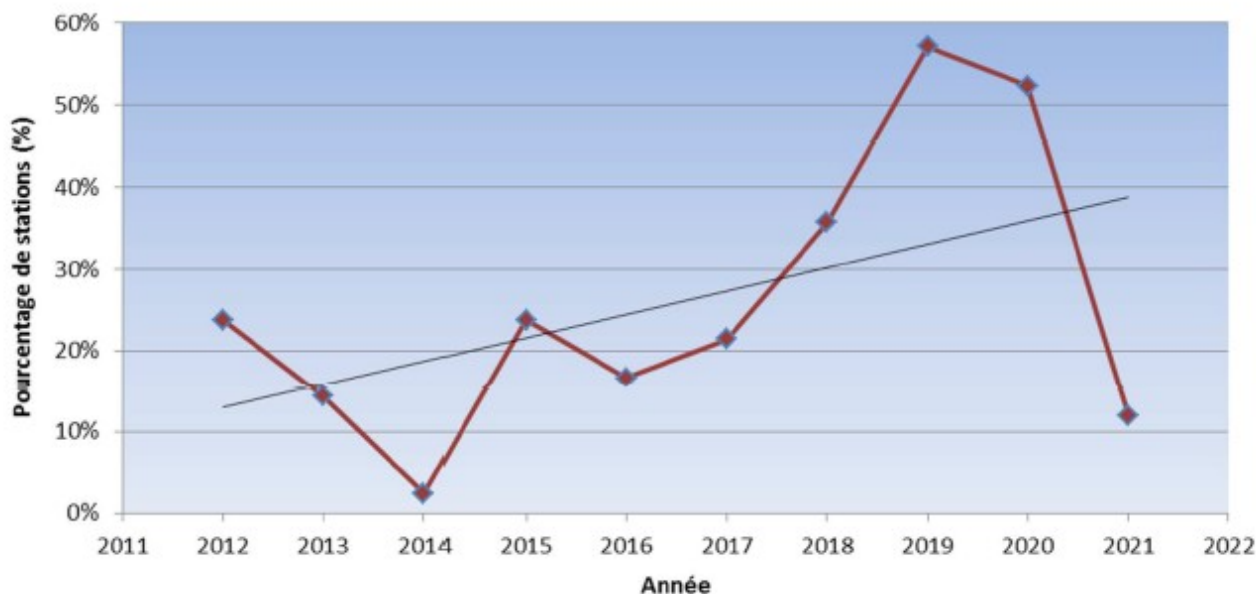
Il est constaté une variabilité interannuelle mais de plus en plus de difficultés dès le mois de mai avec une tendance à l'augmentation des écoulements faibles comme l'atteste le graphique ci-dessous.

Evolution du pourcentage de stations en écoulement faible fin mai entre 2012 et 2021



Une tendance à l'augmentation est également constatée pour les assecs sur ces 10 dernières années en septembre, comme le montre le graphique ci-dessous.

Evolution du pourcentage de stations en assec fin septembre entre 2012 et 2021



Concernant les débits élevés, aucune étude n'a été réalisée à notre connaissance sur l'évolution actuelle de la fréquence et de l'intensité des crues.

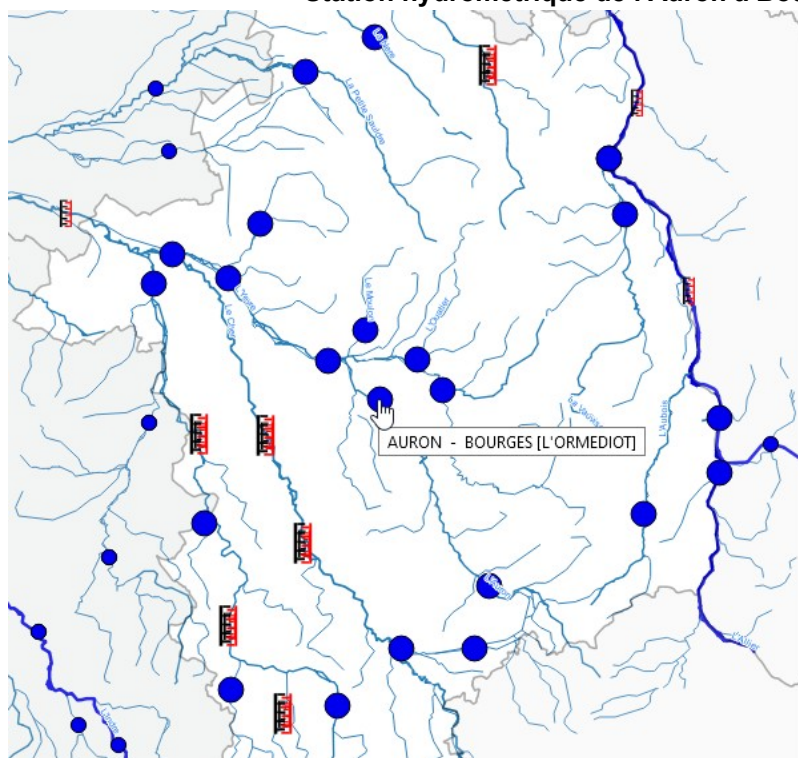
Pour ces deux graphiques, il faut noter le caractère particulièrement pluvieux de l'été 2021.

Débit projeté

Seules les stations hydrométriques de l'Auron à Bourges et du Cher à Colombiers (situé à proximité de Saint-Amand-Montrond) ont pu faire l'objet d'une modélisation pour le département du Cher.

L'Auron à Bourges

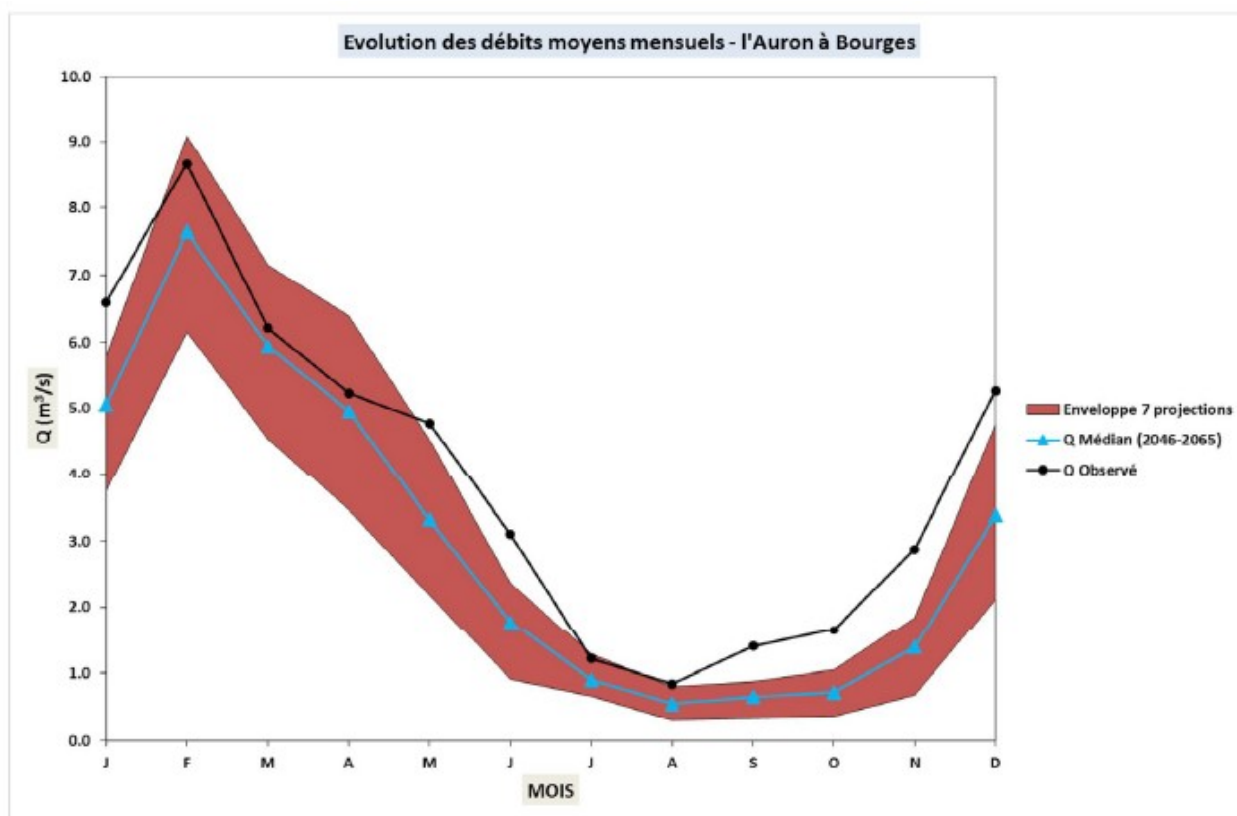
Station hydrométrique de l'Auron à Bourges



● Stations hydrométriques

■ Stations uniquement limnimétriques

Source : Etablissement Public Loire, impact changement climatique, bassin Yèvre-Auron, 2017



Source : Etablissement Public Loire, impact changement climatique, bassin Yèvre-Auron, 2017

Les projections du débit de l'Auron à Bourges en 2050 indiquent que :

- de juin à octobre : les débits mensuels baisseraient de près de 50 % (passage de 1,5 m³/s à 0,8 m³/s) par rapport à la période 1961-1990 ;
- de janvier à juin : les débits moyens mensuels évolueraient à la baisse mais l'incertitude des projections est forte durant cette période.

Les étiages seraient plus sévères et prolongés sur la période automnale. Aucun scénario ne se dégage pour les périodes de fort débit.

Il existe différents débits statistiques, caractéristiques du cours d'eau :

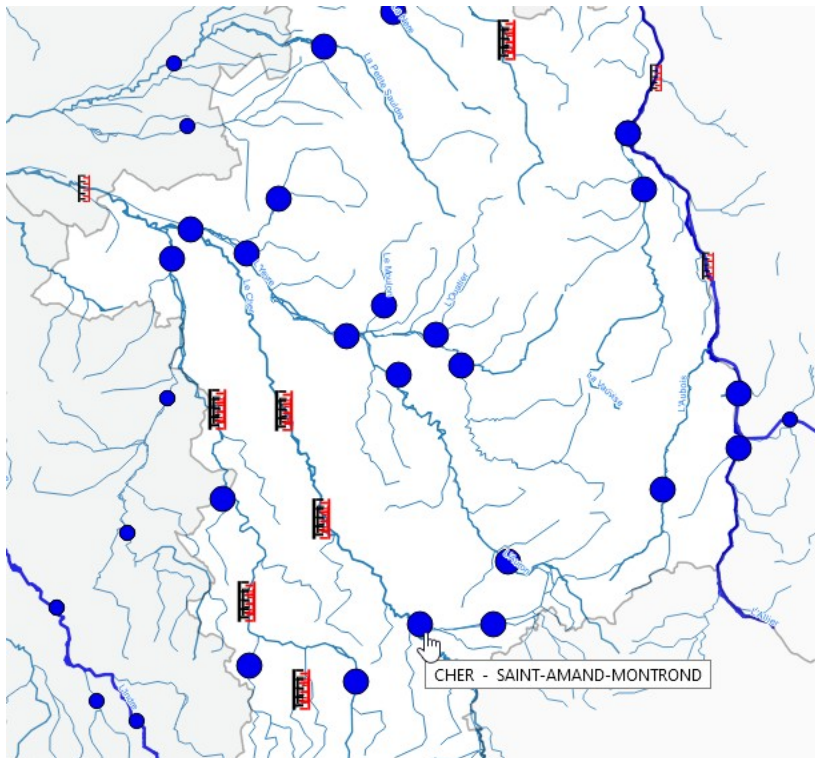
- le module est le débit moyen mensuel interannuel. Pour vulgariser cette notion, il s'agit en quelque sorte du débit moyen du cours d'eau ; il donne une indication sur le volume annuel écoulé et donc sur la disponibilité globale de la ressource en eau ;
- le QMNA5 est le débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassée une année donnée. Pour vulgariser cette notion, il s'agit en quelque sorte du débit mensuel d'étiage. On peut considérer que le QMNA5 reflète indirectement un potentiel de dilution et un débit d'étiage typiques d'une année sèche ;
- le QJ10ans est le débit moyen journalier maximal sur une période de retour de 10 ans. Pour vulgariser cette notion, il s'agit en quelque sorte du débit d'une crue qui se produit une fois tous les 10 ans.



Pour l'Auron à Bourges, ces débits caractéristiques évolueraient de la manière suivante :

- module : ce débit diminuerait de 25 % vers 2050 et également 25 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990 ;
- QMNA5 : ce débit diminuerait de 36 % vers 2050 et de 50 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990 ;
- QJ10ans : ce débit diminuerait de 7 % vers 2050 et de 22 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990.

Le Cher à Colombiers

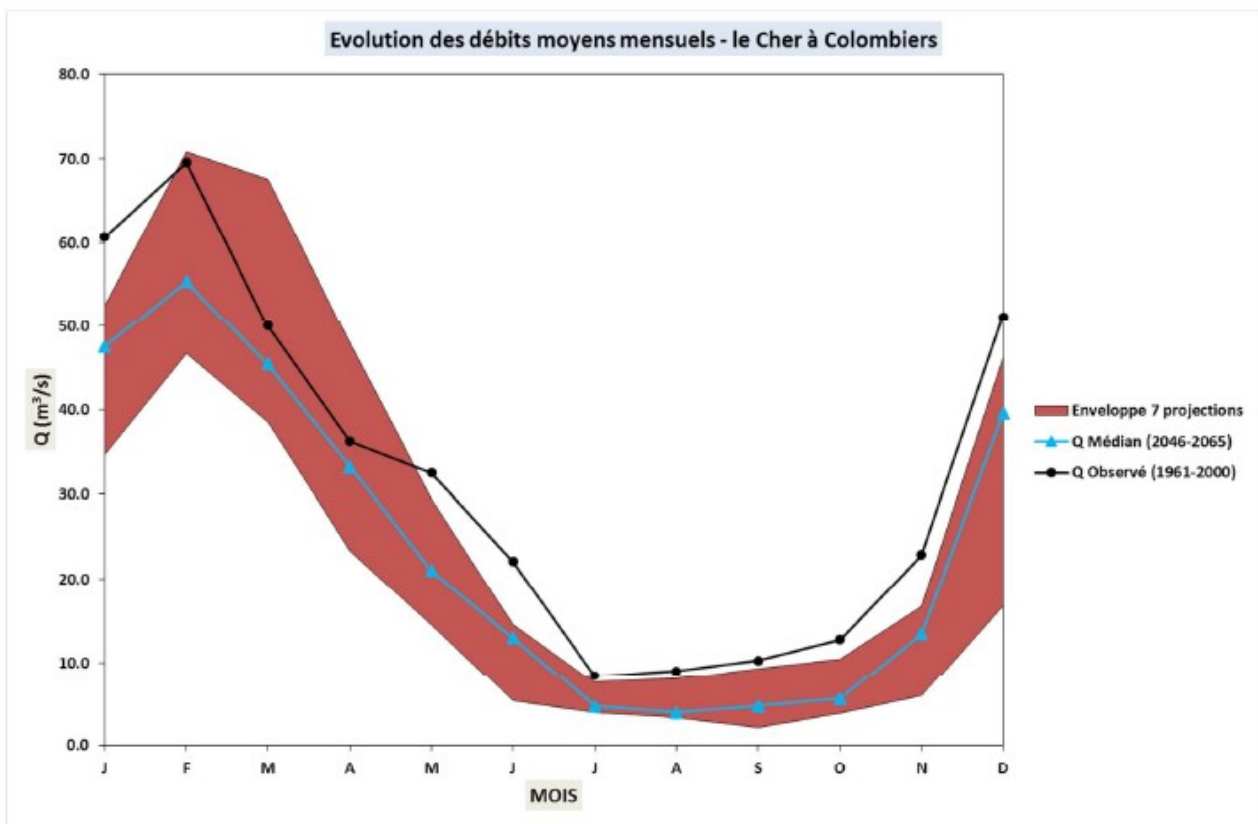
Station hydrométrique du Cher à Colombiers



-  Stations hydrométriques
-  Stations uniquement limnimétriques

Source : Etablissement Public Loire, impact changement climatique, bassin Cher amont,

2017



Source : Etablissement Public Loire, impact changement climatique, bassin Cher amont, 2017

Les projections du débit du Cher à Colombiers (situé à proximité de Saint-Amand-Montrond) en 2050 indiquent que :

- de mai à décembre : les débits mensuels baisseraient de près de 40 % (au mois d'août passage : de 1 m³/s à 0,6 m³/s, au mois de juin passage de 3 m³/s à 1,5 m³/s) par rapport à la période 1961-1990 ;
- de janvier à avril : les débits moyens mensuels évolueraient à la baisse mais l'incertitude des projections est forte durant cette période.

Les étiages seraient plus sévères et prolongés sur la période automnale. Aucun scénario ne se dégage pour les périodes de fort débit.

Pour Cher à Colombiers, les débits caractéristiques évolueraient de la manière suivante :

- module : ce débit diminuerait de 25 % vers 2050 et 37% à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990 ;
- QMNA5 : ce débit diminuerait de 36 % vers 2050 et de 47 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990 ;
- QJ10ans : ce débit diminuerait de 7 % vers 2050 et de 22 % à la fin du siècle par rapport à la période 1961-1990.

La baisse du module traduit le fait que globalement la ressource en eau sera moins disponible dans les cours d'eau. L'ensemble des usages de l'eau (domestique, industriel, agricole) pourraient souffrir d'une disponibilité globalement moindre de la ressource en eau sur l'ensemble de l'année.

Impacts probables des projections

- Usage domestique

La forte diminution du QMNA5 pourrait avoir des conséquences sur le dimensionnement des futures stations d'épuration. En effet, les normes de rejet des stations de traitement des eaux usées sont définies, entre autres, en fonction de la capacité de dilution du milieu récepteur. Pour évaluer cette dernière, le QMNA5 est utilisé. Au regard des éléments indiqués ci-dessus, les normes de rejet des nouveaux ouvrages de rejets ponctuels (stations d'épuration, industrie, rejets d'eaux pluviales, etc.) pourraient être réduites de moitié à la fin de ce siècle. Le coût de construction des stations d'épurations serait fortement augmenté.

Le niveau de la rivière étant plus faible, les nappes d'accompagnement des cours d'eau se vidangeraient également plus fortement. Pour les collectivités captant ce type de nappes, il est à craindre durant la période estivale que les forages ne soient plus assez profonds pour prélever de l'eau pour l'alimentation en eau potable.

- Usage agricole

Les prélèvements directs en cours d'eau sont soumis à la « loi sur l'eau » si la capacité de prélèvement dépasse 2 % du QMNA5 (déclaration) et 5 % (autorisation). Étant donné que le QMNA5 serait réduit de moitié à la fin du siècle, un plus grand nombre de nouveaux prélèvements d'eau en surface seraient réglementés. En outre, les prélèvements réalisés à des fins d'irrigation depuis le milieu hydraulique superficielle seraient confrontés à une ressource plus rares.

Pour l'abreuvement du bétail, il serait probable que des têtes de bassin versant où les animaux ont l'habitude de s'hydrater seraient à sec.

- Usage industriel

Les éléments exposés pour les deux usages ci-dessus sont transposables pour le milieu industriel, à savoir une forte possibilité d'augmenter le niveau de traitement des eaux industrielles et que les prélèvements soient davantage réglementés.

La sensibilité des entreprises à cette baisse de la ressource en eau est développée dans la partie « industrie » de ce diagnostic.

- Canaux

Au regard des effets attendus du changement climatique, le canal de Berry risque de souffrir davantage de l'évapotranspiration. Qui plus est, les prises d'eau risquent d'être fermées en période estivale avec les restrictions des usages de l'eau. Ainsi le canal pourrait être à sec plusieurs mois dans l'année, sur un linéaire plus important. Ceci, cumulé avec d'autres effets tels que la prolifération de ragondins ou l'absence d'entretien sur certains tronçons, affaiblirait indéniablement la résistance mécanique des parois du canal qui pourraient s'effondrer par endroits.

En été, avec l'augmentation du déficit hydrique, les hauteurs d'eau des étangs et des canaux devraient diminuer. Localement, le marais de Bourges pourrait ne plus être navigable sur certaines portions.

L'usage de pêche en période estivale pourrait être en sursis avec le transfert des poissons sur des zones étanches toujours en eau.

Ce risque d'à-sec pourrait avoir un impact touristique sur le canal de Berry à Vélo. En effet, un canal à sec et pouvant mettre à l'aire libre des composés vaseux de type sulfuré (odeur d'œufs pourris) est moins attractif.

- Cours d'eau

Le QMNA5 réduit de moitié à la fin du siècle, la ligne d'eau serait plus faible. Il y aura donc un impact paysager sur les cours d'eau.

Le débit solide (transport par l'eau des alluvions) serait également réduit. Les cours d'eau verraient ainsi leur morphologie évoluer, allant vers un envasement plus important. Ce phénomène entraîne une diminution de la biomasse des macrophytes et augmente la vulnérabilité des œufs et larves de poissons.

De manière générale, les cours d'eau dont l'état n'est pas bon, seront d'autant plus vulnérables à l'avenir aux effets du changement climatique.

Eau de loisirs

Le Cher compte 6 baignades estivales dont certaines sont sujettes à des développements de cyanobactéries pouvant aboutir à une fermeture de celles-ci. En effet, les conditions climatiques (température de l'eau, vent, etc.) et des concentrations élevées en phosphore et azote sont favorables à leur développement.

La prolifération de ces cyanobactéries représente un danger pour l'homme et les mammifères puisqu'elles sont toxiques lorsqu'elles sont ingérées. Des chiens qui se sont désaltérés dans la Loire et le Cher en sont décédés ces dernières années. Le bloom algal⁸⁷ est donc à surveiller en période estivale.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) nuance l'impact du changement climatique dans le développement des cyanobactéries : « l'impact du changement climatique sur les proliférations de cyanobactéries est actuellement discuté dans la communauté scientifique. L'augmentation globale des températures, mais également les modifications des régimes pluviométriques (multiplication de périodes de grandes sécheresses, épisodes de tempêtes et de pluies violentes, etc.) provoquent des modifications dans le fonctionnement des plans et des cours d'eau. Ces modifications semblent favoriser les proliférations de cyanobactéries. Cependant, les interactions entre tous ces facteurs et processus sont multiples et encore largement méconnues. Il est donc très difficile de prédire quels seront réellement leurs impacts sur les proliférations de cyanobactéries. »⁸⁸

87 augmentation relativement rapide de la concentration d'une (ou de quelques) espèce(s) de phytoplancton dans un système aquatique

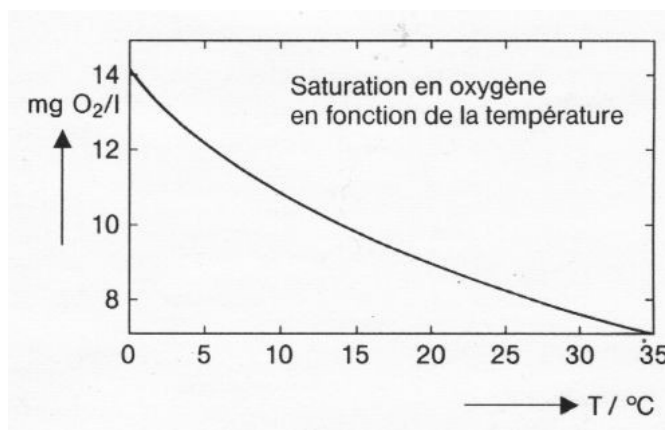
88 <https://www.anses.fr/fr/content/les-cyanobact%C3%A9ries-le-point-en-10-questions>

8.2. Milieux aquatiques

Température

Une simulation a été effectuée sur la température de l'eau du Cher à Savonnières (dans l'Indre-et-Loire, à proximité de Tours). Aucune simulation n'a été réalisée dans le département du Cher. Les modèles indiquent que la température moyenne de l'eau augmenterait de 2,2 °C (passage de 11,8 °C à 14 °C) vers 2050 par rapport à la période 1961-1990 et 3,0 °C (passage de 11,8 °C à 14,8 °C) à la fin de ce siècle par rapport à la période 1961-1990.

Plus une eau est chaude, plus pauvre elle sera en oxygène dissous comme l'atteste le graphique ci-dessous :



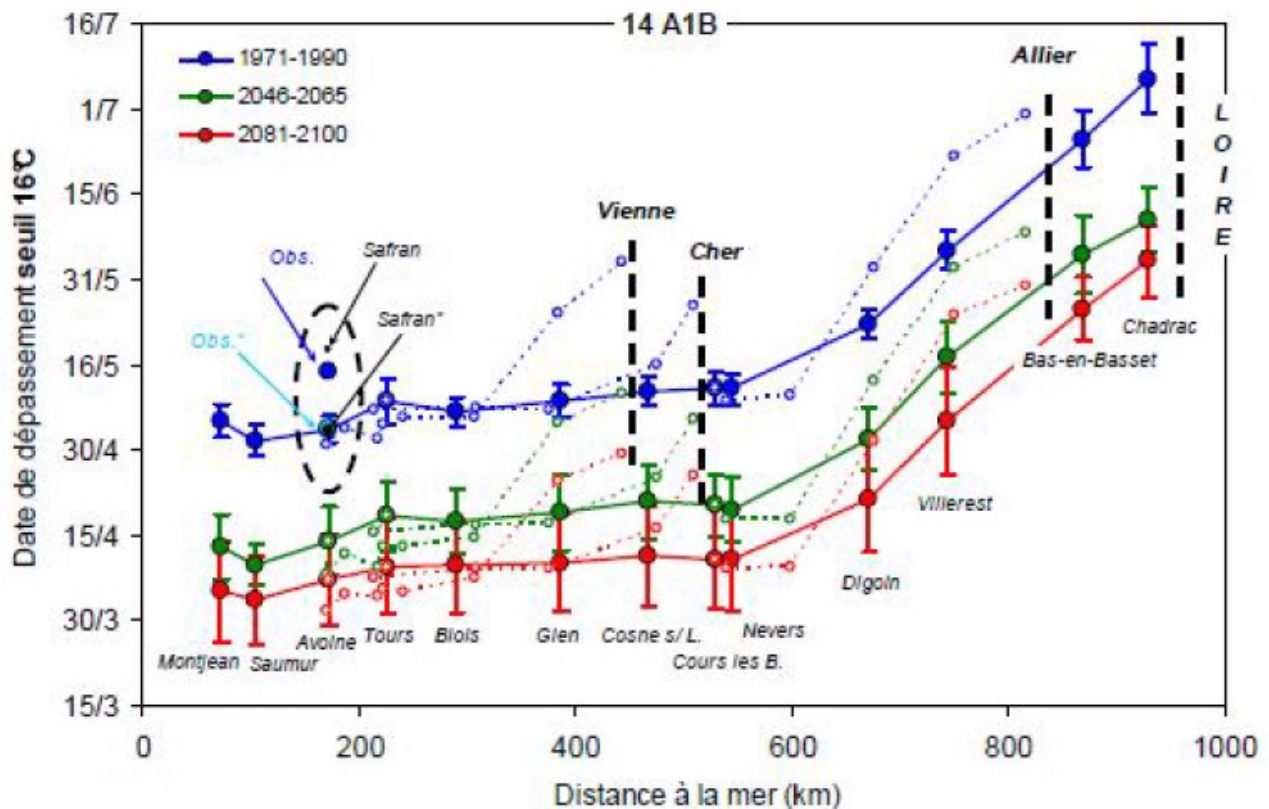
Ainsi, un passage de 12 °C à 15 °C réduit le taux d'oxygène dissous dans l'eau de 1mgO₂/L. L'ensemble de la faune aquatique disposera de moins d'oxygène pour sa respiration, même si la perte d'un point d'O₂ en moyenne n'est pas directement préjudiciable en soi. Par contre, localement, en période de basses eaux, il pourrait y avoir une forte augmentation de la température de l'eau qui pourrait avoir un impact sur la vie piscicole.

Les poissons sédentaires des parties basses et moyennes des bassins versants appartiennent en majorité à la famille des Cyprinidae (carpes) et à des espèces plutôt eurythermes⁸⁹. Il est également observé dans nos cours d'eau la grande alose, poisson migrateur anadrome⁹⁰ qui se reproduit en eau douce. Pour une grande partie de ces espèces, le seuil de reproduction est de 16 °C.

89 organismes adaptés à de grandes variations de température

90 poissons de mer qui remontent les fleuves pour y pondre

Les modèles ont simulé les profils longitudinaux des dates de dépassement du seuil thermique 16 °C :



Pour la Loire, la date de dépassement des 16 °C au niveau de Cours-les Barres passerait du 3 mai au 17 avril vers 2050 et au 9 avril en 2100.

Milieu et peuplement piscicole

La Fédération du Cher pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique indique que par le passé, seuls des suivis ponctuels ont été réalisés. Elle mentionne un risque sur certains cours d'eau, de baisse des peuplements de 1^{re} catégorie notamment en tête de bassin, qui seront remplacés peu à peu par des peuplements de 2^e catégorie. À partir de 2023, des suivis réguliers vont être mis en place (suivi thermique, suivi des peuplements piscicoles, etc.)

L'évolution du climat risque d'être un facteur aggravant de l'impact des obstacles à la continuité écologique sur la qualité de l'eau. Par ailleurs, avec la diminution des lames d'eau, certains obstacles risquent de devenir infranchissables. En situation de fort étiage, ils seront d'autant plus impactants sur le milieu.

Le volet « poissons d'eau douce » de l'étude Explore 2070 apporte des éléments quant à l'impact du changement climatique sur les écosystèmes aquatiques métropolitains. Les éléments développés dans ce paragraphe sont issus de cette étude.

À l'heure actuelle, nous n'avons pas connaissance d'études au niveau du département du Cher ou au niveau du bassin de la Loire de l'impact du changement climatique sur les poissons. Une étude locale a été réalisée sur le Rhône ; elle indique que la structure des peuplements poissons a évolué au profit d'espèces plus thermophiles et au détriment d'espèces d'eau froide. Ainsi, le chevesne et le barbeau remplacent progressivement la vandoise. De manière plus générale, au niveau métropolitain, sur ces trente dernières années, la proportion d'espèces d'eau chaude augmente, ce qui se traduit par un bouleversement des biocénoses, même si la richesse spécifique s'accroît. Les espèces d'eau chaude colonisent ainsi progressivement l'amont des fleuves au détriment des espèces d'eau plus froide.

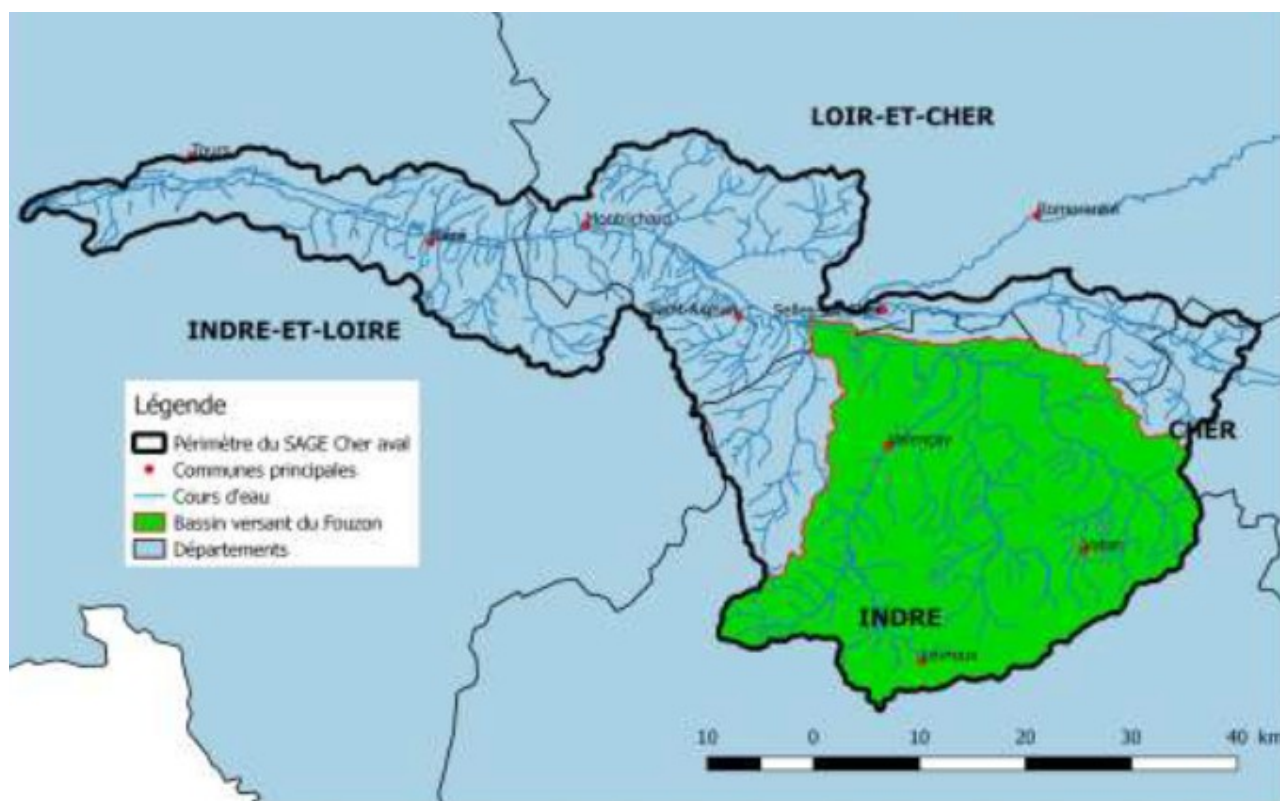
En matière de projection, l'étude conclut à ces mêmes constats actuels, à savoir que le réchauffement climatique entraîne un déplacement de l'habitat favorable de nombreuses espèces vers l'amont le long du réseau hydrographique. Les espèces pourront coloniser ces nouvelles zones uniquement si la continuité écologique au sein du réseau est rétablie.

Les auteurs de l'étude Explore 2070 – volet « poissons d'eau douce » rappellent qu'il est particulièrement difficile de distinguer les effets du changement climatique de ceux des pressions anthropiques locales. Les aménagements humains au sein des réseaux hydrographiques (barrages, retenues, artificialisation des berges, prélèvements pour divers usages, rejets d'eau de mauvaise qualité, etc.) conduisent dans la plupart des cas à une aggravation de certains des processus entraînés par le changement climatique, comme l'augmentation de la température de l'eau, la modification des débits et la dégradation des zones humides. Il est ainsi particulièrement délicat de déterminer la part de chacun de ces facteurs dans les pressions que subissent les écosystèmes aquatiques.

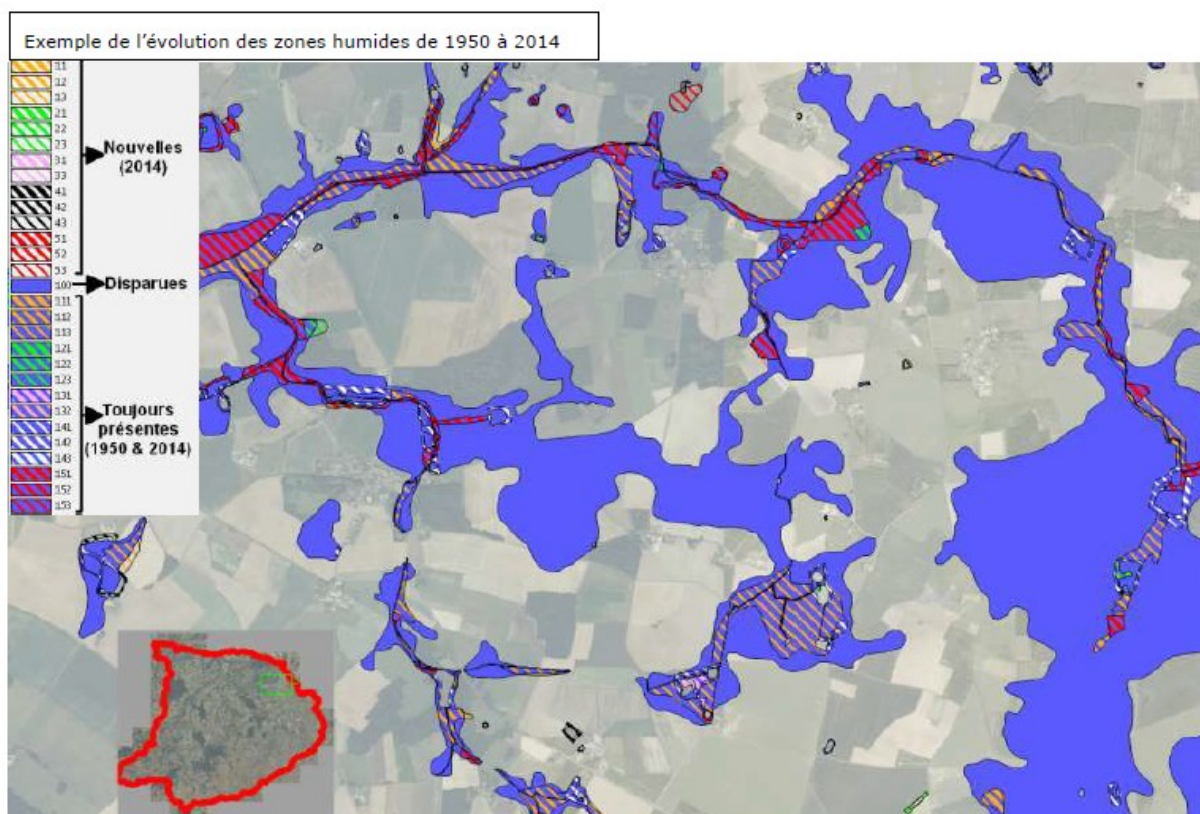
8.3. Zones humides

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Cher aval a mené une analyse historique des zones humides du bassin versant du Fouzon. Ainsi, 47 % de surface de zones humides ont disparu sur la période 1957-2021 sur ce bassin.

Carte de situation du bassin versant du Fouzon



À titre d'exemple, la carte ci-dessous représente l'évolution des zones humides au sein de ce bassin sur une partie de la commune de Genouilly située dans le nord-ouest du département :



Cette étude identifie les causes suivantes de cette diminution : le drainage, la déconnexion au réseau hydrographique, la création de plans d'eau, la disparition de plans d'eau et l'urbanisation. Le changement climatique n'est pas évoqué comme étant à l'origine de la diminution des zones humides. L'étude n'aborde pas les aspects qualitatifs sur le plan de l'hydroécologie végétale ou animale..

Le volet « zones humides » de l'étude Explore 2070 apporte des éléments quant à l'impact du changement climatique sur ces zones. Les éléments développés dans ce paragraphe sont issus de cette étude.

Cette étude se concentre sur les grands ensembles de zones humides. Le secteur Sologne (situé à cheval sur les départements du Loir-et-Cher, Loiret et Cher) fait ainsi l'objet d'un développement spécifique. Pour ce secteur, il ressort que le fonctionnement hydrologique des étangs est majoritairement de type pluvial. En effet, bien que les cours d'eau soient en lien avec la nappe libre des sables et argiles de Sologne, les étangs sont généralement déconnectés du réseau hydrographique (absence de résurgence de nappe et de source, implantation en dehors du réseau hydrographique). Le bilan hydrologique se résume donc aux apports météoriques et par ruissellement et aux pertes au niveau des exutoires et liés à l'évapotranspiration.

Or, d'après la partie 1 de ce diagnostic (aspect climatique), les projections prévoient une forte augmentation de l'évapotranspiration ; cette réduction serait particulièrement marquée durant les mois d'été. De plus, nous avons vu plus haut que les débits des cours d'eau diminueront significativement. Les zones humides solognotes devraient donc subir une réduction de la lame d'eau ainsi que le renforcement de l'eutrophisation. La présence des étangs intensifiera probablement les ruptures d'écoulement et la vulnérabilité des espèces inféodées aux eaux courantes et fraîches.

L'ensemble des habitats naturels humides seront probablement affectés par un assèchement progressif des sols du fait de l'incapacité des espèces végétales en place à tolérer une diminution de l'hydromorphie sur des périodes prolongées. Selon le niveau de sensibilité et d'exposition des

habitats, les groupements hygrophiles évolueront probablement vers des habitats méso à xérophiles. La fonction d'autoépuration des eaux serait réduite car certaines espèces végétales vont probablement disparaître (phragmitaies). Notons que ces habitats sont parmi les plus sensibles à l'assèchement.

Les évolutions sur le plan végétal engendreront des modifications importantes dans la structuration des communautés animales. Les piscicultures bénéficiant des services environnementaux des zones humides seraient touchées. L'impact sur les services socioculturels pourrait essentiellement concerner la chasse. En effet, le changement climatique entraînerait une modification de la structure des communautés animales (zones de nidification) et des changements dans le comportement migratoire des oiseaux d'eau (cf. partie biodiversité de ce diagnostic). L'étude explore 2070 estime ainsi que les populations d'oiseaux d'eau devraient diminuer de plus de la moitié à l'horizon 2060 en raison de l'assèchement progressif des zones humides. En effet, ces espèces préfèrent des zones ouvertes en pleine eau. Un accroissement de la surface des milieux fermés pourrait limiter leur présence.

Le changement climatique pourrait avoir un léger effet bénéfique sur la fonction régulatrice des crues par les zones humides car les capacités de stockage des étangs augmenteraient en raison de la réduction du niveau d'eau.

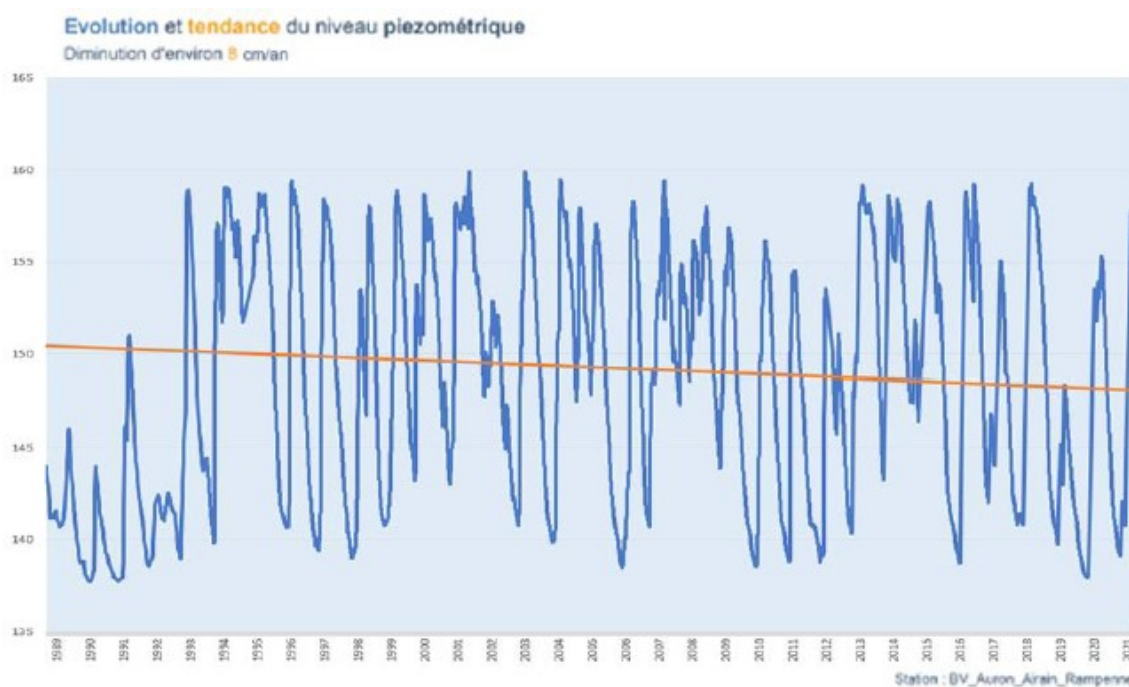
Les zones humides qui sont plus directement connectées aux nappes d'accompagnement des cours d'eau ou aux cours d'eau subiraient les mêmes conséquences, de manière plus exacerbée en raison de la diminution globale de la ressource en eau.

8.4. Eaux souterraines

Niveau actuel

Une analyse (de 1989 à nos jours) de l'évolution quotidienne du niveau piézométrique des piézomètres du bassin Yèvre-Auron a montré une baisse de 2 à 12 cm par an. Par exemple, le piézomètre de Plaimpied met en avant une baisse significative du niveau de la nappe pour l'ensemble de la chronique de l'ordre de 8 cm/an. L'analyse effectuée dans le cadre de l'étude d'évaluation du protocole de gestion volumétrique des eaux d'irrigation agricole indique que cette baisse est à lier avec le changement climatique.

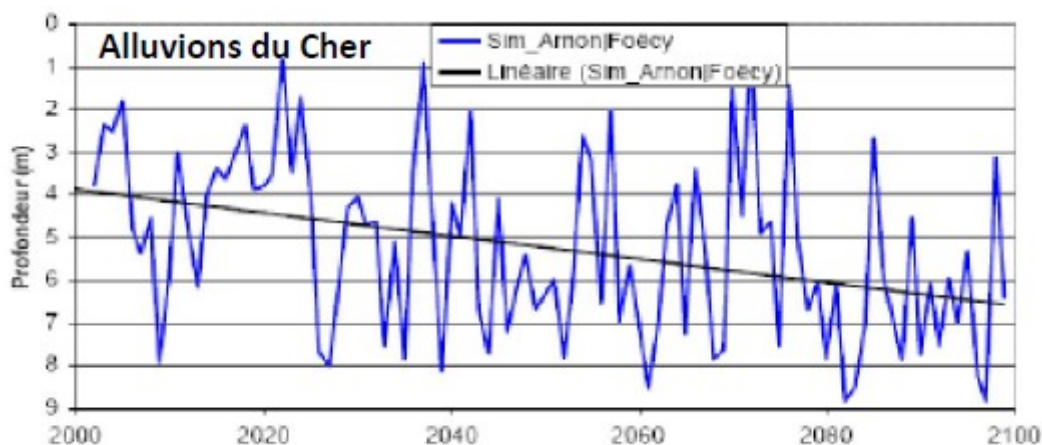
Evolution de la piézométrie à Plaimpied



Niveau projeté

Une seule simulation, dans le département du Cher, a été réalisée au niveau du piézomètre (forage permettant la mesure du niveau de l'eau souterraine) à Foëcy dans l'aquifère des alluvions du Cher. Il y aurait une baisse du niveau d'eau de l'aquifère de 2,5 m (passage de 4 à 6,5 m de profondeur par rapport au terrain naturel) d'ici la fin du siècle.

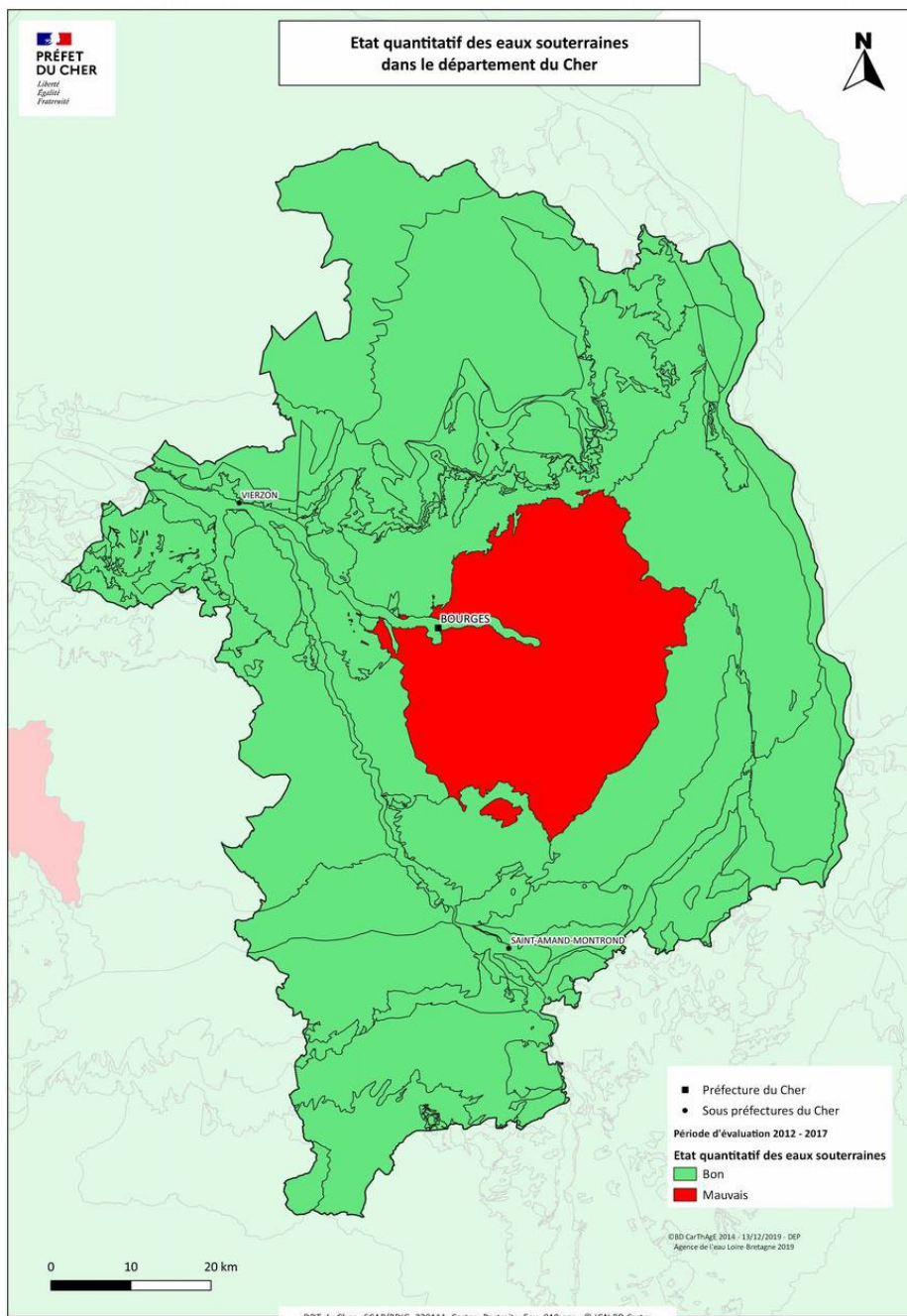
Piézométrie projetée de l'aquifère des alluvions du Cher à Foëcy



La majorité des points de prélèvement pour l'alimentation en eau potable est issue des eaux souterraines. La ressource en eau souterraine à l'étiage risquant d'être moins disponible, des difficultés d'approvisionnement de certaines communes pourraient avoir lieu.

Les prélèvements agricoles sont majoritairement issus des aquifères. La ressource serait également moins disponible pour l'irrigation des cultures.

L'impact du changement climatique devrait être notable sur la masse d'eau considérée en mauvais état quantitatif dans la partie centrale du département du Cher, tel qu'indiqué sur la carte ci-dessous.



Source : *Etat des lieux* - Agence de l'Eau Loire Bretagne - 2019

Cette baisse des niveaux piézométriques entraînera, en raison de l'interdépendance entre les cours d'eau et les aquifères :

- une diminution des débits d'été ;
- une diminution de la longueur des cours d'eau pérennes et par conséquent une augmentation des parties de cours d'eau à sec ;
- une diminution, voir un assèchement du débit de sources.

Eau Potable

Dans le département du Cher, seuls deux captages sollicitent les eaux superficielles (Sidiailles et Vierzon), les 72 autres captages sont des puits captant les eaux souterraines.

Lors des périodes de basses eaux particulièrement marquées, les organismes prélevant en eau superficielle portent un regard attentif sur la ressource en eau. Ainsi, à l'automne 2019, le débit réservé du barrage de Sidiailles a été réduit afin de pouvoir assurer une réserve d'eau suffisante pour l'alimentation en eau potable. Cette seule mesure a permis d'assurer la production d'eau potable.

Pour les eaux souterraines, certains forages connaissent durant la période estivale des désamorçages des pompes de prélèvement qui sont dus à un manque d'eau au fond du puits. Ces phénomènes concernent de manière très épisodique huit captages dans le département du Cher (syndicats d'eau potable de Cuffy-Cours les Barres, de Drevant,, de la Celle, de Farges-en-Septaine, de Lapan, de Neuvy-sur-Barangeon, de Jouet-sur-l'Aubois et de la Vallé de Germigny) . Les interconnexions entre les syndicats d'eau potable permettent alors d'assurer la continuité du service public d'eau potable. Une seule collectivité a été contrainte en 2019 de restreindre brièvement l'usage de l'eau sur son territoire, car elle ne disposait pas d'une solution de secours. Il est à craindre au regard des éléments rapportés au chapitre « eaux souterraines » de cette partie « eau », que le changement climatique impacte plus fortement et plus fréquemment les collectivités observant à ce jour déjà des difficultés quantitatives. D'autres collectivités pourraient malheureusement découvrir ce type de difficultés d'ici la fin du siècle.

Sur le plan qualitatif, la seule difficulté relevée en lien avec le changement climatique est celle des CVM. En effet, les conduites en PVC datant d'avant 1980 font l'objet d'une surveillance particulière, car elles peuvent libérer dans l'eau du chlorure de vinyle monomère (ou CVM), présentant potentiellement un risque pour la santé. Or, plus la température de l'eau est élevée, plus la concentration en CVM est forte. En raison du changement climatique, la commune de Vierzon a indiqué que le dépassement de la température de distribution au-dessus de 25°C se multiplie. La température de 25°C n'est pas une norme mais une recommandation. Il est à craindre que la température de l'eau potable augmente dans les années à venir.

Sur les autres paramètres qualitatifs relatifs à l'eau potable, il n'a été fait aucun constat en lien avec le changement climatique.

En synthèse

Les observations sur la dernière décennie sur les stations du réseau ONDE et des projections effectuées sur les bassins de l'Auron (à Bourges) et du Cher (à Colombiers) convergent pour estimer que les eaux superficielles connaîtront de plus en plus d'étiages sévères et se prolongeant sur la période automnale.

Les aquifères (eaux souterraines), principales ressources pour l'alimentation en eau potable et l'activité économique (agriculture, industrie) devraient également connaître une diminution de leur niveau, déjà constatée par exemple sur le bassin Yèvre-Auron. Une simulation réalisée sur l'aquifère des alluvions du Cher à Foëcy établit une projection de diminution du niveau de cette nappe de 2,5 m d'ici la fin du siècle.

Ainsi c'est la ressource en eau dans son ensemble, qui est et continuera à être impactée par le changement climatique, avec comme conséquences probables :

- une diminution de la ressource pour l'alimentation en eau potable, avec une vulnérabilité accrue pour les secteurs pouvant connaître déjà des difficultés en période d'étiage. C'est le cas notamment de la partie centrale du département du Cher.

- une diminution de la ressource pour les usages agricoles et industriels, particulièrement pour les usages agricoles sur les secteurs de la partie amont du bassin Yèvre-Auronet les cultures irriguées (maïs, cultures de printemps, sorgho)
- une diminution de la capacité d'épuration des eaux superficielles avec un impact direct sur les normes de rejet des stations d'épuration, et potentiellement un coût important pour les faire évoluer. Les stations en limite de capacité, en surcharge, ou de moindre performance au niveau de la qualité des rejets seront les plus vulnérables.
- des impacts en termes de qualité de l'eau potable avec l'influence constatée de l'augmentation de la concentration de certains polluants (CVM) avec l'élévation de la température. L'élévation de la température de l'eau distribuée a été constatée notamment sur la ville de Vierzon ces dernières années.

En ce qui concerne les milieux aquatiques, si la forte disparition des zones humides (constatée par exemple par le SAGE Cher aval sur le bassin du Fouzon depuis les années 60) est multifactorielle, et due à un ensemble de causes anthropiques autres que le changement climatique, ses effets impactent de manière certaine les milieux aquatiques :

- dégradation des propriétés physico-chimiques et notamment diminution du taux d'oxygène dissous avec l'élévation de la température de l'eau, impact sur les périodes de reproduction de nombreuses espèces de poissons ;
- dégradation de la continuité écologique avec l'abaissement de la lame d'eau ;
- diminution globale de la ressource alimentant les zones humides, consécutive à la diminution des débits des cours d'eau et à l'augmentation de l'évapotranspiration estivale, avec un risque accru d'assèchement.

9. Forêt

Le département du Cher compte 189 000 hectares de forêt parmi lesquels 181 000 hectares sont de la forêt de production, soit 25 % de la surface du département.

9.1. État sanitaire

Le Département Santé des Forêts du ministère en charge de l'agriculture effectue le suivi de la santé des principales essences forestières. Lorsqu'une essence n'est pas dans un bon état, des facteurs explicatifs sont avancés. Ces considérations sont généralement d'ordre climatique ou phytosanitaire (champignons, pucerons, etc).

Le dernier bilan de la santé des forêts en région Centre-Val de Loire de l'année 2021 et l'expertise du CRPF de la Région Centre-Val de Loire indiquent la dégradation de l'état sanitaire dans le département du Cher du chêne pédonculé, du chêne sessile, du châtaignier, du pin sylvestre, du douglas et d'essences secondaires (charme, bouleau, etc).

Les raisons sont toujours multifactorielles, mais ces dégradations de l'état sanitaire s'expliquent, notamment par :

- les températures en hausse. Pour mémoire, la partie « climat » de ce diagnostic indique que sur la période 1959-2009, la région Centre-Val de Loire présente une forte augmentation du nombre de journées chaudes de l'ordre de 2 à 6 jours par décennie. A l'horizon 2071-2100, le nombre annuel de journées chaudes augmenterait de l'ordre de 18 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂), et de 47 jours selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique) ;
- l'augmentation des événements de sécheresse. Pour mémoire, la partie « climat » de ce diagnostic indique une légère augmentation des périodes de sécheresse entre les périodes de référence climatique 1961-1990 et 1981-2010 et un assèchement important d'ici la fin du siècle selon le scénario RCP 8,5 ;
- la progression de bio-agresseurs, engendrée par le changement climatique. Pour mémoire, la partie « agriculture » de ce diagnostic indique que le nombre de cycle du Thrips tabaci (minuscule insecte parasitant des espèces cultivées) est passé de 4 par an entre 1961-1990 à 5 par an entre 1991-2019. Les modèles prévoient une augmentation à la fin du siècle du nombre de cycles de 6,7 (selon le scénario 4.5) ou 8,7 (selon le scénario 8.5).

9.2. Conditions de croissance

Selon l'ONF, les changements climatiques conduisent à une baisse de productivité des forêts, le déficit hydrique devenant le principal facteur limitant à partir des années 2000.

D'après la publication du CRPF « aider sa forêt à s'adapter au changement climatique », les arbres débourrent, fleurissent et fructifient plus tôt ; ils perdent leurs feuilles plus tard. Le risque de gelées tardives s'intensifie mais la période de croissance augmente.

Les hivers plus doux pourraient ne plus permettre le phénomène de levée de dormance des graines ; la reproduction serait ainsi plus difficile.

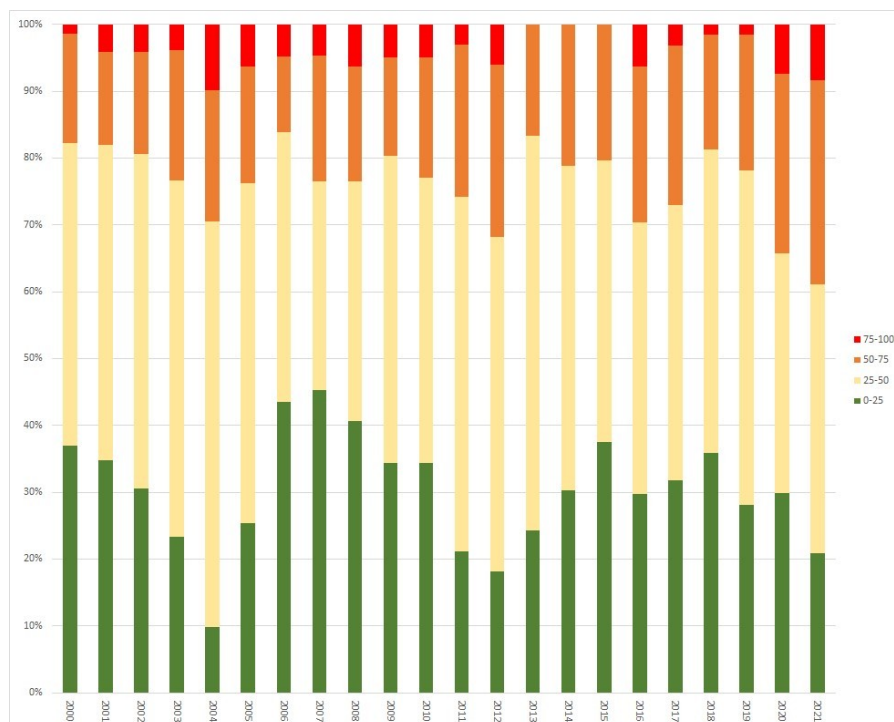
Ces constats se rapprochent du chapitre « arboriculture » de la partie « agriculture » de ce diagnostic. Il y est indiqué qu'il est probable qu'à la fin du siècle les gelées à des stades phénologiques critiques soient moins fréquents mais plus impactants.

9.3. Dépérissement

Le dépérissement est un phénomène traduisant une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité d'organes pérennes, réduction de la qualité et de la quantité du feuillage) et une réduction de la croissance. La mort d'un certain nombre de sujets est observée mais l'issue n'est pas obligatoirement fatale même si ce type de situation est très préoccupant.

Les dépérissements des chênes pédonculés sont déjà visibles depuis près d'une vingtaine d'années dans le département du Cher avec une tendance à l'accroissement, comme l'indique le diagramme ci-dessous.

Répartition par classe de déficit foliaires des chênes pédonculés observés dans le département du Cher



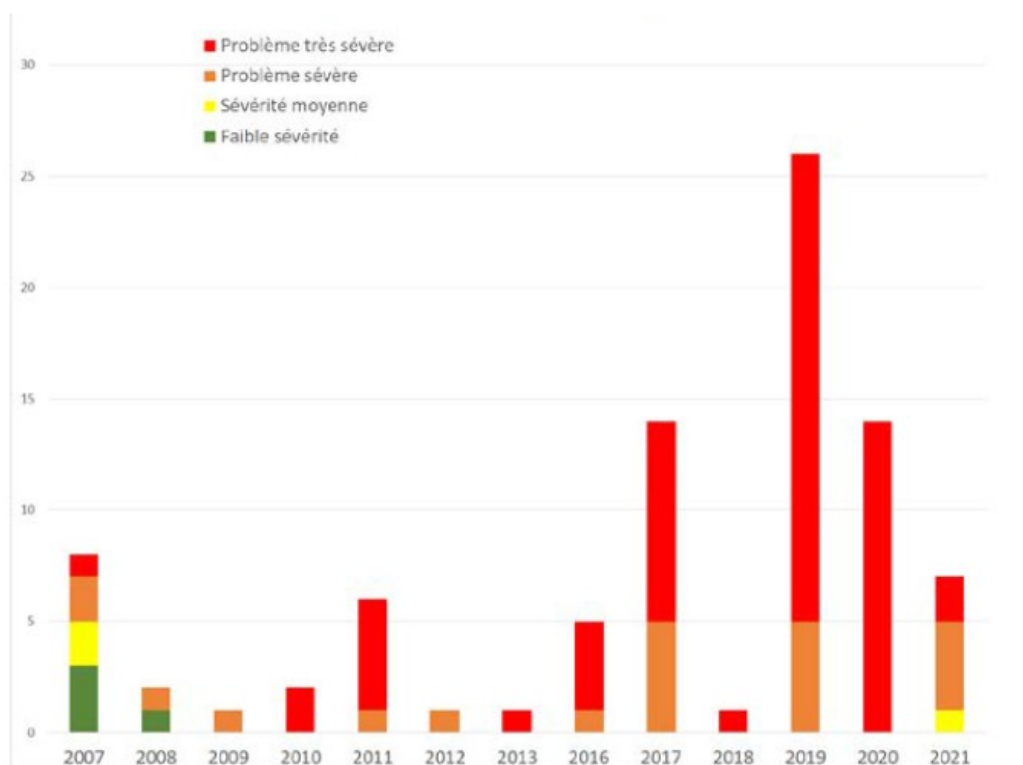
Source : CRPF Centre-Val de Loire

Même si seule une analyse systématique permet d'expliquer ce dépérissement, la place du changement climatique et notamment de l'accroissement des épisodes de sécheresse explique ce phénomène.

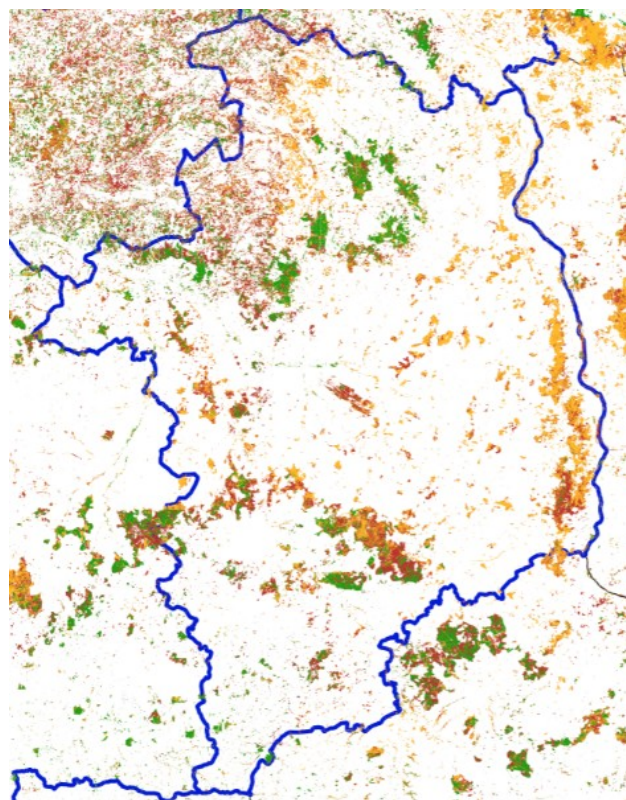
Le diagramme ci-dessous montre le fort accroissement depuis quinze ans des dépérissements en raison de la sécheresse.

Signalement de dépérissement en raison de la sécheresse en milieu forestier dans le Cher

Source : Ministère de l'Agriculture



État sanitaire des chênaies dans le Cher en 2019



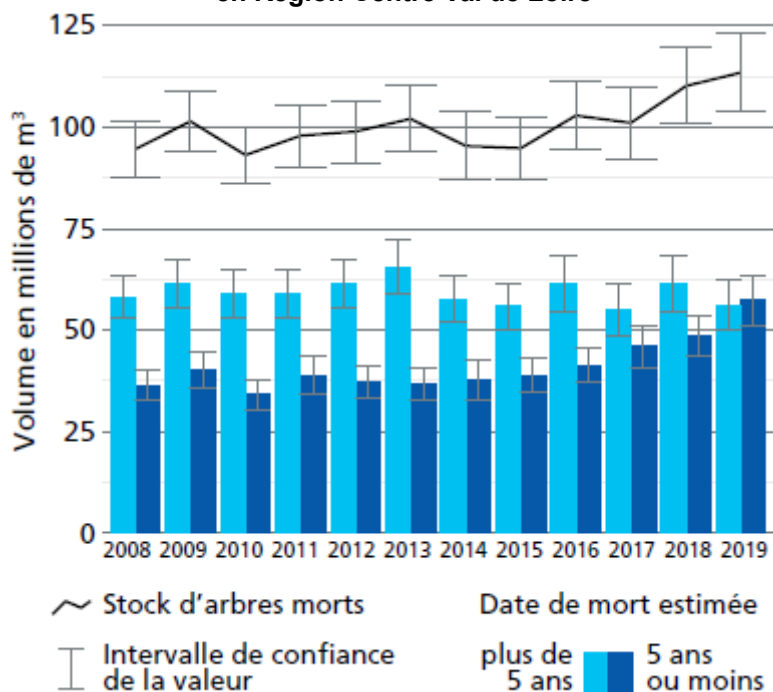
Source : Université d'Orléans - Tiré du rapport d'Aurore Alarcon

Le premier grand massif forestier touché fut la forêt de Vierzon au début des années 2000. Mais d'autres grands massifs (en Vallée de Germigny ou dans le sud du département) sont depuis également concernés par ces phénomènes inquiétants comme le montre la carte ci-dessus.

9.4. Mortalité

Depuis quinze ans, une augmentation du stock d'arbres morts de moins de 5 ans est observée (+30 %), due au stress hydrique en raison du changement climatique subi par la forêt⁹¹, comme l'indique le diagramme ci-dessous.

Évolution annuelle du stock d'arbres morts sur pied selon la date de mort en Région Centre Val de Loire



Source : Ministère de l'agriculture et de l'alimentation – IGN, Synthèse périodique de l'inventaire forestier, novembre 2021

Feux de forêts

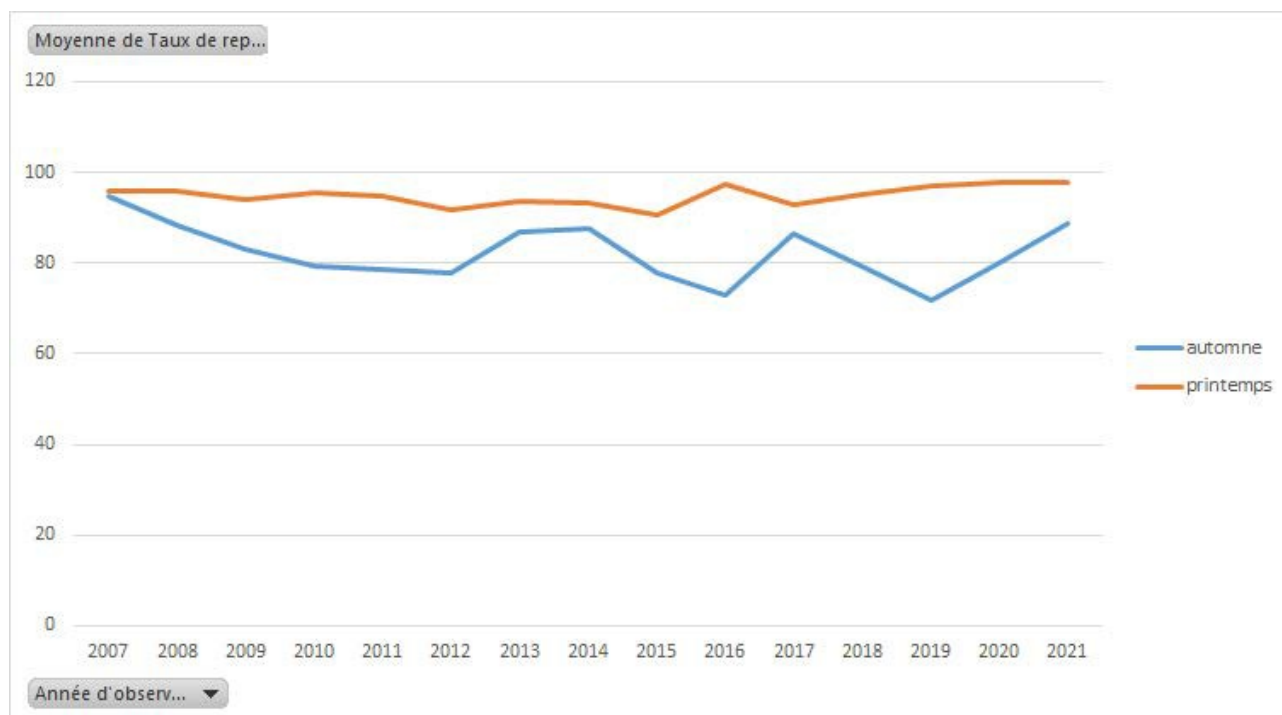
D'après les modélisations effectuées par Météo-France, l'ensemble du département du Cher présente un risque élevé de feux de forêt à la fin du siècle. Le changement climatique augmente le risque incendie. Pour ce risque incendie, voir la partie « risque » de ce diagnostic.

9.5. Modification de la gestion forestière

Les échecs de plantation sont de plus en plus fréquents, en liaison avec des saisons de végétation sèches. Pour preuve, comme l'indique le graphique ci-dessous, le taux de reprise des plantations en automne est en baisse depuis 15 ans.

91 Synthèse périodique de l'inventaire forestier n°47 de novembre 2021 de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)

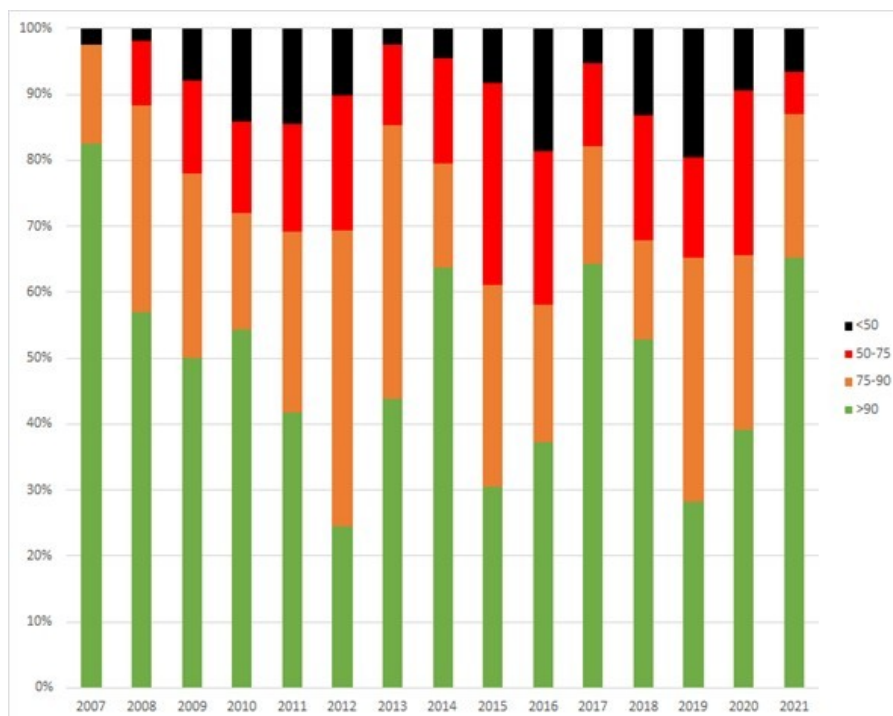
Taux de reprise moyen annuel en région Centre-Val de Loire



Source : Ministère de l'agriculture

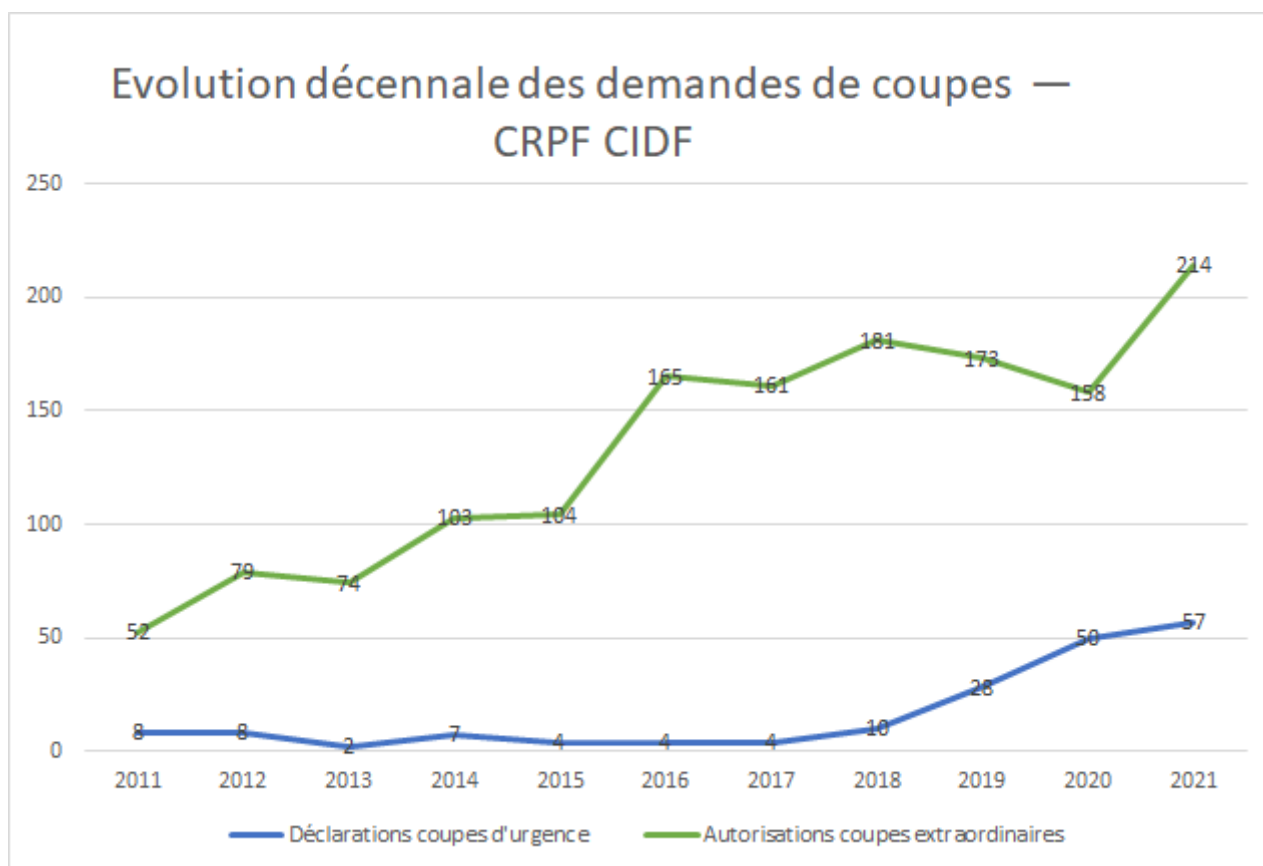
Le graphique ci-dessous montre globalement une baisse des plantations à plus de 50% de reprise.

Répartition par année des plantations selon les taux de reprise en région Centre-Val de Loire



Source : DRAAF - Département Santé des forêts

De plus, la gestion classique (amélioration, renouvellement, etc.) prévue est de plus en plus bouleversée par le mauvais état sanitaire des arbres. Des coupes sanitaires, non prévues sont programmées en urgence, au détriment des autres interventions planifiées. La proportion d'arbres morts ou dépérissants dans les éclaircies est en hausse constante. La hausse importante des demandes de coupes dérogeant au Plan Simple de Gestion en est l'illustration (cf. ci-dessous).



9.6. Evolution des aires de répartition des espèces forestières

D'après l'ONF, le hêtre se retrouverait exclu d'une grande partie des zones de plaine à l'horizon 2050. Le chêne sessile se retrouverait en difficulté dans une bonne partie des zones de plaine à l'horizon 2050. Le chêne pubescent et le pin maritime sont des essences aussi bien adaptées aujourd'hui qu'à l'horizon 2050.

La DDT a utilisé le site climessences.fr pour visualiser l'évolution de l'aire de répartition de deux essences forestières. Ce modèle est fondé sur trois indicateurs :

- le déficit hydrique annuel, qui correspond trivialement au manque d'eau ;
- la température minimale annuelle, qui correspond trivialement à l'excès de froid ;
- la somme des degrés jours annuelle, qui correspond trivialement au manque de chaleur.

Le modèle détermine des seuils pour chacun de ces trois indicateurs à partir des données de présence de l'espèce issues de l'inventaire forestier national. Les zones situées du « bon côté du seuil » pour les trois indicateurs sont considérées compatibles. Celles qui sont du « mauvais côté du seuil » pour au moins un indicateur sont considérées non compatibles. Ces seuils, calés en climat actuel auquel la présence de l'espèce constatée est liée, sont ensuite appliquées sur des cartes des trois indicateurs des différents scénarios climatiques futurs.

La carte nommée « actuel » représente la compatibilité du territoire avec l'espèce à ce jour.

La carte nommée « scénario optimiste, 2070 » représente la compatibilité du climat du territoire avec l'espèce selon le scénario RCP 4.5 (stabilisation sans dépassement des concentrations de GES) à l'horizon 2070.

La carte nommée « scénario intermédiaire, 2070 » représente la compatibilité du climat du territoire avec l'espèce selon le scénario RCP 8.5 (trajectoire croissante des concentrations de GES) à l'horizon 2070.

La carte nommée « scénario pessimiste, 2070 » représente la compatibilité de l'espèce avec le climat du territoire selon le scénario RCP 8.5 (trajectoire croissante des concentrations de GES) en prenant la borne la plus défavorable de la marge d'incertitude du modèle à l'horizon 2070.

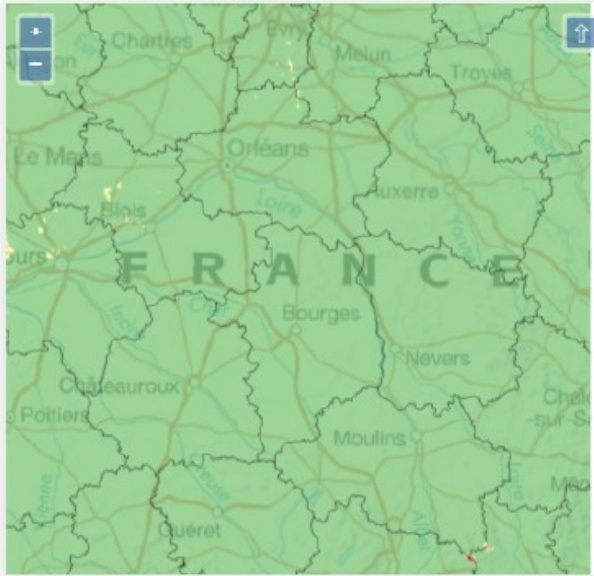
Les cartes représentent en vert les zones compatibles pour un seuil à 97,5 %, en jaune les zones incompatibles pour un seuil à 97,5 %, en rouge les zones incompatibles pour un seuil à 99 %.

Le Chêne pédonculé

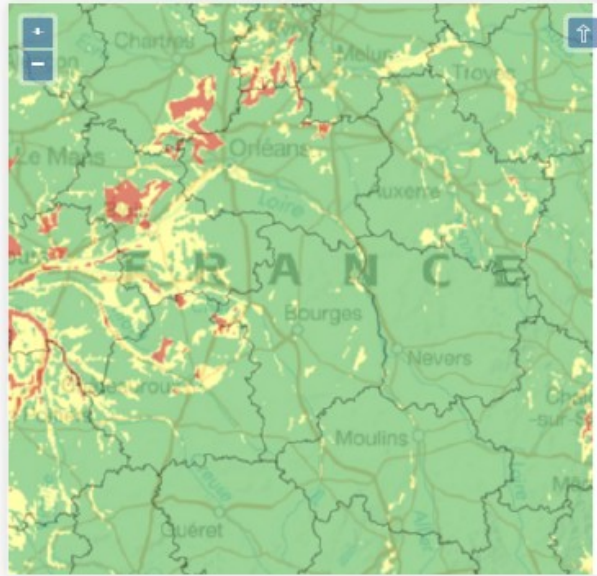
Le Chêne pédonculé occupe actuellement majoritairement les forêts du Cher. C'est une essence très répandue en Eurasie qui s'adapte très bien aux climats océaniques, sub-océaniques et continentaux modérés à humides. Ce chêne se développe bien sur des sols mésophiles qui ne sont ni secs ni trop humides, et mésophytophiles (frais et humides). En période de croissance, le chêne pédonculé a besoin d'eau, c'est pourquoi il est bien adapté aux espaces où les précipitations sont régulières et les sécheresses rares. À l'âge adulte, le chêne pédonculé supporte l'inondation.

D'après les cartes ci-dessous, selon le scénario optimiste, le chêne pédonculé serait encore bien adapté au climat des années 2070. Pour le scénario pessimiste, le chêne pédonculé ne s'adapterait pas au climat de 2070. Il faut noter que la majorité des surfaces à chêne pédonculé sont en conditions stationnelles éloignées de son optimum (notamment le caractère pionnier de l'espèce). Les cartes indiquent une évolution défavorable au niveau climatique, dans un contexte déjà défavorable par des sols souvent non propices aux exigences de l'espèce.

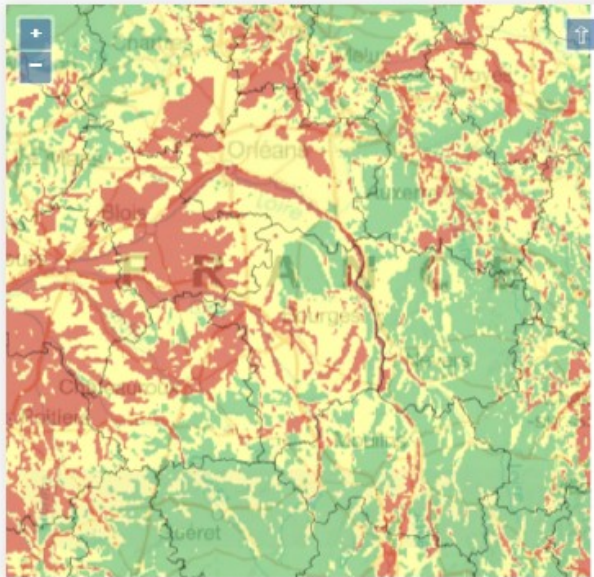
Actuel



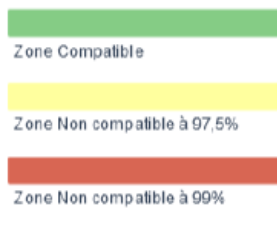
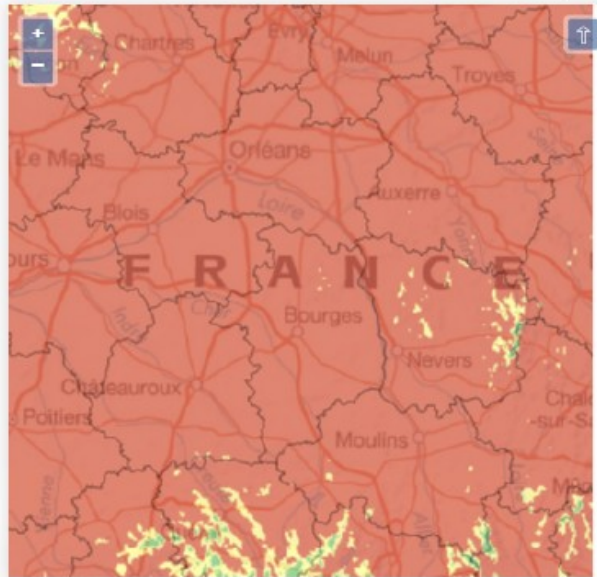
Scénario optimiste, 2070



Scénario intermédiaire, 2070



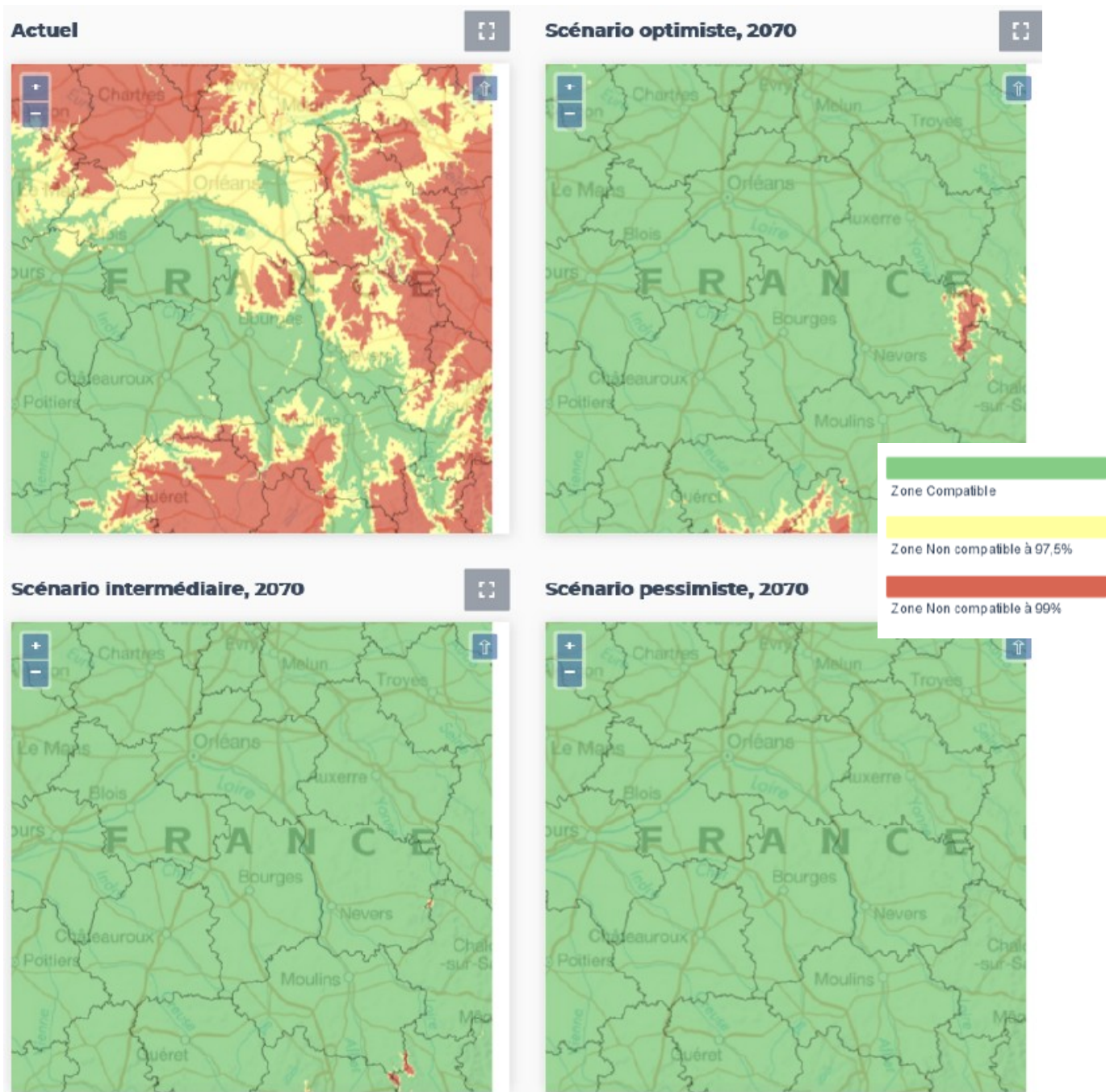
Scénario pessimiste, 2070



Le pin d'Alep

Le Pin d'Alep se situe actuellement en France en région Provence jusqu'à 800 m et en quelques points du Languedoc. On le retrouve surtout dans les régions de garrigue. Il aime la chaleur et supporte des sécheresses prolongées mais l'excès d'humidité peut lui être fatal. Il ne supporte pas les fortes gelées et la neige.

D'après les cartes ci-dessus, le pin d'Alep est très peu adapté actuellement au département du Cher. Vers 2070, peu importe le scénario projeté, ce résineux serait tout à fait compatible avec le futur climat.



L'évolution des conditions climatiques aura un impact certain sur les conditions de croissance des essences forestières « autochtones » et sur les choix d'essences adaptées pour les plantations. L'adaptation de la forêt au changement climatique prend beaucoup de temps. Le choix des essences à planter, ou dont la régénération naturelle est à privilégier s'avère complexe. Il faudrait planter maintenant les essences qui seront adaptées en 2070, mais celles-ci ne sont pas adaptées au climat actuel. Il est difficile d'indiquer des essences dont on aurait la certitude qu'elles soient adaptées au futur climat, car de nombreux facteurs sont à considérer (besoin en eau, sol, résistance aux températures extrêmes, résistance aux bioagresseurs, risque incendie). La gestion forestière doit intégrer ces incertitudes en favorisant l'adaptabilité du milieu forestier par la diversité des essences et des traitements sylvicoles.

En synthèse

La forêt constitue un espace naturel géré par l'homme. Elle apporte à nos sociétés de multiples services, environnementaux, sociaux, économiques. Le changement climatique impacte cette ressource dans l'ensemble de ces composantes.

Même si les causes sont par nature multifactorielles, on peut constater dans le Cher et en région Centre-val-de-Loire les effets du changement climatique sur la forêt :

- dégradation de l'état sanitaire de plusieurs essences dont les chênes pédonculé et sessile ;
- accentuation du dépérissement du chêne pédonculé depuis une vingtaine d'années ;
- aggravation de la mortalité de moins 5 ans.

Ces phénomènes s'expliquent notamment par l'augmentation des températures, de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse générateurs de stress hydrique, l'accroissement de la pression des bio-agresseurs.

Les conditions de croissance des essences forestières sont modifiées par le changement climatique, le déficit hydrique devenant le principal facteur limitant à partir des années 2000. Les échecs de plantation sont de plus en plus fréquents, en liaison avec des saisons de végétation sèches.

Ainsi, selon les projections climatiques, certaines essences comme le chêne pédonculé, aujourd'hui adaptée aux conditions pédoclimatiques du département pourraient ne plus l'être dans une cinquantaine d'années. À l'inverse, des essences aujourd'hui méditerranéennes pourraient être mieux adaptées à ces futures conditions (pin d'Alep par exemple).

Ces évolutions interrogent fortement la gestion forestière, en termes de choix des essences à planter ou à favoriser pour un terme lointain, de programmation des coupes (coupes sanitaires de plus en plus fréquentes, parfois au détriment des interventions prévues).

La gestion forestière doit intégrer ces incertitudes en favorisant l'adaptabilité du milieu forestier par la diversité des essences et des traitements sylvicoles.

10. Biodiversité

Le département du Cher est concerné par des milieux physiques, supports d'une riche biodiversité, comme les eaux courantes de la Loire, les étangs, les pelouses et prairies humides de fauche, les forêts, etc.

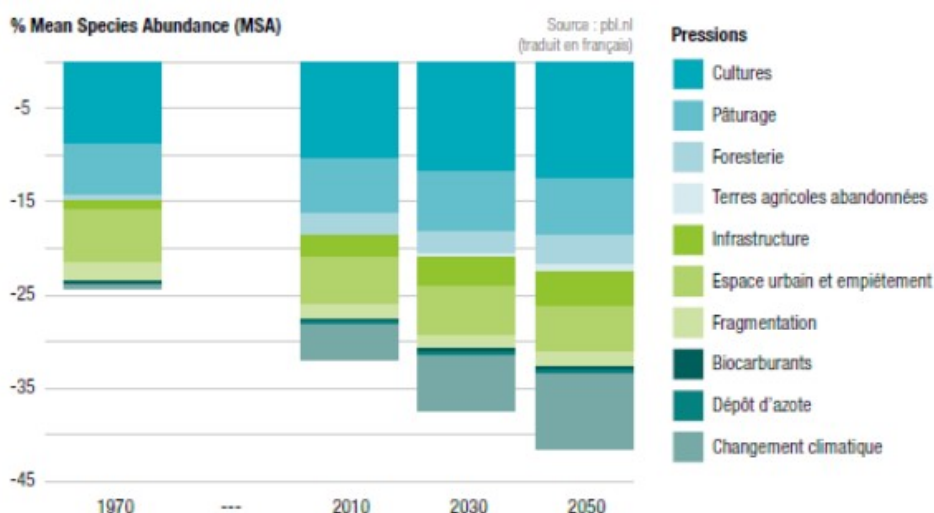
Dans ces milieux, on trouve des espèces remarquables : les espèces phares du bassin ligérien (castors, loutres), les espèces floristiques parfois rares, comme les orchidées. Le Cher est aussi reconnu pour la présence des chauves-souris, dont la connaissance est très développée du fait de l'expertise du muséum d'histoire naturelle de Bourges à ce sujet.

10.1. Perte de biodiversité

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature⁹² souligne dans un rapport que le taux d'extinction des espèces est aujourd'hui 100 à 1000 fois plus élevé que les précédents taux d'extinction. Concrètement, une espèce d'amphibien sur trois, plus d'un oiseau sur huit, près d'un quart des mammifères sont menacés d'extinction au niveau mondial et disparaîtraient avant la fin de ce siècle (UICN, 2009). Elle relève également qu'il existe aujourd'hui un consensus scientifique sur cette réalité de la perte de biodiversité mondiale et sur son origine anthropique. Les principaux facteurs de perte de biodiversité sont : la réduction et la fragmentation des habitats, l'artificialisation des sols, la surexploitation des ressources naturelles renouvelables, la prolifération d'espèces invasives, la pollution (air, eau, sol) et le changement climatique. Aujourd'hui, le changement climatique n'est pas considéré comme la principale cause de perte de biodiversité.

L'Agence néerlandaise de l'environnement propose une méthode pour évaluer les impacts sur la biodiversité des différentes pressions exercées par l'Homme. L'indicateur Mean Species Abundance (MSA) permet de mesurer l'état de « naturalité » des écosystèmes et de quantifier les différents types de pression responsables de la perte de biodiversité terrestre. La figure ci-dessous présente ainsi l'évolution de la perte de biodiversité exprimée en pourcentage de MSA de 1970 à 2050 selon le scénario RCP 8,5. Le modèle met en évidence une part croissante due au changement climatique.

Pressions conduisant à la perte de biodiversité terrestre selon le scénario RCP 8,5



⁹² UICN France & MNHN (2009). La Liste rouge des espèces menacées en France - Contexte, enjeux et démarche d'élaboration. Paris, France.

10.2. Ajustement

La faune comme la flore sont touchées par les variations de températures et de précipitations mais une multitude de stratégies cohabitent, par exemple pour le passage de la saison hivernale. Les espèces réagissent à la modification de leurs habitats selon trois axes :

- ajustement interne (physiologie/comportement) ;
- ajustement temporel (phénologie) ;
- ajustement spatial (aire de répartition).

Si une espèce ne peut s'adapter sur aucun de ces trois axes, elle est vouée à une extinction locale ou globale. Officiellement, le crapaud doré du Costa Rica est le premier animal connu à avoir disparu à cause du réchauffement climatique⁹³. De manière générale, peu d'extinctions sont le résultat d'une seule cause mais d'un faisceau de pressions (changement climatique, perte d'habitat, invasions biologiques).

Ajustement interne

Il n'existe pas d'études ou d'exemples en Région Centre-Val de Loire d'ajustement interne. Au Lac Léman, il a été constaté que la perche fluviatile a modifié sa physiologie (ralentissement de sa croissance notamment) car son régime alimentaire s'est adapté aux modifications trophiques de son milieu qui évolue sous l'effet du changement climatique. En effet, la biomasse dont se nourrit ce poisson contient moins de protéines et s'est décalée dans le temps⁹⁴

Ajustement temporel

Une étude menée sur la Rousserolle turdoïde (dont la présence est constatée dans le sud-est du département du Cher) a montré que cet oiseau peut ajuster ses périodes de pontes, en les avançant, de façon à éviter les périodes de sécheresse et de chaleur survenant plus tôt en saison du fait du changement climatique⁹⁵. Grâce à cette adaptation, les paramètres des pontes (taille, taux d'échec, nombre de jeunes par couvée, etc.) restent stables face aux variations du climat sans ajustement spatial.

L'ajustement phénologique est également observé pour les oiseaux migrateurs qui peuvent décaler leurs dates de départ et d'arrivée de migration. Ainsi, les oies cendrées observées en France sont connues pour leurs vols migrateurs venant de Scandinavie à partir de septembre et remontant d'Espagne en février. En 26 ans, la date d'observation du premier vol de la migration de retour s'est avancée de vingt-six jours. Une dégradation des conditions d'hivernage en Espagne comme une amélioration des conditions au Nord pourraient expliquer ce phénomène. À ce stade, il est difficile de distinguer l'influence du changement climatique de celle des pratiques de gestion des milieux.⁹⁶

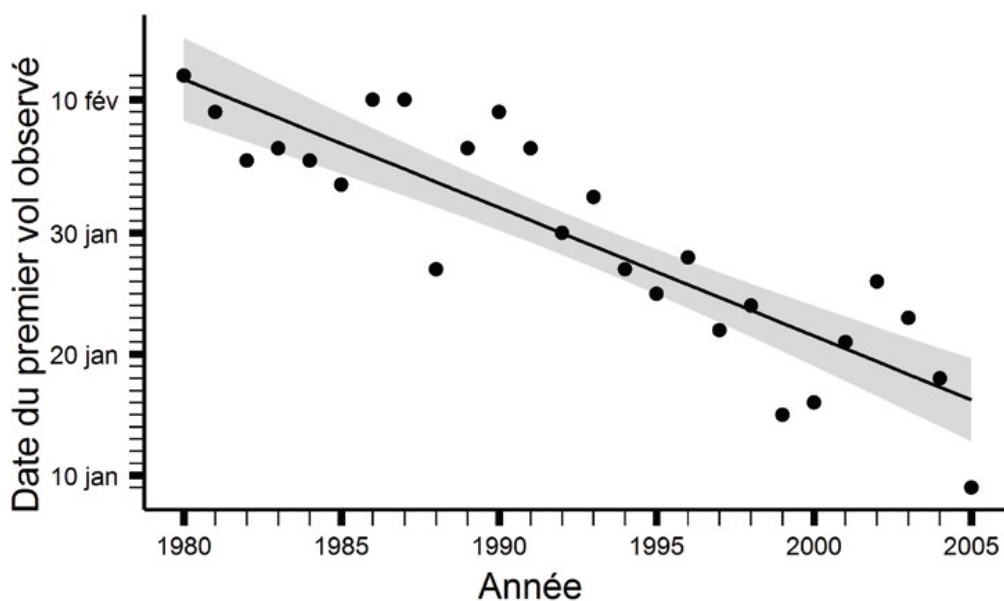
93 Deuxième volet du sixième rapport d'évaluation du Giec publié le 28 février 2022.

94 GILLET C. & DUBOIS J.-P. (2009). Étude de la croissance et de la dynamique des populations de perche (*Perca fluviatilis*) suite aux changements trophiques du lac Léman. Programme PEP aquacole 2008 - Action n°2006 02. Rapport technique. 29 pages.

95 DYRCZ A. & HALUPKA L. (2009). The response of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* to climate change. *Journal of ornithology*. Numéro 150. Pages 39-44.

96 Fouquet et al. (2009), Greylag Geese *Anser anser* depart earlier in spring: an analysis of goose migration from western France over the years 1980-2005, *Wildfowl* 59 : 143-151

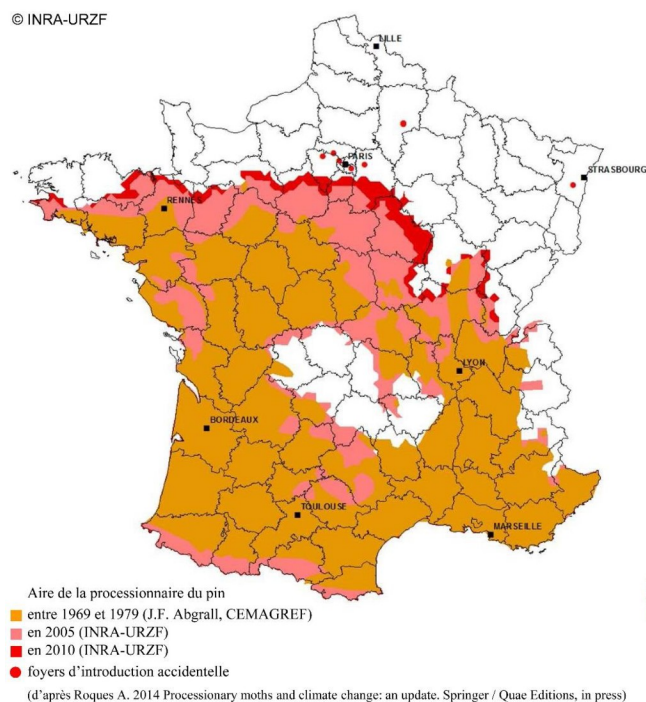
Dates des premières observations de migrations d'oies au printemps dans le centre-ouest de la France



Ajustement spatial

Certaines espèces s'étendent sous l'effet du climat plus chaud et plus sec vers le Nord et en altitude. Par exemple, la Chenille processionnaire du pin a colonisé le nord-est du département du Cher entre 1979 et 2005 en raison du changement climatique⁹⁷.

Progression de la processionnaire du pin en France



⁹⁷ BOUTTE B., FLOT J.-L. & CAROULLE F. (2013). Bilan de la surveillance de la chenille processionnaire du pin en forêt. Cycle biologique 2012 - 2013. Ministère de l'Agriculture, de l'AgroAlimentaire et de la Forêt - Département de la santé des forêts. Bulletin de Novembre 2013. 12 pages.

De manière plus générale, il a été montré pour la flore qu'un réchauffement de 1 °C correspondrait à un déplacement climatique du Sud vers le Nord d'environ 180 km en France métropolitaine. Globalement environ 65 % d'espèces ont déplacé leur aire moyenne vers le « haut » (Nord ou augmentation d'altitude), 10 % environ n'ont pas bougé et 25 % ont déplacé leur aire moyenne vers le « bas » (Sud ou diminution d'altitude).⁹⁸

L'exemple des oiseaux migrateurs

Certaines espèces ont en réalité plusieurs aires de répartition selon que l'on s'intéresse à leur aire d'hivernage ou de reproduction. C'est notamment le cas de l'avifaune migratrice. La migration chez les oiseaux n'est pas motivée par la température mais par la nécessité d'un accès constant à la nourriture. Les oiseaux ne migrent pas vers les pays chauds parce qu'ils ne tolèrent pas le froid hivernal de leur zone de reproduction, ils migrent parce que les conditions hivernales ne leur permettent plus de s'alimenter (gel et couvert neigeux qui privent d'accès à la nourriture, raréfaction des proies et des graines en mauvaise saison, etc.). La rigueur de l'hiver influe sur le comportement migratoire en ceci qu'elle joue sur l'accès à la nourriture. Le changement climatique est donc à même de remettre en cause le statut migrateur de certaines espèces ou de modifier les aires de répartitions hivernales. À titre d'exemple, 28 342 oies cendrées ont hiverné en France en 2011 contre 10 en 1968. Autre exemple, la cigogne et la grue cendrée qui sont présentes dans le Cher ne migrent plus jusqu'en Afrique et hivernent dans le sud de la France, voire plus au Nord (en région Centre Val de Loire)⁹⁹.

Une longue série temporelle de capture et de baguage du canard colvert en Camargue montre qu'alors qu'entre 1950 et 1978, ces oiseaux étaient en moyenne repris à 417 km au nord-est de leur lieu de baguage, cette distance n'est que de 74 km entre 2002 et 2013. Parmi les explications avancées (attractivité du biotope ou hybridation avec des canards relâchés), l'effet du changement climatique se dessine. Ainsi, les canards colverts migrateurs du nord de l'Europe ne descendraient plus autant hiverner en Camargue. Les oiseaux nicheurs de Camargue, plutôt sédentaires, représenteraient donc une part croissante de la population.¹⁰⁰

L'exemple des batraciens

On observe dans le département du Cher des tritons ponctués ; le département est en limite sud de son aire actuelle de répartition. Il est le deuxième amphibien le plus rare de la région Centre. Sa disparition du département du Cher est annoncée en raison notamment du changement climatique qui tend à faire reculer sa répartition vers le nord afin de trouver des températures plus clémentes. Il avait été envisagé des apports d'individus en provenance des départements de l'Eure et de l'Orne où l'essentiel des populations se trouvent. Mais, la rapidité du retrait de cette espèce à l'échelle de la région Centre rend cette éventualité caduque.¹⁰¹

La dynamique actuelle de régression du sonneur à ventre jaune a des similitudes avec celle du triton ponctué. Son retrait se fait du sud vers le nord et de l'ouest vers l'est. Sa limite ouest de répartition passe actuellement par la région Centre. Les principales populations se situent dans le sud du Cher. Pourtant considérée comme très commune il y a un peu plus d'un siècle, le déclin de l'espèce est dramatique en région Centre et se poursuit encore aujourd'hui.¹⁰²

Temporalité de cet ajustement

Le processus de réponse des espèces face au changement climatique contemporain est comparable aux remodelages des répartitions successivement intervenus au cours des temps géologiques lors des réchauffements interglaciaires. En revanche, le rythme de changement est différent et laisse apparaître un « effet retard ». L'une des différences importantes avec les réchauffements passés lors des passages aux périodes interglaciaires, tient à la vitesse du changement climatique contemporain, ce dernier étant nettement plus rapide. On constate en France pour les oiseaux migrateurs un déplacement d'environ 91 km au Nord alors que les

98 Le changement climatique et les réseaux écologiques - Point sur la connaissance et pistes de développement - Museum National d'Histoire Naturel - Octobre 2014

99 MEDDE - 2014. Les impacts du réchauffement climatique. Infographie.

100 La faune sauvage à l'heure du changement climatique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 2015

101 Liste rouge régionale du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) - mai 2008

102 Liste rouge régionale du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) - mai 2008

enveloppes thermiques se sont déplacées d'environ 273 km au Nord. Le remodelage des aires de répartition des oiseaux communs reste donc insuffisant par rapport au remodelage du climat, d'un déficit d'environ 182 km¹⁰³.

Le succès reproducteur de la perdrix grise est connu pour ses bonnes et ses mauvaises années, mais ces fluctuations semblent s'emballer. Une analyse rétrospective sur une période de 33 ans le démontre : le succès reproducteur de la perdrix grise est de plus en plus contrasté d'une année à l'autre. 70 % des années ont été classifiées soit en très bonnes ou en très mauvaises années de reproduction entre 2004 et 2013, contre seulement 20 % entre 1994 et 2003. La plupart des hypothèses pour expliquer ce phénomène ont un point commun : le changement climatique.¹⁰⁴

Cet « effet retard » sera particulièrement marqué pour les espèces dont le renouvellement des générations est long. Il faut donc s'attendre à une recomposition des communautés d'espèces plus qu'à une translation des écosystèmes que l'on connaît aujourd'hui. Il reste difficile d'anticiper le fonctionnement de ces futurs écosystèmes, mais il est probable que cette recomposition, avec des espèces plus généralistes, va accentuer le processus de simplification et induire une diminution des rendements écosystémiques à long terme.¹⁰⁵

Il n'existe encore que très peu de résultats scientifiques concernant les vitesses d'adaptation génétique pour les périodes actuelle et passée, il est de ce fait difficile de préciser l'impact du changement climatique au niveau génétique. Il est probable que, face à des phénomènes d'une ampleur importante à l'échelle du siècle, le rythme de cette adaptation ne sera pas suffisant¹⁰⁶.

La partie « eau » de ce diagnostic comprend des éléments sur la biodiversité, notamment les chapitres relatifs aux poissons et aux zones humides.

10.3. Modification des écosystèmes

Les experts s'attendent à des remaniements concernant les rapports trophiques (proies/prédateurs), les liens hôtes/parasites et les relations mutualistes^{107 108}. Plusieurs cas montrent déjà que des relations mutualistes, de très long terme, s'altèrent, voire cessent, sous l'effet du changement climatique¹⁰⁹. Parmi elles, les relations plantes/insectes (pollinisation) peuvent être touchées rapidement si l'une des deux espèces ajuste sa répartition et pas l'autre. Les insectes font et devront faire face à des problèmes de décalages phénologiques (cf. partie agriculture de ce diagnostic (avancement des stades phénologiques de la vigne)¹¹⁰.

L'analyse de 50 ans de données pour quatre espèces de *Prunus* et un papillon pollinisateur a révélé que les plantes fleurissent plus tôt alors que la phénologie du papillon n'a pas changé¹¹¹. Dans de tels cas, les papillons peuvent être impactés rapidement, car les insectes perdent une source de nourriture

Calées sur la photopériode, les chevrettes (femelle du chevreuil) mettent bas lors de la reprise de la végétation, qui est dépendante des températures. Une étude de 2014¹¹² montre que les dates de naissance évoluent très peu depuis trente ans alors que l'arrivée du printemps est de plus en plus précoce. Plus le printemps est précoce, plus le nombre de faons nés en décalage prononcé

103 DEVICTOR V., JULLIARD R., COUVET D. & JIGUET F. (2008). Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society*. Numéro 275. Pages 2743-2748.

104 La faune sauvage à l'heure du changement climatique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 2015

105 Sordello R., Herard K., Coste S., Conruyt- Rogeon G. et Touroult J. (2014). Le changement climatique et les réseaux écologiques. Point sur la connaissance et pistes de développement. Rapport MNHN-SPN (2014-11), octobre 2014

106 Connaissance des impacts du changement climatique sur la biodiversité en France métropolitaine - Mars 2011 - Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

107 BELLARD C., BERTELSMEIER C., LEADLEY P., THUILLER W., COURCHAMP F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*. Numéro 15.

108 GILMAN S.-E., URBAN M.-C., TEWKSBURY J., GILCHRIST G.-W. & HOLT R.-D. (2010). A framework for community interactions under climate change. *Trends in Ecology and Evolution*. Volume 25. Numéro 6.

109 MOONEY H., LARIGAUDERIE A., CESARIO M., ELMQUIST T., HOEGH-GULDBERG O., LAVOREL S., MACE G.-M., PALMER M., SCHOLERS R. & YAHARA T. (2009). Biodiversity, climate change and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Numéro 1.

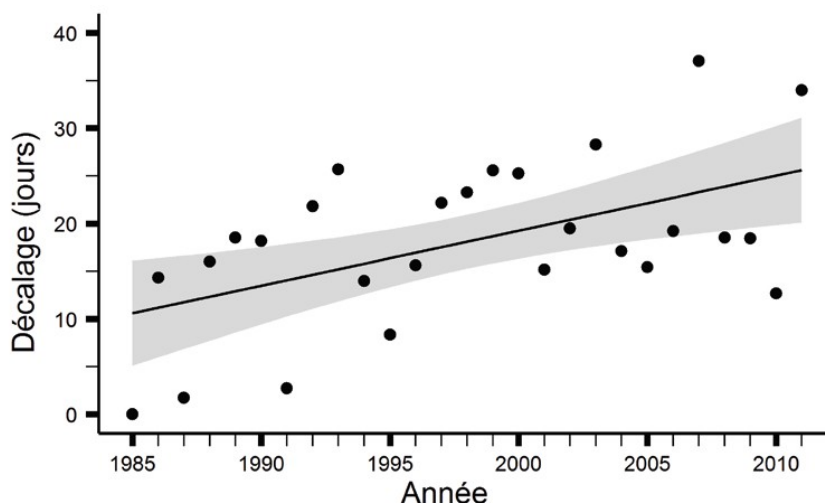
110 Hegland S. J., A. Nielsen, et al., (2009). "How does climate warming affect plant-pollinator interactions?" *Ecology Letters*, 12(2)

111 KIERS E.T., PALMER T.M., IVES A.R., BRUNO J.F. & BRONSTEIN J.L. (2010). Mutualisms in a changing world: an evolutionary perspective. *Ecology Letters*. Numéro 13.

112 La faune sauvage à l'heure du changement climatique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 2015

par rapport à son arrivée augmente, et donc plus la survie juvénile annuelle baisse. La qualité de la végétation est maximale dans les jours qui suivent son débourrement et se dégrade ensuite progressivement. Quand les naissances interviennent dans les conditions optimales, les chevrettes disposent de la meilleure nourriture possible et peuvent assurer un bon allaitement. Quand, au contraire, les naissances interviennent plus tard, au moment où la qualité de la végétation commence à se dégrader, le lait produit par les chevrettes est de moindre qualité et la survie des faons s'en trouve affectée. Ainsi, en forêt, les faons naissent dans des conditions de moins en moins favorables et leur survie moyenne s'en trouve réduite. C'est un risque important pour l'avenir de ces populations, dont les possibilités d'adaptation sont encore inconnues.

Évolution relative du décalage entre la date des naissances des faons et celle de floraison des vignes (indicateur de la reprise de végétation printanière)¹¹³



Les décalages phénologiques déjà constatés provoquent donc des phénomènes de désynchronisation entre espèces interdépendantes. Et dans le futur, ces changements de phénologie, de plus en plus importants, bouleverseront les relations interspécifiques.

En synthèse

La réalité de la perte de biodiversité, dont le rythme est aujourd'hui 100 à 1000 fois plus élevé que lors des précédentes extinctions n'est plus contestée aujourd'hui, de même que son origine anthropique (UICN 2009).

Si le changement climatique n'est pas considéré comme la principale cause dont les facteurs sont multiples (réduction et la fragmentation des habitats, artificialisation des sols, surexploitation des ressources naturelles renouvelables, prolifération d'espèces invasives, pollution (air, eau, sol), changement climatique), sa part de responsabilité devrait s'accroître fortement d'ici le milieu du siècle (agence néerlandaise de l'environnement).

Dans le département du Cher, la disparition annoncée du Triton ponctué est imputable au changement climatique qui tend à faire reculer sa répartition vers le nord afin de trouver des températures plus clémentes.

Les espèces vivantes développent des stratégies d'ajustement qui leur permettent de réagir à la modification de leurs habitats. Ajustement de la période de ponte avant les fortes chaleurs par

¹¹³ Klein F. et al. (2014), Le chevreuil face aux changements climatiques : une adaptation impossible ? Faune Sauvage 303

exemple pour la Rousserolle turdoïde (présente dans le sud du Cher), extension de l'aire de répartition vers le nord de la chenille processionnaire du pin, réduction des distances migratoires vers le sud de certains oiseaux migrateurs (grue cendrée, cigogne) qui trouvent désormais des conditions favorables d'accès à la nourriture bien avant leurs territoires de migration traditionnels (nord de l'Afrique, Espagne).

Le processus de réponse des espèces face au changement climatique contemporain est comparable aux remodelages des répartitions successivement intervenus au cours des temps géologiques lors des réchauffements interglaciaires. En revanche, le rythme de changement est différent et laisse apparaître un « effet retard ». L'une des différences importantes avec les réchauffements passés tient à la vitesse du changement climatique contemporain, ce dernier étant nettement plus rapide.

Cela conduira vraisemblablement à favoriser les espèces généralistes, plus tolérantes en termes de variation rapide de leurs conditions de vie, à accentuer le processus de simplification des écosystèmes et induire une diminution des rendements écosystémiques à long terme.

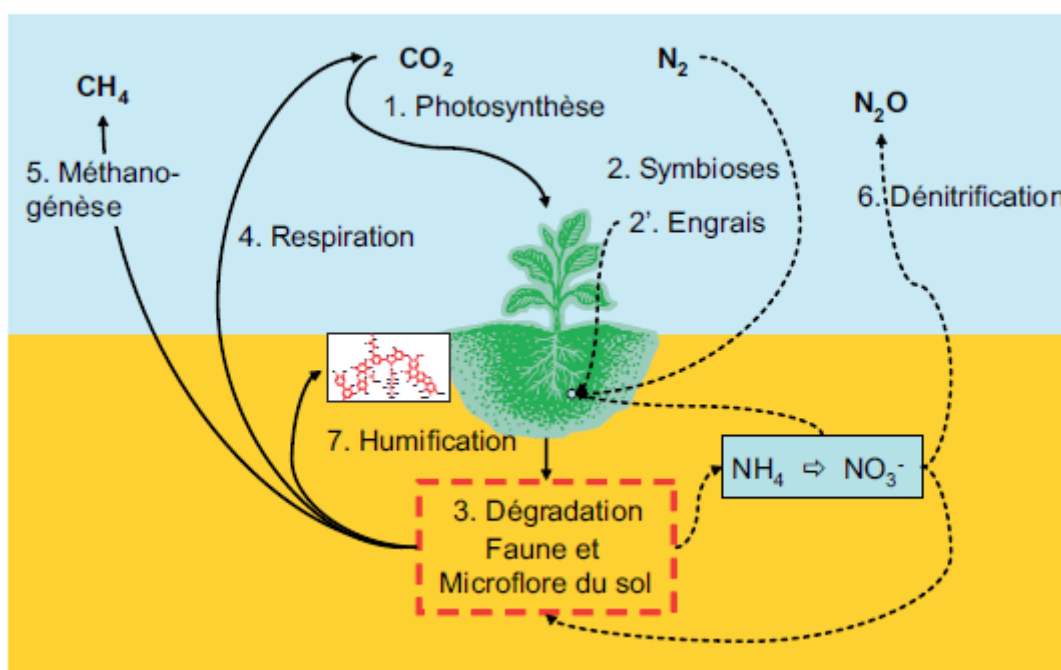
Au sein des écosystèmes, les interactions entre espèces vivantes évolueront, notamment les relations plantes/insectes (pollinisation) qui peuvent être touchées rapidement si l'une des deux espèces ajuste sa répartition et pas l'autre.

11. Sols

Le sol est la couche superficielle des surfaces continentales, formée par l'altération de la roche sous-jacente sous l'action du climat et des organismes vivants.

En échangeant en permanence ces gaz à effet de serre (CH_4 , CO_2 , N_2O) avec l'atmosphère, les sols représentent un compartiment majeur des cycles globaux du carbone et de l'azote. Ils constituent le plus grand réservoir terrestre de carbone organique, constituant principal des matières organiques contenues dans les sols¹¹⁴. Toute modification, positive ou négative, des stocks de carbone organique des sols peut ainsi représenter un puits ou une source de CO_2 atmosphérique.

L'ensemble de ces échanges des gaz à effet de serre entre le sol et l'atmosphère est schématisé ci-dessous :



Représentation simplifiée des gaz à effet de serre dans les sols¹¹⁵

Nous allons détailler ci-après les phénomènes qui sont à l'origine de ces gaz à effet de serre depuis le sol et l'impact que le changement climatique peut avoir.

11.1. Le méthane

La production de méthane des sols est issue de l'activité microbienne dans les sols inondés. En effet, l'excès d'eau a appauvri le sol en oxygène. Dès lors, certains micro-organismes dégradent les matières organiques du sol et les transforment en CO_2 et surtout en méthane. Les émissions de méthane liées aux sols proviennent surtout des rizières. En raison de leurs faibles surfaces en France, les émissions sont limitées et situées en Guyane. Dans le département du Cher, la production de méthane de manière générale résulte majoritairement de l'élevage (voir partie « émission de gaz à effet de serre » de ce diagnostic).

¹¹⁴ L'état des sols de France – Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 2011.

¹¹⁵ M-C Girard, C. Walter, J-C Rémy, J. Berthelin, J-L Morel. Sols et Environnement. Paris : Dunod

11.2. Le protoxyde d'azote

Le protoxyde d'azote est produit au cours de deux étapes du cycle de l'azote : la dénitrification et la nitrification. En effet, dans les sols appauvris en oxygène, les populations microbiennes responsables de ces transformations modifient leur mode de respiration. Au lieu d'utiliser l'oxygène, elles consomment les ions nitrate (NO₃⁻) et nitrite (NO₂⁻) du sol : c'est la dénitrification. Cette forme de respiration microbienne produit des gaz azotés intermédiaires pouvant être relargués : l'oxyde nitrique (NO) ou le protoxyde d'azote (N₂O). Le processus de nitrification est le résultat de la transformation, par des populations bactériennes, d'ammonium en nitrites puis en nitrates en présence d'oxygène. L'oxyde nitrique (NO) et le protoxyde d'azote (N₂O) sont également libérés lors de ce processus.

Un sol peut présenter des zones faiblement aérées ou bien aérées simultanément. Par conséquent, les processus de dénitrification et de nitrification peuvent fonctionner simultanément et interagir. Les émissions sont donc le résultat d'un équilibre entre les mécanismes de consommation et de production de N₂O.

En France métropolitaine, ce sont principalement des émissions de N₂O qui sont observées. L'intensité des émissions de N₂O dépend fortement du mode d'occupation des sols et des pratiques culturales. Ces flux vers l'atmosphère s'exercent en fonction de la météorologie et des travaux agricoles. Ces derniers contribuent essentiellement à l'apport d'azote sur les sols par l'intermédiaire des engrais minéraux et organiques, et de l'azote excrété à la pâture. Dans le département du Cher, la production de protoxyde d'azote se situe majoritairement dans les territoires ruraux (voir partie « émission de gaz à effet de serre » de ce diagnostic).

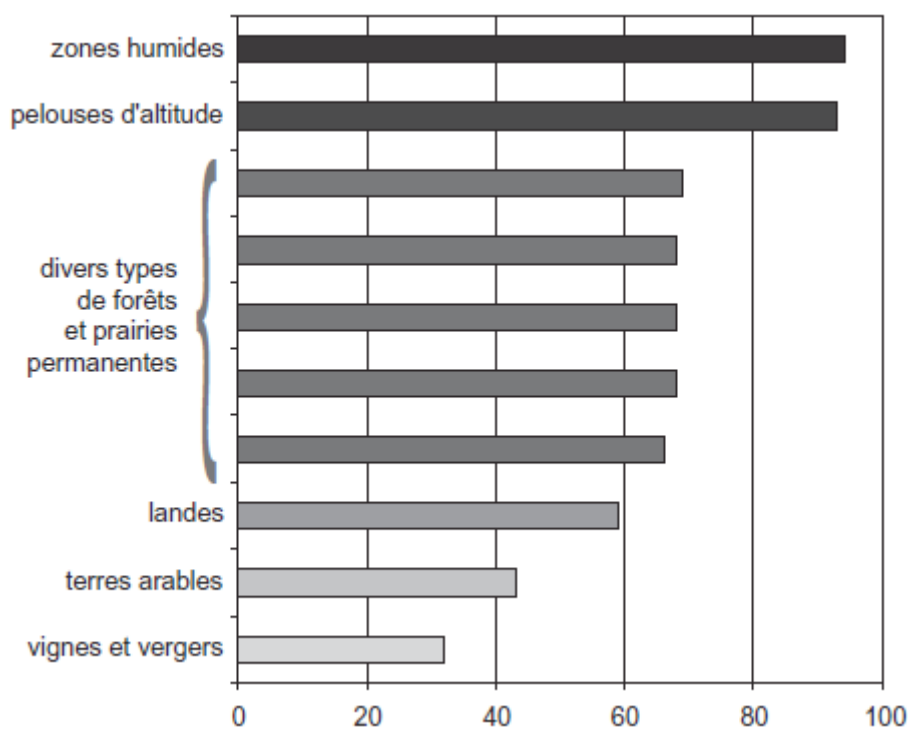
Les phénomènes de nitrification/dénitrification pour ces apports azotés dépendent de paramètres du :

- sol (pH et capacité d'échange cationique (CEC)),
- climat (pluviométrie, vent, température). Ainsi, plus la pluviométrie, la vitesse du vent ou la température sont élevées, plus la production de protoxyde d'azote est probable. Or, au volet « climat » de ce diagnostic, nous avons vu que la température moyenne augmenterait d'ici la fin du siècle.

11.3. Le dioxyde de carbone

Le carbone organique contenu dans les végétaux provient de la photosynthèse qui absorbe du CO₂ atmosphérique. Ce carbone est le constituant principal des matières organiques des sols, qui proviennent principalement de la décomposition des végétaux. Ces matières organiques sont ensuite biodégradées plus ou moins rapidement sous l'action des micro-organismes du sol en fonction des conditions du milieu, des usages et des pratiques. Cette dégradation produit du CO₂ qui est émis en retour dans l'atmosphère. Toute modification de ce cycle entraîne une variation, positive ou négative, des stocks de carbone des sols. Ceux-ci peuvent donc constituer un puits ou une source de CO₂ atmosphérique. Ainsi, la minéralisation des matières organiques du sol sous l'effet de changements d'occupation ou d'usage (artificialisation, déforestation, retournement de prairies, etc.) peut être à l'origine de flux de CO₂ vers l'atmosphère.

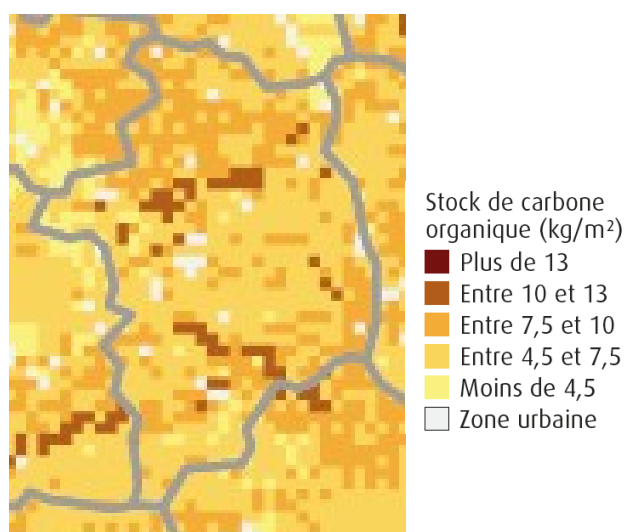
La quantité de carbone organique stockée dans les 30 premiers centimètres est estimée à 3,75 gigatonnes (Gt) en métropole, soit en moyenne 74 tonnes par hectare (t/ha). C'est généralement cette partie la plus superficielle du sol qui contient le stock le plus important et pouvant être sujet à des changements notables. On constate un effet majeur des types d'occupation sur les stocks de carbone organique du sol tel que le montre le graphique ci-dessous :



Stocks de carbone organique (en T/ha) des trente premiers centimètres des sols de France en fonction du type d'occupation du sol¹¹⁶

Les sols des vignes et des vergers se distinguent nettement par des stocks de carbone plus faibles que sous les autres occupations. Les terres arables sont caractérisées par des stocks relativement faibles également. Les prairies et les forêts présentent des stocks voisins, proches de 70 t/ha. Enfin, les stocks les plus importants sont présents dans les zones humides. Or, nous avons vu dans la partie eau de ce diagnostic que ces zones diminuent et sont particulièrement vulnérables au changement climatique.

Le stock de carbone organique dans le département du Cher se situe entre 45 et 100 t/ha, autour de la moyenne nationale (74 t/ha). On distingue les occupations du sol à l'origine des différents teneurs en matière organique (Sologne au nord-ouest, zone de culture au centre et prairie au sud) comme l'indique la carte ci-dessous.

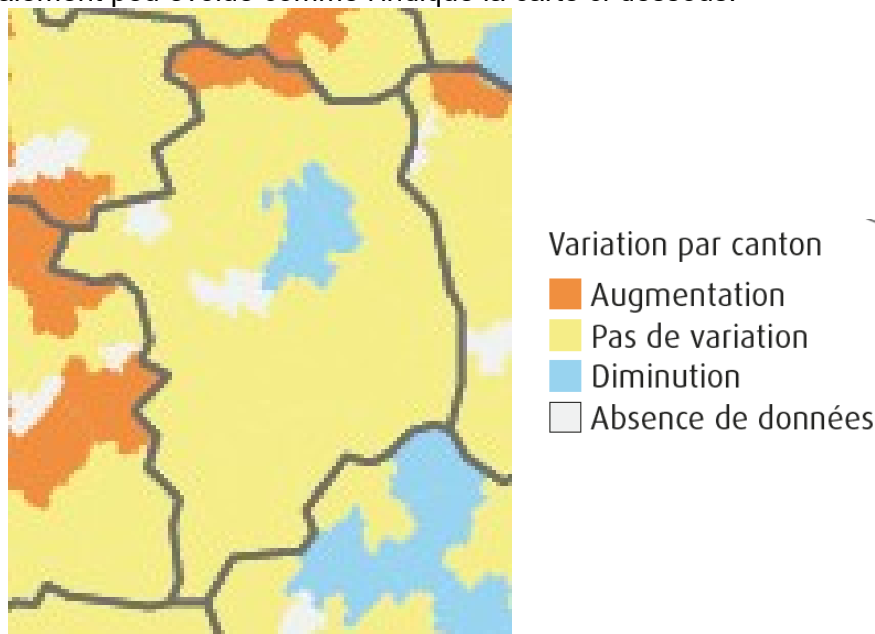


Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, d'après Meersmans et al., 2012. Traitements : SOeS, 2013 (Nota : 10kg/m² = 1t/ha)

116 INRA, expertise scientifique collective, 2002

Certains changements de pratiques agricoles (apport de déchets organiques urbains, techniques culturales simplifiées, etc.) ou d'usage favorisent le stockage, comme la conversion des cultures en prairies ou en forêts. Au contraire, la mise en culture au détriment des prairies ou des forêts entraîne une diminution du stock de carbone. Les vitesses d'évolution du carbone organique dans les sols ne sont toutefois pas symétriques. Ainsi, en 20 ans, le déstockage induit par la mise en culture (1 t C/ha/an) est deux fois plus rapide que le stockage résultant de l'abandon de la culture au profit de prairies ou de forêts.

Entre les périodes 1995-1999 et 2005-2009, la teneur en carbone organique des sols dans le département du Cher a globalement peu évolué comme l'indique la carte ci-dessous.



Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, BDAT, 2015. Traitements : SOeS, 2015

Le stock de carbone organique des sols est fonction d'une part des flux entrant dans le sol et d'autre part des vitesses de biodégradation – ou de minéralisation – des matières organiques dans le sol. Les flux entrants reposent principalement sur la production végétale et sa gestion (récoltes, gestion des résidus, etc.). Les vitesses de minéralisation dépendent de la nature des matières organiques et des conditions du milieu qui influencent l'activité des micro-organismes (aération, humidité, localisation de la matière organique dans le sol, température).

Le changement climatique est susceptible d'influer, positivement ou négativement, sur les stocks de carbone des sols. L'impact du changement climatique sur les stocks de carbone organique des sols reste incertain. Il est en effet sous la dépendance de facteurs pouvant avoir des effets opposés. L'augmentation de la température, en allongeant la période de croissance des végétaux, pourrait avoir des effets positifs sur les flux entrants de carbone dans les sols. Inversement, ce réchauffement devrait favoriser l'activité microbienne et ainsi accélérer la biodégradation des matières organiques. En effet, cette activité est faible quand les températures sont froides. Elle augmente avec la température jusqu'à un optimum entre 30 et 40°C, puis diminue pour des températures très élevées.¹¹⁷

De manière générale, l'ensemble des processus d'échange entre le sol et les gaz à effet de serre de l'atmosphère décrits ci-dessus implique des bactéries. Or, l'augmentation de la température agit directement sur l'activité microbienne des sols. Elle peut donc être à l'origine de l'accélération de certains processus comme, par exemple, la minéralisation de la matière organique.

117 Sols et environnement - Chiffres clés- Édition 2015 – Commissariat Général au développement durable

Les experts admettent à l'heure actuelle que la plupart des effets directs attendus du changement climatique sur les sols sont très inférieurs aux effets liés aux actions volontaires de l'Homme.¹¹⁸

11.4. Le retrait-gonflement des argiles

La partie « Risque » de ce diagnostic aborde le retrait gonflement-argiles. Il y est indiqué le constat dans le département du Cher de l'impact du changement climatique sur le risque retrait-gonflement des argiles, avec une aggravation des phénomènes ces dernières années.

11.5. La sécheresse

Les parties « climat » et « agriculture » de ce diagnostic abordent la sécheresse. Il y est indiqué un allongement moyen de la période de sol sec de l'ordre de 2 à 4 mois tandis que la période humide se réduit dans les mêmes proportions. On y note que l'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui. Ces éléments ont une forte conséquence sur les productions agricoles du département.

En synthèse

Le changement climatique impactera le sol essentiellement en matière d'accroissement du retrait-gonflement argile et de sécheresse.

Le sol constitue un important stock de carbone sur lequel les changements d'usage et de pratique peuvent favoriser le largage de CO₂ ou le stockage de carbone. La hausse des températures induirait une croissance de l'activité microbienne qui pourrait être à l'origine d'un flux de CO₂ vers l'atmosphère, aggravant le changement climatique.

Toutefois, les experts admettent à l'heure actuelle que la plupart des effets directs attendus du changement climatique sur les sols sont très inférieurs aux effets liés aux actions volontaires de l'homme.

Par contre, les interventions humaines sont susceptibles d'influer fortement sur les capacités de stockage carbone des sols, et ainsi venir aggraver (artificialisation, mise en culture de prairies, défrichements, destruction de zones humides) ou réduire les effets du changement climatique (renaturation, transformation de cultures en prairies, extension forestière).

118 Sols et environnement - Chiffres clés- Édition 2015 – Commissariat Général au développement durable

12. Aménagement – Urbanisme

Les stratégies et modalités d'urbanisme et d'aménagement de l'espace peuvent selon les cas participer à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique ou contribuer à ce changement en entraînant une augmentation des émissions de gaz à effet de serre ou en aggravant certains effets.

Ainsi, l'accroissement de l'étalement urbain, le développement résidentiel et économique, le mitage du milieu rural, lorsqu'ils ne sont pas maîtrisés, éloignent les logements des commerces, des services et de l'emploi, augmentent les besoins en déplacements et entretiennent une dépendance à la voiture individuelle, avec pour conséquence une non diminution des émissions de GES par les transports.

L'artificialisation des sols, conduisant à la réduction de la perméabilité, à la réduction de l'albédo et à la réduction de la capacité des sols à absorber du CO₂ a un impact direct sur le cycle de l'eau, sur la capacité des sols à réfléchir l'énergie solaire et sur le stockage de carbone dans les sols. Les sols artificialisés emmagasinent plus fortement la chaleur, ce qui peut conduire à des effets radiatifs locaux (augmentation de la chaleur dans les secteurs urbains).

À l'inverse, des choix d'aménagement orientés vers la réduction de l'artificialisation, la réduction des besoins en déplacements motorisés, le développement de l'usage des transports collectifs, l'amélioration de la qualité durable des projets urbains (matériaux de construction, orientation, performance thermique, nature en ville, végétalisation et pré-verdissement, etc) viennent s'inscrire dans une stratégie d'atténuation et d'adaptation du changement climatique.

12.1. Éléments de diagnostic sensible

Les choix d'aménagement : urbanistiques, paysagers et architecturaux influent sur le ressenti des habitants et notamment sur le facteur « températures ». Parmi ces choix influant le ressenti, il y a :

- l'organisation spatiale des bâtiments et de l'espace public (densité, orientation des rues par rapport aux vents dominants, etc) ;
- la présence d'activités humaines (circulation automobile, activités industrielles, chauffage et climatisation des bâtiments) ;
- La présence de l'eau et du végétal (ombre, rafraîchissement par évapotranspiration, etc) ;
- Les propriétés des matériaux (réfléchissement du rayonnement solaire, isolation) ;
- la conception bioclimatique des bâtiments (enveloppe, rafraîchissement passif, ventilation naturelle, etc).

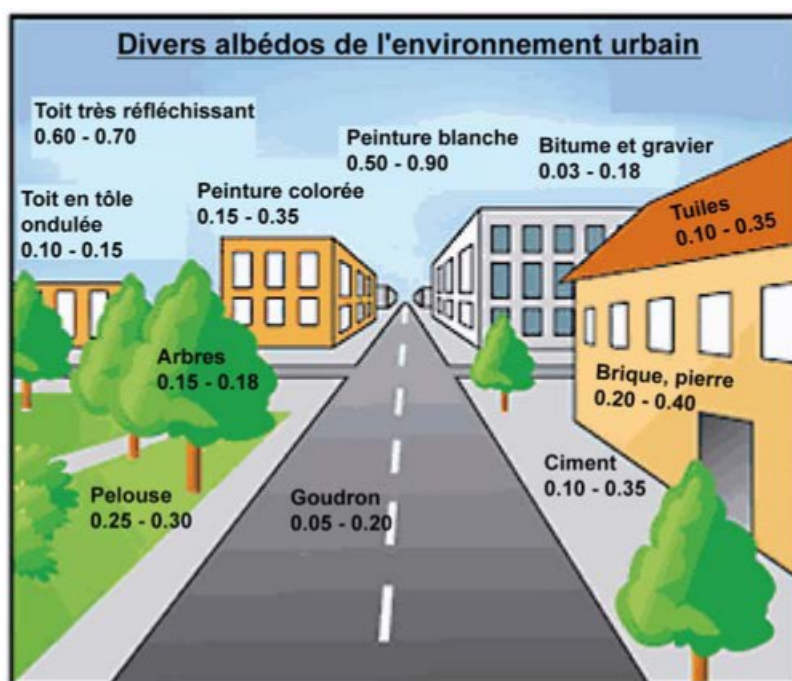
Par rapport à la présence du végétal et à l'ombrage, les espèces plantées actuellement pourraient ne pas être adaptées aux évolutions climatiques.

12.2. Albédo et morphologie de la ville¹¹⁹

L'albédo représente la fraction de l'énergie solaire reçue qui est réfléchiée par un corps, une surface ou un milieu. Par définition, l'albédo est une valeur comprise entre 0 et 1 : un corps noir parfait, qui absorberait toutes les ondes électromagnétiques sans en réfléchir aucune, aurait un albédo nul, tandis qu'un miroir parfait, qui réfléchirait toutes les ondes électromagnétiques sans en absorber une seule, aurait un albédo égal à 1. Plus l'albédo d'une surface est faible plus elle retient la chaleur.

En zone urbaine, on considère qu'il varie entre 0,1 et 0,25 avec une valeur médiane de 0,15 alors que la valeur moyenne de l'albédo terrestre est de l'ordre de 0,3. Dans la pratique, il varie selon les surfaces de 0,05 pour un sol très sombre à 0,9 pour de la neige fraîche¹²⁰. Ceci s'explique par la morphologie de la ville, véritable piège radiatif, et les matériaux urbains. Cela a une conséquence directe sur l'emmagasinement plus important de chaleur en ville.

La structure de la ville est un facteur essentiel de la particularité climatique du milieu urbain. Les rues et les hautes parois verticales peuvent être considérées comme de véritables pièges radiatifs parfois surnommés « canyons urbains » et avoir une incidence sur la température.



Source : CDG du Rhône

12.3. Artificialisation des sols¹²¹

L'artificialisation des sols a notamment deux effets en matière de réchauffement climatique :

- les espaces artificialisés n'absorbent plus de CO₂ (plus d'activité photosynthétique) ;
- les sols artificialisés ont un albédo réduit et emmagasinent plus la chaleur.

Un sol artificialisé participe donc à la hausse des températures. Il perd également sa capacité à absorber l'eau de pluie, induisant une surcharge des réseaux d'eaux pluviales et multipliant ainsi les risques d'inondations.

119 Observatoire savoyard du changement climatique Dossier Ad & At, N°4, novembre 2010

http://www.ac-grenoble.fr/savoie/pedagogie/docs_pedas/changement_climatique/impacts_villes.pdf

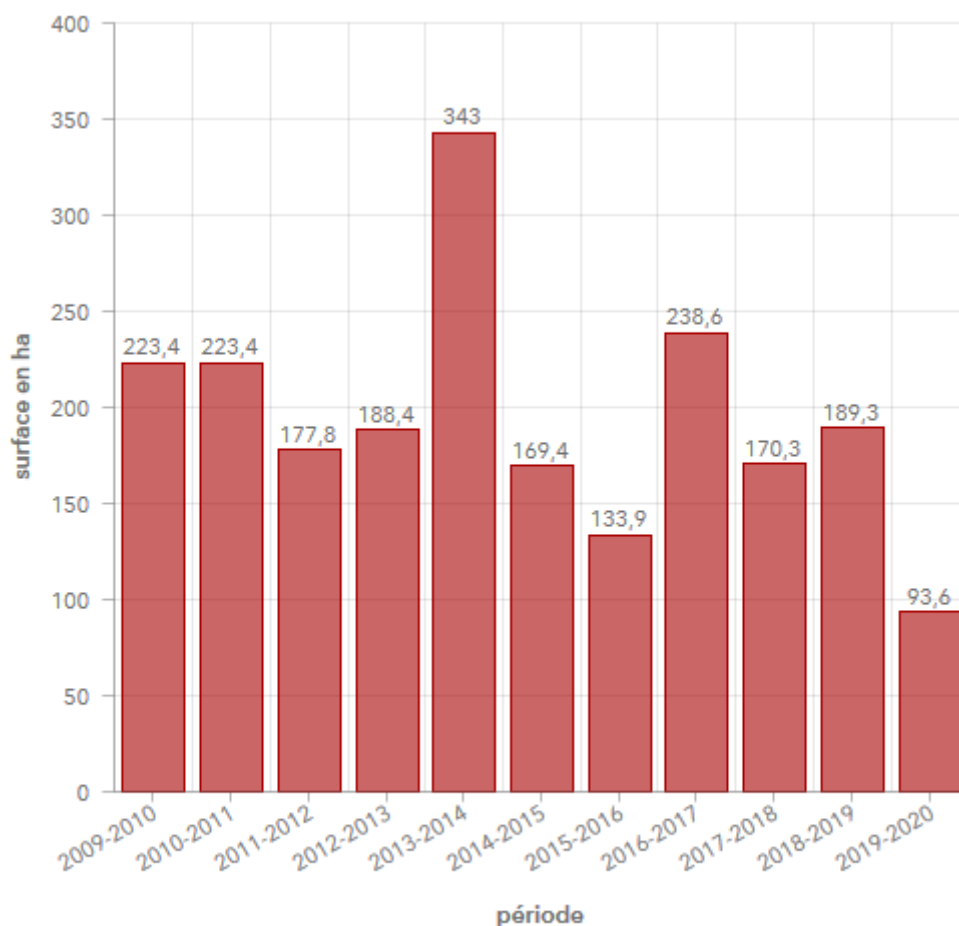
120 [http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Alb%C3%A9do_\(HU\)](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Alb%C3%A9do_(HU))

121 <https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols>

En France, entre 20 000 et 30 000 hectares sont artificialisés chaque année. Cette artificialisation augmente presque 4 fois plus vite que la population, et a des répercussions directes sur la qualité de vie des citoyens mais aussi sur l'environnement.

Alors que, dans le département du Cher, le nombre d'habitants, le nombre de ménages et le nombre d'emplois diminuent, la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (NAF) continue de progresser : 2150 hectares ont été consommés de 2010 à 2020¹²².

Evolution de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (NAF) de 2009 à 2020 dans le Cher



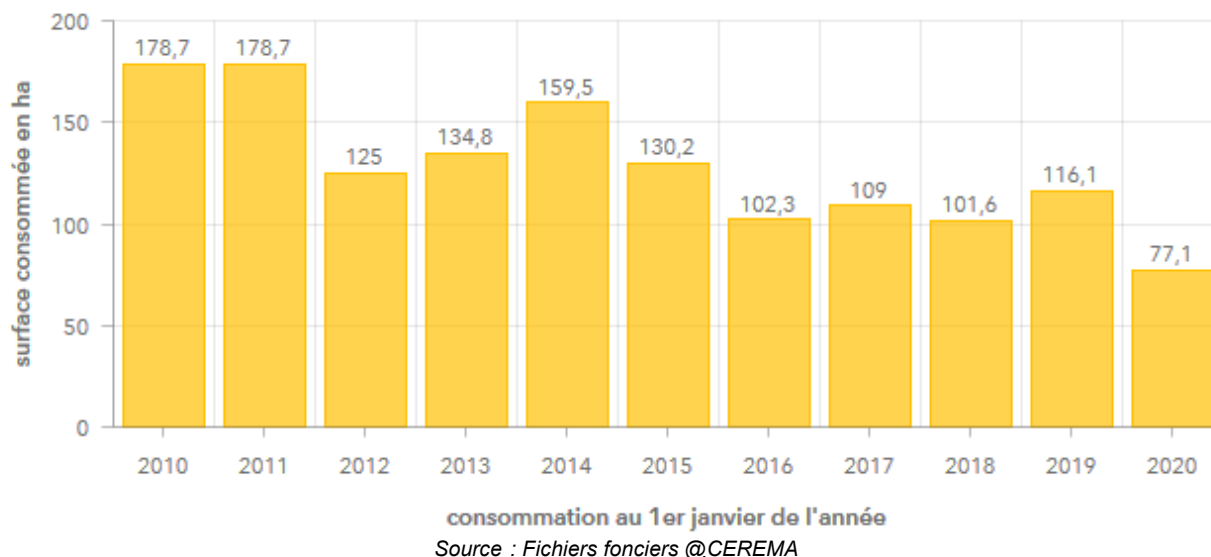
* total = activité + habitat + mixte + inconnu

Source : Fichiers fonciers @Cerema

L'habitat représente 66 % de la consommation d'espace de ces dernières années, l'activité économique 29 %.

122 <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/suivi-consommation-espaces-naf>

Consommation d'espaces NAF (en hectares) à destination de l'habitat entre 2009 et 2020



12.4. Îlots de chaleur et surchauffe urbaine

L'îlot de chaleur urbain est un phénomène météorologique assez rare mais bien connu. Il est principalement marqué dans de grandes métropoles dans des situations météorologiques très particulières en été comme en hiver. Pour qu'il soit sensible, il faut que le ciel soit dégagé et le vent très faible, son intensité est généralement proportionnelle à la taille de l'agglomération et dépend de ses caractéristiques topographiques et urbanistiques.

Par vent faible et ciel dégagé, sur des métropoles de taille moyenne, on peut observer en été une surchauffe urbaine moyenne de nuit comme de jour qui peut atteindre 2 degrés sous abri. L'impact à très petite échelle des bâtiments, parcs et jardins, du type de revêtement au sol ou sur les murs peut amplifier ou atténuer cet effet.

En hiver, la surchauffe urbaine sera généralement insignifiante en journée, mais plus marquée la nuit dans les mêmes conditions de vent faible et ciel dégagé.¹²³

Les conséquences des îlots de chaleur et de la surchauffe urbaine portent atteinte à la santé publique et à l'environnement¹²⁴ :

- stress thermique, sensation d'inconfort, malaises, syncopes, coups de chaleur, etc. en particulier chez les personnes vulnérables ;
- aggravation des maladies chroniques préexistantes comme le diabète, l'insuffisance respiratoire, les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurologiques ou rénales ;
- hausse de la mortalité lors de canicules ;
- diminution de la qualité de l'air extérieur et formation de smog ;
- diminution de la qualité de l'air intérieur (multiplication des acariens, moisissures et bactéries, et libération de substances toxiques) ;
- hausse de la demande en énergie liée à la climatisation et donc des émissions de gaz à effet de serre.

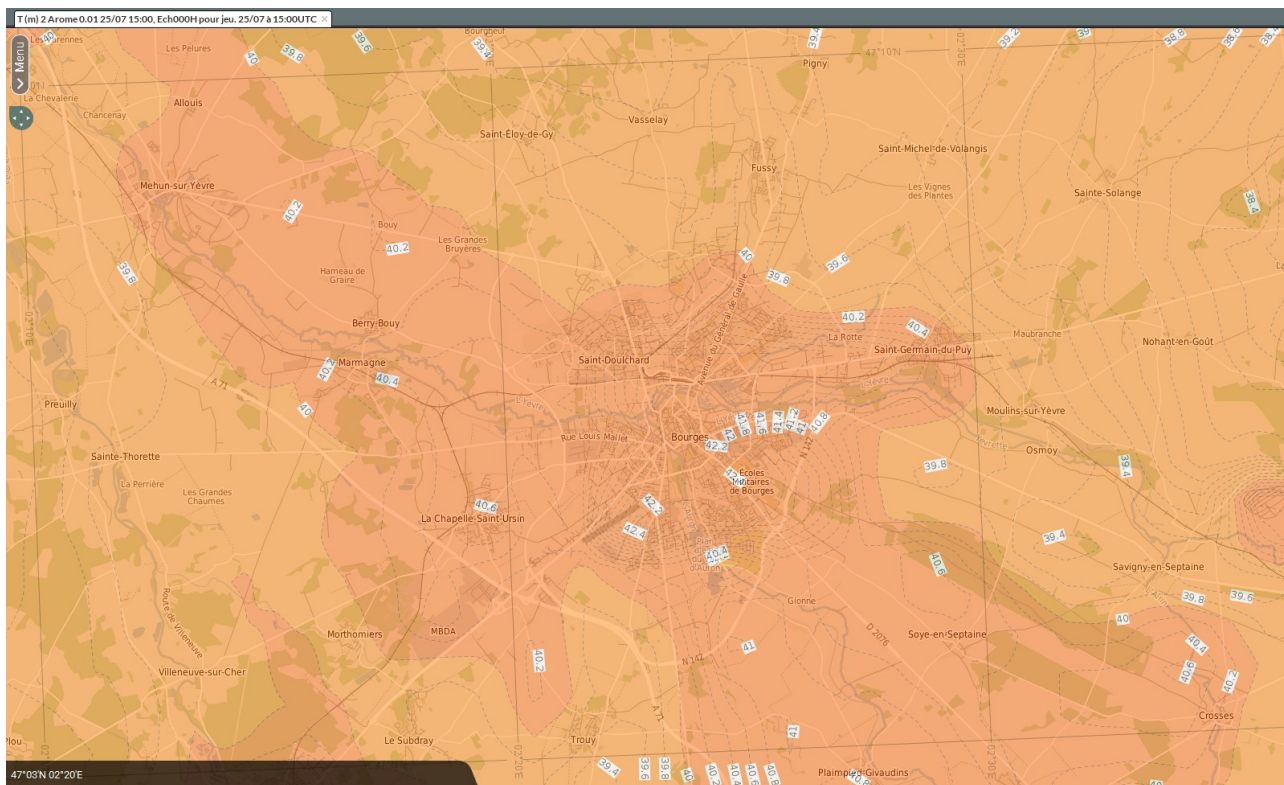
Il n'y a pas de points de mesures de températures en centre-ville dans le Cher. Toutefois, les services de Météo France ont effectué une approche par modélisation de la surchauffe urbaine durant la canicule de 2019 sur Bourges et ses environs.

¹²³ F. Baraer Météo-France

¹²⁴ <https://www.o2d-environnement.com/observatoires/ilots-de-chaleur-urbains/>

La carte ci-dessous du 25 juillet 2019 à 17 h, heure locale, distingue 2 zones : celle, plus urbaine, où la température est supérieure à 40 °C et celle où la température est inférieure à 40 °C. Ce jour-là, la température du cœur de ville de Bourges était supérieure à 42 °C alors que celle de la campagne avoisinante était proche ou inférieure à 40 °C. Ainsi, il est possible d'affirmer qu'il y a eu un effet de surchauffe urbaine de l'ordre de 2 °C. Ce phénomène a perduré trois jours.

Représentation des écarts de températures le 25 juillet 2019 à 17 h, heure locale



modèle AROME – Météo-France 2022

- Températures inférieures à 40 °C
- Températures supérieures à 40 °C
- 41,00 Étiquette de courbe isotherme
- Courbe isotherme

Les collectivités les plus urbaines sont particulièrement confrontées à cette problématique et intègrent dans les cahiers des charges de leurs opérations d'aménagement des dispositions adaptatives visant à tempérer les effets d'îlots de chaleur : végétalisation des projets d'aménagement, gestion des eaux pluviales, etc. C'est le cas en particulier sur la communauté d'agglomération de Bourges plus.

Par ailleurs la ville de Bourges mène une réflexion avec le même objectif, sur la végétalisation des cours d'école. À signaler à ce sujet la démarche OASIS menée sur Paris qui vise à rénover les cours des écoles et collèges pour en faire des espaces de fraîcheur afin d'améliorer prioritairement le bien-être des élèves. Pensées comme de véritables îlots de fraîcheur au cœur des quartiers, ces cours pourront également accueillir un public plus large en dehors des temps éducatifs, et devenir notamment des « refuges » pour les personnes vulnérables durant les vagues de chaleur. Cette initiative est issue de la stratégie de résilience de Paris, adoptée au conseil de Paris en septembre 2017, visant à renforcer la capacité du territoire à faire face aux grands défis climatiques et sociaux du XXI^e siècle.

12.5. espaces verts et nature en ville

Les espaces verts et la nature en ville pour contribuent au bien-être et à la préservation de la santé de la population, ce rôle est encore accru avec le changement climatique.

Les collectivités du Cher (Bourges, Vierzon) constatent les effets de la hausse des températures et des épisodes de sécheresse sur la gestion de ces espaces, la réussite des plantations, la mortalité de certaines espèces végétales et font d'ores et déjà évoluer leurs pratiques pour choisir des espèces adaptées à ces conditions évolutives (besoins en eau réduits notamment, pratiques culturales favorisant le maintien de l'humidité et recyclage des eaux pluviales, etc.).

12.6. Planification : prise en compte du changement climatique dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) et plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi)¹²⁵

La planification et notamment l'adoption d'un Plan Local de l'Urbanisme Intercommunal sur un territoire définit une politique d'aménagement foncier concourant ou non à l'artificialisation des sols.

La planification territoriale et notamment l'adoption d'un Plan Local de l'Urbanisme définit une politique d'aménagement concourant ou non à l'artificialisation des sols.

Consommation foncière

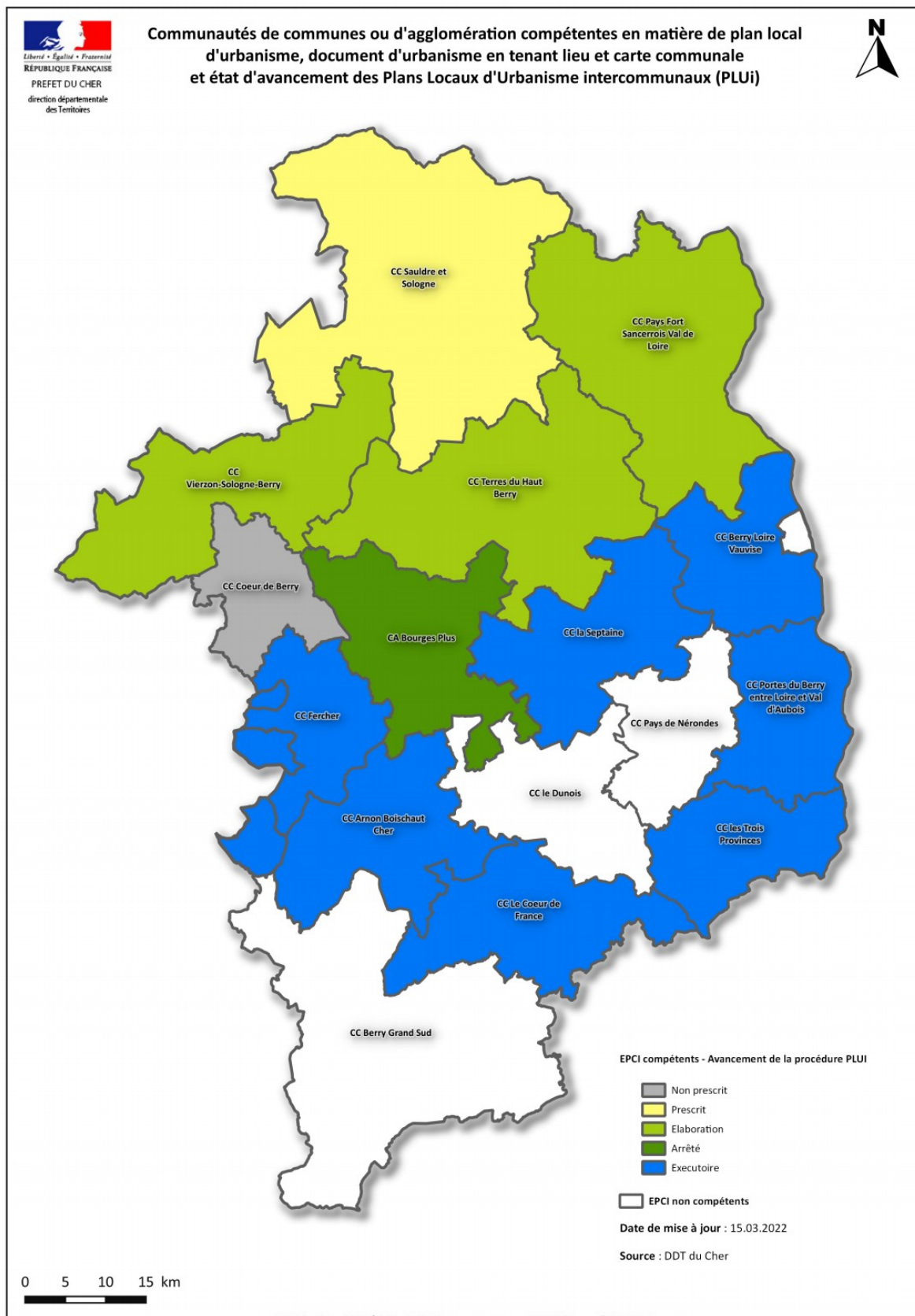
La consommation foncière d'un Plan Local de l'Urbanisme est déterminée par la surface de ses zones à urbaniser dites « zones AU »¹²⁶. Ces zones sont le plus souvent établies en périphérie du tissu déjà urbanisé, sur des espaces agricoles ou naturels.

125 DDT du Cher / SCAP / Bureau des Documents d'Urbanisme et de la Planification

126 Le code de l'urbanisme définit quatre grands zonages dans les PLU : U, AU, A et N. Le zonage AU définit littéralement les secteurs « À Urbaniser ».

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025430305/2012-03-03

Dans le Cher, 8 PLU intercommunaux sont approuvés et exécutoires.



Dans le cadre de l'élaboration de leurs PLUi, les établissements Publics à Coopération Intercommunale (EPCI) se sont engagés dans la réduction de la consommation foncière. Dans ces documents, les EPCI doivent fixer des objectifs de modération de la consommation d'espace par rapport à la consommation des dix dernières années.

L'objectif de réduction de l'artificialisation des sols s'est vu récemment réaffirmé et renforcé par la loi climat résilience du 22/08/2021 qui prévoit l'atteinte du zéro artificialisation nette (ZAN) en 2050 avec un phasage progressif et une déclinaison territoriale via le SRADDET¹²⁷.

Tableau récapitulatif de la consommation foncière par EPCI ayant un PLUi approuvé ou arrêté

EPCI	Consommation foncière des 10 dernières années *prises en référence	Objectif de modération relevé à court terme (1AU)
Portes du Berry et Loire Val d'Aubois	50 ha	- 60,00 %
Trois Provinces	55 ha	
Berry Loire Vauvise	26,4 ha	- 50,00 %
Cœur de France	55,1 ha	- 25,00 %
Bourges Plus	683 ha	- 60,00 %
Fercher	102 ha	- 56,00 %
La Septaine	74,25 ha	- 30,00 %
Aron BoischautCher	58,2 ha	- 82,00 %
Total	1 103,95 ha	-61,00 %

Prise en compte du changement climatique dans les Orientations en Aménagement et Programmation (OAP)¹²⁸

La problématique du changement climatique n'est pas prise en compte spécifiquement dans les OAP établies. Pour autant, elles fixent des objectifs de densification, comportent des dispositions qui visent à assurer une transition écopaysagère (espace urbanisé/espaces agricoles ou naturel), la création d'espaces de stationnement sur sols perméables, prévoient des connexions par liaisons douces dans certains bourgs. Ces dispositions contribuent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Prise en compte du changement climatique dans le règlement

Les mesures préconisées relèvent plus de la recommandation que de la prescription.

Depuis quelques années, certaines dispositions réglementaires permettent de déroger à certaines règles d'implantation ou d'aspect extérieur des bâtiments afin d'autoriser notamment l'isolation par l'extérieur, les constructions bio-climatiques, la pose de dispositifs de climatisation en façade, de permettre les toitures terrasses ou la pose de panneaux photovoltaïques en toiture.

127 SRADDET : schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (<https://www.centre-valde Loire.fr/comprendre/territoire/centre-val-de-loire-la-region-360deg>)

128 Code de l'urbanisme article R112-3-1 / Ministère de la cohésion du territoire et des relations avec les collectivités territoriales – DHUP – Les OAP des PLUi – Guide de recommandations juridiques : au-delà des obligations prévues par le législateur, cette pièce est la mieux adaptée pour traduire certaines ambitions du projet d'aménagement et de développement durables (PADD). Le rapport de présentation du PLU doit justifier le lien entre les OAP et les orientations générales du PADD qu'elles mettent en œuvre. D'une manière générale, les intentions du PADD doivent nécessairement être traduites par les OAP ou le règlement. Inversement, des OAP et prescriptions du règlement doivent nécessairement servir à concrétiser le PADD.

Selon les documents on notera :

- des dispositions en faveur des continuités écologiques et des éléments de paysage à préserver ;
- des dispositions intégrant les conditions pour limiter l'imperméabilisation avec la définition d'un taux minimum d'espaces verts ou non-imperméabilisés dans les zones à urbaniser ou un seul maximal d'imperméabilisation ;
- des dispositions relatives au rejet des eaux de ruissellement ;
- des dispositions pour la réalisation de surface éco-aménageables dans les zones urbaines ou à urbaniser proportionnelles à la surface de l'unité foncière ;
- des mesures permettant le recours à une énergie renouvelable dans le cadre d'un projet de construction en zones urbaines ou à urbaniser ;
- la fixation de conditions d'utilisation de panneaux solaires en toiture ;
- des dispositions dérogatoires permettant l'intégration d'ouvrages techniques (climatisation, panneaux solaires) ;
- des recommandations en matière de performance énergétique et des prescriptions en matière de performances environnementales ;
- des mesures permettant la mise en œuvre d'isolation thermique en saillie des façades ou en surélévation des toitures.

En synthèse

Les stratégies et modalités d'urbanisme et d'aménagement de l'espace peuvent selon les cas participer à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique ou contribuer à ce changement en entraînant une augmentation des émissions de gaz à effet de serre ou en aggravant certains effets.

Les choix d'aménagement et d'urbanisme influent particulièrement sur :

- le confort de vie des habitants, et notamment leur capacité à supporter du mieux possible les épisodes de températures élevées (îlots de chaleur) ;
- la capacité de stockage du carbone des sols et de réflexion de la chaleur, toutes deux réduites par l'artificialisation ;
- les déplacements induits (domicile-travail, accès aux services commerces et équipements), l'accès aux transports collectifs, la possibilité avec une incidence directe sur les émissions de gaz à effets de serre (étalement urbain).

Météo France a pu approcher par modélisation les écarts de températures sur Bourges et ses environs, lors de la canicule de 2019, et montré un écart de + 2 ° C entre le cœur de ville et les secteurs périphériques pendant 3 jours.

Ainsi les secteurs urbains sont particulièrement confrontés à cette problématique et intègrent dans les cahiers des charges de leurs opérations d'aménagement des dispositions adaptatives visant à tempérer les effets d'îlots de chaleur : végétalisation des projets d'aménagement, gestion des eaux pluviales, etc. C'est le cas en particulier sur la communauté d'agglomération de Bourges plus.

Les collectivités du Cher ont commencé à adapter leurs pratiques d'aménagement aux effets du changement climatique : choix des espèces végétales, gestion de l'eau pour les espaces verts, etc.

Les documents d'urbanisme établissent pour 10 à 20 ans les choix des collectivités en matière d'aménagement de l'espace et de qualité urbaine. Capacité d'artificialisation, caractéristiques des aménagements (gestion des eaux pluviales, dispositions architecturales, production d'énergies renouvelables, accès aux transports collectifs et modes doux, proximité des zones d'habitat et des zones d'emploi, des commerces et services, etc.), les choix qui y sont faits traduisent la

stratégie de la collectivité en matière de lutte contre le réchauffement climatique.

Dans le Cher, les 4 schémas de cohérence territoriaux en cours d'élaboration et les 12 plans locaux d'urbanisme intercommunal (12 sur 16 EPCI) en projet ou déjà exécutoires intègrent les orientations nationales en matière de réduction de l'artificialisation des sols et de l'étalement urbain, de lutte contre le changement climatique et d'adaptation à ce changement, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et engagent ces territoires dans une dynamique d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. La mise en œuvre des dispositions de la loi climat résilience du 22/08/2021 viendra encore renforcer ces orientations.

13. Bâtiment – Habitat

13.1. Émissions de GES par le secteur du bâtiment¹²⁹

L'utilisation de l'énergie dans les bâtiments représente 46 % des consommations françaises (1^{er} secteur consommateur) et 17 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France¹³⁰ (4^{ème} secteur émetteur après les transports, l'industrie et l'agriculture).

Néanmoins, le bâtiment génère aussi d'autres impacts. En effet, sur l'ensemble de son cycle de vie, 70 % de ses émissions de GES proviennent de la phase de construction.

Le secteur du bâtiment est le quatrième émetteur de gaz à effet de serre en France avec 17 % des émissions totales. Il se répartit en 2 secteurs : le résidentiel et le tertiaire. Sur la région Centre-Val de Loire ces secteurs représentent respectivement 16,5 % et 7,7 % des émissions totales. Sur le département du Cher, ces secteurs représentent respectivement 14,1 % et 5,7 % des émissions totales

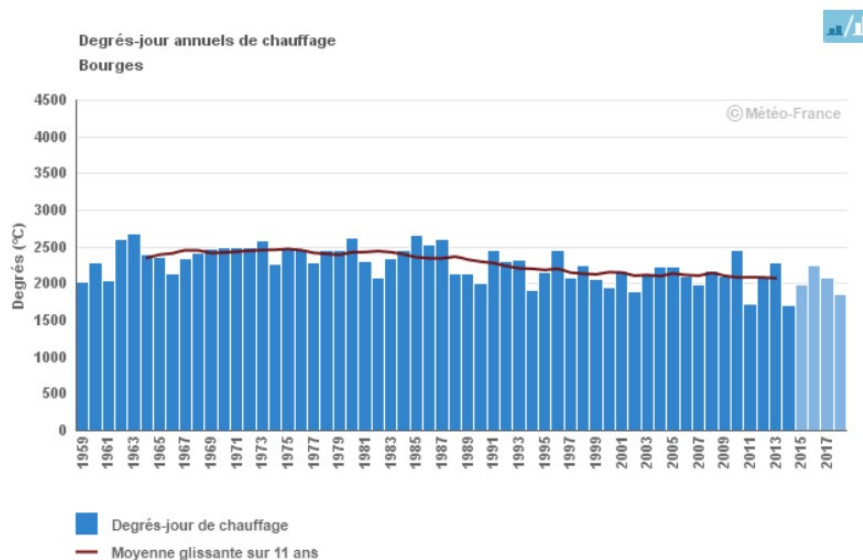
13.2. Chauffage

Constats : des besoins à la baisse¹³¹

L'indicateur degrés-jour¹³² (DJ) de chauffage permet d'évaluer la consommation en énergie pour le chauffage.

En Centre-Val de Loire, sur les 10 dernières années, la valeur moyenne annuelle de DJ se situe autour de 2 200 degrés-jour. Depuis le début des années 60, la tendance observée montre une diminution d'environ 4 % par décennie.

Sur Bourges, Le besoin en chauffage est également en légère diminution.



129 Réduire l'impact carbone des bâtiments – CEREMA - Collection L'essentiel. Juillet 2021.

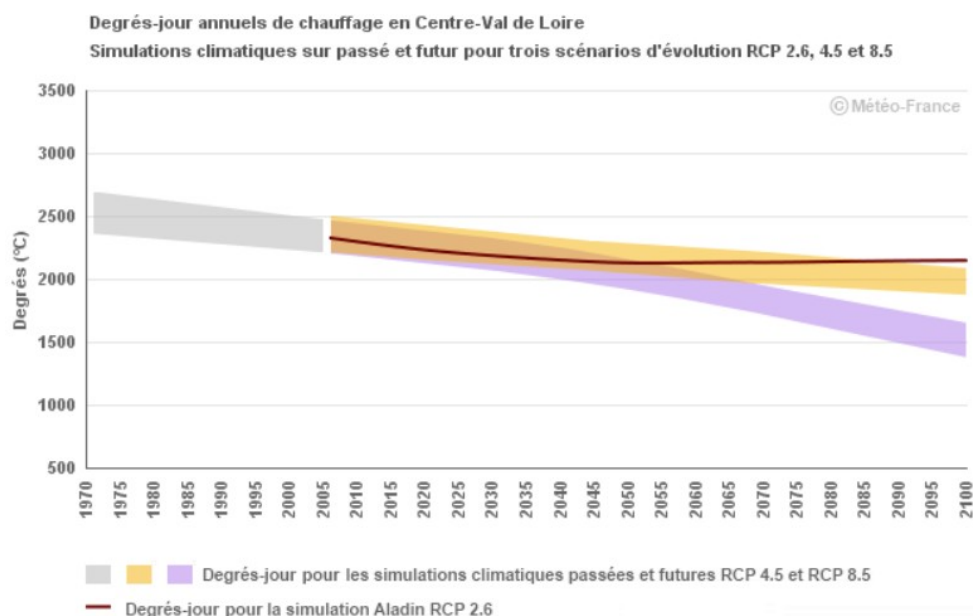
130 Citepa – 2021 - Le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire confie au CITEPA le développement des inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre

131 Météo-France – Climat HD - 2021

132 Le nombre de degrés-jours est une mesure du besoin de chauffage ou de refroidissement sur une période donnée. Il est calculé par rapport à un seuil de référence (17° pour le chauffage dans les statistiques nationales de l'énergie). Si la température moyenne d'une journée est supérieure ou égale à ce seuil (chauffage) ou inférieure ou égale à ce seuil (refroidissement), le nombre de degrés-jours sur la journée est nul. Dans le cas contraire, il est égal à la différence entre le seuil et la température moyenne de la journée (ministère de la transition écologique/SDES)

Projections : des besoins à la baisse quel que soit le scénario¹³³

En Centre-Val de Loire, les projections climatiques montrent une diminution des besoins en chauffage jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution des besoins diffère significativement selon le scénario considéré. Seul le scénario RCP2.6 entraîne une stabilisation des besoins autour de 2050. Selon le RCP8.5, les besoins diminueraient d'environ 3 % par décennie à l'horizon 2071-2100.



13.3. Climatisation

L'usage de la climatisation répond à un besoin ponctuel et immédiat de confort d'été, toutefois sur le long terme elle est considérée comme une mal-adaptation pour les raisons suivantes¹³⁴ :

- consommation d'énergie contribuant aux émissions de gaz à effet de serre (selon le mix énergétique) ;
- utilisation de gaz frigorigènes pour créer du froid. Ces hydrofluorocarbures (HFC), rejetés quand l'appareil est en fin de vie ou détruit, contribuent à augmenter l'effet de serre ;
- rejet de la chaleur en extérieur et augmentation des températures en milieu urbain (cela peut aller jusqu'à +2 °C).

Une multiplication par trois de l'usage de la climatisation est à prévoir en Europe en 2050 d'après l'Agence Internationale de l'Énergie.

Selon un rapport de l'ADEME¹³⁵ publié en juin 2021, la climatisation est aujourd'hui responsable de près de 5 % des émissions d'équivalent CO₂ du secteur du bâtiment en France. Le taux d'équipement des ménages est quant à lui passé de 14 % en 2016 à 25 % en 2020. Cette année-là, « pour la première fois, le nombre d'équipements vendus a dépassé les 800 000 unités alors que celui-ci était stabilisé autour de 350 000 par an précédemment ». Ce document relève bien sûr des disparités économiques et régionales : c'est parmi les cadres et professions libérales (37 %) et surtout dans le Sud-Est et en Corse que l'on est le plus climatisé (47 % des foyers).

133 Météo-France – Climat HD - 2021

134 Viguié V., *La climatisation, une maladaptation au changement climatique ?*, Dossier Adapter nos espaces urbains au changement climatique, Construction21

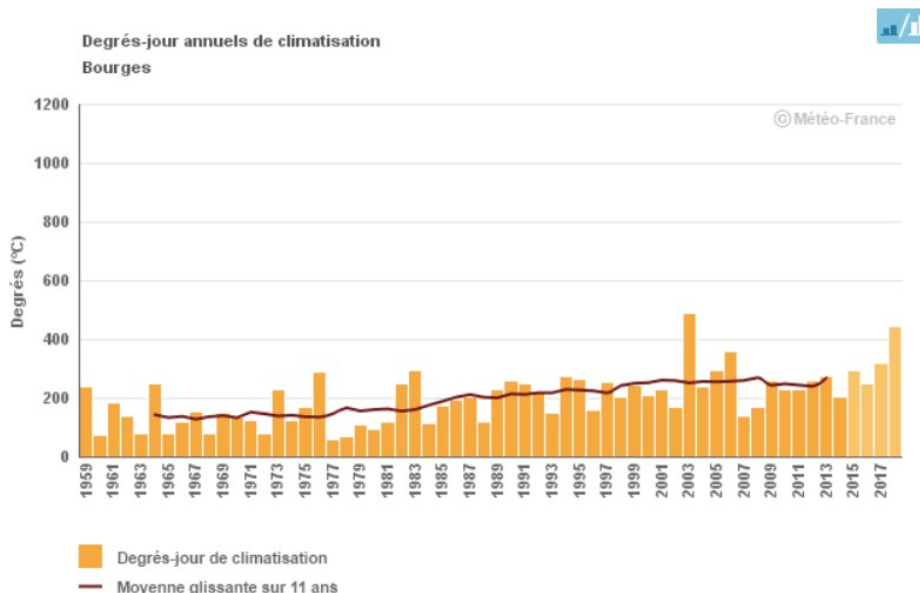
135 <https://presse.ademe.fr/2021/06/la-climatisation-vers-une-utilisation-raisonnee-pour-limiter-limpact-sur-lenvironnement.html>

Constats : des besoins à la hausse qui restent toutefois assez faibles¹³⁶

L'indicateur degrés-jour (DJ) de climatisation permet d'évaluer la consommation en énergie pour la climatisation.

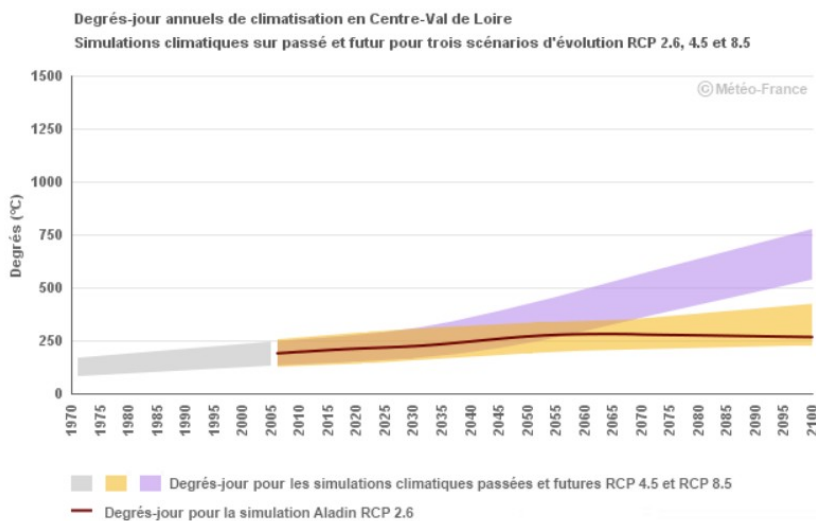
Comme pour toutes les régions situées dans la partie médiane de la France (des Pays de la Loire à la Lorraine), les besoins en climatisation en Centre-Val de Loire sont aujourd'hui faibles. Cependant, depuis le début des années 60, la tendance observée montre une augmentation moyenne d'environ 12 % par décennie sur ces régions.

Sur Bourges, l'utilisation de la climatisation est également en hausse.



Projections : des besoins à la hausse quel que soit le scénario¹³⁷

En Centre-Val de Loire, les projections climatiques montrent une augmentation des besoins en climatisation jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution des besoins diffère selon le scénario considéré. Seul le scénario RCP2.6 permet une stabilisation des besoins autour de 2050. Selon le RCP8.5, les besoins augmenteraient très significativement à l'horizon 2071-2100.



136 Météo-France – Climat HD - 2021

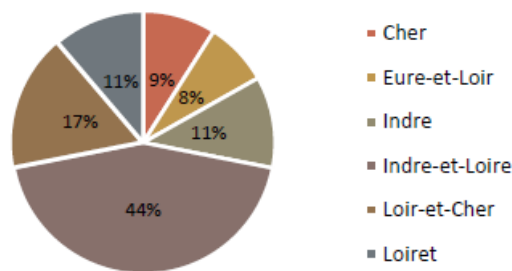
137 Météo-France – Climat HD - 2021

13.4. Bioconstruction de bâtiments publics¹³⁸

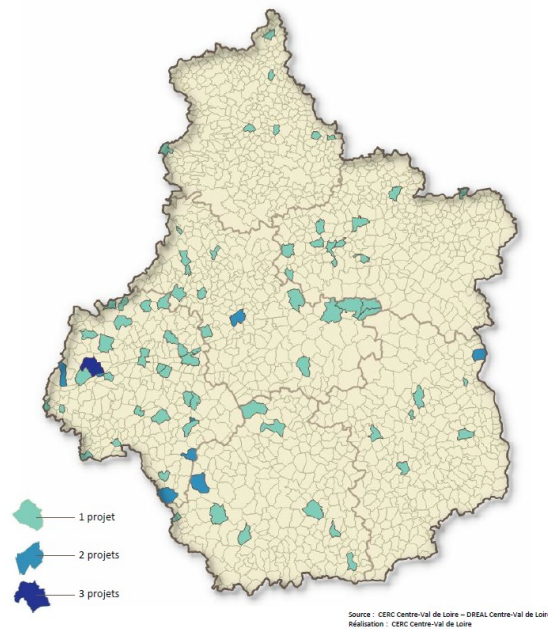
Le recours aux matériaux bio-sourcés¹³⁹ représente une alternative pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) lors de la construction et de l'exploitation des bâtiments. Ces matériaux sont issus de la matière organique renouvelable (biomasse) d'origine végétale ou animale. Grâce à leur déphasage thermique et à leurs propriétés perspirantes¹⁴⁰, les matériaux bio-sourcés et géo-sourcés présentent des performances reconnues tant sur le plan de l'isolation thermique que sur celui du confort hygrométrique.

Les informations ci-dessous sont issues d'une étude commandée par la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (DREAL) Centre-Val de Loire à la Cellule Économique Régionale de la Construction (CERC) Centre-Val de Loire. Les conclusions présentées dans cette étude ne concernent que les 89 bâtiments recensés. Ces enseignements ne peuvent être généralisés à l'ensemble des bâtiments biosourcés de la région.

89 bâtiments ont été recensés dans la région Centre-Val de Loire dont 9 % dans le Cher



Répartition communale des constructions / réhabilitations biosourcées Centre-Val de Loire entre 2010 et 2019



138 Document Les matériaux biosourcés en Val-de-Loire – mars 2020 - DREAL-CERC <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-batiments-publics-biosources-en-centre-val-de-a3649.html>

139 Définition CERC : Les matériaux biosourcés (MBS) sont définis comme des matériaux issus de la biomasse animale ou végétale (cf arrêté du 19 décembre 2012)

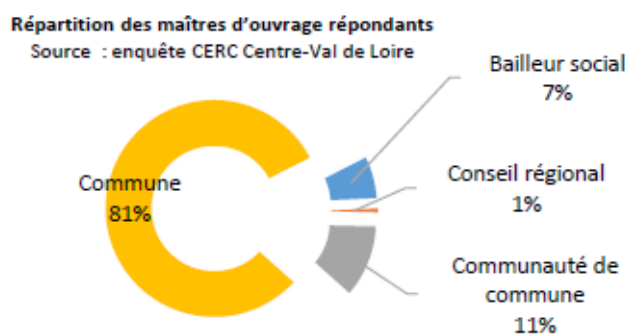
140 Définition CERC : capacité d'un matériau à absorber le surplus d'humidité ou de vapeur d'eau de l'air et de le restituer quand il s'assèche

Huit opérations sont recensées dans le département du Cher :

Rénovation énergétique de l'école primaire	Boulleret	Isolation mur laine de bois / menuiseries bois ; isolation plancher et/ou plafond laine de bois
Construction de l'école Maternelle de Boulleret	Boulleret	Structure ossature bois ; Isolation mur laine de bois ; isolation plancher et/ou plafond ouate de cellulose
Réhabilitation d'un local en dépôt de pain épicerie	Bué	Isolation murs laine de chanvre ; isolation plancher et/ou plafond laine de chanvre ; isolation toiture laine de chanvre
Construction d'une maison de Santé Pluridisciplinaire	Levet	Structure ossature bois ; Menuiseries bois
Construction d'un local d'accueil périscolaire et restaurant scolaire	Menetou Salon	isolation mur et toiture biosourcée (matériau inconnu)
Réhabilitation de la mairie	Pigny	Menuiseries bois
Réhabilitation de la médiathèque 3eme lieu	Sainte Thorette	Isolation mur laine de chanvre/lin/coton ; menuiseries bois
Réhabilitation de la mairie	Villequiers	Isolation mur laine de bois

Utilisation des matériaux bio-sourcés en région Centre-Val de Loire

En région Centre-Val de Loire les communes sont les collectivités qui ont fait le plus usage des matériaux bio-sourcés entre 2010 et 2019.



64 % des opérations recensées en région Centre-Val de Loire entre 2010 et 2019 ont concerné la réhabilitation de bâtiment.

Sur les années 2010-2019, 96 % des maîtres d'ouvrage répondants à l'enquête de la CERC ont eu la volonté d'utiliser des matériaux bio-sourcés.

Les principaux postes d'utilisation des matériaux bio-sourcés sont les parois verticales suivies des planchers plafonds et de la structure du bâti.

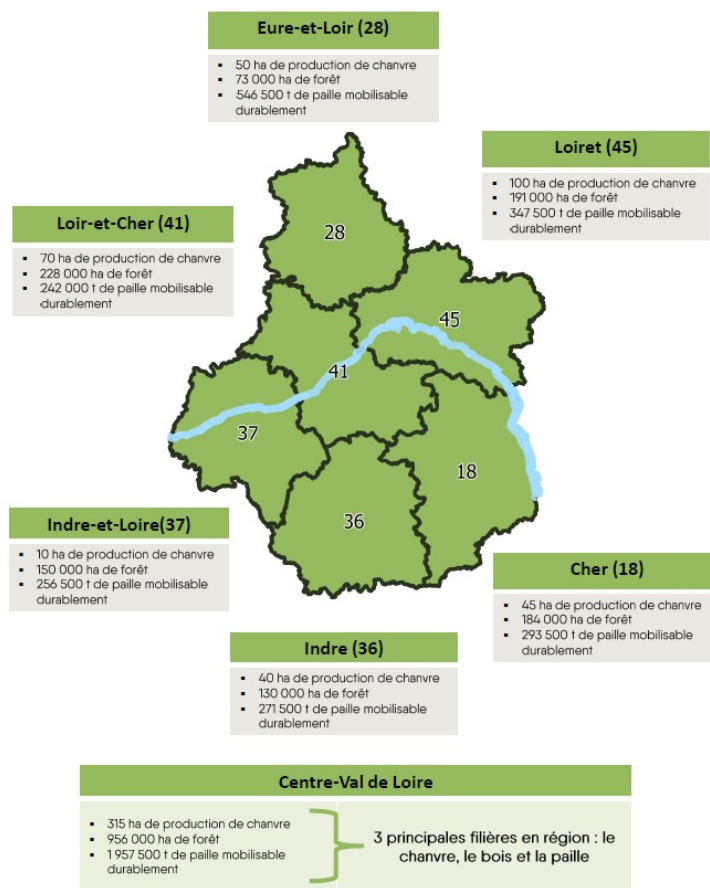
Pour les travaux de parois verticales, 87 % des intervenants sont issus du département de l'opération.

Freins à l'usage de matériaux biosourcés

90 % des maîtres d'ouvrages répondants n'ont eu aucune appréhension quant à l'utilisation des matériaux bio-sourcés. Cela s'explique par le fait que 66 % d'entre eux ont été sensibilisés à l'usage des matériaux biosourcés. L'importance de la sensibilisation/formation auprès de la maîtrise d'ouvrage apparaît donc clairement. Les principales inquiétudes des 10 % restants sont liées aux coûts des matériaux biosourcés, à leur durabilité mais également aux réglementations incendie qui peuvent constituer un frein à l'utilisation.

17 % des maîtres d'ouvrages répondants ont déclaré avoir rencontré des difficultés à l'usage des matériaux biosourcés notamment du fait de la réglementation incendie, de la détérioration des matériaux, de la mise en œuvre des aménagements techniques et de la réticence des entreprises.

Production de biomasse en région Centre-Val de Loire en 2016



Sources : Agretes 2016, Envirobat Centre

13.5. Les passoires thermiques¹⁴¹

Sachant que les passoires thermiques représentent près 17 % des résidences principales en France, il s'agit d'une importante part du parc résidentiel. Malheureusement, elles génèrent un taux massif de CO₂ qui va contribuer à l'effet de serre et le réchauffement climatique. C'est d'ailleurs pour cela que la loi énergie-climat de 2019 prévoit d'interdire la location des passoires thermiques d'ici 2028.

Les bâtiments publics

Le Syndicat Départemental de l'Énergie du Cher accompagne 80 communes pour les conseiller dans la gestion de leurs bâtiments. Les conseils que prodigue cet établissement peuvent être par exemple les suivants :

- remplacer les sources énergivores (éclairage consommateur) ;
- installer des détecteurs de présence ;
- isoler les murs ;
- isoler les combles perdus, la toiture, le plancher haut ;
- régler les menuiseries ;
- remplacer les portes ;
- pour le chauffage : mettre en place une régulation/programmation, remplacer les convecteurs électriques, remplacer la chaudière, déplacer le matériel entreposé devant les radiateurs, définir une température de consigne commune ;
- pour la ventilation : installer une ventilation mécanique contrôlée (VMC), réviser la VMC ;

¹⁴¹ <http://www.planete-durable.com/passoire-energetique-quel-impact/>

- en matière de communication : mettre en place l’affichage énergétique des bâtiments, mener une campagne de sensibilisation pour les utilisateurs des locaux.

Les communes ayant mis en œuvre ces conseils ont baissé significativement leur consommation d’énergie. Par exemple, la commune de Rians, a baissé les consommations énergétiques de ses bâtiments d’un tiers sur 10 ans.

Les logements

Les passoires thermiques sont des logements qui consomment beaucoup d’énergie, voire énormément. En hiver le chauffage coûte cher et en été la climatisation sera très onéreuse. Les passoires thermiques, logements dont la consommation énergétique est classée F et G (voir infra), sont à l’origine de 20 % des émissions de gaz à effet de serre en France. Elles représentent près de 17 % des résidences principales en France.

Les passoires énergétiques concernent surtout les vieux bâtiments. Lorsqu’ils n’ont pas été rénovés, ils disposent encore des anciennes isolations. Ces dernières ont été mises en place avec des techniques non réglementés et causent ainsi de nombreuses déperditions. Ces mauvaises isolations se situent souvent au niveau de la couverture et des murs de l’habitation. Même si le logement est chauffé au maximum, il sera impossible d’avoir une température suffisamment agréable.

De nombreux foyers sont considérés comme étant en situation de précarité énergétique à cause de ce phénomène. Les factures liées à l’électricité et le chauffage sont toujours élevées et les ménages rencontrent continuellement des difficultés à payer. De plus, ils n’ont pas les moyens financiers de réaliser des travaux pour venir à bout de ce problème.

Le diagnostic de performance énergétique (DPE) renseigne sur la performance énergétique d’un logement ou d’un bâtiment, en évaluant sa consommation d’énergie et son impact en termes d’émissions de gaz à effet de serre.

La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes à 7 classes de A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise) : l’étiquette énergie pour connaître la consommation d’énergie primaire, l’étiquette climat pour connaître la quantité de gaz à effet de serre émise.

Répartition du nombre de logements mis en vente ou en location entre 1970 et 2019 selon les DPE dans le Cher¹⁴² - Étiquette « énergie »

Étiquette DPE	Nombre de logements
A	535
B	133
C	1 575
D	4 257
E	3 933
F	1 482
G	397

Parmi les logements mis en vente ou en location entre 1970 et 2019, les passoires thermiques (classes F et G) représentent, dans le Cher, une part de 15 %.

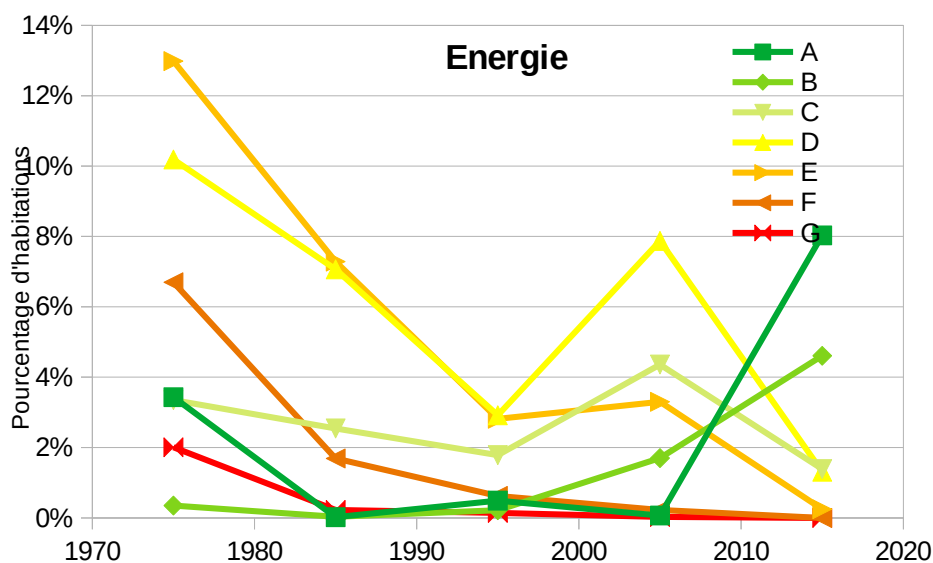
¹⁴² <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-18>

**Répartition du nombre de logements mis en vente ou en location
entre 1970 et 2019 selon les DPE dans le Cher¹⁴³ - Étiquette « gaz à effet de serre »**

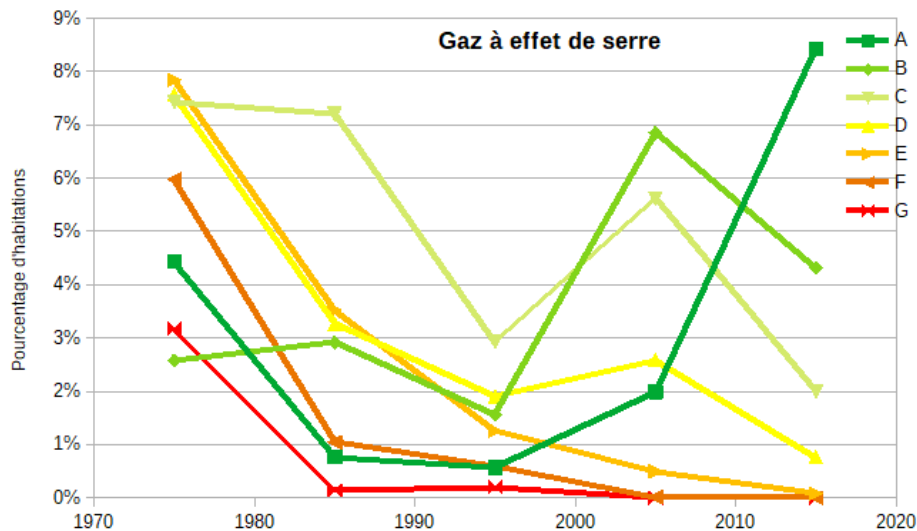
Étiquette DPE	Nombre de logements
A	1 681
B	1 857
C	2 364
D	1 878
E	2 175
F	1 515
G	843

Parmi les logements mis en vente ou en location entre 1970 et 2019, les logements contribuant significativement aux émissions de gaz à effet de serre dans le Cher (classes F et G) représentent une part de 19 %.

Les graphiques ci-dessous représentent l'évolution par décennie du pourcentage des bâtiments vendus ou loués pour une classe d'énergie donnée (et respectivement pour une classe de gaz à effet de serre) dans le département du Cher.



¹⁴³ <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-18>



On peut observer :

- en matière d'énergie que :

- les classes E, F, et G passent en cinquante ans de 22 % des ventes et location à pratiquement 0 % actuellement,
- les classes A, B et C passent en cinquante ans de 6 % des ventes et location à pratiquement 14 % actuellement ;

- en matière de gaz à effet de serre :

- les classes E, F, et G passent en cinquante ans de 17 % des ventes et location à pratiquement 0 % actuellement,
- même si les classes A, B et C représentent tout au long de ces cinquante ans 14 % des ventes et location, la classe A est majoritaire actuellement.

Ainsi, les logements loués ou vendus sont de plus en plus des logements dont les performances énergétiques et climatiques sont, selon les DPE, bonnes voire très bonnes, et vraisemblablement plutôt récents.

13.6. L'inconfort thermique des logements

Le risque d'inconfort thermique

Le réchauffement climatique engendre une augmentation du risque d'inconfort thermique dans les bâtiments, se traduisant par un problème de surchauffe. Le risque d'inconfort thermique est croissant avec l'augmentation des températures et des périodes de canicule. La surchauffe pourrait être particulièrement marquée dans les bâtiments très isolés, conçus sans prendre en compte cette problématique.

Des troubles de santé peuvent intervenir à cause d'une trop forte chaleur chez les personnes les plus vulnérables.

Une étude sur le parc résidentiel français a permis d'approcher la sensibilité des logements à l'évolution de l'inconfort thermique due au changement climatique¹⁴⁴. Basée sur les scénarios du

¹⁴⁴ École Nationale des Travaux Publics de l'État (ENTPE) – Travail de fin d'étude pour le diplôme d'ingénieur – Arthur Jan 2017-2018 - Les bâtiments résidentiels urbains face au changement climatique : étude du comportement thermique et analyse de sensibilité

GIEC et sur une typologie des logements croisant leurs périodes de construction et leur type (individuel, petit collectif, grand collectif), elle a permis de mettre en évidence :

- l'augmentation du risque d'inconfort thermique d'été dans tous les types de logements, particulièrement dans le sud de la France, mais le nord atteindrait des niveaux d'inconfort qui sont aujourd'hui ceux du sud ;
- une sensibilité accrue des logements collectifs ;
- une sensibilité accrue des logements neufs (construits après la réglementation thermique 2012) et des logements ayant fait l'objet d'une rénovation thermique, du fait des performances et améliorations d'isolation, conduisant à une moindre évacuation de la chaleur interne.

À l'horizon 2050, le nombre d'heures d'inconfort dans les logements neufs serait en moyenne 10 fois plus important que dans les logements construits avant 1990.

Les simulations effectuées montrent qu'en 2050 dans le nord, les rénovations thermiques augmenteraient le nombre d'heures d'inconfort en été tout en restant acceptable (< 200 heures) alors que dans le sud, les rénovations forceraient probablement les occupants à se doter de climatiseurs, augmentant ainsi l'effet d'îlot de chaleur urbain.

- l'effet de dégradation du confort thermique d'été par l'isolation intérieure ;
- le rôle primordial joué par le renouvellement d'air dans les logements pour réduire l'inconfort thermique d'été. La perméabilité à l'air est l'élément qui permet le plus de différencier les bâtiments confortables des plus inconfortables, avec l'utilisation des volets en journée ;
- le rôle non négligeable joué par l'orientation des logements dans la préservation du confort thermique d'été. Les simulations réalisées concluent à une diminution du nombre d'heures d'inconfort thermique d'été pour les orientations nord et sud des façades vitrées, par rapport aux orientations ouest et est.

Réglementation environnementale 2020 : évolutions sur le confort d'été¹⁴⁵

La réglementation environnementale 2020 (RE 2020) viendra progressivement se substituer à l'actuelle réglementation thermique RT2012 pour l'ensemble des bâtiments. Elle s'applique en plusieurs temps :

- dans un premier temps, elle concerne : les maisons individuelles et les logements collectifs faisant l'objet d'une demande d'autorisation d'urbanisme déposée à partir du 1er janvier 2022 ;
- dans un second temps, elle concerne : les bureaux et les bâtiments d'enseignement primaire et secondaire faisant l'objet d'une demande d'autorisation d'urbanisme déposée à partir du 1er juillet 2022 ;
- dans un troisième temps, elle concerne les bâtiments tertiaires spécifiques : hôtels, commerces, gymnases, etc.

La RE 2020 introduit un nouvel indicateur, les degrés-heures d'inconfort (DH exprimés en °C.h), qui prend en compte les effets du changement climatique sur les bâtiments, à savoir, l'évolution des températures à venir, et notamment les vagues de chaleur qui vont devenir plus fréquentes, plus intenses et plus longues. Il représente le niveau d'inconfort perçu par les occupants.

La RE 2020 définit 2 seuils que la température intérieure au bâtiment ne doit pas dépasser pour éviter tout inconfort :

- La nuit, le seuil de température est de 26 °C ;
- Le jour, un seuil de température adaptatif qui se situe entre 26° et 28 °C.

Au-delà de ces seuils, chaque degré du bâtiment est considéré comme inconfortable pour l'occupant. Le jour, ce seuil est constant mais pas forcément identique à celui de la journée précédente. Il varie d'une journée à l'autre pour prendre en compte la capacité du corps humain à s'adapter aux températures élevées après une succession de journées chaudes, dans la limite de +2 °C par rapport au seuil consensuel de 26 °C.

145 <https://www.cerema.fr/fr/actualites/reglementation-environnementale-2020-quelles-evolutions-1>

La stratégie de conception aura pour objectif de minimiser en été les apports en énergie et de dissiper la chaleur. Les principales clés sont la mise en œuvre de protections solaires ou de végétalisations caduques au Sud, la ventilation pour évacuer la chaleur accumulée et l'inertie du bâtiment : la chaleur sera stockée dans la masse interne du bâtiment sans augmentation sensible de température, cette énergie sera déstockée la nuit grâce à la ventilation nocturne.

13.7. Précarité et habitats spécifiques

Les personnes les plus vulnérables vivent dans les logements les plus précaires ou dans des habitats spécifiques.

Comme pour la précarité énergétique hivernale, celle de l'été touche en particulier les populations défavorisées également vulnérables aux canicules, aux vagues de froids et aux intempéries.

Pour le Cher, les habitats spécifiques regroupent les 42 établissements d'hébergement pour personnes âgées, les 23 établissements ou internats pour les personnes handicapées et les aires d'accueil des gens du voyage.

Les conditions de vie sur les aires d'accueil rendent les gens du voyage extrêmement vulnérables en cas de fortes chaleurs avec des difficultés d'accès à l'eau et à l'assainissement et peu d'espaces verts ou ombragés. Un diagnostic est en cours de réalisation par la Direction départementale des territoires (DDT) mais sans approche propre au changement climatique.

En synthèse

Le secteur du bâtiment est le quatrième émetteur de gaz à effet de serre en France avec 17 % des émissions totales. Il se répartit en 2 secteurs : le résidentiel et le tertiaire. Sur la région Centre-Val de Loire ces secteurs représentent respectivement 16,5 % et 7,7 % des émissions totales. Sur le département du Cher, ces secteurs représentent respectivement 14,1 % et 5,7 % des émissions totales.

Si le changement climatique entraîne une diminution des besoins en chauffage, entamée depuis les années 60 et qui devrait se poursuivre quel que soit le scénario climatique, il entraîne également un accroissement des besoins en confort d'été en particulier dans le logement mais également dans les bâtiments d'activité et les bâtiments publics.

Le recours à la climatisation devrait s'amplifier, avec un besoin énergétique en croissance et des effets aggravants dus d'une part au rejet des gaz de réfrigération dans l'atmosphère en fin de vie des matériels et d'autre part aux transferts de chaleur vers l'extérieur, avec un accroissement de température en milieu urbain pouvant aller jusqu'à +2°C. Une analyse du parc résidentiel au niveau national permet en effet de constater que la sensibilité des logements aux épisodes de chaleur est importante, et que le risque d'inconfort thermique devrait fortement s'accroître sous l'effet du changement climatique. Le sud de la France serait particulièrement concerné, mais le nord atteindrait des niveaux d'inconfort qui sont aujourd'hui ceux du sud.

À l'horizon 2050, le nombre d'heures d'inconfort thermique dans les logements neufs construits sur la base de la réglementation thermique 2012 serait en moyenne 10 fois plus important que dans les logements construits avant 1990, du fait des méthodes d'isolation utilisées et de l'absence de prise en compte du besoin de ventilation notamment. D'autres facteurs influant sur le confort d'été sont également identifiés comme l'orientation des bâtiments notamment.

La perméabilité à l'air des bâtiments apparaît comme un élément primordial pour améliorer le confort d'été des logements.

Le recours à des dispositions constructives comme l'utilisation de matériaux bio-sourcés permettant de réduire l'empreinte carbone des bâtiments et de préserver le confort d'été reste aujourd'hui limité.

La réglementation environnementale 2020 qui se met en place progressivement depuis le 01/01/2022 intègre dans ses objectifs ceux de diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs en prenant en compte l'ensemble des émissions du bâtiment sur son cycle de vie et de garantir aux habitants que leur logement sera adapté aux conditions climatiques futures en introduisant un objectif de confort en été. Les bâtiments devront mieux résister aux épisodes de canicule, qui seront plus fréquents et intenses du fait du changement climatique.

14. Mobilité-Transport¹⁴⁶

Le secteur des transports est le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre devant les secteurs de l'agriculture et de l'industrie, en France et sur la région Centre-Val de Loire, avec respectivement 31 %¹⁴⁷ et 36 %¹⁴⁸ des émissions totales. Les secteurs non routiers sur la région Centre-Val de Loire représentent 0,2 % des émissions totales.

En 2018, dans le Cher, il est le deuxième secteur émetteur de gaz à effet de serre avec 29 % des émissions totales¹⁴⁹.

14.1. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur

Des émissions en diminution¹⁵⁰

6,248 millions de tonnes d'équivalent CO₂ d'émissions de gaz à effet de serre étaient dues au secteur des transports en 2018 en région Centre-Val de Loire. Issues en premier lieu de la combustion des carburants pétroliers, ces émissions sont essentiellement composées de CO₂.

Outre les émissions de GES, le secteur des transports est également un gros producteur de polluants à effet sanitaire. Parmi ceux-ci, en 2018, 66 % des émissions d'oxydes d'azote (20 991 tonnes, 1^{er} secteur émetteur), 27 % des émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (0,97 tonnes, 2^{ème} secteur émetteur), 14,3 % des émissions de monoxyde de carbone (13 397 tonnes, 2^{ème} secteur émetteur), 11,1 % des émissions de particules fines de moins de 2,5 µm (953 tonnes, 3^{ème} secteur émetteur) ou 8,2 % des émissions de particules fines de moins de 10 µm (1 295 tonnes, 4^{ème} secteur émetteur) sont dues au secteur des transports dans la région.

Un contexte régional qui favorise des déplacements plus émetteurs

Un navetteur de la région émet en moyenne 770 kg de CO₂ par an, pour aller travailler ou étudier. Ce chiffre, qui classe la région dans les deux moins performantes de France, trouve son explication dans la proximité de l'Île-de-France, la périurbanisation marquée dans la région, la prédominance de territoires ruraux qui induisent une distance moyenne, parcourue par les navetteurs, supérieure à la moyenne nationale.

Des pôles urbains qui concentrent les émissions¹⁵¹

Les territoires aux densités les plus fortes concentrent les émissions de CO₂ les plus importantes (voir carte). Les émissions par habitants sont cependant moindres dans les pôles des aires urbaines de la région, et plus fortes dans les couronnes périurbaines et les communes multipolarisées¹⁵².

L'ensemble de l'axe ligérien est marqué par des concentrations supérieures à 10 tonnes/an/km². Les mégapoles d'Orléans et de Tours atteignent un volume de plus de 100 tonnes/an/km² alors que pour Blois et Bourges le volume de CO₂ est compris entre 50 et 100 tonnes/an/km² au cœur de l'agglomération et entre 20 et 50 tonnes/an/km² en périurbain comme pour Nevers,

146 Les chiffres de l'ORT 27 novembre 2020 <http://www.ort-centre-val-de-loire.fr/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-r48.html>

147 Citepa – 2021 - Le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire confie au CITEPA le développement des inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre

148 OREGES & Lig'Air, [plateforme ODACE](#)

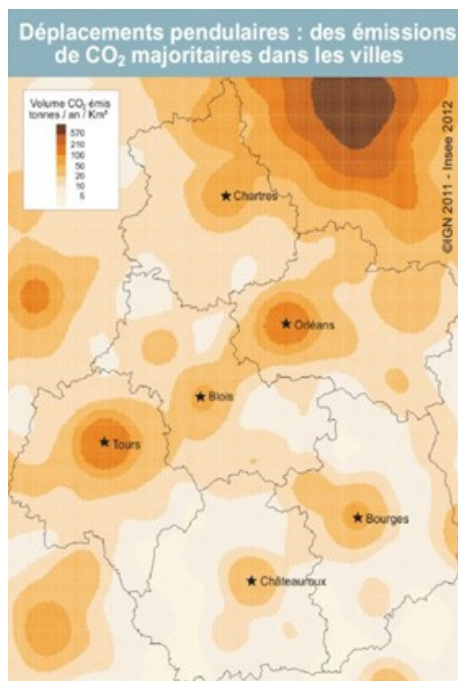
149 OREGES & Lig'Air, [plateforme ODACE](#)

150 OREGES & Lig'Air, [plateforme ODACE](#)

151 Pour en savoir plus : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1293002>

152 INSEE 2016 : Les « communes multipolarisées des grandes aires urbaines » sont les communes dont au moins 40 % des actifs occupés résidents travaillent dans plusieurs grandes aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles, et qui forment avec elles un ensemble d'un seul tenant.

Châteauroux et Vierzon. Sur le Cher, une même enveloppe d'une densité comprise entre 20 et 50 tonnes/an/km² entoure les périphéries de Bourges et Vierzon.



14.2. Evolution du parc de véhicules

Une proportion plus importante des véhicules neufs moins polluants

La tendance à l'effacement des motorisations diesel, au profit des motorisations essence, se confirme en région. Pour la première fois depuis bien des années, les véhicules à motorisation essence ont ainsi constitué, en 2018, plus de la moitié des immatriculations.

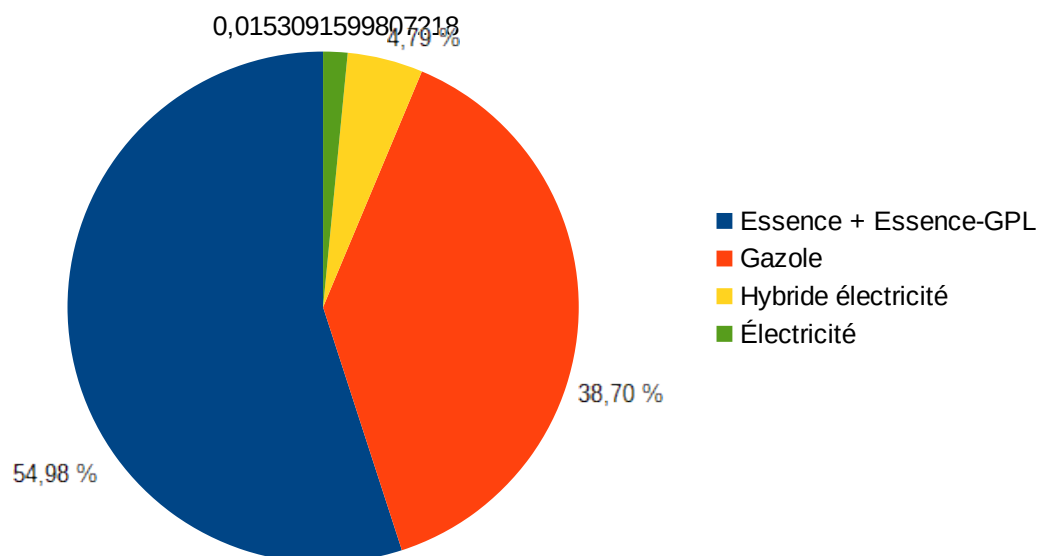
Dans le même temps, les immatriculations des véhicules électriques (en totalité ou hybride thermique) sont en hausse constante, pour atteindre 4 458 unités immatriculées en 2018. Quand bien même elles ne représentent que 6,4 % des immatriculations, leur nombre a été multiplié par 13 depuis 2010.

Immatriculations de véhicules particuliers neufs en Centre-Val de Loire par motorisation :

Année	Essence + Essence-GPL	Gazole	Hybride électricité	Électricité	Autres	TOTAL
2013	18 287	39 064	1 521	378	4	59 254
2014	20 350	37 451	1 405	515	3	59 724
2015	24 763	36 243	1 849	790	0	63 645
2016	29 147	33 671	1 865	972	5	66 660
2017	32 836	31 200	2 487	1 009	6	67 538
2018	38 787	27 301	3 378	1 080	0	70 546
Évolution 2017/2018	+18,1 %	-12,5 %	+35,8 %	+7,0 %	-100 %	+4,5 %
Évolution 2013/2018	+112,1 %	-30,1 %	+122,1 %	+185,7 %	-100 %	+19,1 %

Source : SDES – RSVERO, [Données sur les immatriculations de véhicules](#)

Part des véhicules particuliers neufs immatriculés en 2018 en région Centre Val de Loire



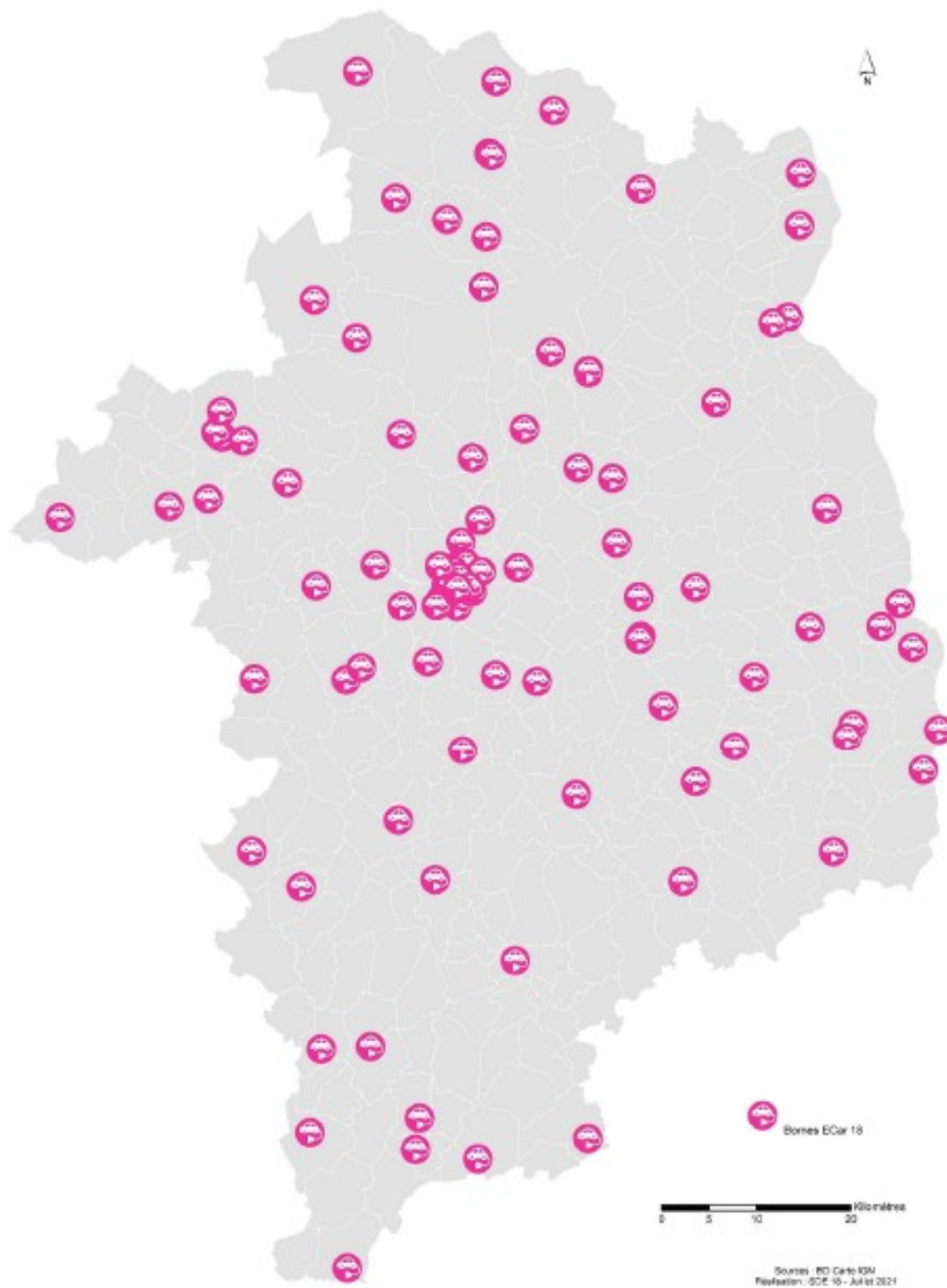
Développement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE)¹⁵³

La lutte contre l'effet de serre nécessite le développement de nouvelles mobilités moins émettrices de gaz à effet de serre. Le Syndicat Départemental de l'Énergie du Cher (SDE18) fait face à une sollicitation plus importante de ses bornes électriques, nécessitant d'importants travaux de maintenance, et de nouvelles exigences de bornes plus puissantes, mais aussi beaucoup plus onéreuses. Une réflexion va être menée prochainement pour étudier l'accompagnement de cette évolution.

Au 30 septembre 2021, 101 bornes de recharge sont installées sur l'ensemble du département du Cher : les consommations et le nombre de recharges sont en augmentation et l'année 2021 a connu un essor exceptionnel.

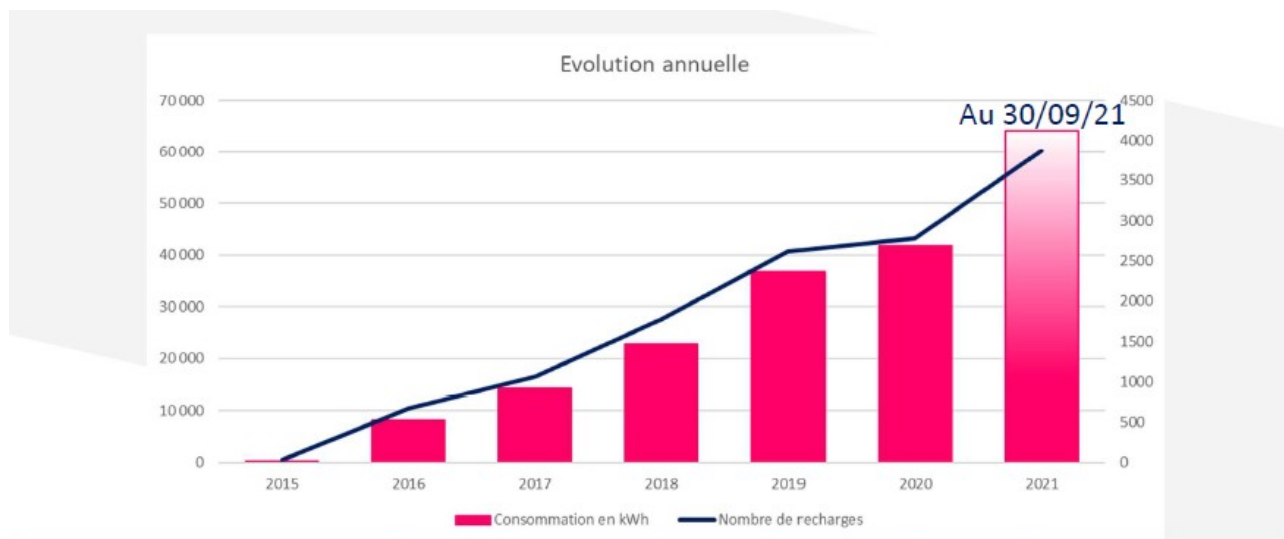
¹⁵³ Source : Syndicat départemental d'énergie du Cher (SDE 18)

Localisation des infrastructures de recharge pour véhicules électriques en 2021



Source : SDE 18 – 2021

Evolution des recharges



Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Montant des recharges	0 €	301 €	2 626 €	3 706 €	6 551 €	7 003 €	7 305 €

Au 31/07/21

Source : SDE 18

Les quinze bornes les plus consommatrices

Borne	Consommations	Nb recharges
Bourges - Nation	5 730 kWh	379
Bourges - Hôtel de Ville	5 152 kWh	268
Bourges - SDE 18	4 068 kWh	189
Vierzon - Gaucherie	3 534 kWh	170
Bourges - Anatole France	3 505 kWh	164
Bourges - Coubertin	2 545 kWh	152
Vierzon - Pôle Activités	2 332 kWh	124
Sancerre	2 269 kWh	151
Jouet sur l'Aubois	1 761 kWh	59
Bourges - Plateau Auron	1 743 kWh	117
Vierzon - Gare	1 685 kWh	114
Bourges - Prado	1 485 kWh	110
Aubigny - Résistance	1 445 kWh	74
Dun sur Auron	1 273 kWh	56
St Douillard - de Gaulle	1 096 kWh	44

Source : SDE 18

Les 10 bornes rurales les plus consommatrices

Borne	Consommations	Nb recharges
Rians	1 019 kWh	47
Apremont	917 kWh	39
Nançay	914 kWh	133
Baugy	874 kWh	46
Brécy	786 kWh	29
Ménétréol sur Sauldre	671 kWh	16
Orval	668 kWh	33
Avord - Bibliothèque	627 kWh	31
Sancoins	622 kWh	43
Nérondes	597 kWh	34

Source : SDE 18

Dorénavant les besoins en matière de bornes de recharge ne sont plus quantitatifs mais qualitatifs (performance de charge et maintenance des bornes).

La majorité des bornes ont été installées entre 2016 et 2018 et nécessitent donc une remise à niveau. En 2021, le SDE 18 a engagé d'importants travaux de maintenance pour améliorer le fonctionnement de ces bornes. Les coûts ont triplé en dix ans pour la maintenance et l'exploitation, et deviennent difficilement gérables à l'échelle d'un département, un groupement se monte donc actuellement sur 10 départements afin de réaliser des économies d'échelle.

Les usagers souhaitent pouvoir recharger rapidement leur véhicule. Un travail est en cours avec le Conseil départemental et le Conseil régional sur un plan de déploiement de super-chargeurs. Il faut cependant être vigilant à ne pas remplacer toutes les bornes par des super-chargeurs, car le coût de charge est plus élevé, y compris pour des véhicules qui ne peuvent pas absorber une charge rapide.

Utilisation des énergies vertes

Le Conseil Régional élabore actuellement son schéma directeur d'avitaillement en énergies vertes pour la mobilité (électricité, GNV, hydrogène), dont la restitution des travaux est prévue fin avril.

Le BioGNV/GNV¹⁵⁴

Au total, le parc de véhicules GNV circulant en France s'élevait fin 2020 à 24 742 unités, 4 513 véhicules roulant au GNV ont été immatriculés en 2020, soit une augmentation de 23 % par rapport à 2019 (3 668 unités). En 2020, ce parc se compose de 8 587 utilitaires légers, 5 227 poids lourds, 4 013 bus, 2 657 véhicules particuliers, 2 065 bennes à ordures, 1 586 véhicules techniques et 607 autocars.

La programmation pluriannuelle de l'énergie fixe un objectif de 21 000 poids lourds et bennes à ordures, 4 900 bus et cars ainsi que 40 000 utilitaires légers roulant au GNV en circulation d'ici 2023 ; puis 54 000 poids lourds et bennes à ordures, 7 500 bus et cars et 110 000 utilitaires légers en circulation d'ici 2028.

Sur les 175 points d'avitaillement existants en 2020, 66 % servent du bioGNV.

¹⁵⁴ <https://www.grdf.fr/acteurs-gnv/accompagnement-grdf-gnv/enjeux/avenir-gnv/bilan-2020-gnv>

L'hydrogène¹⁵⁵

L'hydrogène peut venir en complément ou en remplacement des solutions de mobilités basées sur l'électrification par batterie ou sur le gaz naturel pour véhicule (GNV). Nombre de moyens de déplacements sont concernés, du vélo aux automobiles en passant par le train ou les aéronefs.

Le conseil régional du Centre-Val de Loire a lancé une démarche de développement de l'hydrogène vert dont un des axes principaux concerne les déplacements via le déploiement d'un maillage territorial permettant de proposer une mobilité hydrogène à l'ensemble de la population de la région. Après une phase d'identification des projets existants et des acteurs régionaux, une réunion d'acculturation s'est tenue en juin 2020. La prochaine étape consistera en la constitution d'écosystèmes locaux au travers de groupes de travail avec pour objectif de prédéfinir des projets hydrogène, avant une restitution de cette étude prévue pour décembre 2020.

Il existe deux projets de stations de distribution « énergies vertes » sur le Parc Technologique de Sologne à Vierzon : une station GNV portée par l'entreprise Gazie et une station Hydrogène portée par l'entreprise DISTRY.

Sur le territoire de la communauté d'agglomération de Bourges, Agglobus possède déjà quelques bus roulant au GNV. Le syndicat a pour objectif d'augmenter d'ici 2030 la part des bus roulant au GNV dans son parc. Une navette 100 % électrique circule également dans le centre-ville de Bourges.

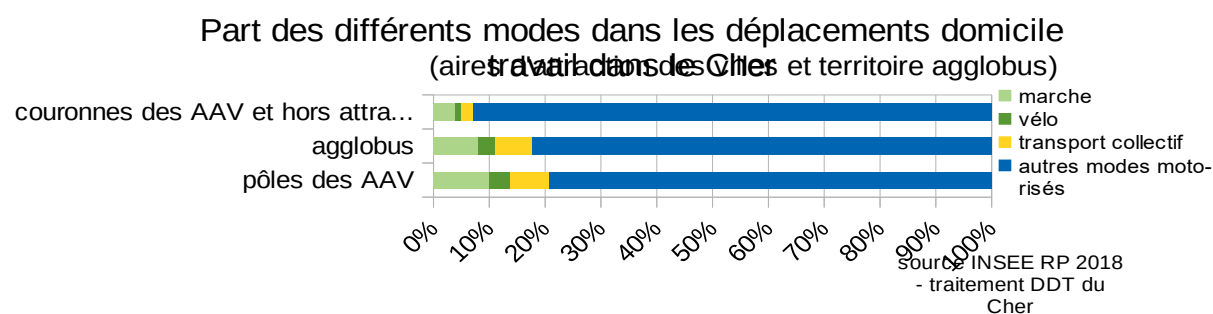
14.3. Des déplacements domicile travail essentiellement réalisés en voiture

On observe dans le Cher une réelle dépendance à la voiture.

Moyens de transports utilisés pour se rendre au travail	Cher	Centre-Val de Loire	France métropolitaine
Pas de déplacement	5 %	5 %	4 %
Marche	6 %	5 %	6 %
Deux-roues motorisés	1 %	1 %	2 %
Vélo	2 %	2 %	2 %
Voiture, camion, fourgonnette	83 %	79 %	70 %
Transports en commun	3 %	8 %	15 %

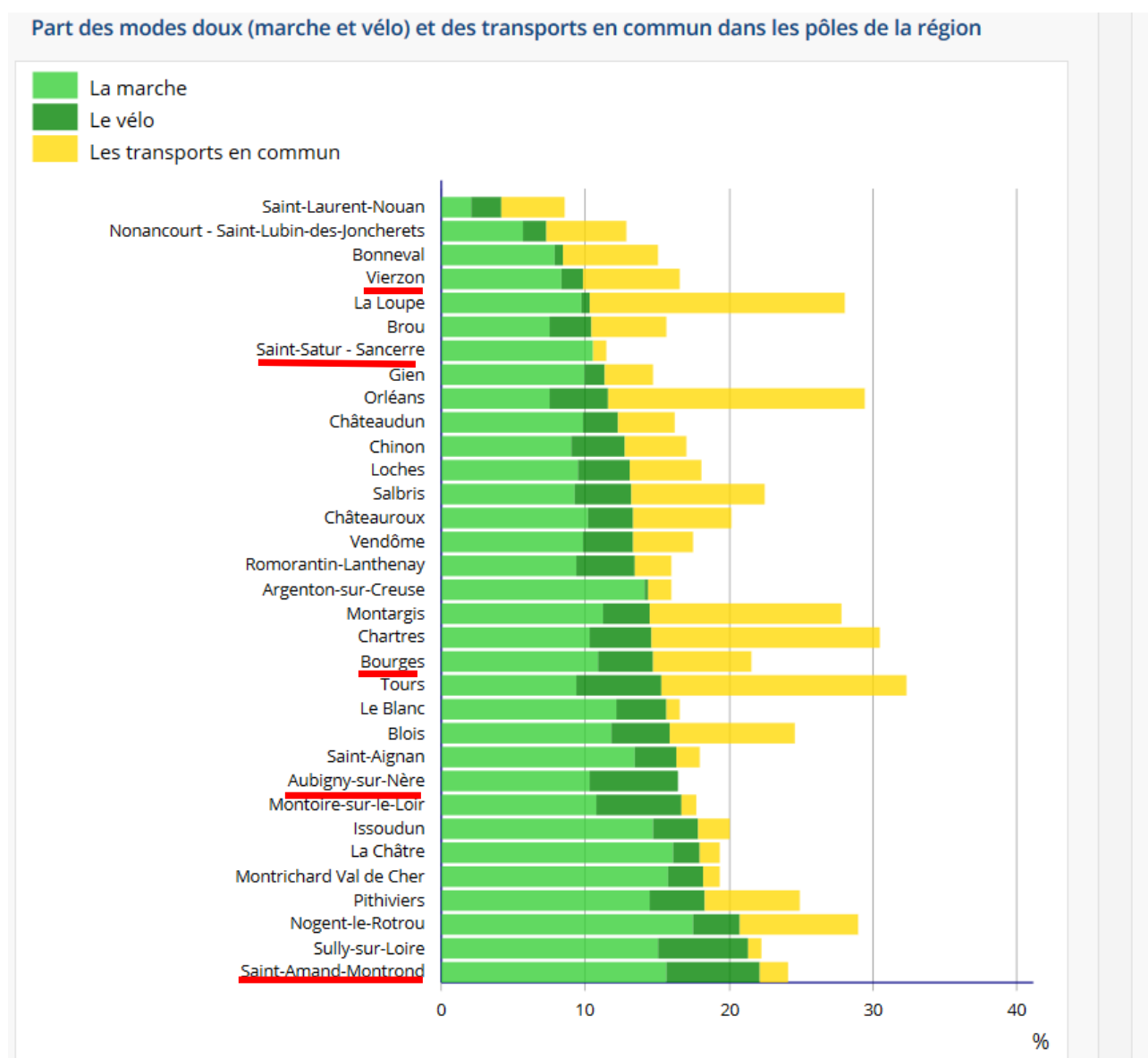
Source INSEE RP 2018

Cela s'observe aussi bien dans le milieu rural qu'à la périphérie des villes du département.



155 http://www.ort-centre-val-de-loire.fr/IMG/pdf/fiche_29_ort_mobilite_hydrogene.pdf

La part des transports en commun comme mode de déplacement reste très modeste, y compris dans les villes et dans les territoires couverts par une autorité organisatrice de la mobilité.



Concernant la fréquentation des transports en commun dans l'agglomération de Bourges, établir une comparaison de la fréquentation sur réseau Agglobus sur une période longue est complexe, car les modalités de mesures comme de tarification ont fait l'objet de plusieurs modifications successives, et la gratuité des transports les week-ends dès 2020 et les périodes particulières de gratuité (semaine de la mobilité printemps de Bourges...) font artificiellement baisser la fréquentation du réseau mesurée par la billetterie (pas de validation de titre de transport). A cela, s'ajoute l'impact de la COVID19 pour l'exercice 2020.

En dehors de ces écarts liés à la méthode de mesure, le syndicat Agglobus observait une légère tendance à la baisse de la fréquentation du réseau avant la COVID19, à peut-être rapprocher de la dynamique démographique du territoire et de la périurbanisation qui se poursuit et qui est peu favorable à l'utilisation des transports publics.

Concernant le niveau d'offre de transport collectif dans l'agglomération de Bourges, il a peu évolué ces dix dernières années malgré de nouveaux services à destination notamment des communes

rurales, et un développement des complémentarités avec les réseaux REMI interurbains (cars et trains accessible sans achat de titre pour les abonnés Agglobus).

Les moyens alloués par le syndicat pour la période 2023-2030 doivent permettre une hausse significative de l'offre de service tout en rendant l'usage des transports publics gratuit. L'effet de cette hausse de moyen sur l'offre de transport sera certainement modérée par l'augmentation des coûts des carburants qui sont une charge importante pour les exploitants de transport.

14.4. Mobilité durable et solidaire

Plans de mobilité ruraux

Les pays Sancerre Sologne et Loire val d'Aubois ont engagé des plans de mobilité ruraux.

La recherche d'une mobilité plus durable dans les espaces ruraux présente des enjeux variés. Il s'agit notamment d'enjeux environnementaux, économiques, de qualité de l'air, sociaux et d'attractivité du territoire. L'accès pour tous à l'emploi et aux services est particulièrement important dans les espaces ruraux peu denses qui disposent d'une offre réduite de transports alternatifs à la voiture. Le recours à la voiture augmente les risques de précarisation et de difficultés de déplacements. Le plan de mobilité rurale est un outil permettant de mettre en cohérence les politiques menées sur la thématique des déplacements et mettre en œuvre des actions adaptées au territoire.

Ces plans contiennent des objectifs et des actions visant à réduire l'empreinte carbone des déplacements (développement des mobilités douces, solutions alternatives à l'auto-solisme, développement de l'utilisation des véhicules électriques, etc.)

Covoiturage¹⁵⁶

Sur le site transport-data-gouv.fr, il est recensé 4 aires de covoiturage dans le Cher :

- Bourges – A71 ;
- Vierzon – Est ;
- Sancoins ;
- Saint-Martin-d'Auxigny.

D'autres aires de covoiturage, issues des pratiques des automobilistes, sont utilisées.

Les données issues du registre de preuve de covoiturage géré par le ministère de la Transition écologique¹⁵⁷ avec les informations fournies par les opérateurs de covoiturage partenaires permettent de constater sur le mois d'avril 2022 85 trajets de covoiturage déclarés sur le département dont plus de la moitié pour des distances de 30 à 40 km. La totalité des trajets déclarés font moins de 40 km. Les 3/4 de ces trajets se font au départ de la commune de Bourges,

Ces données sont partielles et ne constituent qu'une approche par défaut de l'activité quotidienne et des besoins de covoiturage sur le département, néanmoins elles permettent de supposer une réalité de cette pratique sans doute bien plus importante, pour des trajets relativement courts, du quotidien (domicile-travail).

La prise en charge de la problématique des déplacements dans les entreprises et administrations du département est réduite, aucun plan de déplacement d'entreprise, ou plan de déplacement d'administration n'a pu être identifié.

¹⁵⁶ <https://transport.data.gouv.fr/datasets/base-nationale-des-lieux-de-covoiturage>

¹⁵⁷ <https://covoiturage.beta.gouv.fr/operateurs/>

Aménagements cyclables¹⁵⁸

En avril 2022 :

- Bourges propose 52 km d'aménagements cyclables dont 39 km de pistes cyclables et 56 km de voies vertes ;
- Vierzon propose 15 km d'aménagements cyclables dont aucune pistes cyclable et 10 km de voies vertes ;
- Saint-Amand-Montrond propose 29 km d'aménagements cyclables dont 21 km de pistes cyclables et aucune voie verte.

Des aménagements cyclables d'intérêt régional existent comme le canal de Berry à vélo ou sont en projet comme la V48 qui permettra de rejoindre Sully-sur-Loire à partir de Bourges.

La pratique du vélo peut affecter la santé des personnes notamment en centre urbain du fait de la pollution atmosphérique. (cf partie relative à la santé du présent diagnostic)

Mobilité Fluviale

La mobilité fluviale pourra être interrompue du fait de la baisse de la ligne d'eau en période estivale.(cf partie relative à l'eau du présent diagnostic)

14.5. Impacts du changement climatique sur les infrastructures

Infrastructures routières

Les infrastructures routières recouvrent le corps de chaussées et les équipements routiers (sécurité, ouvrages d'assainissement).

L'augmentation des températures maximales peut impacter les chaussées et particulièrement les couches de surface en provoquant leur déformation. Par ailleurs, une augmentation en intensité des températures extrêmes chaudes risque de complexifier le choix des bitumes. Ceux-ci devront être plus durs, de sorte à être moins plastiques sous l'effet des températures élevées. Or, plus un bitume est dur, plus il devient cassant sous l'effet du froid. Enfin, un maintien des températures extrêmes basses associé à une augmentation en intensité des extrêmes chauds entraîne une augmentation des amplitudes de températures. Or, les bitumes qui répondent favorablement sur ces plus grandes amplitudes de températures sont relativement rares.¹⁵⁹

La sécheresse provoque le retrait des sols argileux et des tassements différentiels qui induisent des désordres sur les routes (fissures longitudinales d'adaptation et tassement de rive). Dans le Cher ces phénomènes ont été particulièrement marqués en 2019 et en 2020. En 2019, le conseil départemental du Cher a observé que sur 114 routes départementales situées en zones argileuses, environ 50 % ayant fait l'objet de relevés de dégradations présentaient des déformations importantes. Ces désordres exposent particulièrement les deux-roues et entraînent des coûts d'entretien importants pour les gestionnaires.

Le conseil départemental du Cher estime que 10 % du réseau routier départemental est impacté par le phénomène de retrait-gonflement des argiles (RGA).¹⁶⁰

Le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) en partenariat avec les Conseils Départementaux de la région Centre-Val de Loire développe de nouvelles solutions techniques de confortement des routes endommagées par le

¹⁵⁸ <https://www.amenagements-cyclables.fr/fr/stats>

¹⁵⁹ https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2018/01/1511w_PNACC_act1-1.pdf

¹⁶⁰ https://www.leberry.fr/morlac-18170/actualites/un-chantier-experimental-sur-la-rd3-a-morlac-pour-repondre-a-la-problematique-de-retrait-gonflement-des-sols-argileux_14015006/

phénomène du retrait-gonflement des argiles (RGA). Ce multi-partenariat inédit est nommé Observatoire des Routes Sinistrées par la Sécheresse (ORSS)¹⁶¹.

Dans nos régions, le phénomène est très souvent observé à proximité des végétations telles que les haies arbustives et les forêts. Les techniques classiques de réparation appliquées par les gestionnaires des routes montrent leurs limites en termes de durabilité et sont souvent inopérantes en ne traitant essentiellement que les conséquences du RGA (pontage de fissures, reprise de la couche de roulement, renforcement par les géogrilles, etc).

L'objectif de cet observatoire est d'identifier de nouvelles solutions techniques de confortement vis-à-vis du RGA. Ainsi, le CEREMA propose aux Conseils Départementaux de la région Centre-Val de Loire diverses méthodes pour traiter les causes et les conséquences du phénomène de RGA. Pendant trois ans l'évolution des sections expérimentales réparées vont faire l'objet d'un suivi puis durant la cinquième et dernière année de l'observatoire, diverses valorisations seront réalisées avec notamment la rédaction d'un guide de solutions techniques innovantes, économiques et durables pour conforter les routes sinistrées par la sécheresse.

Dans le cadre de cet observatoire, en 2021, le Conseil Départemental du Cher a lancé une expérimentation sur la RD3, à Morlac, avec une solution apportée par l'entreprise de travaux publics Colas. Le but est de tester le Compostyrène, technique brevetée par l'entreprise de travaux publics, en réponse à la problématique de RGA.

Ouvrages routiers en terre¹⁶²

Les ouvrages en terre comprennent les remblais et déblais réalisés pour une infrastructure. L'augmentation des températures, surtout si elle est associée à une période de sécheresse, a un impact notamment sur les sols argileux et peut alors affecter localement et de façon plus ou moins modérée le réseau par augmentation des dégradations mécaniques.

Ouvrages d'art routiers¹⁶³

Tous les matériaux utilisés pour constituer un ouvrage et, par conséquent, tous les ouvrages, quel que soit leur type, sont affectés par le phénomène de dilatation thermique. Les variations de température provoquent des déplacements relatifs des différents éléments de structure ou, quand ceux-ci ne sont pas possibles, des efforts. Elles peuvent entraîner un allongement ou un raccourcissement de la structure porteuse, une courbure des poutres et, du fait d'une répartition non linéaire de la température dans la section, l'apparition d'auto-contraintes. Les règles de conception et de dimensionnement tiennent compte de ces dilatations pour éviter tout désordre que celles-ci pourraient entraîner. Elles ont évolué, en particulier en adoptant des plages de variation de la température et des valeurs extrêmes plus contraignantes. Des joints de dilatation sont intégrés aux ponts en béton armé et précontraints ce qui n'était pas le cas des ouvrages anciens en maçonnerie traditionnelle. De manière générale, l'impact d'une augmentation de température due au changement climatique sur les ponts conçus aujourd'hui peut être jugé peu significatif.

Il en va différemment des ouvrages existants qui composent la grande majorité des ouvrages localement. Les répartitions de température non uniformes dans un tablier de pont dépendent de l'ensoleillement, du vent et dans le cas des ponts mixtes, des différences de capacité et de conductivité thermiques de l'acier et du béton. Ces répartitions non uniformes existent dans le sens de la hauteur mais aussi de façon transversale. Elles affectent également les piles et les parois des structures en contact avec des milieux de températures différentes. Ces phénomènes

161 <https://www.cerema.fr/fr/actualites/adapter-routes-aux-impacts-du-changement-climatique#toc-adapter-l-entretien-des-routes-aux-fis-du-changement-climatique>

162 https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2018/01/1511w_PNACC_act1-1.pdf

163 https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2018/01/1511w_PNACC_act1-1.pdf

engendrent des états d'auto-contrainte qui peuvent s'avérer préjudiciables pour l'intégrité du béton. Pour le patrimoine existant, les ouvrages les plus anciens sont potentiellement les plus sensibles.

Le point avec Jean-Pierre Levillain, ingénieur conseil indépendant¹⁶⁴

« L'évolution climatique va aggraver le phénomène de sécheresse et de mise à l'air des têtes de pieux bois, des platelages ainsi que des rideaux de vannage et des massifs de béton de chaux. Un grand nombre d'ouvrages d'art en site aquatique seront confrontés au risque d'abaissement du niveau d'étiage des rivières. Les ponts, les barrages, les écluses, les quais, mais aussi les butées de pied des perrés ont des fondations de pieux bois. Les murs de soutènement également peuvent être établis sur des pieux bois. Cela représente beaucoup d'ouvrages. En restant dans le domaine des fondations sur pieux bois beaucoup d'entre eux édifiés après 1830 environ comportent un contreventement constitué d'un massif de béton de chaux. Le béton de chaux s'altère au contact de l'air et de l'humidité, il devient pulvérulent en surface. Les crues érodent la surface en contact et ce, d'autant que la chaux est soluble dans l'eau. Pour les ouvrages établis sur massif de béton de chaux, le rideau de vannage est en bois et peut être dégradé par l'air, l'eau et l'abrasion des sédiments charriés. Toutes ces dégradations sont lentes et fonction des conditions de l'environnement de la fondation. Cependant il faut s'attendre à de nombreuses détériorations à venir »

Exploitation des routes¹⁶⁵

La diminution progressive du nombre de jours de verglas et des chutes de neige devrait s'accompagner de la réduction des interventions de viabilité hivernale effectuées par les gestionnaires routiers et autoroutiers. Elle tendra à faciliter et à fiabiliser la circulation sur ces axes.

Les sécheresses pourraient provoquer des risques d'incendies de forêts rendant certaines infrastructures routières exposées plus vulnérables, en raison de problèmes de visibilité pour les usagers et de coupures d'axes.

Par ailleurs, en cas de forte chaleur, les pics de pollution sont plus fréquents. Des restrictions de circulation et autres mesures de prévention et gestion pourraient être déclenchées plus fréquemment. Ces restrictions n'ont jamais été mises en place dans le département du Cher.

Les infrastructures risquent également d'être menacées par des événements pluviométriques engendrant des ruptures de réseaux routiers (inondations des routes, glissements de terrains) et perturbant l'exploitation des routes.

Infrastructure ferroviaire¹⁶⁶

Côté système ferroviaire, la période estivale peut, lors d'épisodes de fortes chaleurs ou de canicule ou lors d'écarts importants de température dans un laps de temps court, avoir des impacts sur le réseau. Ces impacts correspondent le plus souvent à des déformations de voies qui impliquent des limitations de vitesse ou la détente des caténaires qui peuvent produire des ruptures d'alimentation électrique.

En synthèse

Le secteur des transports est le deuxième secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre dans le département, et un gros producteur de polluants à effets sanitaires. Mais les émissions sont en baisse.

164 http://www.strres.org/fichier-utilisateur/fichiers/bulletin_archives/Bulletin%20STRRES%20N%C2%B028.pdf

165 https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2018/01/1511w_PNACC_act1-1.pdf

166 <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0081/Temis-0081409/21628.pdf>

Le Cher est un département rural avec une forte proportion d'utilisation de la voiture individuelle pour les déplacements du quotidien, et une offre de transport en commun limitée. L'élaboration de plans de mobilité ruraux par les pays Sancerre Sologne et Loire val d'Aubois tente de répondre aux enjeux des déplacements en territoire peu dense et de réduire leur empreinte carbone.

La flotte de véhicules et les infrastructures de recharge électriques se développent, avec une nécessité d'amélioration qualitative de l'offre. Une dynamique est également lancée pour le GNV et l'hydrogène avec des projets de stations à Vierzon et un usage du GNV dans la flotte de bus de l'agglomération de Bourges.

Les infrastructures routières (routes et ouvrages d'art) sont particulièrement impactées par la sécheresse et le phénomène de retrait gonflement des argiles. Le conseil départemental du Cher estime que 10 % du réseau routier départemental est impacté par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. On observe une sensibilité accrue au risque incendie et une moindre sensibilité aux épisodes hivernaux dont la fréquence et la durée se réduisent sous l'effet du changement climatique.

Les infrastructures de mobilité durable et alternative à la voiture individuelle et l'autosolisme se développent, notamment les infrastructures cyclables, particulièrement dans l'agglomération de Bourges et autour du canal de Berry. Les aires de covoiturages aménagées sont encore rares malgré une pratique bien réelle.

15. Énergie

15.1 Evolution des émissions de CO₂ liées à l'énergie en France¹⁶⁷

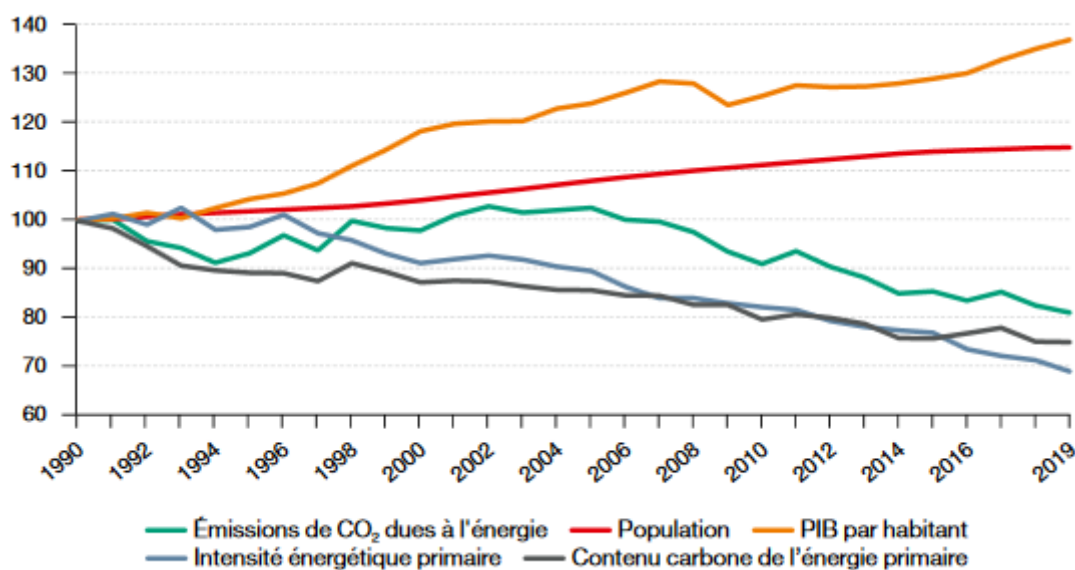
En France métropolitaine, les émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie, corrigées des variations climatiques, ont diminué de 19 % entre 1990 et 2019, avec une baisse concentrée sur la période 2005-2019. La forte diminution de l'intensité énergétique et du contenu carbone de l'énergie consommée ont plus que compensé la croissance démographique et la hausse du PIB par habitant. La réduction du contenu carbone de l'énergie consommée est due surtout au développement du nucléaire dans les années 1990 et des énergies renouvelables depuis 2005.

Corrigées des variations climatiques, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dues à la combustion d'énergie sur le territoire métropolitain s'élèvent en 2019 à 303 millions de tonnes (Mt), soit environ 70 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) totales de la France. Ces émissions ont baissé de 19 % par rapport à 1990.

Cette baisse s'explique par celles de l'intensité énergétique de l'économie (- 31 %) et du contenu carbone moyen de la consommation d'énergie primaire (- 25 %), qui ont plus que compensé la croissance démographique (+ 14 %) et la hausse du PIB par habitant (+ 36 %).

Décomposition de l'évolution des émissions CO₂ dues à l'énergie en France entre 1990 et 2019 suivant l'équation de Kaya¹⁶⁸

Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



167 Ministère de la transition énergétique - Service des Données et Études Statistiques (SDES)

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

168 Équation de Kaya [Yoichi Kaya, économiste japonais]: Pour obtenir les émissions mondiales de CO₂, on multiplie la population mondiale, le pouvoir d'achat mondial moyen, l'intensité énergétique mondiale moyenne et le mix énergétique mondial moyen. Lorsqu'on simplifie l'équation, on a CO₂ = CO₂ puisque les autres termes s'annulent. Reprise par Jean-Marc Jancovici, la formule calcule le niveau total d'émissions anthropiques et fait donc le lien entre quatre facteurs :

- Les émissions mondiales de gaz carbonique, exprimée en CO₂ ;
- La consommation mondiale d'énergie primaire, en TEP (Tonne Équivalent Pétrole) ;
- Le PIB par habitants en dollars ;
- La population mondiale donc le nombre d'habitants, en milliards.

Evolution des émissions de CO2 dues à l'énergie par secteur d'activité entre 1990 et 2019

Secteur d'activité	%
Résidentiel	-31 %
Industrie	-29 %
Tertiaire	-12 %
Agriculture	-11 %
Transports de marchandises	2 %
Transports de voyageurs	5 %

Seul le secteur des transports présente une augmentation de ses émissions de CO2 dues à l'énergie.

15.2 Consommation d'énergie sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher¹⁶⁹

En 2018, la consommation d'énergie représente 70 864 GWh sur la région Centre-Val de Loire, soit 0,030 GWh par habitant, et 8 263 GWh sur le département du Cher, soit 0,030 GWh par habitant.

Répartition de la consommation d'énergie par secteur d'activité en région Centre-Val de Loire et dans le Cher

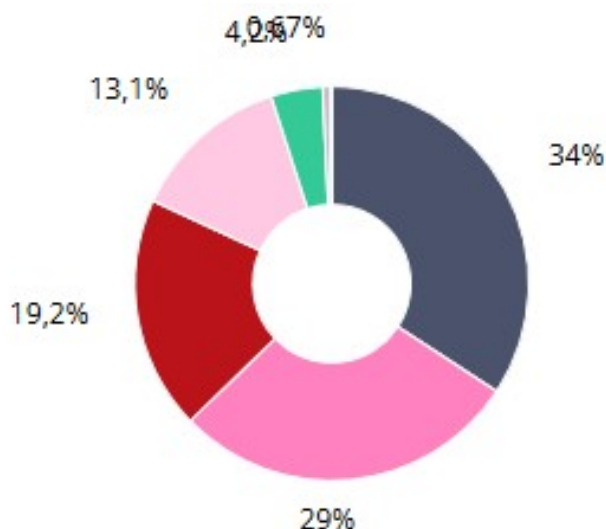
Secteurs émetteurs	Région	Département
Transports routiers	34,0%	35,0%
Résidentiel	29,0%	31,0%
Industrie	19,2%	16,4%
Tertiaire	13,1%	12,4%
Agriculture	4,2%	4,8%
Autres transports	0,7%	0,5%
Déchets	0,1%	NR
	100 %	100 %

Source : ODACE 2018

169 <https://odace.ligair.fr/>

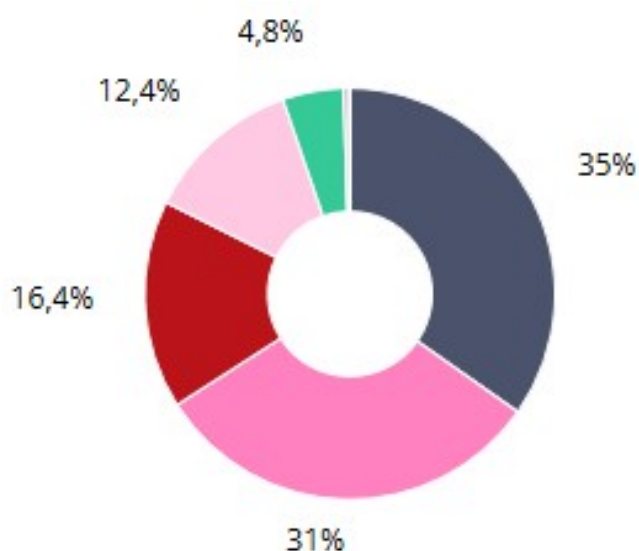
Consommation d'énergie en fonction du secteur d'activités sur la région Centre-Val de Loire

- Transports routiers
- Transports autres que routiers
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Traitement des déchets



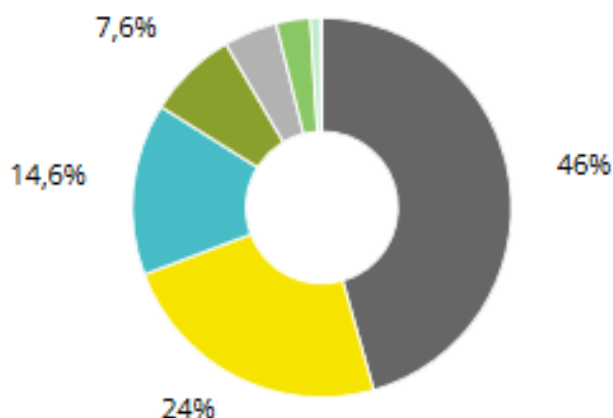
Consommation d'énergie en fonction du secteur d'activités sur le département du Cher

- Transports routiers
- Transports autres que routiers
- Résidentiel
- Tertiaire
- Agriculture
- Industriel
- Traitement des déchets

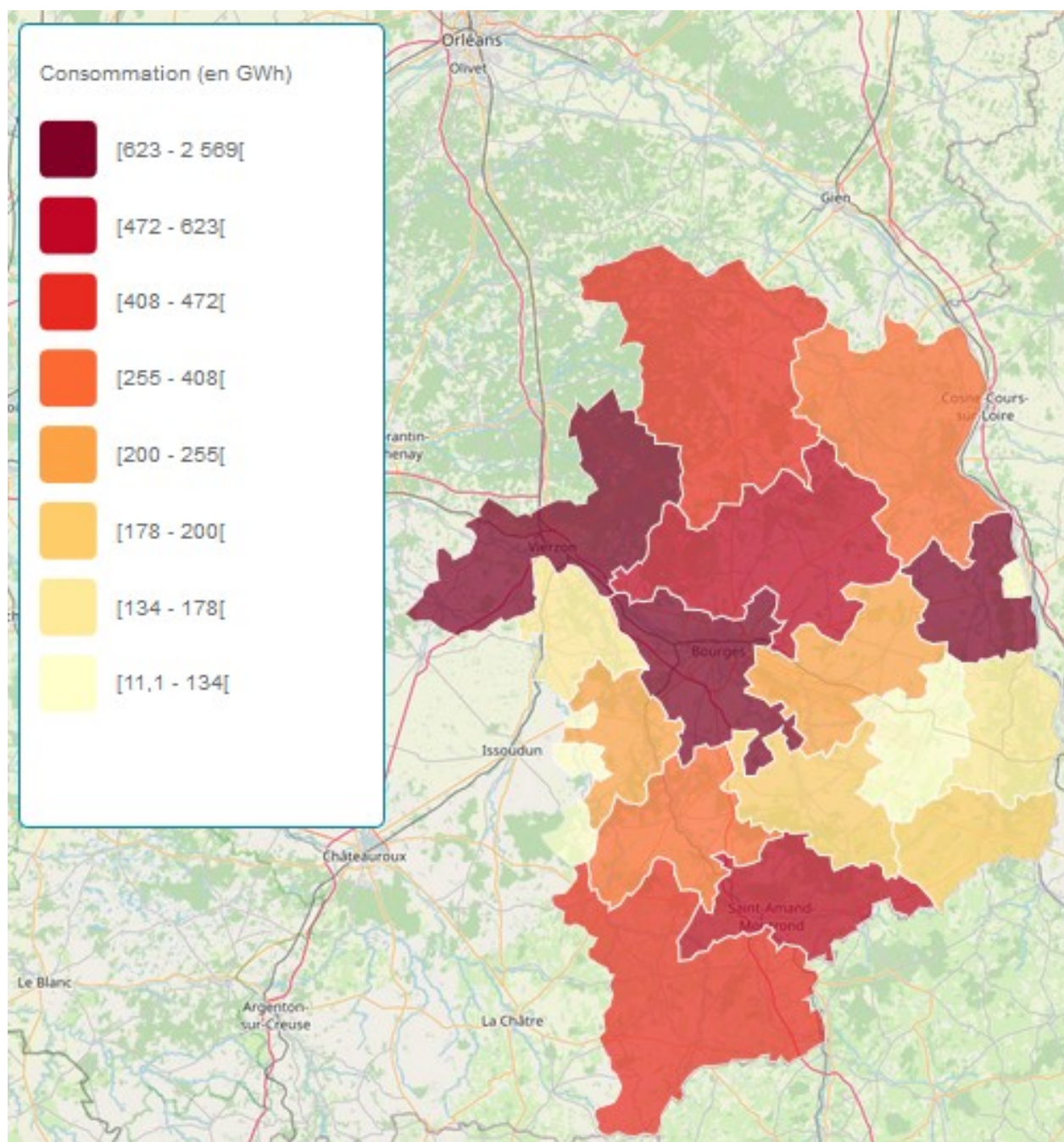


Consommation d'énergie en fonction du type d'énergie sur le département du Cher

- Electricité
- Gaz Naturel
- Bois-énergie (EnR)
- Produits pétroliers
- Autres énergies renouvelables (EnR)
- Autres non renouvelables
- Chaleur et froid issus de réseau
- Combustibles Minéraux Solides (CMS)



Consommation d'énergie par EPCI en 2018



15.3 Émissions de GES de la branche énergie sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher¹⁷⁰

Tous les secteurs d'activités utilisent de l'énergie, ainsi, la précédente partie consommation d'énergie est traitée par secteurs d'activité.

Pour les émissions de gaz à effet de serre abordées ici, il est pris en compte uniquement l'extraction, la transformation et la distribution énergie nommée « branche énergie » comprenant la production de chaleur et/ou d'électricité, l'extraction et la distribution de gaz, les stations-service, les incinérateurs récupérant l'énergie.

¹⁷⁰ <https://odace.ligair.fr/>

	Région	Département
Émissions GES de la branche énergie	38 192 teqCO ₂	1 228 teqCO ₂
Rapport aux émissions totales	0,02 %	0,05 %

Source : ODACE 2018

15.4 Production d'énergie renouvelable en France¹⁷¹

On appelle énergies renouvelables, les énergies issues de sources non fossiles renouvelables et théoriquement inépuisables. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie générée par le soleil (photovoltaïque ou thermique), le vent (éolienne), l'eau des rivières et des océans (hydraulique, marémotrice), la biomasse, qu'elle soit solide (bois et déchets d'origine biologique), liquide (biocarburants) ou gazeuse (biogaz) ainsi que la chaleur de la terre (géothermie). Toutefois, elles présentent des potentiels variables selon notamment la localisation géographique et les facteurs climatiques. Elles sont un des facteurs de lutte contre le changement climatique¹⁷².

La France s'est donnée pour objectif de produire 33 % de sa consommation finale brute d'énergie à partir d'énergies renouvelables en 2030¹⁷³. En 2020, les énergies renouvelables représentent 19,1 % de la consommation finale brute d'énergie, une progression de 10 points depuis 2005, mais en deçà de l'objectif de 23 % initialement annoncé dans la loi relative à la transition énergétique et pour la croissance verte d'août 2015¹⁷⁴. La filière éolienne est celle où la progression est la plus importante, suivie par les biocarburants.

15.5 Production d'énergie renouvelable sur la région Centre-Val de Loire et sur le département du Cher¹⁷⁵

En 2016 la production annuelle d'énergie renouvelable est de 7 696 GWh pour la région et de 978 GWh pour le département. De 2011 à 2016, la production d'énergie renouvelable a augmenté respectivement de 37 % sur la région et de 53,5 % sur le département du Cher.

Répartition de la production d'énergie renouvelable par filières

Filières	Région		Département	
	Quantité	Pourcentage	Quantité	Pourcentage
Biomasse thermique	5 248,00	68,00 %	732,00	75,00 %
Biométhane injecté	9,70	0,13 %	Non déterminé	Non déterminé
Biomasse électrique	416,00	5,40 %	5,50	0,56 %
Eolien	1 620,00	21,00 %	196,00	20,00 %
Solaire photovoltaïque	244,00	3,20 %	36,00	3,70 %
Solaire thermique	19,30	0,25 %	2,50	0,25 %
Géothermie	108,00	1,40 %	4,30	0,44 %
Hydraulique	31,00	0,40 %	0,02	0,22 %
	7 696,00	100,00 %	978,00	100,00 %

Source : ODACE 2016

171 DDT 18 - Portraits du Cher <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Energies-renouvelables>

172 Ademe, <https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/quoi-parle-t>

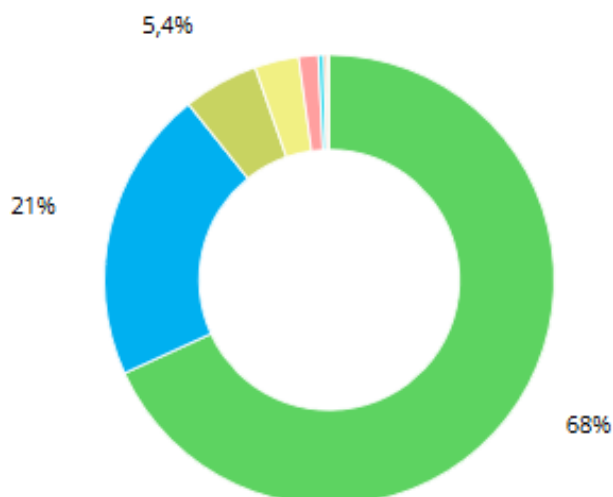
173 Loi relative à l'énergie et au climat de 2019

174 <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-2021.pdf>

175 <https://odace.ligair.fr/>

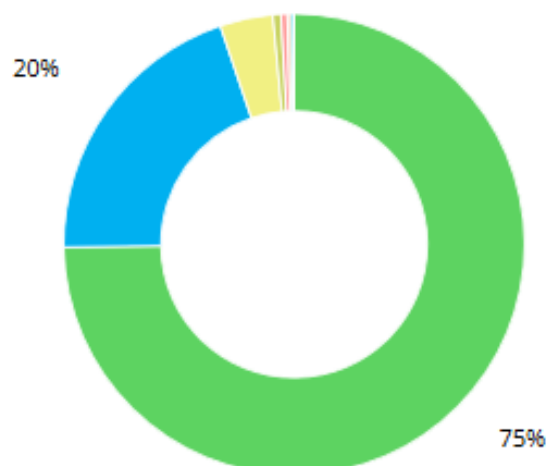
Répartition de la production d'énergie renouvelable par filières sur la région Centre-Val de Loire

- Biomasse thermique
- Biométhane injecté
- Biomasse électrique
- Éolien
- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Géothermie
- Hydraulique



Répartition de la production d'énergie renouvelable par filières sur le département du Cher

- Biomasse thermique
- Biométhane injecté
- Biomasse électrique
- Éolien
- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Géothermie
- Hydraulique

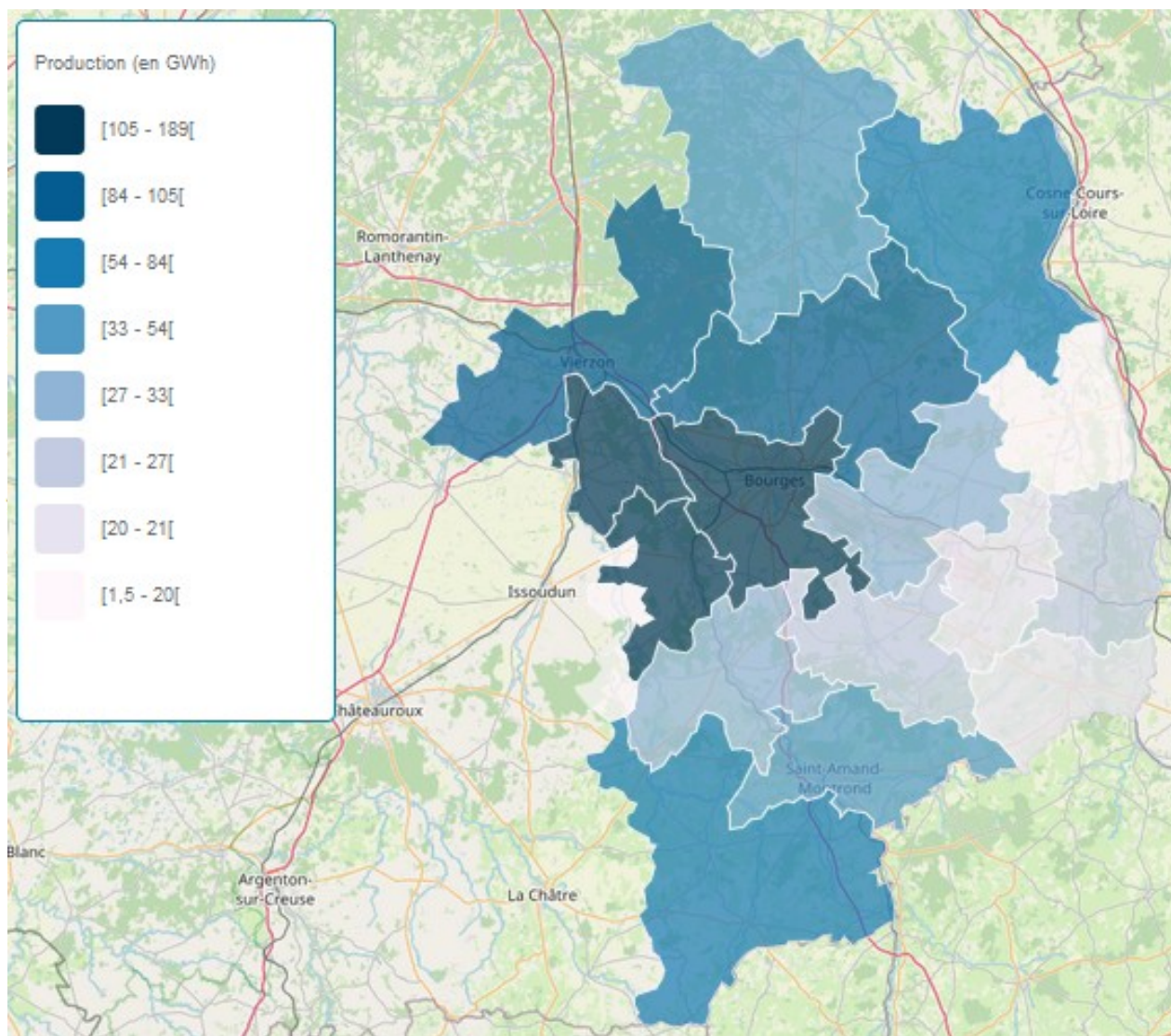


La production de biomasse thermique est constituée du chauffage individuel au bois et des chaufferies collectives alimentant des réseaux de chaleur.

Lorsque cette production de chaleur est couplée à celle d'électricité, on parle de cogénération qui est inventoriée sous le terme de « biomasse électrique ».

L'énergie solaire thermique est l'échauffement d'un fluide à partir de l'énergie thermique du rayonnement solaire pour ensuite être utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage, etc.). Les autres termes utilisés ci-dessus paraissent suffisamment explicites.

Production d'énergie renouvelable par EPCI



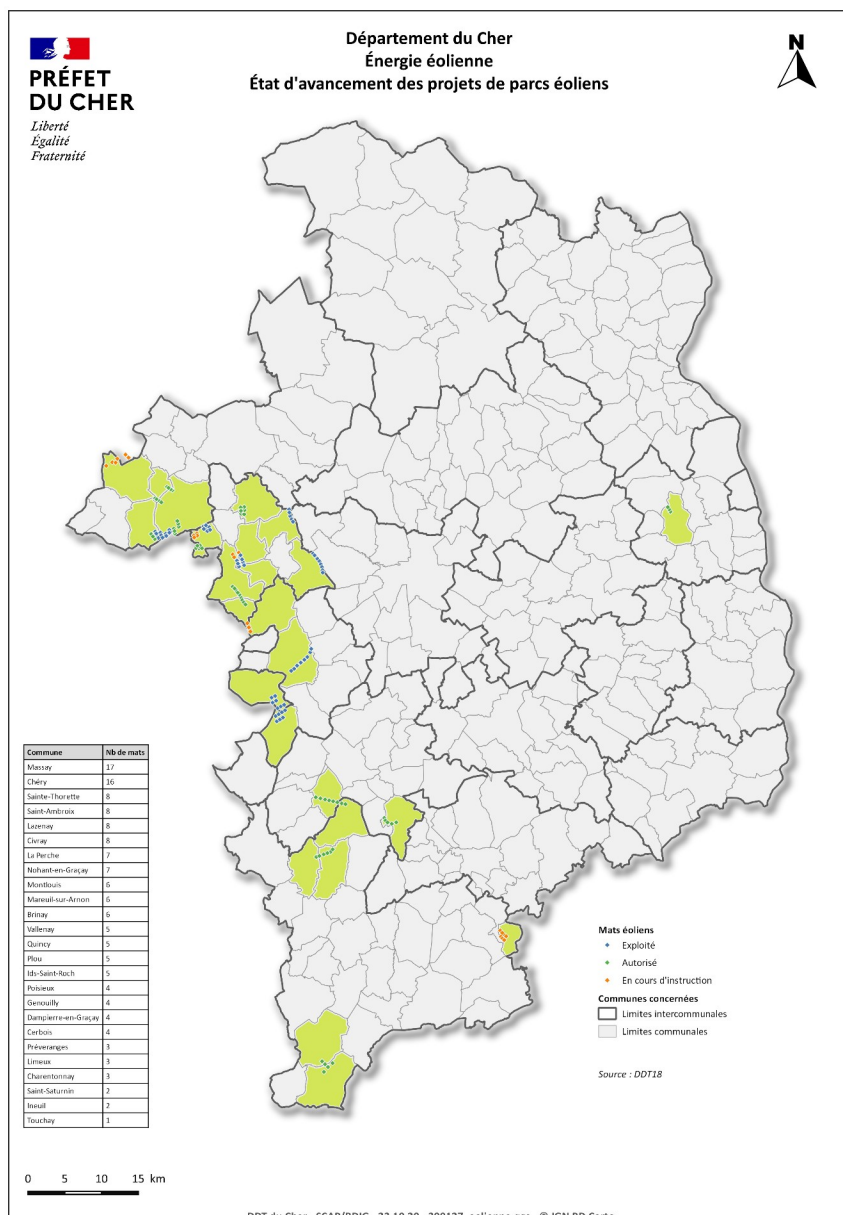
Source : ODACE 2018

La forte production d'énergie renouvelable à l'ouest du département s'explique par :

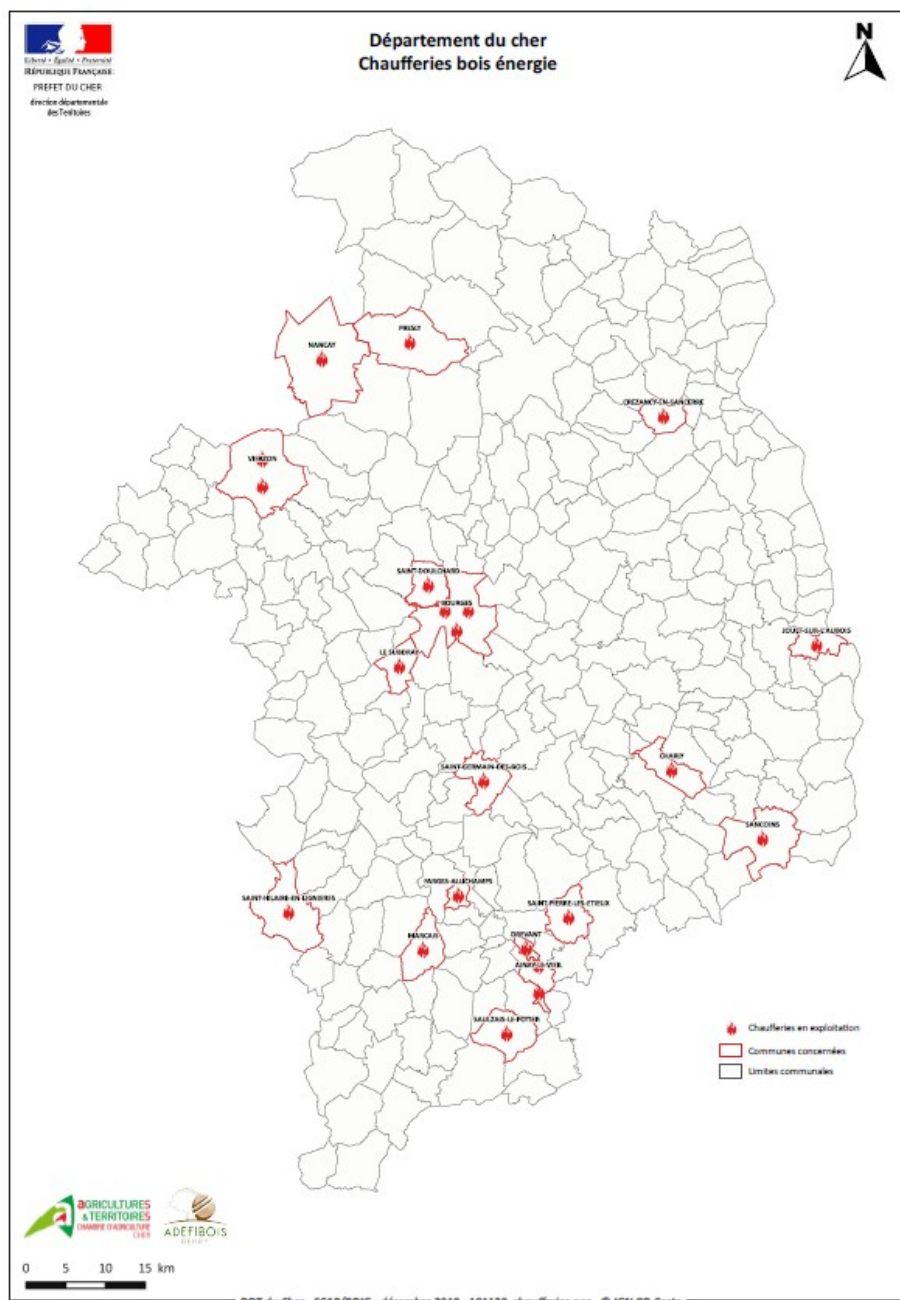
- l'éolien qui est à l'origine de 80 % de la production d'énergie renouvelable sur les communautés de communes FerCher et Trois Provinces ;
- la biomasse thermique qui est à l'origine de 90 % de la production d'énergie renouvelable de la communauté d'agglomération de Bourges (présence de la chaufferie bois de Bourges) et des communautés de communes Vierzon Sologne Berry (chaufferie bois de Vierzon) et Terres du Haut Berry (système de récupération des gaz du centre d'enfouissement de Saint-Palais).

Ces considérations sont confirmées par les cartes ci-dessous représentant :

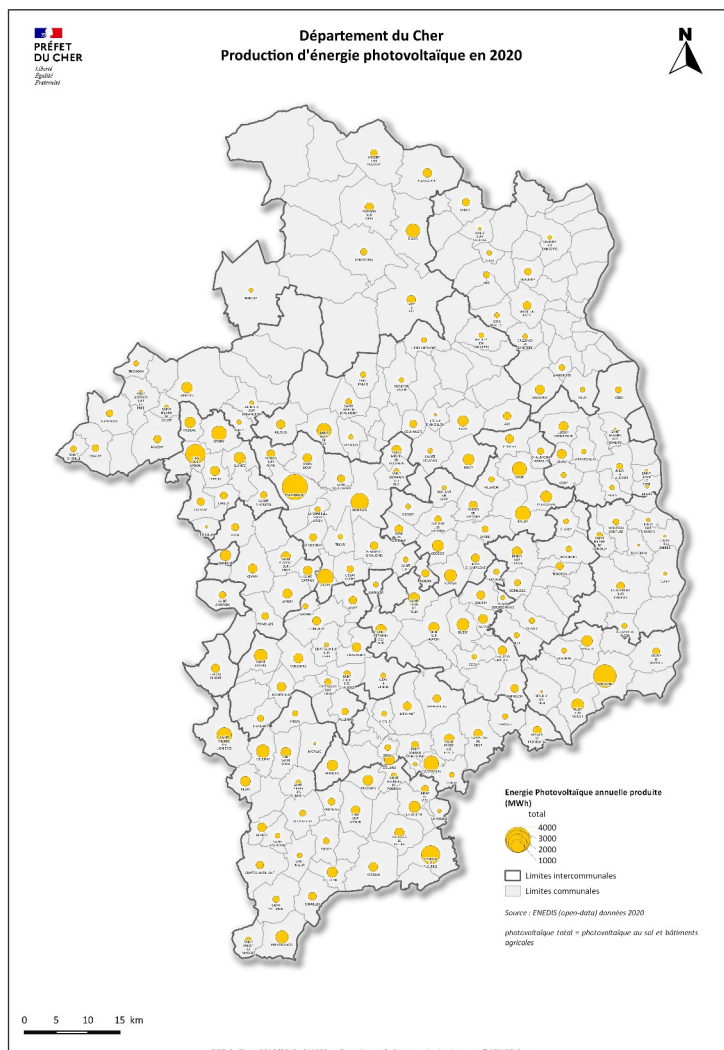
- l'état d'avancement des projets de parcs éoliens (qui est la 2^e source d'énergie renouvelable dans le département) :



- la localisation des chaufferies bois-énergie (qui sont intégrées dans la 1^{ère} source d'énergie renouvelable dans le département) :



La troisième source d'énergie renouvelable est photovoltaïque, et uniformément répartie sur le département comme le montre la carte ci-dessous :



L'impact du changement climatique sur les différentes énergies renouvelables devraient être les suivantes :

- biomasse thermique : pas d'impact. En effet, la diversité des essences utilisées pour le bois de chauffage devrait permettre d'assurer la fourniture en bois ;
- biométhane : favorable. La possibilité de développer une culture intermédiaire à vocation énergétique (cf. partie « agriculture » de ce diagnostic) pourrait aider à alimenter localement les méthaniseurs ;
- éolien : pas d'impact. MétéoFrance a indiqué qu'à Bourges la rose des vents entre les périodes 2001-2010 et 2011-202 n'a pas évolué et qu'aucune tendance ne se dessinait à la fin de ce siècle ;
- solaire photovoltaïque : impact défavorable à long terme. Le rayonnement solaire resterait à la fin du siècle identique à celui que nous connaissons actuellement mais la hausse des températures conduit techniquement à une baisse de rendement du système photovoltaïque ;
- solaire thermique : pas d'impact. Le rayonnement solaire resterait à la fin du siècle identique à celui que nous connaissons actuellement ;
- géothermie : il n'y a aucune donnée relative à la projection de la température du sol d'ici la fin du siècle ;
- hydraulique : impact défavorable. La partie « eau » de ce diagnostic indique que globalement la ressource en eau diminuerait d'ici la fin du siècle.

15.6 Réseau d'électrification¹⁷⁶

Les fortes chaleurs d'été sont très néfastes pour le réseau câblé aérien ce qui réduit considérablement sa durée de vie par une accélération de sa dégradation. Le passage de l'électricité fait chauffer les lignes électriques et pour éviter d'atteindre des températures trop élevées qui endommageraient les conducteurs et les isolants, le courant admissible sur une ligne est limité. Par temps chaud, la température d'une ligne électrique augmente plus vite, ce qui oblige à réduire le courant maximum qu'elle peut transporter.¹⁷⁷

La température a également un effet comparable sur les installations de transformation : la capacité maximale des postes sources et des transformateurs est réduite de l'ordre de 0.7% par degré supplémentaire.¹⁷⁸

La hausse des températures en raison du changement climatique pourrait donc nécessiter de surdimensionner les lignes électriques et les installations de transformation par rapport à leur niveau actuel.

En outre les chutes d'arbres sur les lignes électriques se font plus fréquentes, du fait du dépérissement causé par le changement climatique (voir partie forêt du diagnostic) et provoquent des interruptions de service prolongées : 110 minutes d'interruption moyenne d'électricité par usager en 2020, contre 102 minutes en 2019, la moyenne nationale est à 70 minutes.

15.7 Augmentation du coût de l'énergie¹⁷⁹

Le Syndicat départemental d'énergie du Cher (SDE18) intervient dans la rénovation énergétique des bâtiments publics des collectivités du bloc local ainsi que dans le développement d'énergie renouvelable et dans la modernisation de l'éclairage public.

L'énergie est de plus en plus chère à produire et notamment l'électricité. En effet, les prix sur le marché de l'électricité suivent ceux du gaz et en Europe, le prix du mégawattheure est établi en prenant en compte le coût de production de l'électricité par la dernière centrale thermique appelée en cas de pic d'activité.

Cette situation est très préoccupante pour les communes. Entre 2020 et 2030, le coût de l'électricité va augmenter très fortement pour les collectivités (estimation basse de 40 %, estimation haute 90 %). Ainsi, les communes qui n'ont pas déjà investi ou qui n'investiront pas très rapidement dans une modernisation de leur éclairage public qui représente 41 % de leur consommation électrique en moyenne pour un passage en leds et dans une meilleure performance énergétique de leurs bâtiments, pourraient se trouver devant un véritable mur financier de factures énergétiques.

En synthèse

Les émissions de gaz à effet de serre dues à la combustion énergétique représentent 70 % des émissions totales et ont baissé de presque 20 % entre 1990 et 2019 à l'échelle nationale. Cette évolution tient à la fois à un mix énergétique moins carboné et à des activités économiques plus économes en besoins énergétiques. Seul le secteur des transports voit ses émissions de gaz à effet de serre augmenter.

L'augmentation de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique est un élément important de la politique nationale de lutte contre le réchauffement climatique, avec un objectif

176 SDE 18 – contribution du 9 mars 2022

177 <https://www.lemondedelenergie.com/reseaux-electriques-changement-climatique/2019/09/12/>

178 <https://www.lemondedelenergie.com/reseaux-electriques-changement-climatique/2019/09/12/>

179 SDE 18 – contribution du 9 mars 2022

d'atteindre 33 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030. La filière éolienne est celle où la progression est la plus importante, suivie par les biocarburants, toutefois le rythme global de progression est insuffisant.

Dans le département du Cher, les secteurs du transport routier et résidentiel représentent à parts égales les 2/3 de la consommation d'énergie du département. Cette énergie consommée est constituée à 60 % de combustibles fossiles, à 20 % d'électricité et à 10 % seulement d'énergie renouvelable.

Dans le Cher, la biomasse thermique constitue la source principale de production d'énergie renouvelable (75 % de la production), la filière éolienne arrive en second (20 % de la production). Comme à l'échelle nationale, cette filière connaît un fort développement, notamment sur les territoires du nord-ouest du département (communautés de communes Fercher, Cœur de Berry, Vierzon Sologne Berry).

La filière photovoltaïque est en développement mais reste marginale dans la production.

Le changement climatique peut avoir différents impacts sur la production ou le transport d'énergie et causer une augmentation des coûts de production. À long terme, le rendement des systèmes de production d'énergie photovoltaïque diminuera avec l'élévation des températures. Ce même facteur amène à réduire la capacité maximale de transport des câbles électriques sous peine de surchauffe et celle des transformateurs. Les dépérissements causés sur les arbres par le changement climatique sont responsables d'une augmentation des dégâts liés à des chutes sur les câbles électriques, particulièrement en Sologne.

16. Tourisme

Les secteurs d'activité du tourisme représentaient 5 à 6 % des emplois salariés de la Région Centre-Val de Loire en 2018¹⁸⁰. En 2019, le Cher concentrait 11 % des emplois liés aux activités touristiques de la région, soit 3605 emplois selon le bilan 2019 du Comité régional du Tourisme Centre-Val de Loire¹⁸¹.

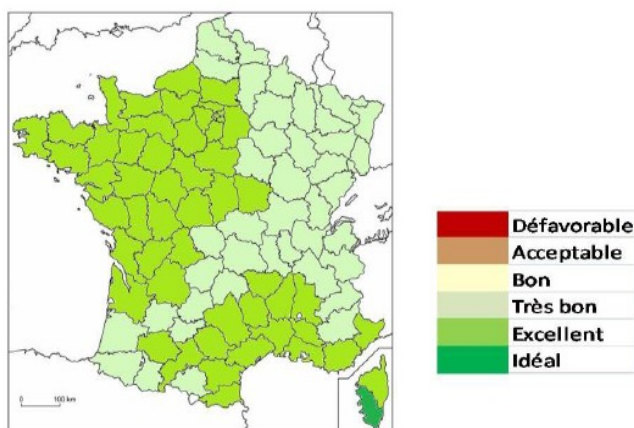
Les relations entre changement climatique et tourisme ont fait l'objet de quelques publications qui nous offrent des éléments de compréhension à l'échelle nationale. Les impacts du changement climatique pour le tourisme peuvent être des impacts directs, via la modification des températures ou des précipitations, ou des impacts indirects, à travers les conséquences relatives à la ressource en eau ou à la biodiversité¹⁸².

Dans le rapport « Changement climatique, coûts des impacts et pistes d'adaptation » (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), 2009)¹⁸³, l'évolution de l'indice climatico-touristique¹⁸⁴ (ICT) a été calculé à l'échelle des départements. D'après les projections de l'évolution de cet indice, le changement climatique se traduira par une dégradation des conditions climatiques favorables au tourisme.

Attractivité de la destination

Modification du potentiel climatique : situation actuelle

ICT des **mois d'été** (juillet, août) sur la période de référence 1980 - 2000



180 Source : DGE 2019, « [Chiffres clés du tourisme, édition 2018](#) ».

181 Comité régional du tourisme (2019), « [L'emploi dans les activités touristiques en Centre-Val de Loire, Bilan 2019](#) ».

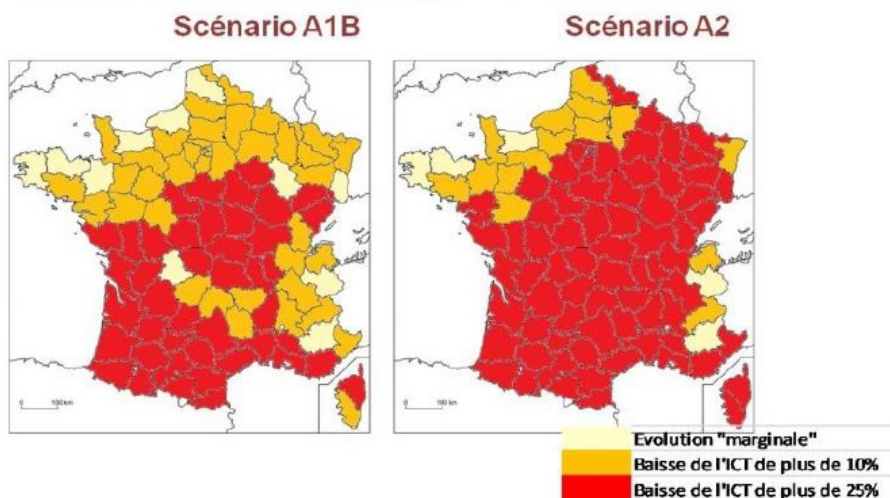
182 TEC, ACTeon (2019), « Adaptation du tourisme au changement climatique, état des lieux et analyse stratégique ».

183 ONERC (2009), « [Changement climatique, coûts des impacts et pistes d'adaptation](#) ».

184 L'ICT comporte six variables climatiques mensuelles (températures maximale et moyenne, humidité relative, précipitations, durée d'ensoleillement, vitesse du vent) à partir desquelles sont élaborés des sous-indices, chacun faisant l'objet d'une cotation.

Attractivité de la destination

Modification du potentiel climatique : situation 2100

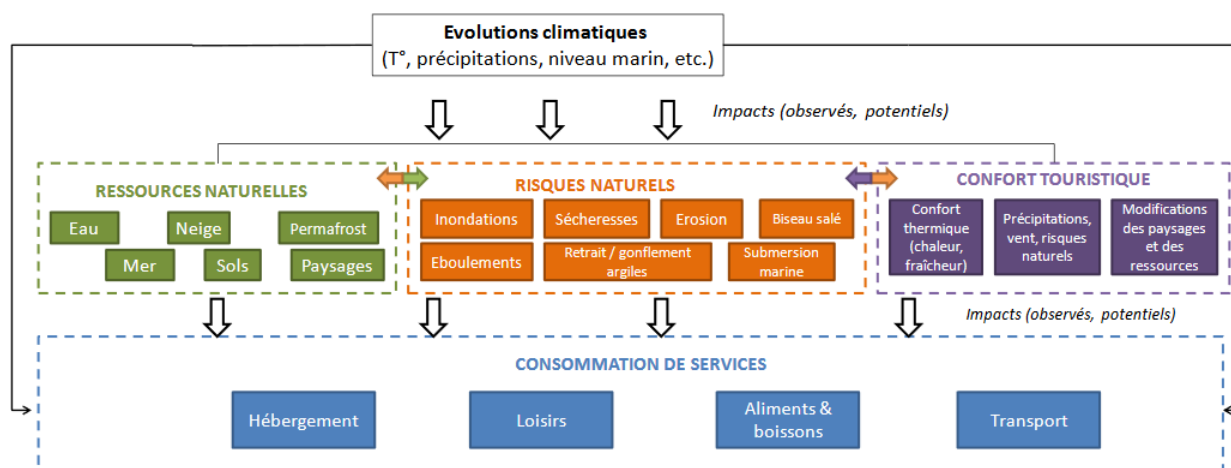


Valeurs de l'ICT pour la période 1980-2000 et les évolutions possibles à l'horizon 2100 (ONERC, 2009)

Les scénarios A1B et A2 sont issus du quatrième rapport du GIEC de 2007. Les scénarios A1B et A2 prévoient une augmentation de la température moyenne mondiale à l'horizon 2100 par rapport à la période 1980-1999 respectivement de 2,8 °C et 3,4 °C. Le scénario A1B s'appuie sur une croissance très rapide s'appuie avec des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et autres (nucléaire, renouvelables). Le scénario A2 décrit un monde très hétérogène où la population continue de croître et le développement économique est fort. L'indice ICT offre une manière d'appréhender l'impact du changement climatique, mais il comporte certaines limites.

D'autres conséquences du changement climatique pourront impacter les activités touristiques comme les feux de forêt, l'approvisionnement en eau douce par les possibles restrictions pour les installations de loisirs ou la fragilisation des espaces naturels¹⁸⁵.

Représentation simplifiée des impacts du changement climatiques



Source : TEC, ACTeon 2018

185 ADEME, Aude ANDRUP (2020), « [Tourisme durable: 20 mesures pour une transition de la 1ère destination touristique mondiale](#) ».

Dans le Cher, le tourisme concerne particulièrement :

- le patrimoine historique ;
- l'œnologie ;
- le tourisme dit de nature (eau, véloroutes, marais de Bourges, etc.)

Le tourisme fluvial et les activités en lien avec la présence de l'eau en général (vélo route le long de cours d'eau comme canal de Berry, bases de loisirs aquatiques, baignades, etc.) sont déjà impactés par le changement climatique :

- les épisodes de sécheresse qui se succèdent rendent de plus en plus difficile le tourisme nautique sur le canal de Berry, certaines portions ne sont parfois plus navigables (ce fut le cas à Drevant en 2020 et 2021) ;
- la base de loisirs aquatiques de Châteauneuf-sur-Cher a dû fermer par manque d'eau en septembre 2018, puis à l'été 2019 ;
- des modifications ont dû être apportées à l'aménagement de la baignade de l'étang de Goule par manque d'eau (voir partie « Eau » de ce diagnostic).

Les campings sont surtout présents dans le Sancerrois (oenotourisme, Loire à vélo), en Sologne (tourisme nature) et le long du Cher (canal de Berry à vélo, patrimoine historique)¹⁸⁶. La Sologne est concernée par un accroissement du risque d'incendie de forêts, et les activités autour du canal de Berry (le long du Cher) sont menacées par les sécheresses estivales.

La communauté d'agglomération de Bourges Plus, dans sa stratégie tourisme, met notamment l'accent sur :

- le canal de Berry et les pratiques itinérantes (dont tourisme fluvial) ;
- l'immersion dans les marais de Bourges et les loisirs au lac d'Auron.

Ces points de la stratégie touristique sont particulièrement vulnérables au changement climatique, notamment à la sécheresse.

En synthèse

Le tourisme dans le département du Cher, notamment le volet nature, cible par exemple de la stratégie de Bourges Plus, est relativement vulnérable face au changement climatique :

- tourisme nature en Sologne confronté au risque incendie ;
- tourisme autour du canal de Berry menacé par les sécheresses (tourisme fluvial rendu difficile, itinérance vélo perdant de son charme sans l'eau, baignades en difficulté par exemple à Goule ou au lac d'Auron certains étés) ;
- tourisme dans le Sancerrois en partie lié à la présence de la Loire, menacé en partie par la sécheresse (tourisme fluvial).

¹⁸⁶ Source : Portrait du Cher « Tourisme », <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Tourisme>

Bibliographie

Émissions de gaz à effet de serre

- LIG'AIR – OREGES (observatoire régional de la qualité de l'air), gaz à effet de serre, <https://odace.ligair.fr/gaz-effet-de-serre>
- METEO FRANCE, « L'effet de serre », <https://meteofrance.com/comprendre-climat/monde/leffet-de-serre>
- ADEME (agence de la transition écologique), « Gaz fluorés : les sources d'émissions et les impacts », <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-emissions-polluants/dossier/gaz-fluores/gaz-fluores-sources-demissions-impacts>
- www.hautconseilclimat.fr

Plans climat air énergie (PCAET)

- PCAET de la communauté d'agglomération de Bourges Plus, adopté le 2 décembre 2021
- PCAET de la communauté de communes Berry Grand Sud, dans le cadre du contrat de relance et de transition énergétique (CRTE), signé le 15 janvier 2020
- PCAET de la communauté de communes Terres du Haut Berry – en cours d'élaboration
- PCAET de la communauté de communes Vierzon Sologne Berry – en cours d'élaboration

Air

- Santé Publique France, « Quel est le lien entre pollution atmosphérique et changement climatique ? », <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/quel-est-le-lien-entre-pollution-atmospherique-et-changement-climatique>
- Programme des Nations Unies pour l'environnement, « Pollution de l'air et changement climatique, les deux face d'une même médaille », <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/recit/pollution-de-lair-et-changements-climatiques-les-deux-faces-dune-meme>
- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, « Pollution de l'air : origines, situation et impacts », <https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts>
- LIG'AIR – OREGES (observatoire régional de la qualité de l'air de la région Centre Val de Loire), polluants à effet sanitaire, <https://odace.ligair.fr/polluants-effet-sanitaire>
- ATMO Auvergne Rhône-Alpes (observatoire de la qualité de l'air de la région Auvergne Rhône-Alpes), « Qualité de l'air et changement climatique : des problématiques bien plus liées qu'on ne le pense », <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/actualite/qualite-de-lair-et-changement-climatique-des-problematiques-bien-plus-liees-quon-ne-le>
- Hervé Le Treut (dir.), 2013, *Les impacts du changement climatique en Aquitaine*, <https://books.openedition.org/pub/663>
- ATMO Sud (observatoire de la qualité de l'air de la région Sud Provence Alpes Côte d'Azur), « Air et climat, ça vous parle ? », <https://www.atmosud.org/article/air-et-climat>

Santé

- Agence régionale de Santé (ARS) – unité départementale du Cher – contribution du 9 mars 2022
- Santé Publique France, « Quels indicateurs pour faciliter la prise en compte de la santé publique dans les politiques d'adaptation au changement climatique ? », janvier 2021, <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/changement-climatique/documents/rapport-synthese/quels-indicateurs-pour-faciliter-la-prise-en-compte-de-la-sante-publique-dans-les-politiques-d-adaptation-au-changement-climatique>

- Santé Publique France, « Fortes chaleurs, canicules », <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/donnees/#tabs>
- Direction départementale des Territoires du Cher, Portrait du Cher « Equipements et services », décembre 2021 - <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Equipements-et-services>
- *We Demain*, Morgane Russeil-Salvan, « Comment le réchauffement climatique aggrave les allergies au pollen », 03/06/2020, https://www.wedemain.fr/planete/https-www-wmaker-net-wedemain-comment-le-rechauffement-climatique-aggrave-les-allergies-au-pollen_a4727-html/
- Observatoire des ambrosies, La lettre de l'observatoire n°76, mai 2021, https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/lettre_observatoire_76mai2021.pdf
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (ANSES), « Les cyanobactéries, le point en 10 questions », <https://www.anses.fr/fr/content/les-cyanobact%C3%A9ries-le-point-en-10-questions>
- Santé Publique France, « Impact de la température sur la mortalité dans dix-huit zones urbaines françaises entre 2000 et 2010 » <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/impacts-de-la-temperature-sur-la-mortalite-dans-dix-huit-zones-urbaines-francaises-entre-2000-et-2010>
- Santé Publique France, Bulletin de santé publique été 2019, <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/donnees/#tabs>

Risques

- base de données GASPARD, téléchargeables sur le site : <https://www.georisques.gouv.fr>
- Commissariat général au développement durable (CGDD) – Risques climatiques janvier 2020 : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/datalab-essentiel-202-risques-climatiques-janvier2020.pdf>
- CGDD, service des données et études statistiques (SDES) « La vulnérabilité des communes aux risques climatiques : note de méthode pour le calcul et la classification typologique », janvier 2020, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/methodologie-risques-climatiques.pdf>
- Direction départementale des Territoires du Cher, Portraits du Cher « Risques », août 2021, <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Risques>
- Ministère de la transition écologique, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, « Risques naturels », <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/thematiques/risques-naturels>
- Sénat, rapport d'information n°511 du 16 mai 2019 sur l'adaptation de la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050, MM. Ronan DANTEC et Jean-Yves ROUX, <https://www.senat.fr/rap/r18-511/r18-5111.pdf>
- « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France pour le risque de sécheresse géotechnique (retrait-gonflement des sols argileux) » Rapport final du Groupe de Travail Risques Naturels, Assurances et Changement Climatique, BRGM (service géologique national), mai 2009, <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-56771-FR.pdf>
- GéoRisques (observatoire national des risques naturels), exposition des populations : <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/onrn/acceder-aux-indicateurs-enjeux>
- Institut national de l'environnement et des risques (INERIS), « Le risque NaTech : prévenir l'impact d'un événement naturel sur une installation industrielle », <https://www.ineris.fr/fr/risques/dossiers-thematiques/risque-natech-prevenir-impact-evenement-naturel-installation>

- Actu Environnement, Laurent Radisson, « Les industriels confrontés à une augmentation des risques technologiques liés aux changements climatiques », 20/05/2021, <https://www.actu-environnement.com/ae/news/risques-technologiques-natech-augmentation-changements-climatiques-37564.php4>
- Caisse centrale de réassurance, Portail des catastrophes naturelles, <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/>

Industrie et entreprises

- ADEME - Entreprises, comment prendre des décisions pour s'adapter au changement climatique ?
<https://bibliothec.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4737-entreprises-comment-prendre-des-decisions-pour-s-adapter-au-changement-climatique--9791029717987.html>
- ADEME - Diagnostic des impacts du changement climatique sur une entreprise
<https://bibliothec.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4049-diagnostic-des-impacts-du-changement-climatique-sur-une-entreprise-9791029716867.html>
- ONERC et EPE, « Les entreprises et l'adaptation au changement climatique », avril 2014
<https://www.epe-asso.org/les-entreprises-et-ladaptation-au-changement-climatique-avril-2014/>
- ODACE de Ligair – Gaz à effet de serre
[Gaz à Effet de Serre | ODACE \(ligair.fr\)](#)
- ODACE de Ligair – Polluants à effet sanitaire
[Polluants à Effet Sanitaire | ODACE \(ligair.fr\)](#)
- Site ScienceDirect
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519619300944?dgcid=raven_sd_search_email
- Étude « changements climatiques dans le Cher » Diagnostic territorialisé – Partie 13.3 : climatisation
<https://www.cher.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-eau-foret-chasse-peche-reserves-naturelles/Changement-climatique/Changements-climatiques-dans-le-Cher-Impacts-attenuation-et-adaptation>
- Bulletin de la Banque de France 239/5 - janvier-février 2022 : L'adaptation des économies au changement climatique : les enseignements tirés de la recherche économique -
https://www.banque-france.fr/system/files/2023-01/bdf239-5_economies-et-climat_web.pdf
- Graphique de la productivité en fonction de la température
<https://www.crockett-facilities.com/how-your-hvac-system-can-impact-office-productivity/>
- Portrait « économie » DDT du Cher
https://www.cher.gouv.fr/contenu/telechargement/20798/147286/file/Portrait_Economie_2023.pdf

Agriculture

- ORACLE (Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement Climatique)
https://centre-valde Loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/_processed_/a/3/csm_Oracle_telechargement_2022_2eb219293c.jpg

- ClimA-XXI https://centre-valde Loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/_processed_/a/d/csm_Les_outils_01_2420862781.png
- CANARI <https://canari-agri.fr/>
- RAY, Deepak & Ramankutty, Navin & Mueller, Nathaniel & West, Paul & A Foley, Jonathan. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature communications. 3. 1293. 10.1038/ncomms2296.
- BRISSON N, LEVRAULT F, 2010. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le livre vert du projet CLIMATOR (2007-2010). ADEME.
- GATE P., VIGNIER L., DEUDON O., & GOUACHE D. ; 2009. Changement climatique : impact sur le blé en France et pistes d'adaptation. Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage herbivore, 85-99. Paris.
- Chambre d'agriculture du Cher, UniLasalle : Changement climatique et agriculture au XXIème siècle : quelques évolutions attendues dans le Cher
- Neethling. E. Adaptation de la viticulture au changement climatique : vers des stratégies à haute résolution. Géographie. Université Rennes 2, 2016.
- Reynier A (2007) Manuel de viticulture. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris
- Jackson R S (2008) Wine science: principles and applications. Ed. Academic Press, New York
- Carey VA, Saayman D, Archer E, Barbeau G, Wallace M (2008) Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. I. The identification of natural terroirs units. J Int Sci Vigne Vin 42(4):169-183
- WEST J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 2003. 86: 2131-2144.
- PADILLA L., MATSUI T., KAMIYA Y., KAMIYA M., TANAKA M., YANO H. Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. Livestock Science. 2006. 101: 300-304

Eau

- Diagnostic du Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative des eaux du Cher, « Concert'eau » piloté par le Conseil Départemental du Cher
- données du réseau Onde (observatoire national des étiages) piloté par l'Office Français de la Biodiversité
- Evaluation du protocole de gestion volumétrique des eaux d'irrigation agricole sur le bassin Yèvre-Auron, établie par la structure porteuse de ce SAGE, à savoir l'Établissement Public Loire
- Etude réalisée par l'Établissement Public Loire en 2017 en tant que structure porteuse de différents Schéma d'Aménagement et de Gestion des eaux (SAGE) quant à l'impact du changement climatique
- analyse historique des zones humides du bassin versant du Fouzon mené par le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Cher aval
- Etat des lieux -Agence de l'Eau Loire Bretagne – 2019
- <https://www.anses.fr/fr/content/les-cyanobact%C3%A9ries-le-point-en-10-questions>

Forêt

- Aider sa forêt à s'adapter au changement climatique, CRPF, 2012
- Université d'Orléans - Etat sanitaire des chênaies dans le Cher en 2019 -Rapport d'Aurore Alarcon
- Réseau AFORCE, climessences.fr

Biodiversité

- UICN France & MNHN (2009). La Liste rouge des espèces menacées en France - Contexte, enjeux et démarche d'élaboration. Paris, France.
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2014), How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity, The Hague. CDB Technical Series No. 79, PBL report number 01448
- sixième rapport d'évaluation du Giec publié le 28 février 2022
- GILLET C. & DUBOIS J.-P. (2009). Étude de la croissance et de la dynamique des populations de perche (*Perca fluviatilis*) suite aux changements trophiques du lac Léman. Programme PEP aquacole 2008 - Action n°2006 02. Rapport technique
- DYRCZ A. & HALUPKA L. (2009). The response of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* to climate change. *Journal of ornithology*. Numéro 150
- Fouquet et al. (2009), Greylag Geese *Anser anser* depart earlier in spring: an analysis of goose migration from western France over the years 1980-2005, *Wildfowl* 59
- BOUTTE B., FLOT J.-L. & CAROULLE F. (2013). Bilan de la surveillance de la chenille processionnaire du pin en forêt. Cycle biologique 2012 - 2013. Ministère de l'Agriculture, de l'AgroAlimentaire et de la Forêt - Département de la santé des forêts. Bulletin de Novembre 2013.
- Le changement climatique et les réseaux écologiques - Point sur la connaissance et pistes de développement - Museum National d'Histoire Naturel - Octobre 2014
- MEDDE - 2014. Les impacts du réchauffement climatique. Infographie.
- La faune sauvage à l'heure du changement climatique, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 2015
- Liste rouge régionale du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) - mai 2008
- DEVICTOR V., JULLIARD R., COUVET D. & JIGUET F. (2008). Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society*. Numéro 275
- Sordello R., Herard K., Coste S., Conruyt- Rogeon G. et Touroult J. (2014). Le changement climatique et les réseaux écologiques. Point sur la connaissance et pistes de développement. Rapport MNHN-SPN (2014-11), octobre 2014
- Connaissance des impacts du changement climatique sur la biodiversité en France métropolitaine - Mars 2011 - Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.
- BELLARD C., BERTELSMEIER C., LEADLEY P., THUILLER W., COURCHAMP F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*. Numéro 15
- GILMAN S.-E., URBAN M.-C., TEWKSBURY J., GILCHRIST G.-W. & HOLT R.-D. (2010). A framework for community interactions under climate change. *Trends in Ecology and Evolution*. Volume 25. Numéro 6
- MOONEY H., LARIGAUDERIE A., CESARIO M., ELMQUIST T., HOEGH-GULDBERG O., LAVOREL S., MACE G.-M., PALMER M., SCHOLES R. & YAHARA T. (2009). Biodiversity, climate change and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Numéro 1.
- Hegland S. J., A. Nielsen, et al., (2009). "How does climate warming affect plant-pollinator interactions?" *Ecology Letters*, 12(2)
- KIERS E.T., PALMER T.M., IVES A.R., BRUNO J.F. & BRONSTEIN J.L. (2010). Mutualisms in a changing world: an evolutionary perspective. *Ecology Letters*. Numéro 13.
- Klein F. et al. (2014), Le chevreuil face aux changements climatiques : une adaptation impossible ? *Faune Sauvage* 303

Sols

- L'état des sols de France – Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 2011
- M-C Girard, C. Walter, J-C Rémy, J. Berthelin, J-L Morel. Sols et Environnement. Paris : Dunod

- Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, BDAT, 2015
- Sols et environnement - Chiffres clés- Édition 2015 – Commissariat Général au développement durable

Aménagement – urbanisme

- Observatoire savoyard du changement climatique Dossier Ad & At, N°4, novembre 2010, http://www.ac-grenoble.fr/savoie/pedagogie/docs_pedas/changement_climatique/impacts_villes.pdf
- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, Artificialisation des sols, <https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols>
- Portail de l'artificialisation des sols, <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/suivi-consommation-espaces-naf>
- O2D Environnement, « Solutions de lutte contre les îlots de chaleur urbains », <https://www.o2d-environnement.com/observatoires/ilots-de-chaleur-urbains/>
- Code de l'urbanisme, https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025430305/2012-03-03
- Code de l'urbanisme article R112-3-1 / Ministère de la cohésion du territoire et des relations avec les collectivités territoriales – DHUP – Les OAP des PLUI – Guide de recommandations juridiques
- SRADDET : schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (<https://www.centre-valde Loire.fr/comprendre/territoire/centre-val-de-loire-la-region-360deg>)

Bâtiment – habitat

- CEREMA, « Réduire l'impact carbone des bâtiments » - Collection L'essentiel. Juillet 2021.
- Citepa, « Le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire confie au CITEPA le développement des inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre », 2021
- Météo-France – Climat HD – 2021, <https://meteofrance.com/climathd>
- ADEME, "La climatisation : vers une utilisation raisonnée pour limiter l'impact sur l'environnement », 30 juin 2021, <https://presse.ademe.fr/2021/06/la-climatisation-vers-une-utilisation-raisonnee-pour-limiter-limpact-sur-lenvironnement.html>
- DREAL Centre Val de Loire - CERC« Les matériaux biosourcés en Val-de-Loire » – mars 2020, <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-batiments-publics-biosources-en-centre-val-de-a3649.html>
- Planète Durable, « Passoire énergétique : quel impact ? », <http://www.planete-durable.com/passoire-energetique-quel-impact/>
- ADEME, données des diagnostics de performance énergétique (DPE) – département du Cher, <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-18>
- École Nationale des Travaux Publics de l'État (ENTPE) – Travail de fin d'étude pour le diplôme d'ingénieur – Arthur Jan 2017-2018 - Les bâtiments résidentiels urbains face au changement climatique : étude du comportement thermique et analyse de sensibilité.
- INSEE, Le parc de logement, RP2018 exploitation principale, géographie au 01/01/2021, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-18#chiffre-cle-3>

Mobilité – transport

- Observatoire régional des transports Centre Val de Loire, « Les chiffres de l'ORT », 27 novembre 2020, <http://www.ort-centre-val-de-loire.fr/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-r48.html>
- Citepa, « Le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire confie au CITEPA le développement des inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre », 2021

- LIG'AIR – OREGES (observatoire régional de la qualité de l'air), gaz à effet de serre, <https://odace.ligair.fr/gaz-effet-de-serre>
- INSEE, « Des leviers possibles pour réduire les émissions de CO2 liées aux logements et aux déplacements en région Centre », 25 juin 2021, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1293002>
- Syndicat départemental d'énergie du Cher (SDE 18), <https://www.sde18.com/mobilite-electrique/>
- GRDF, « Bilan 2020 du GNV, un tournant sur la voie de la transition énergétique », 27 avril 2021, <https://www.grdf.fr/acteurs-gnv/accompagnement-grdf-gnv/enjeux/avenir-gnv/bilan-2020-gnv>
- Observatoire régional des transports Centre Val de Loire, Fiche n°29 « La mobilité hydrogène », http://www.ort-centre-val-de-loire.fr/IMG/pdf/fiche_29_ort_mobilite_hydrogene.pdf
- Ministère de la transition écologique, base nationale consolidée des lieux de covoiturage, <https://transport.data.gouv.fr/datasets/base-nationale-des-lieux-de-covoiturage>
- Géovélo, statistiques des aménagements cyclables, <https://www.amenagements-cyclables.fr/fr/stats>
- https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2018/01/1511w_PNACC_act1-1.pdf
- Le Berry Républicain, Marlène Lestang, « Un chantier expérimental sur la RD3 à Morlac pour répondre à la problématique de retrait-gonflement des sols argileux », 21/09/2021, https://www.leberry.fr/morlac-18170/actualites/un-chantier-experimental-sur-la-rd3-a-morlac-pour-repondre-a-la-problematique-de-retrait-gonflement-des-sols-argileux_14015006/
- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/adapter-routes-aux-impacts-du-changement-climatique#toc-adapter-l-entretien-des-routes-aux-d-fis-du-changement-climatique>
- Syndicat national des entrepreneurs spécialistes de travaux de réparation et renforcement de structures (STRRES), Le bulletin du STRRES n°28, décembre 2019, « Les ouvrages d'art et le changement climatique », http://www.strres.org/fichier-utilisateur/fichiers/bulletin_archives/Bulletin%20STRRES%20N%C2%B028.pdf
- Observatoire du covoiturage, <https://covoiturage.beta.gouv.fr/operateurs/>
- ONERC et EPE, « Les entreprises et l'adaptation au changement climatique », avril 2014, <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0081/Temis-0081409/21628.pdf>

Énergie

- Ministère de la transition énergétique - Service des Données et Études Statistiques (SDES) <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>
- LIG'AIR – OREGES (observatoire régional de la qualité de l'air de la région Centre Val de Loire), consommation d'énergie, <https://odace.ligair.fr/consommation-denergie>
- LIG'AIR – OREGES (observatoire régional de la qualité de l'air), gaz à effet de serre, <https://odace.ligair.fr/gaz-effet-de-serre>
- Direction départementale des Territoires du Cher, Portraits du Cher « Énergies renouvelables », novembre 2021 <https://www.cher.gouv.fr/Publications/Etudes-observatoires-et-cartes-du-departement-du-Cher/Portraits-du-Cher-caracteristiques-du-departement2/Energies-renouvelables>
- ADEME, Énergies « De quoi parle-t-on ? », <https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/quoi-parle-t>
- Loi relative à l'énergie et au climat de 2019, <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039355955/>
- Ministère de la transition écologique, DATA LAB, « Les chiffres clés des énergies renouvelables » édition 2021, juillet 2021, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-2021.pdf>

- Syndicat départemental d'énergie du Cher (SDE 18) – contribution du 9 mars 2022
- Le Monde de l'Énergie, Thibault Laconde, « Réseaux électriques et changement climatique : une menace inévitable », 12/09/2019, <https://www.lemondedelenergie.com/reseaux-electriques-changement-climatique/2019/09/12/>

Tourisme

- ADEME, Aude ANDRUP (2020), « Tourisme durable: 20 mesures pour une transition de la 1ère destination touristique mondiale ».
- TEC, ACTeon (2019), « Adaptation du tourisme au changement climatique, état des lieux et analyse stratégique ».
- ONERC (2009), « Changement climatique, coûts des impacts et pistes d'adaptation ».
- Comité régional du tourisme (2019), « L'emploi dans les activités touristiques en Centre-Val de Loire, Bilan 2019 ».
- DGE (2019), « Chiffres clés du tourisme, édition 2018 ».