



Panorama des effets du changement climatique et de leurs conséquences en Gironde

SYNTHESE DES CONNAISSANCES ET TERRITORIALISATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE

VERSION FINALE

Eau & Environnement

Unité Conseil, Economie, Climat

47, Avenue Lugo
94600 Choisy-le-Roi

Tel. : +33 (0)1-49-70-93-58
Fax : +33 (0)1-48-78-93-41



VF	8520330_CD33_PanoramaEffetsImpactsCC_VF	Jean Lecroart	22/01/2015
Version	Description	Rédaction	Date

SOMMAIRE

1.	LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE	3
1.1.	DESCRIPTION DU CLIMAT MOYEN EN GIRONDE	3
1.2.	TENDANCES D'EVOLUTION OBSERVEES JUSQU'A AUJOURD'HUI	7
1.3.	L'EVOLUTION ATTENDUE DU CLIMAT AU XXIEME SIECLE	10
1.3.1.	Du climat observé jusqu'à aujourd'hui au climat futur modélisé	10
1.3.2.	Les paramètres de températures	11
1.3.2.1.	TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES, HIVERNALES ET ESTIVALES	11
1.3.2.2.	VAGUES DE CHALEUR	11
1.3.3.	Les paramètres liés aux précipitations	12
1.3.3.1.	CUMULS DE PRECIPITATIONS MOYENS ANNUELS, HIVERNAUX ET ESTIVAUX	12
1.3.3.2.	NOMBRE ANNUEL DE JOURS DE FORTES PRECIPITATIONS	13
1.3.4.	Les sécheresses	13
1.3.5.	L'élévation du niveau marin	14
1.4.	SYNTHESE DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE	14
2.	ETUDE DES CONSEQUENCES DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE	15
2.1.	CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES CANICULES	15
2.1.1.	Baisse du confort thermique d'été dans l'espace public	15
2.1.2.	Baisse du confort thermique d'été dans les logements	16
2.1.3.	Baisse du confort thermique d'été dans les bâtiments recevant du public	19
2.1.4.	Augmentation de la demande énergétique estivale	20
2.1.5.	Hausse de la mortalité et de la morbidité liée aux fortes chaleurs	23
2.1.6.	Dégradation des voiries liée aux fortes chaleurs	27
2.2.	CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES SECHERESSES	28
2.2.1.	Réduction de la disponibilité des ressources en eau	28
2.2.2.	Evolution des rendements agricoles	32
2.2.3.	Augmentation du risque de défaillance de l'approvisionnement énergétique	36
2.2.4.	Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles	38
2.3.	CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES EPISODES DE FORTES PLUIES	40
2.3.1.	Aggravation du risque d'inondation par ruissellement	40
2.3.2.	Aggravation du risque d'affaissement de terrain	41
2.4.	CONSEQUENCES DE LA HAUSSE DU NIVEAU MARIN	43
2.4.1.	Aggravation du risque de submersion marine	43
2.4.2.	Remontée du biseau salé	47
2.5.	CONSEQUENCES TRANSVERSES	49
2.5.1.	Vers une aggravation du risque feux de forêt	49
2.5.2.	Evolution de l'aire de répartition des espèces : risque d'appauvrissement de la biodiversité	50
2.5.3.	Aggravation des risques d'allergies aux pollens	52
2.5.4.	Apparition de nouvelles maladies	53
	ANNEXE 1 - Atlas de l'évolution attendue des paramètres climatiques au XXIème siècle	56

Panorama des effets du changement climatique et de leurs conséquences en Gironde

Synthèse des connaissances et territorialisation des impacts du changement climatique en Gironde

VERSION FINALE

TABLEAUX

TABL. 1 -	TEMPERATURES MOYENNES ACTUELLES ET PROJETÉES AU XXIÈME SIÈCLE EN GIRONDE (ARTELIA, 2015 ; D'APRÈS LES DONNÉES DU CNRM, MODÈLE ALADIN, SCÉNARIO RCP 4.5)	11
TABL. 2 -	CANICULES ACTUELLES ET PROJETÉES AU XXIÈME SIÈCLE EN GIRONDE (ARTELIA, 2015 ; D'APRÈS LES DONNÉES DU CNRM, MODÈLE ALADIN, SCÉNARIO RCP 4.5)	11
TABL. 3 -	PRECIPITATIONS MOYENNES ACTUELLES ET PROJETÉES AU XXIÈME SIÈCLE EN GIRONDE (ARTELIA, 2015 ; D'APRÈS LES DONNÉES DU CNRM, MODÈLE ALADIN, SCÉNARIO RCP 4.5)	12
TABL. 4 -	JOURS DE FORTES PRÉCIPITATIONS ACTUEL ET PROJETÉS AU XXIÈME SIÈCLE EN GIRONDE (ARTELIA, 2015 ; D'APRÈS LES DONNÉES DU CNRM, MODÈLE ALADIN, SCÉNARIO RCP 4.5)	13
TABL. 5 -	SECHERESSES ACTUELLES ET PROJETÉES AU XXIÈME SIÈCLE EN GIRONDE (ARTELIA, 2015 ; D'APRÈS LES DONNÉES DU CNRM, MODÈLE ALADIN, SCÉNARIO RCP 4.5)	13
TABL. 6 -	IMPACTS POTENTIELS DE L'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES SUR LES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES (MISSION CLIMAT DE LA CAISSE DES DÉPÔTS, 2009)	27
TABL. 7 -	PRÉLEVEMENTS PAR USAGE DANS LES NAPPES PROFONDES DE GIRONDE (AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, 2011)	29
TABL. 8 -	ENJEUX SITUÉS DANS LES ZONES BASSES SOUS LE NIVEAU MARIN DE RÉFÉRENCE* (CETMEF, 2012)	44

FIGURES

FIG. 1.	CARTE DU RELIEF DE GIRONDE (SOURCE : ATLAS DES PAYSAGES DE LA GIRONDE, CONSEIL DÉPARTEMENTAL)	3
FIG. 2.	DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE LA GIRONDE (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DE LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	4
FIG. 3.	AMPLITUDE THERMIQUE MENSUELLE EN GIRONDE (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DE LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	4
FIG. 4.	INONDATION DE LA GARE ST JEAN A BORDEAUX EN JUILLET 2013, SUITE A UN ÉPISODE ORAGEUX INTENSE (CREDITS PHOTO : NICOLAS TUCAT, AFP)	5
FIG. 5.	ÉVOLUTION OBSERVÉE DES TEMPÉRATURES MINIMALES ET MAXIMALES (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DISPONIBLES SUR LE SITE INFOCLIMAT.FR POUR LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	7
FIG. 6.	ÉVOLUTION OBSERVÉE DES TEMPÉRATURES MINIMALES ET MAXIMALES EN HIVER ET EN ÉTÉ (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DISPONIBLES SUR LE SITE INFOCLIMAT.FR POUR LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	7
FIG. 7.	ÉVOLUTION OBSERVÉE DU NOMBRE ANNUEL DE JOURS DE FORTES CHALEURS : TEMPÉRATURE MAXIMALE SUPÉRIEURE À 30°C ET TEMPÉRATURE MINIMALE SUPÉRIEURE À 20°C (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DISPONIBLES SUR LE SITE INFOCLIMAT.FR POUR LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	8
FIG. 8.	ÉVOLUTION OBSERVÉE DU NOMBRE ANNUEL DE JOURS SANS DÉGEL : TEMPÉRATURE MAXIMALE INFÉRIEURE OU ÉGALE À 0°C ET DE JOURS DE GEL (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DISPONIBLES SUR LE SITE INFOCLIMAT.FR POUR LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	8
FIG. 9.	ÉVOLUTION OBSERVÉE DES PRÉCIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DISPONIBLES SUR LE SITE INFOCLIMAT.FR POUR LA STATION DE MERIGNAC, 2015)	9
FIG. 10.	ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES JOURNALIÈRES SELON L'OCCUPATION DU SOL (URBAIN OU RURAL) – SOURCE : CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE MÉTÉOROLOGIQUE – CNRM)	15
FIG. 11.	CARACTÉRISTIQUES DU PARC DE LOGEMENTS DE LA GIRONDE ÉCLAIRANT SA SENSIBILITÉ À LA BAISSÉ DU CONFORT THERMIQUE (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES INSEE, 2012)	17
FIG. 12.	CARTES DU NOMBRE DE MÉNAGES EN SITUATION DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE EN AQUITAINE (MÉNAGES ÂGÉS DE PLUS DE 65 ANS ET PROPRIÉTAIRES DE MAISONS INDIVIDUELLES, TRÈS MODESTES À GAUCHE ET MODESTES À DROITE) – ADEME AQUITAINE, 2014	18
FIG. 13.	CONSOMMATION D'ÉNERGIE DU SECTEUR TERTIAIRE EN 2010 EN GIRONDE (SOURCE : ORECCA, 2010)	21
FIG. 14.	ÉVOLUTION DE LA PYRAMIDE DES ÂGES ENTRE 2007 (EN HAUT) ET 2040 (EN BAS) EN GIRONDE (À DROITE) ET EN FRANCE MÉTROPOLITAINE (À GAUCHE) – SOURCE : INSEE, 2011	24
FIG. 15.	PÉRIMÈTRE DES NAPPES PROFONDES DE GIRONDE (EN POINTILLES) – AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, 2011	28
FIG. 16.	ÉVOLUTION DES PRÉLEVEMENTS GIRONDINS (EN M³/AN) DANS LES DIFFÉRENTES NAPPES DU SAGE (SOURCE : BRGM)	29
FIG. 17.	CARTE DU RÉSEAU HYDROLOGIQUE EN GIRONDE	30
FIG. 18.	VOLUMES D'EAU PRÉLEVÉS EN GIRONDE EN 2012, HORS PRODUCTION D'ÉNERGIE (SOURCE : SAGE DES NAPPES PROFONDES DE LA GIRONDE)	30
FIG. 19.	ÉVOLUTIONS MESURÉES DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION À LA STATION DE MERIGNAC (SOURCE : AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE)	31
FIG. 20.	RÉPARTITION DE LA SAU PAR TYPE DE CULTURE (ARTELIA, D'APRÈS LES DONNÉES DU RGA, AGRESTE, 2010)	32
FIG. 21.	SURFACE PLANTÉE EN VIGNE PAR COMMUNE (SOURCE : RGA, 2010)	34
FIG. 22.	ÉVOLUTION OBSERVÉE ET ATTENDUE DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DES EAUX DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE (SOURCE : CERFACS, 2008)	36
FIG. 23.	PÉRTE POTENTIELLE DE PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE D'ÉLECTRICITÉ DE LA CENTRALE DU BLAYAIS POUR QUATRE SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DU CLIMAT À L'HORIZON 2040 (SOURCE : AGENCE DE L'EAU ADOUR GARONNE, 2008)	37
FIG. 24.	RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES EN GIRONDE (DDT 33, 2011)	38
FIG. 25.	RISQUE D'EFFONDREMENT DES CAVITÉS SOUTERRAINES (DDT 33, 2012)	41
FIG. 26.	LOCALISATION DES INONDATIONS MARQUANTES SUR LE LITTORAL ATLANTIQUE (CEPRI, 2011)	43
FIG. 27.	CARTOGRAPHIE DES ZONES BASSES SITUÉES SOUS LES NIVEAUX MARINS DE RÉFÉRENCE (CETMEF, 2012)	45
FIG. 28.	DENSITÉ DE POPULATION DANS LES ZONES EXPOSÉES AUX RISQUES DE SUBMERSION MARINE (SOURCE : CEPRI, 2011)	46
FIG. 29.	VULNÉRABILITÉ DES NAPPES PROFONDES DE GIRONDE AUX INTRUSIONS SALINES (SAGE DES NAPPES PROFONDES DE GIRONDE, 2013)	48
FIG. 30.	CARTE DES ZONES POTENTIELLEMENT SENSIBLES AUX INCENDIES DE FORÊTS À L'HORIZON 2040 (MISSION INTERMINISTÉRIELLE, 2010)	49
FIG. 31.	EXTENSION POSSIBLE DU MOUSTIQUE TIGRE EN EUROPE ENTRE 2010 ET 2030 (SOURCE : EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2009)	54

1. LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE

Ce chapitre décrit l'évolution du climat en Gironde, observé jusqu'à aujourd'hui et modélisé pour le XXIème siècle. Il s'organise en trois temps :

- Une description du **climat moyen en Gironde** au cours des dernières décennies.
- La mise en évidence de **l'évolution observée du climat** au cours de ces mêmes décennies. Au-delà des moyennes, l'observation des paramètres climatiques révèle plusieurs tendances d'évolution révélatrices d'un changement climatique en cours.
- La simulation de **l'évolution du climat projetée** au cours des prochaines décennies, à partir des scénarios du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) régionalisés par Météo-France.

1.1. DESCRIPTION DU CLIMAT MOYEN EN GIRONDE

La proximité immédiate du littoral atlantique et le relief peu marqué confèrent au territoire girondin **un climat océanique**, marqué par une amplitude thermique saisonnière modérée et des précipitations régulières tout au long de l'année (cf. diagramme ombrothermique).

Ce climat est caractérisé par :

- Des températures douces : 13,1°C en moyenne annuelle (1946-2014), régulées par l'influence océanique tout au long de l'année.
- Des précipitations relativement abondantes : 924 mm en moyenne annuelle (1946-2014) ; réparties sur l'ensemble de l'année, avec une baisse marquée en été.

Au-delà de cette situation moyenne, le territoire présente quelques contrastes, notamment :

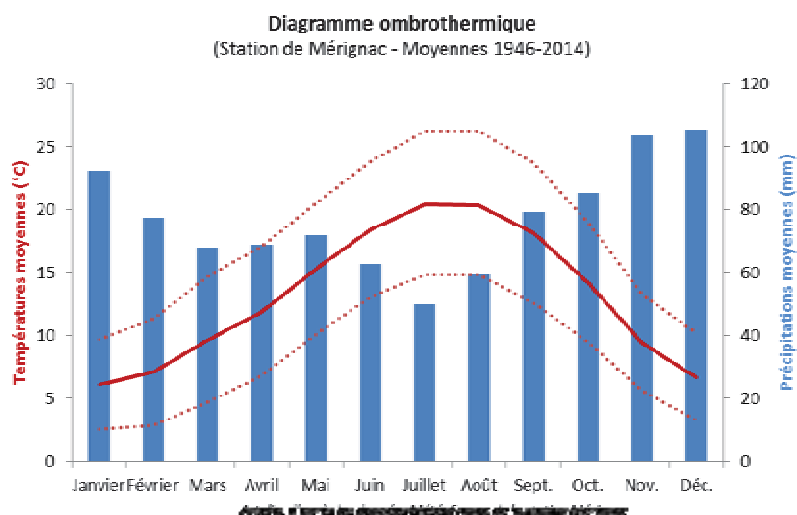
- La frange littorale présente des amplitudes thermiques saisonnière et journalière plus faibles, ainsi que des précipitations moins abondantes que l'arrière-pays.
- La zone couverte par la forêt landaise présente une amplitude thermique journalière plus forte, en raison de son sol sableux.



Fig. 1. Carte du relief de Gironde (source : Atlas des paysages de la Gironde, Conseil Départemental)

Au-delà de ces contrastes, qui demeurent peu marqués en moyenne mensuelle et annuelle, le climat girondin présente une certaine homogénéité.

Aussi, nous considérerons que les données de la station Météo-France de Mérignac – qui présente des séries de données climatiques de plusieurs décennies (depuis 1946) – sont à même de rendre compte de la situation climatique moyenne à l'échelle de la Gironde.



N.B. : la courbe pleine représente la température moyenne et les courbes en pointillées les températures minimale et maximale moyennes.

Fig. 2. Diagramme ombrothermique de la Gironde (Artelia, d'après les données de la station de Mérignac, 2015)

Températures et amplitude thermique :

Les températures moyennes en Gironde sont régulées par l'influence océanique, avec une moyenne de 5 à 7 °C en hiver et de 18 à 20°C en été.

L'amplitude thermique, qui désigne la différence entre la température minimale et la température maximale sur une période donnée, est relativement élevée (9,6°C en moyenne mensuelle). Elle est plus élevée au printemps et surtout en été, en raison principalement de la durée relative plus longue du jour par rapport à la nuit.

Notons qu'en milieu urbain dense – en particulier au cœur de l'agglomération bordelaise – la minéralisation de l'espace et la production de chaleur liée au fonctionnement de la ville réduisent cette amplitude thermique en été. On parle d'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU).

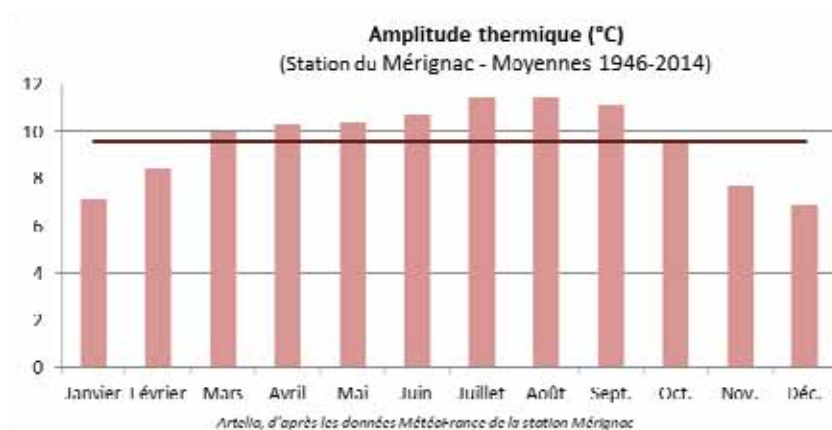


Fig. 3. Amplitude thermique mensuelle en Gironde (Artelia, d'après les données de la station de Mérignac, 2015)

Précipitations et phénomènes associés :

Les précipitations en Gironde sont abondantes et réparties sur l'ensemble de l'année. Il existe néanmoins un contraste notable entre la période estivale (50 à 60 mm par mois) et hivernale (90 à 100 mm par mois).

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Cumul Précipitations en moyenne mensuelle (mm) – 1946-2014	92,2	77,3	67,7	68,9	72	62,8	50,1	59,7	79,4	85,3	103,4	105,2	924
Nb moyen mensuel de jours où cumul > 10 mm – 1981-2010	2.9	2.2	1.7	2.4	2.6	1.9	1.6	1.6	2.9	3	4.2	3.7	30,7
Nb de jours où les précipitations ont été > 40mm depuis 1946	4	2	0	1	4	5	6	3	9	10	5	3	52

Le territoire est régulièrement soumis à des épisodes de fortes pluies, principalement en automne et le plus souvent associés à des phénomènes orageux. Ceci révèle, dans certains secteurs du territoire, une exposition élevée à certains risques :

- Risque d'inondation par ruissellement et accumulation des eaux pluviales dans les points bas, qui concerne en particulier les zones urbanisées (l'artificialisation des sols favorise le ruissellement).
- Risques d'érosion, voire de glissement de terrain et de coulées de boues, en particulier dans les secteurs de forte pente.



Fig. 4. Inondation de la gare St Jean à Bordeaux en juillet 2013, suite à un épisode orageux intense

(Crédits photo : Nicolas Tucat, AFP)

Sécheresses :

En dépit de précipitations relativement abondantes et réparties sur l'ensemble de l'année, la Gironde est régulièrement confrontée à des épisodes de sécheresses.

Nous distinguerons deux types de sécheresses¹ :

- La **sécheresse hydrologique**, qui se caractérise par une **réduction de la disponibilité des ressources en eau prélevables dans les masses d'eau** superficielles (baisse du débit des cours d'eau) et souterraines (baisse du niveau des nappes). Elle résulte d'une réduction des cumuls de précipitations en automne et en hiver, lorsque les nappes se rechargent en eau, le plus souvent sur plusieurs années consécutives.
- La **sécheresse agricole** (ou édaphique), qui se caractérise quant à elle par un **déficit de la réserve en eau des sols**. Elle est donc avant tout fonction de la réserve utile des sols, très variable localement. Ainsi, une parcelle agricole dont les sols présentent une réserve utile élevée pourra faire face à une absence de précipitations durant plusieurs jours.

L'évolution de la réserve en eau des sols est fonction des précipitations, mais également de la température de l'atmosphère : plus la température est élevée, plus la demande en eau des végétaux (l'évapotranspiration) sera forte.

Le tableau ci-dessous présente les principales sécheresses ayant touché le territoire girondin :

Année	Type de sécheresse	Description
1949	Hydrologique et agricole	Déficit de précipitations important de septembre 1948 à août 1949 (excepté en mai et juin), particulièrement marqué en juillet et août. Températures estivales élevées en juillet et août.
1976	Hydrologique et agricole	Hiver 1975-1976 sec (déficit de recharge des nappes) Printemps 1976 très sec. Températures printanières et estivales élevées.
1989-1990	Hydrologique et agricole	Automnes et hivers 1988-1989 et 1989-1990 secs. Été 1989 sec (sécheresse agricole) Printemps / été 1990 secs (sécheresse hydro surtout car pluies en avril et en juin). Températures printanières (surtout en mars et mai) et estivales élevées (surtout en juillet et août) pour les deux années.
2003	Agricole	Printemps et été très secs (hormis en juillet). Températures printanières et estivales très élevées.
2005	Hydrologique et agricole	Hiver 2004-2005 très sec. Printemps et été secs (hormis en avril). Températures printanières et estivales élevées.
2011	Hydrologique et agricole	Hiver 2010-2011 sec. Températures printanières très élevées (surtout en avril et mai).

¹ AMIGUES J.P., P. DEBAEKE, B. ITIER, G. LEMAIRE, B. SEGUIN, F. TARDIEU, A. THOMAS (éditeurs), 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, Rapport, INRA (France), 380 pages + annexes.

1.2. TENDANCES D'EVOLUTION OBSERVEES JUSQU'A AUJOURD'HUI

Le changement climatique est une réalité mesurée : l'observation des paramètres climatiques par Météo-France a notamment permis de mettre en évidence des tendances d'évolution significatives pour les paramètres climatiques de température, aux échelles nationale, régionale et locale.

Les graphiques qui suivent fournissent un aperçu de cette évolution pour la Gironde, à partir des données disponibles pour la station Météo-France de Mérignac, qui présente les séries statistiques les plus longues (1946-2014).

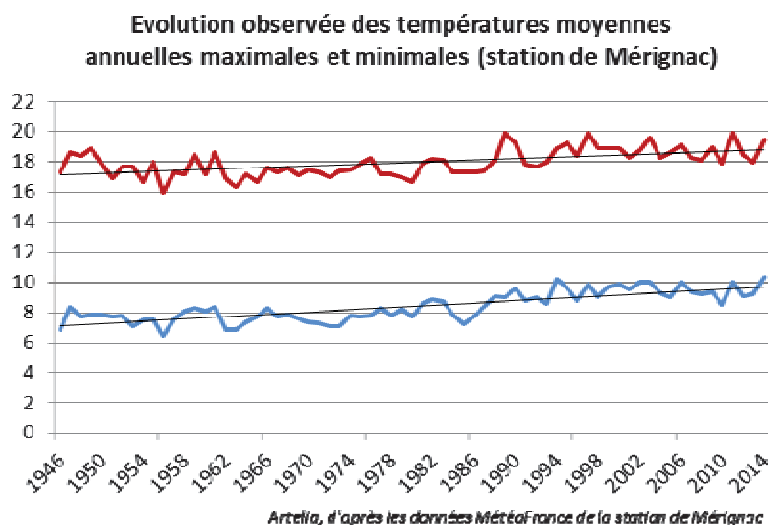


Fig. 5. Evolution observée des températures minimales et maximales (Artelia, d'après les données disponibles sur le site infoclimat.fr pour la station de Mérignac, 2015)

D'après Météo-France, **les températures moyennes ont augmenté d'environ 1,2°C depuis le début du siècle en Aquitaine²**. L'observation des données de la station de Mérignac confirme ce constat. Comme l'illustre le graphique ci-dessus, les températures moyennes minimales ont augmentées plus fortement que les températures moyennes maximales.

L'approche saisonnière révèle quant à elle une augmentation plus rapide des températures estivales, comparativement aux températures hivernales :

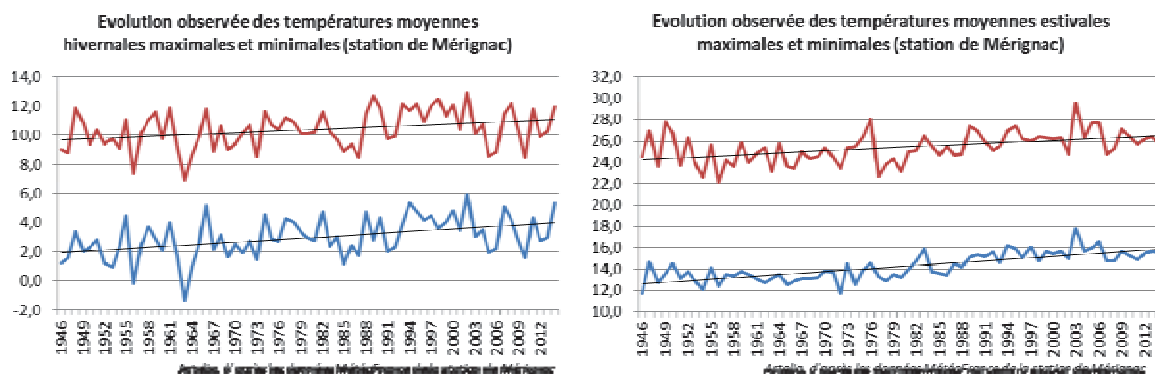
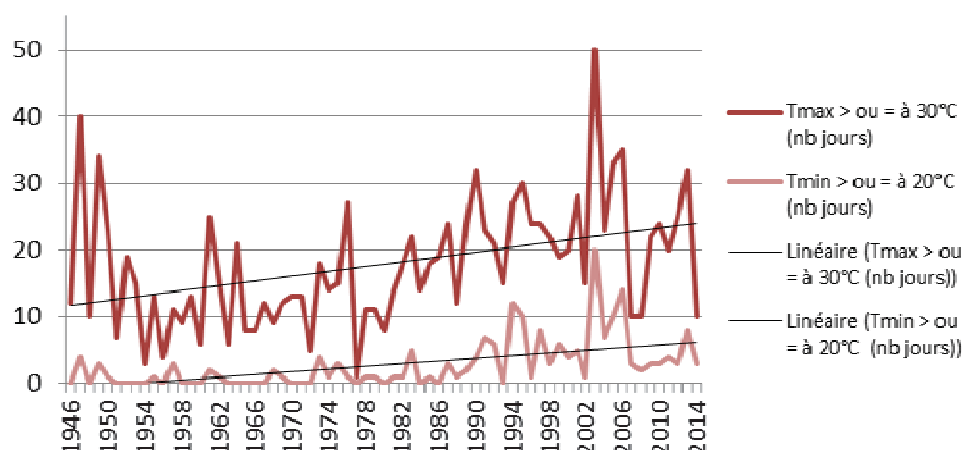


Fig. 6. Evolution observée des températures minimales et maximales en hiver et en été (Artelia, d'après les données disponibles sur le site infoclimat.fr pour la station de Mérignac, 2015)

² LE TREUT, *Les impacts du changement climatique en Aquitaine*, 2013.

Cette tendance moyenne s'accompagne, en dépit d'une forte variabilité interannuelle, d'une augmentation tendancielle forte de l'exposition aux canicules et d'une baisse tendancielle toute aussi forte de l'exposition aux épisodes de froids (cf. graphiques ci-après).

Evolution des occurrences de fortes chaleurs (station de Mérignac)



Artelia, d'après les données MétéoFrance de la station de Mérignac

Fig. 7. Evolution observée du nombre annuel de jours de fortes chaleurs : température maximale supérieure à 30°C et température minimale supérieure à 20°C (Artelia, d'après les données disponibles sur le site infoclimat.fr pour la station de Mérignac, 2015)

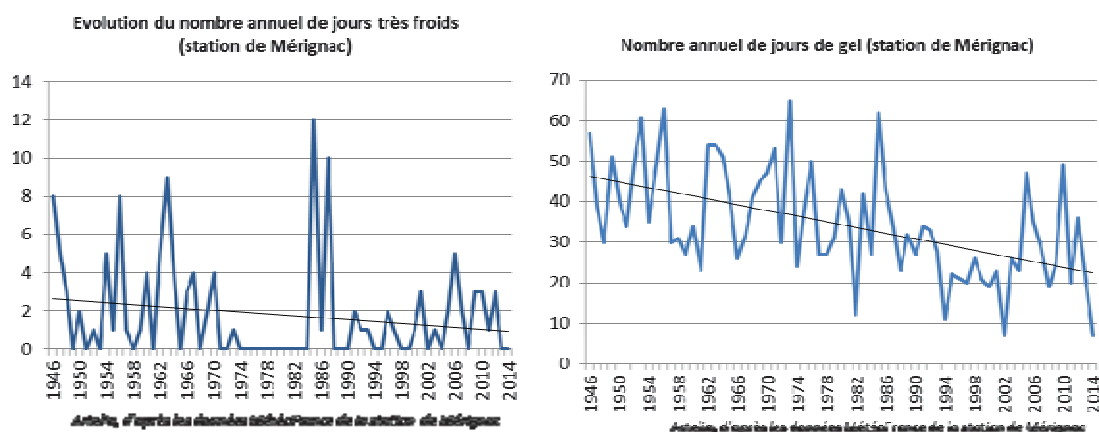


Fig. 8. Evolution observée du nombre annuel de jours sans dégel : température maximale inférieure ou égale à 0°C et de jours de gel (Artelia, d'après les données disponibles sur le site infoclimat.fr pour la station de Mérignac, 2015)

Attention : la mise en évidence d'une tendance moyenne à la réduction des épisodes de grand froid ne doit pas occulter la forte variabilité de la fréquence et de l'intensité de tout événement climatique. **Cette tendance à la baisse ne signifie pas la disparition d'épisodes majeurs de grand froid ponctuels**, avec d'importantes conséquences pour le territoire.

L'évolution des **cumuls de précipitations en moyenne annuelle** révèle une certaine stabilité, autour de 920 mm par an. **Aucune tendance à la baisse ou à la hausse significative ne se dessine au regard des données disponibles.**

L'examen des données saisonnières révèlent néanmoins une légère tendance à la baisse des cumuls de précipitations en période estivale et hivernale, compensée par une hausse notable au printemps (plus légère en automne).

Précipitations moyennes annuelles (station de Mérignac)

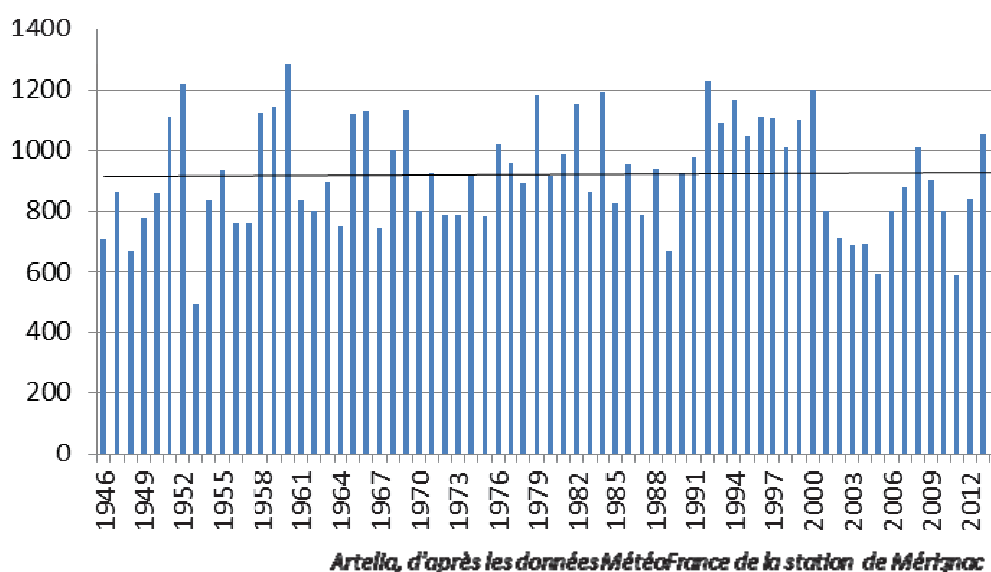


Fig. 9. Evolution observée des précipitations moyennes annuelles (Artelia, d'après les données disponibles sur le site infoclimat.fr pour la station de Mérignac, 2015)

1.3. L'EVOLUTION ATTENDUE DU CLIMAT AU XXIEME SIECLE

1.3.1. Du climat observé jusqu'à aujourd'hui au climat futur modélisé

Le changement climatique est donc déjà une réalité en Gironde.

Les scientifiques du GIEC sont partis de cette observation de l'évolution du climat et ont cherché à en déterminer les causes. Leurs travaux ont permis d'établir, avec un très faible niveau d'incertitude, **une corrélation entre l'évolution observée des températures moyennes atmosphériques et l'évolution de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre** (notamment de CO₂). Ceci avec une **incidence majoritaire des activités humaines** émettrices de ces gaz (industrie, production et consommation d'énergie dans les transports, les bâtiments, agriculture et élevage, etc.).

Quelques conclusions du 5^{ème} rapport du GIEC (Volet I, 2013)

« La concentration du dioxyde de carbone a augmenté de 40 % depuis l'époque préindustrielle. Cette augmentation s'explique en premier lieu par l'utilisation de combustibles fossiles et en second lieu par le bilan des émissions dues aux changements d'utilisation des sols. »

« L'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie [...]. »

« On détecte l'influence des activités humaines dans le réchauffement de l'atmosphère et de l'océan, dans les changements du cycle global de l'eau, dans le recul des neiges et des glaces, dans l'élévation du niveau moyen mondial des mers et dans la modification de certains extrêmes climatiques. On a gagné en certitude à ce sujet depuis le quatrième Rapport d'évaluation. Il est extrêmement probable que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX^e siècle. »

« De nouvelles émissions de gaz à effet de serre impliqueront une poursuite du réchauffement et des changements affectant toutes les composantes du système climatique. Pour limiter le changement climatique, il faudra réduire notablement et durablement les émissions de gaz à effet de serre. »

C'est en s'appuyant sur ces conclusions que le GIEC a modélisé l'évolution du climat au XXI^{ème} siècle, en se fondant sur différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, fonctions de l'évolution du contexte démographique et économique, ainsi que des choix en matière de politique énergétique. Par exemple, un scénario vertueux pourrait consister à tendre vers une économie non carbonée fondée sur les énergies renouvelables. La réduction consécutive des émissions de gaz à effet de serre atténuerait ainsi le changement climatique.

Météo-France (CNRM) et l'IPSL (LSCE) ont déclinés ces scénarios à l'échelle nationale et régionale à l'aide de leurs modèles respectifs Aladin et WRF.

Les données présentées dans les pages qui suivent sont produites par le CNRM (Centre National de Recherche Météorologique) et extraites du portail DRIAS (<http://www.drias-climat.fr/>). Trois types de données sont disponibles pour chaque paramètre :

- **Les données de l'état de référence** : moyenne sur la période 1976-2005.
- **Les données présentant l'évolution projetée du paramètre à deux horizons** proche (2021-2050) et lointain (2071-2100). Ceci **à partir des données du scénario GIEC RCP 4.5, jugé médian** et décliné en France par le modèle ALADIN du CNRM.

Ces données, cartographiées dans l'annexe 1, rendent compte de l'**exposition du territoire de la Gironde à l'évolution attendue du climat au XXI^{ème} siècle**.

1.3.2. Les paramètres de températures

1.3.2.1. TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES, HIVERNALES ET ESTIVALES

Situation moyenne à l'échelle départementale :

L'examen de l'évolution attendue des températures au XXI^{ème} siècle souligne une **tendance significative à la hausse ; + 2,2°C en moyenne annuelle d'ici la fin du siècle** ; plus marquée en été qu'en hiver. Cela marque une accélération du réchauffement, qui n'a été que d'environ 1°C entre 1946 et 2014 (d'après les données de la station de Mérignac).

Tabl. 1 - Températures moyennes actuelles et projetées au XXI^{ème} siècle en Gironde (Artelia, 2015 ; d'après les données du CNRM, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

	Moyenne annuelle	Moyenne hivernale	Moyenne estivale
Référence 1976-2005	12,8°C	6,4°C	19,4°C
2021-2050	13,8°C	7,0°C	20,5°C
2041-2070	13,9°C	7,2°C	20,9°C
2071-2100	15,0°C	8,2°C	21,9°C

Contrastes à l'échelle des SCoT (cf. cartes en annexe 1) :

Le climat girondin est marqué par un contraste thermique net entre le littoral (incluant l'estuaire de la Gironde) et l'intérieur des terres, directement lié à l'influence océanique.

Le changement climatique devrait accroître ce contraste, en particulier en période estivale. Selon les simulations de Météo-France, **les températures moyennes augmenteront plus rapidement à l'intérieur des terres que sur la bande littorale. Cette hausse deviendra significative à partir de la seconde moitié du siècle.**

1.3.2.2. VAGUES DE CHALEUR

Situation moyenne à l'échelle départementale :

Les simulations disponibles soulignent une très forte hausse de l'exposition (multipliée par 4 à 6 selon l'indicateur) du territoire girondin aux épisodes caniculaires.

Tabl. 2 - Canicules actuelles et projetées au XXI^{ème} siècle en Gironde (Artelia, 2015 ; d'après les données du CNRM, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

	Nombre de jour de vague de chaleur (moyenne annuelle)	Nombre de nuits tropicales (moyenne annuelle)
Référence 1976-2005	8,4	2,2
2021-2050	20,7	7,2
2041-2070	21,2	9,2
2071-2100	38,0	14,8

NB : une nuit est tropicale si la température minimale quotidienne dépasse le seuil de 25°C. Les jours de vague de chaleur sont les jours pour lesquels la température maximale quotidienne dépasse de plus de 5°C une valeur climatologique de référence, mais en ne comptant que les jours appartenant à une série de plus de cinq jours chauds consécutifs.

Contrastes à l'échelle des SCoT (cf. cartes en annexe 1) :

Comme pour les températures moyennes, on observe aujourd'hui une exposition aux vagues de chaleur plus forte dans une large moitié est du département que sur la bande littorale.

Toutefois, la hausse de la fréquence des vagues de chaleur liée au changement climatique semble relativement homogène sur l'ensemble du territoire. **Dès la première moitié du XXI^{ème} siècle, l'ensemble du territoire sera concerné par une forte hausse de la fréquence et de l'intensité des canicules.**

1.3.3. Les paramètres liés aux précipitations**1.3.3.1. CUMULS DE PRECIPITATIONS MOYENS ANNUELS, HIVERNAUX ET ESTIVAUX****Situation moyenne à l'échelle départementale :**

Aucune tendance significative ne se dessine quant à l'évolution des cumuls de précipitation en moyenne annuelle et saisonnière.

Tabl. 3 - Précipitations moyennes actuelles et projetées au XXI^{ème} siècle en Gironde (Artelia, 2015 ; d'après les données du CNRM, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

	Moyenne annuelle	Moyenne hivernale	Moyenne estivale
Référence 1976-2005	893 mm	261 mm	154 mm
2021-2050	939 mm	304 mm	154 mm
2041-2070	938 mm	282 mm	163 mm
2071-2100	847 mm	276 mm	142 mm

Contrastes à l'échelle des SCoT (cf. cartes en annexe 1) :

La forêt des Landes de Gascogne est le secteur le plus marqué par les cumuls de précipitations le plus élevé du département.

Aucune tendance nette ne se dessine quant à l'évolution des précipitations moyennes à l'échelle infra-départementale, comme l'illustrent les cartes produites à partir des données de Météo-France.

1.3.3.2. NOMBRE ANNUEL DE JOURS DE FORTES PRECIPITATIONS

Situation moyenne à l'échelle départementale :

Comme pour les précipitations moyennes annuelles, aucune tendance significative n'apparaît quant à l'évolution de la fréquence des épisodes de fortes précipitations au XXIème siècle.

Tabl. 4 - Jours de fortes précipitations actuel et projetés au XXIème siècle en Gironde (Artelia, 2015 ; d'après les données du CNRM, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

	Nombre de jours où les précipitations sont supérieures à 20 mm (en moyenne annuelle)
Référence 1976-2005	6,5
2021-2050	6,4
2041-2070	7,2
2071-2100	6,7

Contrastes à l'échelle des SCoT (cf. cartes en annexe 1) :

De même que pour les précipitations moyennes, la forêt des Landes de Gascogne est le secteur le plus marqué par les épisodes de fortes précipitations ; et **aucune tendance nette ne se dessine quant à l'évolution des précipitations moyennes à l'échelle infra-départementale.**

1.3.4. Les sécheresses

Situation moyenne à l'échelle départementale :

L'exposition aux épisodes de sécheresses devrait augmenter de façon significative à partir de la seconde moitié du XXIème siècle.

Tabl. 5 - Sécheresses actuelles et projetées au XXIème siècle en Gironde (Artelia, 2015 ; d'après les données du CNRM, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

	Nombre de jour (en moyenne annuelle)
Référence 1976-2005	24,4
2021-2050	26,9
2041-2070	24,8
2071-2100	31,6

Contrastes à l'échelle des SCoT :

Le secteur de l'estuaire de la Gironde et de la vallée de la Dordogne est actuellement le plus exposé aux sécheresses.

Le changement climatique devrait se traduire par une **aggravation et une généralisation de cette exposition aux sécheresses** sur l'ensemble du territoire girondin, en particulier **au cours de la seconde moitié du XXIème siècle.**

1.3.5. L'élévation du niveau marin

A l'échelle globale, le niveau marin a augmenté de 1,7 mm/an entre 1901 et 2010. Cette élévation a connu une accélération au cours des dernières décennies : 3,2 mm/an entre 1993 et 2014.

Selon les données du 5^{ème} rapport du GIEC (IPCC, 2013, AR5), **le niveau marin pourrait s'élever jusqu'à 80 cm à l'horizon 2100** (par rapport au niveau marin de la fin du XX^{ème} siècle), avec des conséquences importantes liées à l'aggravation des risques littoraux (érosion et submersion) et l'intrusion salines dans les aquifères littoraux.

1.4. SYNTHÈSE DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE

Effet du changement climatique	Description de l'exposition de la Gironde	Priorisation	SCoT les plus concernés
Aggravation des épisodes caniculaires	Forte hausse à court et moyen terme	1	Tous
Elévation du niveau marin	Tendance significative à la hausse	1	SCoT littoraux et bordant l'estuaire de la Gironde
Aggravation des épisodes de sécheresse	Hausse significative à moyen et long terme	2	Tous
Aggravation des épisodes de fortes pluies	Pas de tendance significative, mais un enjeu actuel fort	2	Tous

NB : concernant l'évolution des vents et de la fréquence/intensité des tempêtes, les simulations disponibles ne permettent pas de dégager de tendance significative à la hausse ou à la baisse par rapport à la situation actuelle³.

L'analyse des données disponibles quant à l'évolution attendue des paramètres climatique en Gironde au XXI^{ème} siècle révèle deux enseignements majeurs :

- Il est certain que l'ensemble des SCoT girondins est concerné par le changement climatique.
- Les SCoT concernés par l'élévation du niveau marin – donc de celui de l'estuaire – sont à priori les plus exposés au changement climatique : SCoT du Bassin d'Arcachon et du Val de Leyre, SCoT des lacs Médocains, SCoT de la Pointe du Médoc, SCoT Médoc 2033, SCoT de Haute Gironde et Sysdau.

³ « On accorde un degré de confiance faible aux projections de tempêtes et d'ondes de tempêtes associées, d'échelle régionale. » (5^{ème} rapport du GIEC, GT1, Résumé à destination des décideurs).

2. ETUDE DES CONSEQUENCES DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GIRONDE

2.1. CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES CANICULES

2.1.1. Baisse du confort thermique d'été dans l'espace public

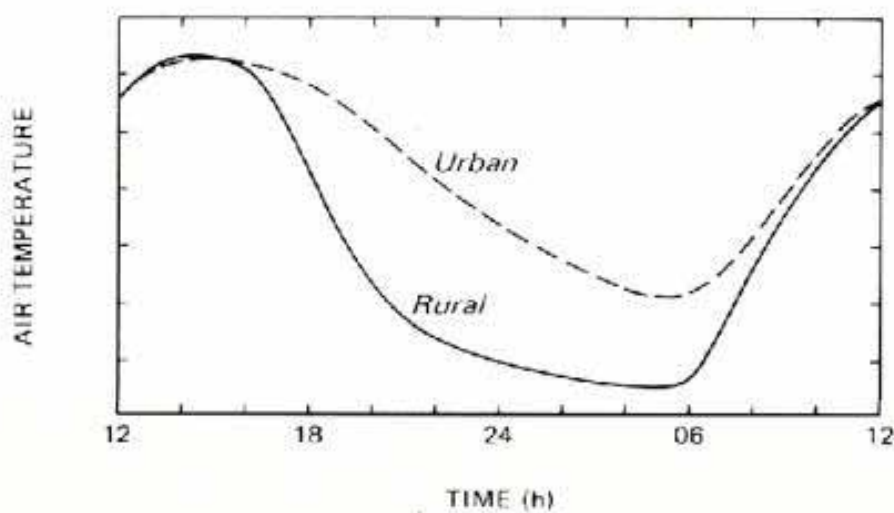
Description générique de cette conséquence :

La canicule entraîne une baisse du confort thermique dans les espaces publics, directement exposés au rayonnement solaire.

Ce phénomène est plus marqué en milieu urbain, pour plusieurs raisons :

- La densité et la minéralisation de l'espace, qui favorisent l'accumulation et la concentration de la chaleur, ainsi que sa restitution nocturne.
- Le fonctionnement des appareils ménagers et de production de froid ; et l'activité économique en général (transports, data center, etc.) ; qui produisent de la chaleur additionnelle.

On parle d'**Effet Îlot de Chaleur Urbain (IECU)**. En milieu rural, la végétalisation de l'espace favorise à l'inverse le rafraîchissement nocturne (liée à l'évapotranspiration des plantes).



N.B. : l'axe des ordonnées figure la température de l'air (5°C par unité), celui des abscisses figurant l'heure du jour.

Fig. 10. Evolution des températures journalières selon l'occupation du sol (urbain ou rural) – Source : Centre National de Recherche Météorologique – CNRM

Dans la perspective d'une **augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules liée au changement climatique** – et en l'absence de mesure d'anticipation – la **sensation d'inconfort liée à la chaleur dans l'espace public se trouvera renforcée, en particulier en milieu urbain.**

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Le territoire le plus concerné par cette conséquence du changement climatique est l'agglomération bordelaise : la densité urbaine et la minéralisation de l'espace y favorisent la formation d'îlots de chaleur. L'éloignement relatif du littoral renforce cette sensibilité.

La sensibilité aux fortes chaleurs dans l'espace public est moins marquée dans le reste du département, hormis au cœur des quelques villes moyennes de l'intérieur : Libourne et Langon notamment.

Le projet INTERREG Adaptaclima II (2012-2014)

La Ville de Bordeaux a pris part à ce projet européen en partenariat avec l'Association Climatologique de Moyenne Garonne (ACMG), en vue d'étudier le phénomène des îlots de chaleur urbains et de proposer des actions concrètes destinées à en limiter les effets.

Le projet a permis, via l'analyse d'images satellites Landsat, de suivre l'évolution des îlots de chaleur urbains en fonction de celle de l'aménagement urbain sur plusieurs décennies.

Site du projet : <http://www.adaptaclima.eu>

La Communauté Urbaine de Bordeaux a mené une démarche similaire à son échelle, en réalisant une cartographie des îlots de chaleur et en établissant des recommandations curatives (pour les quartiers existants) et préventives (à prendre en compte dans les projets d'aménagement).

Indicateurs disponibles :

- Densité de population, INSEE, échelle communale.
- Données thermographiques, ACMG, échelle de l'agglomération bordelaise.
- Indicateur d'artificialisation des sols, échelle cantonale, SOeS (à partir des données de la base Corine Land Cover, 2006).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Aménagement urbain	Sysdau

La baisse potentielle du confort thermique dans l'espace public est un enjeu essentiel pour le territoire du SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise (Sysdau).

2.1.2. Baisse du confort thermique d'été dans les logements**Description générique de cette conséquence :**

Deux éléments permettent de qualifier la sensibilité à la baisse du confort thermique estival dans les bâtiments :

- La qualité thermique du bâtiment lui-même : sur ce point, les bâtiments individuels présentent souvent une plus forte sensibilité (quatre façades et une toiture exposées aux influences du climat).
- L'environnement immédiat du bâtiment : en milieu urbain, la densité de bâtiments et la minéralisation de l'espace renforcent la sensibilité à l'inconfort thermique.

On notera que la baisse du confort thermique d'été est susceptible d'affecter les personnes dans leur logement.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Comme l'illustrent les deux graphiques qui suivent, **le parc de logements girondin est dominé par les maisons individuelles (près de 65% du parc).**

Par ailleurs, **près d'un quart du parc (23%) a été construit au cours des Trente Glorieuses** : le coût peu élevé de l'énergie et les techniques de construction de cette époque ont conduit à des logements à la qualité thermique souvent médiocre.

Plus globalement, plus de la moitié des logements ont été construits avant la première réglementation thermique (1975).

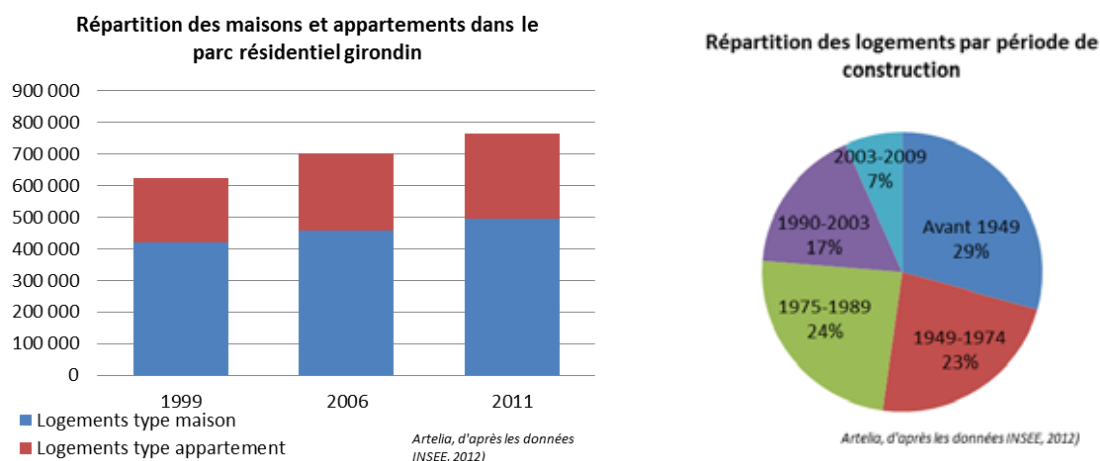


Fig. 11. Caractéristiques du parc de logements de la Gironde éclairant sa sensibilité à la baisse du confort thermique (Artelia, d'après les données INSEE, 2012)

Ces chiffres traduisent **une sensibilité globalement élevée à l'inconfort thermique estival dans les logements à l'échelle départementale⁴.**

Au-delà de cette approche générale liée à la qualité thermique des logements, la sensibilité à cette conséquence du changement climatique se trouve **renforcée en milieu urbain, notamment dans l'agglomération bordelaise**, pour deux raisons :

- **L'environnement urbain des logements**, qui favorise la formation d'îlots de chaleur (voir paragraphe précédent).
- La **suroccupation des logements**, en moyenne plus élevée qu'en milieu rural : selon les chiffres de l'INSEE (2010), 4,7 % des logements sont suroccupés en Gironde, 11% à l'échelle de la Ville de Bordeaux.

⁴ N.B. : ces chiffres relèvent d'une approche globale. Ils ne rendent pas compte d'une situation locale souvent plus complexe. Ainsi, une maison en pierre de taille présente souvent une forte inertie thermique permettant de conserver la fraîcheur dans le logement pendant plusieurs jours en situation de canicule.

- **La concentration des ménages en situation de précarité énergétique et sensibles aux fortes chaleurs** : l'ADEME Aquitaine a menée en 2014 une étude sur la précarité énergétique en Aquitaine⁵. Quatre profils de ménages en situation de précarité énergétique ont été établis. Deux d'entre eux correspondent à des populations sensibles aux fortes chaleurs : « ménages modestes ou très modestes âgés de plus de 65 ans et propriétaires de maisons individuelles » (cf. cartes ci-après).

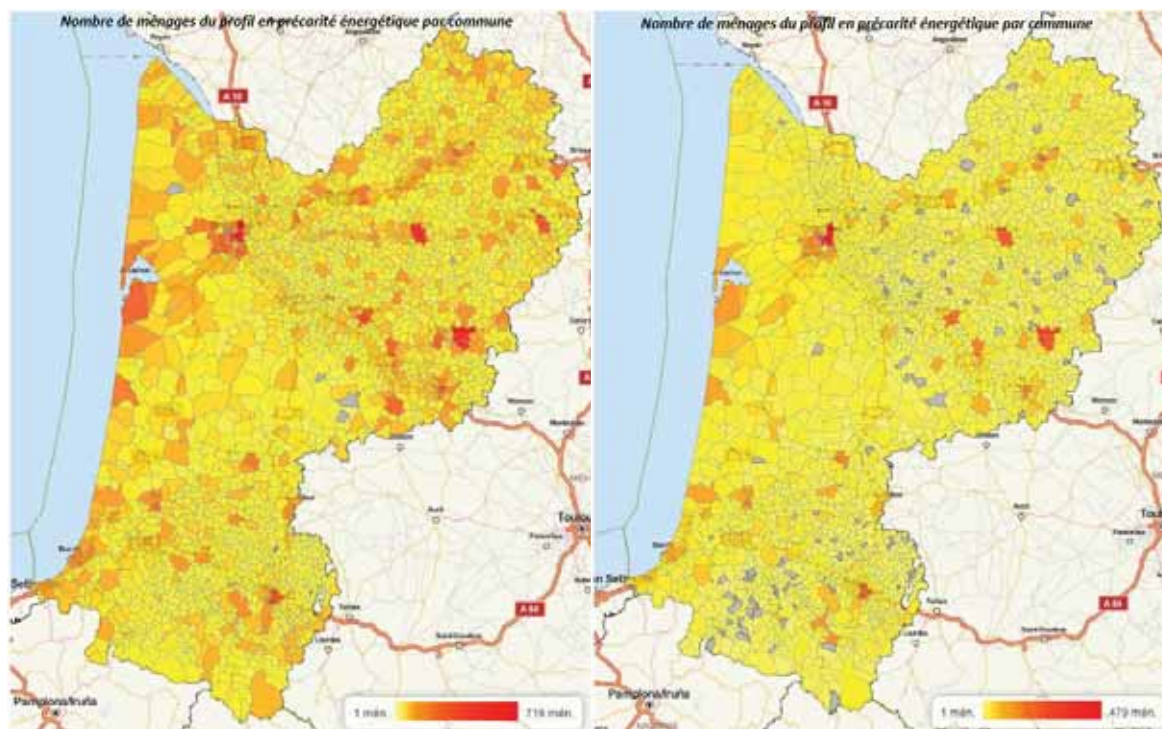


Fig. 12. Cartes du nombre de ménages en situation de précarité énergétique en Aquitaine (ménages âgés de plus de 65 ans et propriétaires de maisons individuelles, très modestes à gauche et modestes à droite) – ADEME Aquitaine, 2014

Les populations âgées présentent en effet une forte sensibilité aux vagues de chaleur, comme l'a montré la surmortalité de cette population lors de la canicule d'août 2003. **Le niveau de revenu des ménages révèle quant à lui la capacité à investir pour la réhabilitation thermique des logements, l'équipement en système de refroidissement et/ou la capacité à payer la facture énergétique pour ce refroidissement.**

La précarité énergétique est aujourd'hui essentiellement hivernale, liée à la difficulté des ménages à honorer leur facture énergétique liée au chauffage. La hausse attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires pourrait conduire à **l'apparition d'une précarité énergétique estivale, particulièrement marquée en milieu urbain, notamment dans l'agglomération bordelaise.**

⁵ Etude pour la réalisation d'un diagnostic et d'un plan d'actions en matière de soutien à la lutte contre la précarité énergétique, ADEME Aquitaine, 2014.

Indicateurs disponibles :

- Part des logements construits entre 1949 et 1975 (Trente Glorieuses, avant la première réglementation thermique) dans le parc résidentiel, INSEE, échelle communale.
- Proportion des maisons individuelles dans le parc résidentiel, INSEE, échelle communale.
- Nombre de ménages modestes âgés de plus de 65 ans et propriétaires d'une maison individuelle, échelle communale, ADEME Aquitaine (étude réalisée en 2014).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Construction / rénovation des bâtiments Gestion du patrimoine du Département Social / lutte contre la précarité énergétique dans les logements	Sysdau en priorité Tous les autres SCoT dans une moindre mesure

Etant données les caractéristiques thermiques du parc résidentiel girondin, la baisse du confort thermique estival dans les logements constitue un enjeu pour tous les territoires SCoT du département.

Le SCoT du Sysdau est le plus concerné, dans la mesure où il concentre d'autres facteurs de vulnérabilité : îlot de chaleur urbain, suroccupation des logements et situation de précarité énergétique.

2.1.3. Baisse du confort thermique d'été dans les bâtiments recevant du public

Description générique de cette conséquence :

Au-delà des logements, la baisse du confort thermique concerne tout particulièrement les établissements recevant du public (ERP), plus spécifiquement lorsqu'ils accueillent des populations sensibles aux fortes chaleurs : personnes âgées (EHPAD, maisons de retraite, etc.) et jeunes enfants (crèches et établissements scolaires).

En deçà d'un certain seuil de températures, défini par le Préfet de Région, ces établissements sont contraints de fermer leurs portes.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Il est difficile d'estimer la sensibilité spécifique du territoire girondin à cette conséquence du changement climatique, qui dépend pour l'essentiel de la qualité thermique et de l'environnement de chacun des bâtiments en question pris individuellement (EHPAD, crèche, collège, etc.).

Cette sensibilité interroge néanmoins les pratiques actuelles de :

- Rénovation / réhabilitation des ERP existants.
- Construction de nouveaux ERP.

Pour ce qui concerne les collèges⁶, toute opération de réhabilitation lourde ou de construction neuve doit permettre, en cas de température extérieure supérieure à 32°C, de maintenir une température intérieure inférieure de 5°C, en tenant compte de l'usage et du taux d'occupation du bâtiment (une tolérance de 10 jours annuel maximum de dépassement est acceptée).

Indicateurs disponibles :

- Pas d'indicateur identifié.

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Construction / rénovation des bâtiments Gestion du patrimoine du Département Continuité du service public (en relation avec le confort d'été dans les ERP notamment)	Tous les territoires SCoT

La baisse du confort thermique d'été dans les ERP constitue un enjeu prioritaire pour le Département, qui accompagne les ERP accueillant des populations sensibles aux fortes chaleurs et gère les collèges (construction/rénovation). Il assure par ailleurs le rôle de chef de filat pour les compétences « action sociale, développement social et contribution à la résorption de la précarité énergétique » et « autonomie des personnes ».

Au-delà du Département, l'ensemble des communes et EPCI sont également directement concernés, via leurs politiques sanitaires et sociales (portées notamment par les CCAS).

2.1.4. Augmentation de la demande énergétique estivale

Description générique de cette conséquence :

En l'absence de mesures d'adaptation visant à améliorer le confort thermique estival dans les bâtiments et dans les espaces publics urbanisés (EICU), **la hausse de la récurrence des épisodes de fortes chaleurs devrait conduire à une forte augmentation de la demande énergétique en été**, pour le rafraîchissement des bâtiments résidentiels et tertiaires (climatisation, ventilation, etc.). En effet, les habitants et les entreprises qui en ont les moyens auront tendance à s'équiper en systèmes de refroidissement et/ou à augmenter l'utilisation des appareils producteurs de froid (réfrigérateurs, ventilateurs, instruments industriels de refroidissement, climatiseurs, etc.).

A l'échelle nationale, le retour d'expérience de la **canicule d'août 2003** a ainsi montré une **hausse de la consommation d'électricité de 5 à 10%**.

Les pics de consommation d'électricité, que nous connaissons actuellement lors des épisodes de grands froids (forte demande pour le chauffage), pourraient ainsi être de plus en plus fréquents en période estivale. **Dans le même temps, la baisse du débit des cours d'eau**, notamment à l'étiage (plus bas débit annuel) et la hausse de la température de l'eau des rivières pourraient avoir un effet sur la production d'électricité : manque d'eau et/ou eau trop chaude pour le rafraîchissement des centrales thermiques et nucléaires.

⁶ Source : Direction des Collèges du Conseil Départemental de Gironde.

La conjonction de ces deux conséquences du changement climatique – hausse de la demande électrique estivale et baisse de la production d'électricité – **aurait des conséquences socioéconomiques importantes en cas d'interruption de l'approvisionnement en électricité** : dégradation importante du confort thermique dans les locaux tertiaires et les logements climatisés, interruption de certains transports en commun (TER, Tramway) et centres d'activités, etc.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Comme évoqué dans le paragraphe précédent, les caractéristiques du parc de logements girondin révèlent une forte sensibilité à l'inconfort thermique d'été. **En l'absence de mesure d'adaptation adéquate, la consommation d'énergie en été devrait fortement s'accroître à court terme**, avec la hausse de la fréquence et de l'intensité des canicules.

Consommation d'énergie du secteur tertiaire par commune en 2010

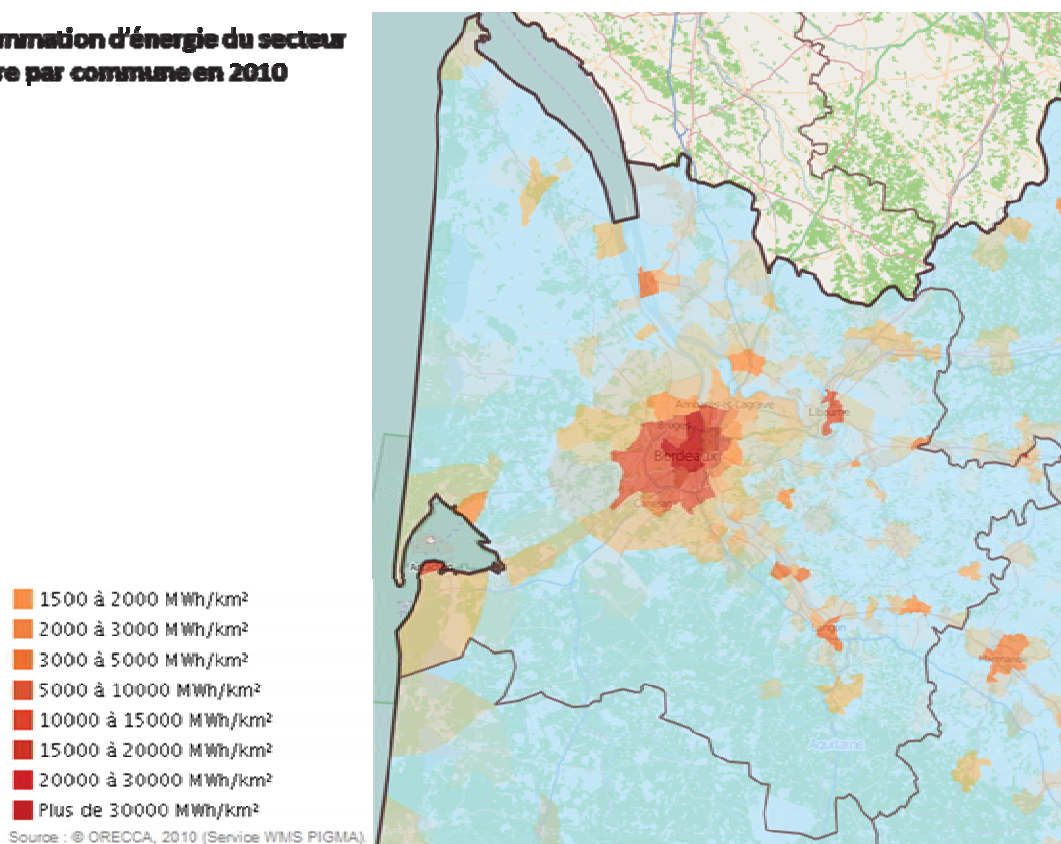


Fig. 13. Consommation d'énergie du secteur tertiaire en 2010 en Gironde (source : ORECCA, 2010)

Dans le même temps, la capacité de production d'électricité en période estivale du réseau national devrait diminuer au cours des prochaines décennies, pour plusieurs raisons :

- La maintenance des centrales est, pour l'essentiel, réalisée en été.
- La saturation locale du réseau : en situation de fortes chaleurs, certains réseaux connaissent des incidents liés à des phénomènes de surchauffe.
- Les débits d'étiage et la hausse de la température des cours d'eau limitent la capacité de refroidissement d'un certain nombre de centrales (thermiques ou nucléaires) et réduit la capacité de production d'énergie hydraulique.

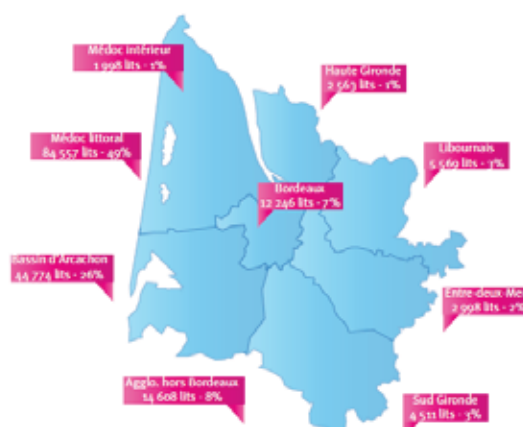
La hausse spontanée de la demande énergétique pourrait donc se trouver confrontée à des problèmes d'approvisionnement en énergie. C'est pourquoi **l'équipement massif des bâtiments résidentiels et tertiaires en systèmes de climatisation ou de ventilation électriques ne constitue pas, à priori, une solution durable à la baisse du confort thermique d'été.**

Cette hausse de la demande en énergie, combinée à un risque accru de rupture de l'approvisionnement en énergie électrique, **pourrait avoir des conséquences non négligeables sur l'économie départementale, en particulier l'économie touristique.**

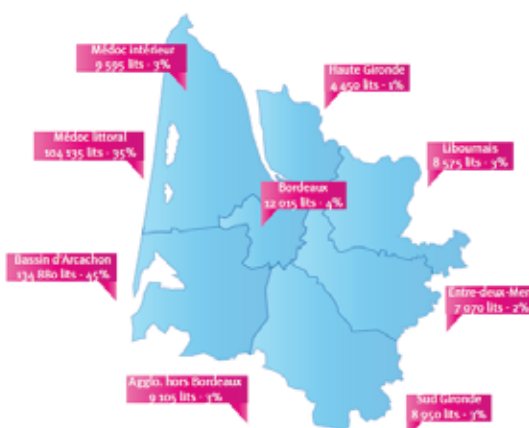
Indicateurs disponibles :

- Part des logements construits entre 1949 et 1975 (Trente Glorieuses, avant la première réglementation thermique) dans le parc résidentiel, INSEE, échelle communale.
- Proportion des maisons individuelles dans le parc résidentiel, INSEE, échelle communale.
- Nombre d'hébergements touristiques, INSEE, échelle communale.
- Nombre de résidences secondaires, INSEE, échelle communale.

● Répartition des lits en hébergements marchands par territoire



● Répartition des lits en résidences secondaires par territoire (hors meublés classés/étiquetés)



Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Activités économiques (notamment tourisme : très consommateur d'énergie en été) Continuité du service public (en relation avec le confort d'été dans les ERP notamment)	Sysdau et SCoT littoraux Tous les autres SCoT dans une moindre mesure

Deux types de territoires SCoT sont les plus concernés par cet enjeu :

- Le SCoT du Sysdau, qui concentre le plus grand nombre de logements et locaux tertiaires consommateurs d'énergie en période de fortes chaleurs (cf. figure 13).
- Les SCoT littoraux, qui accueillent l'essentiel de la population touristique en été, dont les exigences en termes de confort et d'activités conduisent à une forte demande énergétique.

Plus globalement, étant données les caractéristiques thermiques du parc résidentiel girondin, la hausse de la demande en énergie en été constitue un enjeu pour l'ensemble du territoire girondin.

2.1.5. Hausse de la mortalité et de la morbidité liée aux fortes chaleurs

Description générique de cette conséquence :

L'accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires, en affectant le confort thermique dans les bâtiments et en milieu urbain, devrait se traduire par une **augmentation de la sensibilité des populations à la santé fragile en période de forte chaleur**. C'est le cas notamment des personnes âgées, des enfants en bas âge, des travailleurs en extérieur et des populations modestes en situation de précarité énergétique.

Cette sensibilité se trouve **accrue en milieu urbain, où les épisodes caniculaires s'accompagnent souvent de pics de pollution à l'ozone** et aux particules fines, générés notamment par les transports. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules devrait accroître également celle des pics de pollution.

En d'autres termes, cet impact résulte des impacts évalués précédemment, dans ce chapitre consacré aux canicules.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Selon une analyse de l'Institut de Veille Sanitaire portant sur 30% des communes girondines, **la canicule d'août 2003 s'est traduite par une augmentation du nombre de décès par rapport à 2002 de +68% à Bordeaux et de +39% dans les autres communes**⁷.

Ce retour d'expérience souligne la sensibilité élevée d'une partie de la population aux épisodes prolongés de fortes chaleurs, dont la fréquence et l'intensité devrait s'accroître significativement au cours des prochaines décennies. Comme le souligne Jean Jouzel, expert français membre du GIEC : **« En 2050, la canicule de 2003 pourrait devenir la norme. »**.

⁷ InVS, Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France, Bilan et perspectives, octobre 2003.

Au-delà du constat de 2003, **plusieurs facteurs révèlent la sensibilité sanitaire** de la population girondine aux canicules :

- **Le vieillissement de la population** : les personnes âgées présentent une forte sensibilité aux fortes chaleurs (l'essentiel de la surmortalité constatée en 2003 concernait les plus de 65 ans). Comme le souligne les projections de l'INSEE (modèle OMPHALE), la part des plus de 65 ans dans la population devrait croître significativement au cours des prochaines décennies.

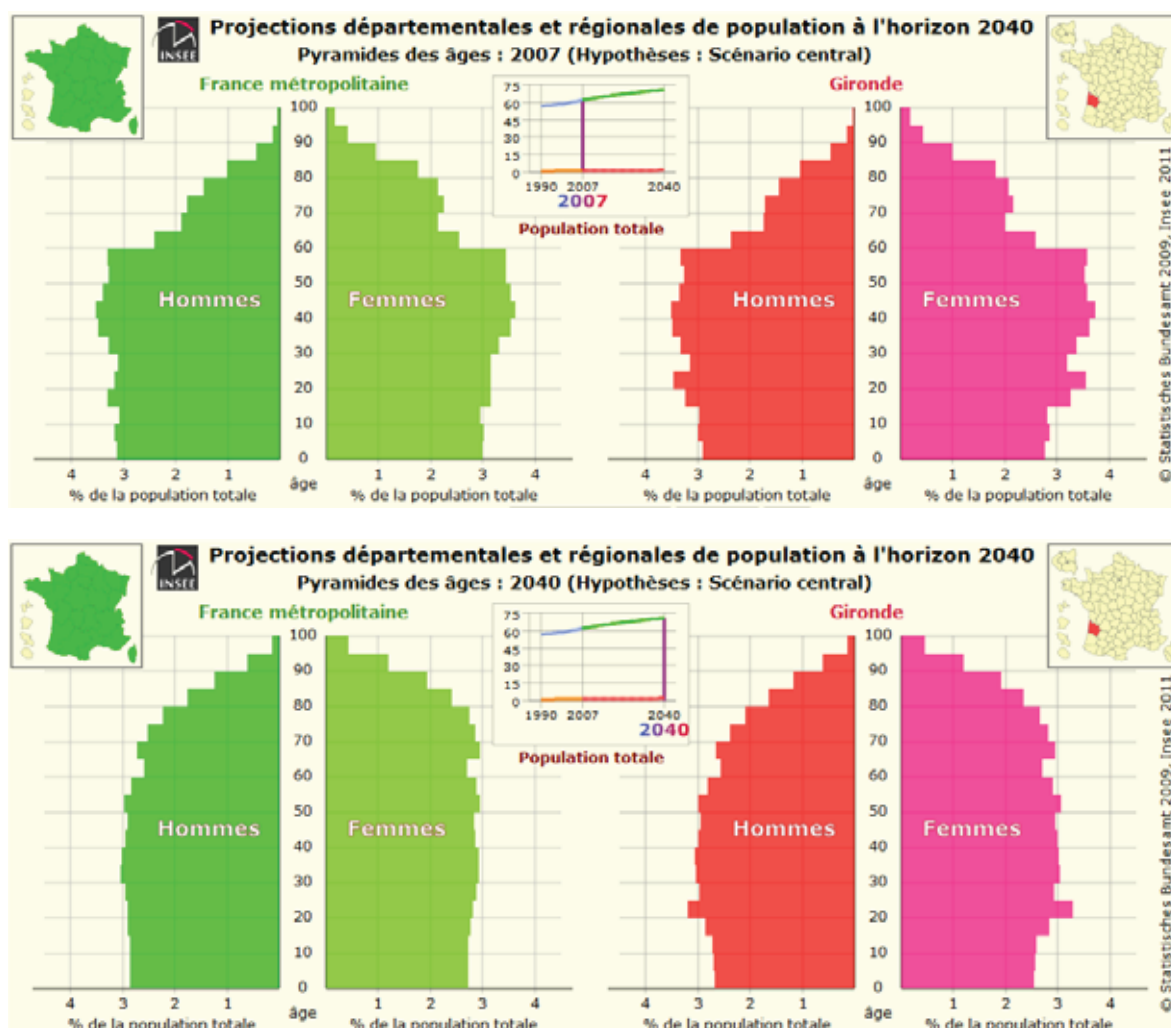


Fig. 14. Evolution de la pyramide des âges entre 2007 (en haut) et 2040 (en bas) en Gironde (à droite) et en France Métropolitaine (à gauche) – Source : INSEE, 2011

Tranches d'âge	2007		2040	
	Gironde	France Métropolitaine	Gironde	France Métropolitaine
0-19 ans	23,8 %	24,8	21,5 %	22,4 %
20-59 ans	60 %	58,7	53,5 %	51,9 %
60 ans et plus	16,2 %	16,5	25 %	25,7 %

- **La qualité thermique des logements** : cf. chapitre 2.1.2.

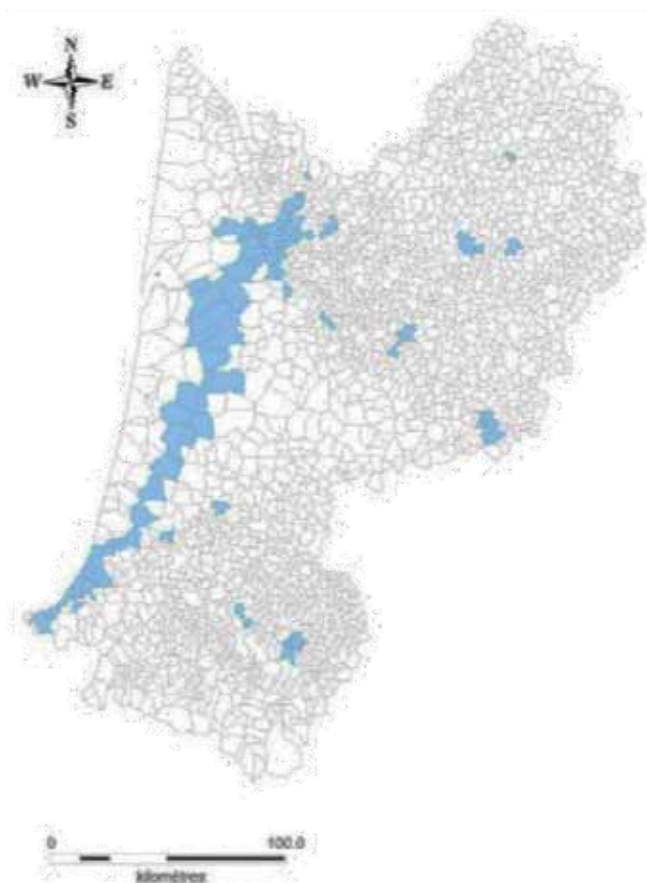
- **L'isolement d'une partie de la population âgée**, en milieu rural comme en milieu urbain. Au-delà de l'isolement social (personnes seules), la question de **l'accessibilité aux soins** constitue un facteur majeur de sensibilité, en particulier en milieu rural.
- **Les situations de précarité énergétique** touchant les populations sensibles aux fortes chaleurs : cf. chapitre 2.1.2.
- **La culture de la chaleur** : de ce point de vue, la Gironde présente une sensibilité plus faible que d'autres territoires français métropolitains. Compte tenu de sa situation méridionale, qui l'expose plus fréquemment à des épisodes de fortes chaleurs, la population girondine dispose d'une plus grande culture de la chaleur que les populations du nord de la France.

Le retour d'expérience de 2003 corrobore ce constat : selon les chiffres de l'INSERM, l'Aquitaine n'a été que la 12^{ème} région française la plus touchée par la surmortalité, derrière des régions comme l'Ile-de-France, la Bourgogne, la Lorraine ou la Picardie⁸.

- La qualité de l'air : les fortes chaleurs, l'ensoleillement et l'absence de vent favorisent la formation de l'ozone, néfaste pour la santé humaine. L'ozone est un polluant dit « secondaire », qui se forme à partir de polluants « primaires », principalement les composés organiques volatiles (COV) et les oxydes d'azote (NOX), produits essentiellement par les transports et l'industrie.

Le temps nécessaire à la formation de l'ozone est suffisant pour permettre aux masses d'air de se déplacer. Aussi, le territoire concerné par la pollution à l'ozone peut être très étendu, ne concernant pas nécessairement les secteurs où ont été produits les polluants primaires (en fonction des vents dominants).

En Gironde, l'agglomération bordelaise concentre la majorité des émissions de polluants atmosphériques et constitue donc le territoire le plus vulnérable pour ce facteur. AirAq souligne également la sensibilité des territoires situés sur un axe nord-sud (cf. carte ci-contre).



Communes sensibles du point de vue de la qualité de l'air (SRCAE Aquitaine, AirAq, 2012)

NB : au-delà de la population âgée, les enfants en bas âges sont également particulièrement sensibles aux épisodes de fortes chaleurs. Il est cependant plus difficile, au regard des données disponibles, de caractériser finement cette sensibilité à l'échelle de la Gironde.

⁸ INSERM, Surmortalité liée à la canicule d'août 2003, 2004.

Indicateurs disponibles :

- Indicateurs de l'Institut de Veille Sanitaire, relayés par la Cellule Interrégionale d'Epidémiologie (CIRE Aquitaine).
- Part des plus de 65 ans dans la population, échelle communale, INSEE.
- Nombre de ménages modestes âgés de plus de 65 ans et propriétaires d'une maison individuelle, échelle communale, ADEME Aquitaine (étude réalisée en 2014).
- Nombre annuel de jours de dépassement des valeurs réglementaires à l'ozone :
 - Seuil d'Information et de Recommandations (SIR - 180 µg/m³ sur 1 heure).
 - Recommandation de l'OMS (120 µg/m³ sur 8 heures).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Social : lutte contre la précarité énergétique dans les logements / aide aux personnes âgées / petite enfance Continuité du service public (en relation avec le confort d'été dans les ERP notamment)	Tous les SCoT Sysdau en priorité

Comme l'a révélé la canicule d'août 2003, l'agglomération bordelaise, en concentrant les facteurs de sensibilité – îlot de chaleur urbain, concentration de population âgée et/ou en situation de précarité énergétique, etc. – est le territoire le plus sensible à la hausse de la surmortalité liée à l'aggravation des canicules. Le SCoT du Sysdau est donc à priori le plus concerné des territoires SCoT par cette conséquence du changement climatique.

Les autres territoires SCoT girondins sont également concernés, en particulier dans les zones rurales marquées par l'isolement des personnes et les difficultés d'accès aux soins.

2.1.6. Dégradation des voiries liée aux fortes chaleurs

Description générique de cette conséquence :

Les épisodes de fortes chaleurs ont un effet sur les infrastructures routières (vieillesse prématurée des matériaux, fonte partielle du bitume, etc.). L'augmentation de leur fréquence et de leur intensité dans la perspective du changement climatique aura donc des conséquences sur la qualité et la continuité des services de transports et, par voie de conséquence, sur l'activité économique.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

L'aggravation des épisodes caniculaires aura des conséquences directes sur les coûts de maintenance du réseau routier en Gironde, sur le trafic, ainsi que sur l'usure des véhicules.

Tabl. 6 - Impacts potentiels de l'évolution des températures sur les infrastructures routières (Mission Climat de la Caisse des Dépôts, 2009)

Risques physiques	Variable climatique	Impacts opérationnels
Dégradation de l'asphalte (ornières, déformations)	Augmentation du rayonnement solaire Augmentation de la température et canicule Augmentation des cycles gel/dégel (hivers doux)	Baisse des vitesses d'exploitation Augmentation de la maintenance Limitation des périodes de construction
Détérioration des fondations routières	Variation accrue des périodes humides/sèches Baisse de l'humidité disponible Elévation du niveau de la mer	Surchauffe des véhicules et détérioration des pneus
Dommages incendies sur l'infrastructure routière	Variation accrue des périodes humides/sèches Baisse de l'humidité disponible	Visibilité réduite

Les données disponibles ne permettent pas de qualifier la sensibilité spécifique du territoire girondin à cette conséquence du changement climatique, qui dépend des revêtements des chaussées par exemple.

Indicateurs disponibles :

- Pas d'indicateur identifié.

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des voiries	Tous les SCoT

Même s'il est difficile de qualifier précisément cette conséquence du changement climatique en Gironde, elle interroge directement les pratiques actuelles de construction et d'entretien des voiries par les collectivités concernées.

2.2. CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES SECHERESSES

2.2.1. Réduction de la disponibilité des ressources en eau

Description générique de cette conséquence :

La hausse de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse (liée à la baisse des pluies efficaces, l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle et la hausse de la température des eaux de surface) devrait conduire à une réduction de la disponibilité des ressources en eau.

Dans le même temps, les besoins en eau devraient augmenter dans tous les secteurs, sous l'effet de la hausse des températures moyennes estivales et de la fréquence des épisodes de fortes chaleurs.

Dans ce contexte de réduction de l'offre et d'augmentation de la demande, la tension sur les ressources en eau devrait s'accroître, en particulier en été.

Dans le même temps, la baisse attendue du débit d'étiage des cours d'eau liée au changement climatique limitera leur capacité à diluer les pollutions diffuses (nitrates et produits phytosanitaires, eaux rejetées dans le milieu par les stations d'épuration et le ruissellement des eaux pluviales).

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Le territoire de la Gironde dispose de deux principales ressources en eau, toutes deux sensibles à l'évolution attendue du climat au XXIème siècle :

- **Les nappes profondes de la Gironde :** ces nappes captives, qui s'étendent sur la quasi-totalité du territoire, constituent une ressource très importante et de bonne qualité. Toutefois, leur renouvellement par infiltration des eaux de surface est très lent.

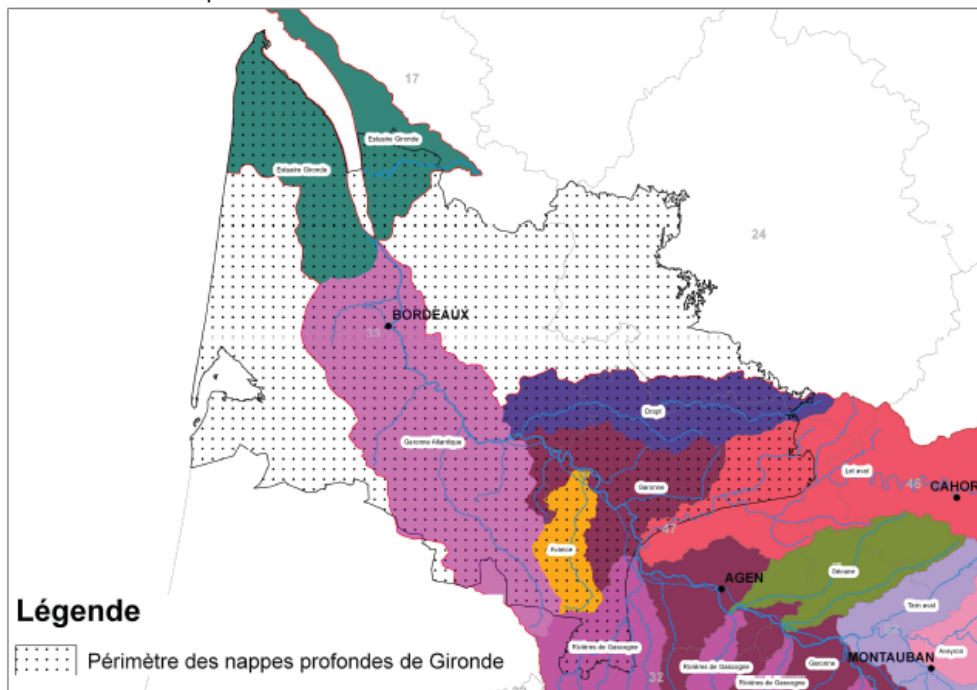


Fig. 15. Périmètre des nappes profondes de Gironde (en pointillés) – Agence de l'eau Adour-Garonne, 2011.

Etant donné la très bonne qualité de l'eau, **ces nappes sont essentiellement utilisées pour l'alimentation en eau potable** : selon le diagnostic du SAGE réalisé en 2010, 97% de l'alimentation en eau potable de la Gironde dépend de ces nappes.

Tabl. 7 - Prélèvements par usage dans les nappes profondes de Gironde (Agence de l'eau Adour-Garonne, 2011).

Usages de l'eau	Niveau de prélèvement en 2008	Pourcentage des prélèvements totaux
Eau potable	112 Mm ³	78 %
Irrigation	23 Mm ³	16 %
Industrie	4 Mm ³	3 %
Géothermie	2,4 Mm ³	2 %
Autres prélèvements	3 Mm ³	2 %
Total	144,4 Mm ³	100 %

Un Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) dédié a été mis en place, afin de réguler les prélèvements et d'assurer un équilibre entre les flux d'entrée et de sortie des nappes (prélèvement / renouvellement).

En effet, en dépit d'une stabilisation récente des prélèvements, **la tension est forte sur ces ressources souterraines** (cf. graphique ci-dessous). C'est le cas en particulier de la nappe de l'Eocène, qui alimente l'agglomération bordelaise :

« La nappe du complexe aquifère de l'Eocène inférieur à moyen présente une dépression piézométrique sous l'agglomération bordelaise au droit ou à proximité de laquelle se concentrent **d'importants prélèvements réalisés à 93 % pour l'AEP. Les niveaux piézométriques ont baissé ici de plus de 35 m en l'espace de 60 ans et d'environ 5 m sur les 15 dernières années.** » (Source : diagnostic issu de la révision du SAGE, 2010).

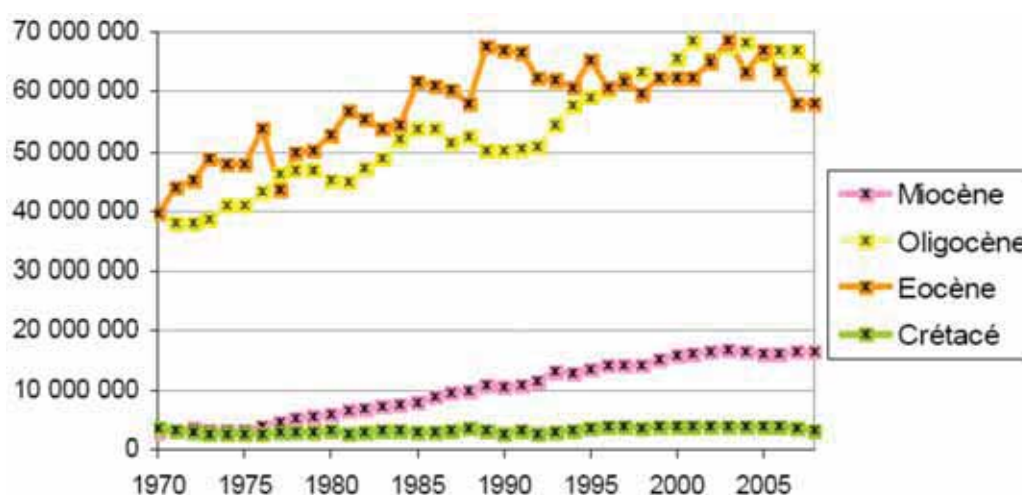


Fig. 16. Evolution des prélèvements girondins (en m³/an) dans les différentes nappes du SAGE (source : BRGM).

Cette baisse constatée du niveau des nappes, liée à un **déséquilibre entre les prélèvements et le renouvellement de la ressource**, pourrait conduire à des intrusions salines rendant la ressource impropre à la consommation potable.

La régulation des prélèvements en eau dans ces nappes constitue un **enjeu majeur des prochaines décennies** pour deux raisons :

- **Le changement climatique** va se traduire par une **hausse de la demande en eau** potable et en eau d'irrigation d'une part (liée principalement à la hausse des températures moyennes), et par une **hausse du niveau marin** renforçant le risque d'intrusion saline dans les nappes d'autre part.
- **La croissance démographique** attendue devrait conduire à une **augmentation des besoins en eau** du territoire, donc à une pression supplémentaire sur ces nappes pour l'alimentation en eau potable.

• **Les eaux de surface (et nappes superficielles associées) :**

Les ressources en eau de surface et les nappes superficielles associées sont constituées par :

- L'estuaire de la Gironde, alimenté par les bassins versants de la Garonne et de la Dordogne.
- Les bassins versants des fleuves et lacs côtiers.

Ces ressources, de plus faibles qualité que les nappes profondes, sont sollicitées pour l'essentiel par trois usages :

- La production d'énergie : le refroidissement de la centrale nucléaire du blayais (prélèvement de 4,8 milliards de m³ dans l'estuaire de la Gironde en 2012).
- L'agriculture : 101 millions de m³ prélevés en 2012 pour l'irrigation.
- L'industrie : 39 millions de m³ prélevés en 2012.



Fig. 17. Carte du réseau hydrologique en Gironde

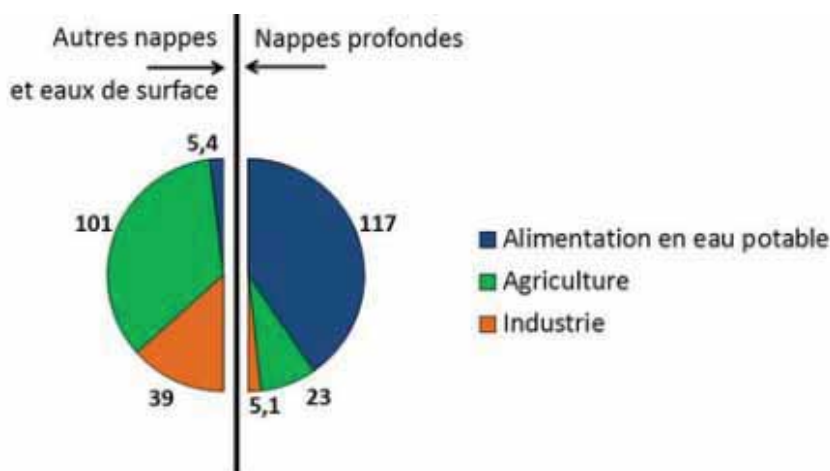


Fig. 18. Volumes d'eau prélevés en Gironde en 2012, hors production d'énergie (source : SAGE des nappes profondes de la Gironde)

Dans la perspective du changement climatique, la poursuite tendancielle de la hausse de l'évapotranspiration des végétaux (donc de leur demande en eau) d'une part – directement liée à l'augmentation des températures moyennes – et l'aggravation des épisodes de sécheresse d'autre part ; devraient conduire à une **réduction des écoulements (débits), en particulier en période d'été**.

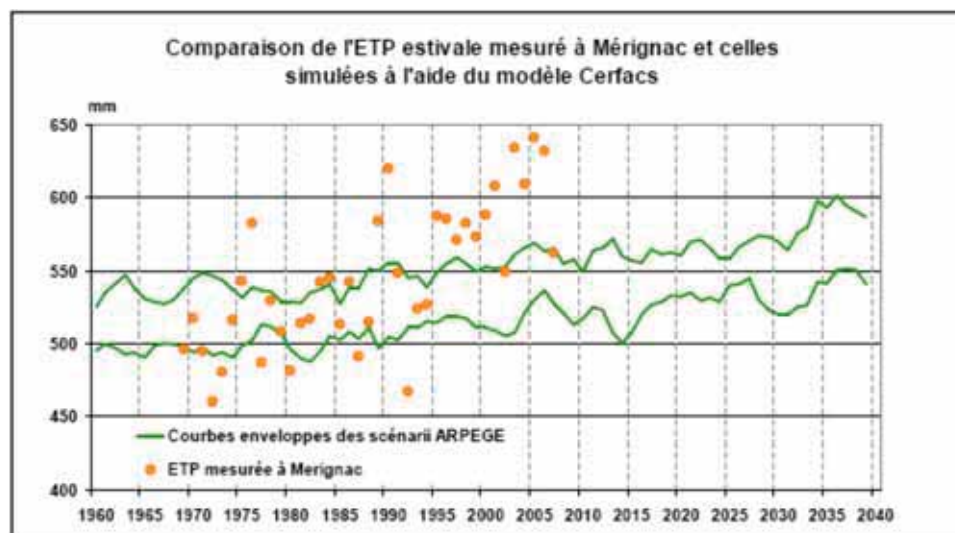


Fig. 19. Evolutions mesurées de l'évapotranspiration à la station de Mérignac (source : Agence de l'eau Adour Garonne)

Cette baisse des débits, renforcée en période d'été par une demande en eau d'irrigation accrue, constitue un enjeu majeur à plusieurs titres pour le territoire girondin :

- Cette baisse, qui s'accompagnera d'une hausse de la température des eaux de surface, aura des **conséquences sur les milieux aquatiques** d'une part et sur la **capacité de refroidissement des process industriels et de la centrale du Blayais** (cf. paragraphe 2.2.3) d'autre part.
- La baisse des débits d'été aura des **conséquences sur la capacité des masses d'eau à répondre à des besoins accrus en eau d'irrigation** (augmentation potentielle de la fréquence des arrêts de restriction d'eau).

Indicateurs disponibles :

- Suivi du niveau de recharge des nappes (piézométrie) : tableau de bord du SAGE⁹.
- Prélèvements (l'ensemble de ces indicateurs devrait être disponible dans le SIE Adour-Garonne et à terme dans la Banque Nationale des Prélèvements en Eau) :
 - Suivi de la mise en œuvre des SAGE de Gironde (couverture de tout le territoire et de tous les types de ressources) et de l'atteinte de leurs objectifs.
 - Prélèvements spécifiques aux nappes : BRGM / Département.
- Suivi du débit de la Garonne à Tonneins (en amont du département), Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG).

⁹ Site du SAGE : http://www.sage-nappes33.org/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=291

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des ressources en eau	Sysdau (approvisionnement en eau potable) Haute Gironde (production d'énergie) Tous les SCoT dans une moindre mesure

Tous les territoires SCoT sont concernés par la baisse de la disponibilité des ressources en eau dans la perspective du changement climatique, qui affectera en l'absence de mesures d'adaptation les milieux aquatiques et l'ensemble des usages.

Deux territoires SCoT sont plus particulièrement concernés :

- Le Sysdau, en raison d'une pression déjà significative sur la nappe profonde de l'Eocène pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise.
- La Haute-Gironde, en raison de la problématique spécifique de la centrale du blayais (cf. paragraphe 2.2.3).

2.2.2. Evolution des rendements agricoles

Description générique de cette conséquence :

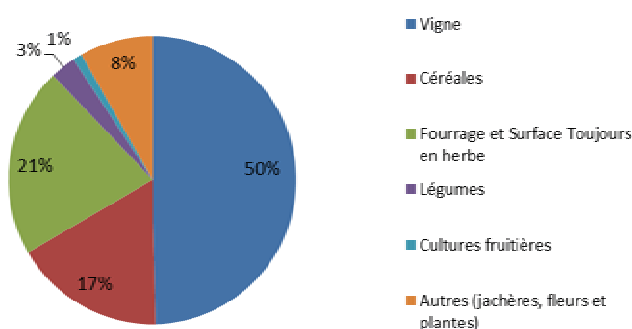
L'augmentation des températures moyennes et du taux de CO2 dans l'atmosphère conduisent actuellement à une hausse globale des rendements agricoles, qui devrait se poursuivre à court terme, sous réserve d'une disponibilité suffisante des ressources en eau.

Toutefois, **cette hausse des rendements pourrait se trouver contrebalancée par une réduction de la disponibilité des ressources en eau**, en relation avec la hausse attendue de la récurrence des épisodes de sécheresse agricole (manque d'eau dans les sols) et hydrologique (baisse du niveau des nappes et du débit des cours d'eau, donc de l'eau disponible pour irriguer les cultures).

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

La Surface Agricole Utile (SAU) occupe 24% du territoire départemental.

Répartition de la SAU par type de culture



Artelia, d'après les données RGA 2010, Agreste

Fig. 20. Répartition de la SAU par type de culture (Artelia, d'après les données du RGA, Agreste, 2010)

La vigne y tient une place prépondérante (50% de la SAU), suivie des activités d'élevage (10% des exploitations et 21% de la SAU consacré au fourrage et aux surfaces toujours en herbe).

Le changement climatique aura des conséquences différentes selon les activités agricoles :

- **Pour les grandes cultures**, l'augmentation de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère et des températures moyennes constatée depuis les années 1980 a eu un **effet globalement positif sur les rendements** (en particulier du blé et du maïs, avec un décalage des stades phénologiques), **qui devrait se poursuivre à un horizon proche**.

Toutefois, cette conséquence à priori positive est **conditionnée par une disponibilité suffisante des ressources en eau**, comme le montre l'évolution récente. Ainsi, en Aquitaine, si le rendement moyen est resté stable entre 2007 et 2010 pour le maïs irrigué, il a significativement diminué pour le maïs pluvial, en raison des déficits hydriques estivaux.

Dans le contexte d'une demande en eau accrue des cultures – liée à l'augmentation des températures, notamment en été – et d'une aggravation des sécheresses (notamment dans la seconde moitié du siècle), **le recours à l'irrigation pourrait devenir systématique** pour compenser des déficits hydriques de plus en plus fréquents et maintenir les rendements, **avec des conséquences négatives sur les ressources en eau et les milieux aquatiques**.

A long terme, en dépit d'une irrigation suffisante, **le décalage des stades phénologiques pourrait conduire, au-delà d'un certain seuil, à réduire les rendements**, en particulier pour la culture du maïs (réduction du nombre de jours de remplissage des grains).

- **Pour les activités d'élevage** : comme pour les grandes cultures, les prairies et cultures fourragères devraient connaître à court terme une hausse de leur rendement, en relation avec l'augmentation de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère et des températures moyennes, sous réserve d'une disponibilité suffisante de la ressource en eau, en particulier au printemps.

Comme l'a montré la sécheresse printanière de 2011, la filière est en effet très sensible aux déficits hydriques prolongés, qui seront, d'après les scénarios du GIEC, plus fréquents et intenses, en particulier à partir de la seconde moitié du siècle.

Sensibilité des activités d'élevage au stress thermique et aux maladies parasitaires sous changement climatique

Les retours d'expériences issus de régions françaises ou étrangères (J. Brisson, 2003) plus exposées aux épisodes caniculaires et de sécheresse montrent que les animaux d'élevage sont sensibles à l'augmentation des températures, avec des impacts en termes de :

- santé animale : stress thermique en cas de fortes chaleurs ayant pour conséquence une baisse de la productivité (notamment pour la production laitière) ;
- développement de nouvelles maladies parasitaires.

Les animaux élevés hors sol, le plus souvent confinés dans des bâtiments d'élevage, sont particulièrement vulnérables à ces impacts. En l'absence de mesures d'adaptation zootechniques et/ou sur les bâtiments d'élevage, les épisodes caniculaires liés au changement climatique pourraient entraîner pour ce type d'élevage intensif une baisse importante de la productivité.

Compte tenu de ces différents éléments, les secteurs où dominent les grandes cultures non irriguées et/ou les activités d'élevage paraissent les plus sensibles, pour ce qui concerne les conséquences du changement climatique sur le secteur agricole.

En l'absence d'évolution des pratiques agricoles et des systèmes culturaux, le changement climatique pourrait en effet y remettre en cause à court et moyen terme la viabilité de ces exploitations et/ou la gestion équilibrée des ressources en eau (en cas de recours massif à l'irrigation).

NB : au-delà de cette approche globale à l'échelle du département, la sensibilité locale des cultures et des prairies à la sécheresse est difficile à évaluer. Elle est en effet dépendante de la réserve utile¹⁰ des sols, très variable localement. Ainsi, une parcelle présentant des sols peu profonds (à faible réserve utile) se trouvera en situation de sécheresse plus rapidement qu'une parcelle dont les sols profonds sont capables d'alimenter les plantes en eau sur une longue période.

Zoom sur la viticulture¹¹

L'évolution récente du climat (déficits hydriques plus fréquents l'été et augmentation des températures moyennes) a eu des **conséquences globalement positives, avec une bonne maturation du raisin et une réduction de l'exposition aux maladies**. Les deux effets les plus spectaculaires sont l'avancée des dates de vendange (près de 15 jours depuis vingt ans) et l'augmentation de la teneur en sucre des raisins, donc en alcool pour les vins.

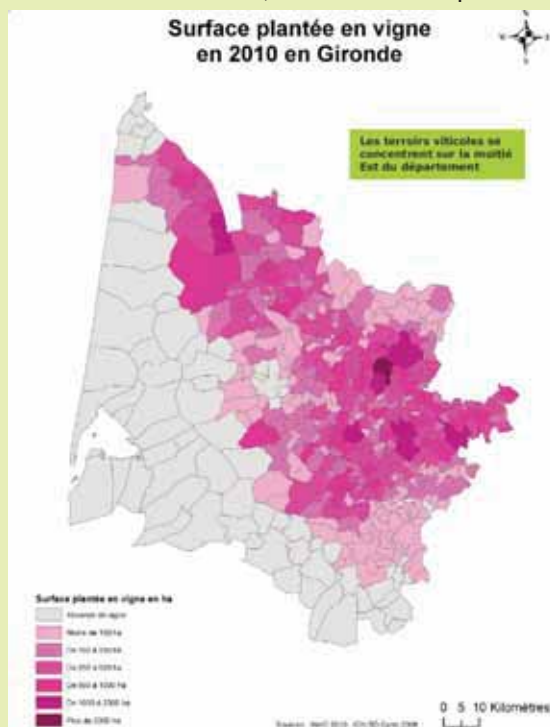


Fig. 21. Surface plantée en vigne par commune (Source : RGA, 2010)

Toutefois, au-delà d'un certain seuil d'augmentation des températures moyennes, la qualité des vins produits dans le bordelais pourrait se trouver durablement remise en cause, en raison notamment de teneurs en sucre trop élevées et d'un stress thermique trop important.

¹⁰ La réserve utile (RU) correspond au volume d'eau que le sol est susceptible de stocker et qui pourra être réutilisé par les plantes en l'absence de précipitation.

¹¹ Une étude dédiée au sujet a été menée par l'INRA et le CIVB (Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux) : *Etude des impacts à long terme du changement climatique et de l'adaptation de la filière vitivinicole française : projet Laccave, 2013*.

Indicateurs disponibles :

- Part des grandes cultures, des cultures fourragères et des Surfaces toujours en herbe dans la SAU, Recensement Général Agricole, Agreste, échelle communale, 2010.
- Suivi des prélèvements des agriculteurs irrigants : organismes uniques (CDA47 et CDA33).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Agriculture Gestion des ressources en eau	Tous les SCoT

L'ensemble des territoires SCoT sont concernés par les conséquences du changement climatique dans le secteur agricole. Comme précisé plus haut, les secteurs où dominent les grandes cultures et/ou les activités d'élevage sont à priori les plus concernés.

Zoom sur les effets potentiels du changement climatique sur les sols à long terme

Au-delà de la disponibilité des ressources en eau, les rendements agricoles seront affectés à long terme par une évolution des caractéristiques des sols, directement liée au changement climatique.

En effet, l'évolution du climat (températures, pluviométrie, etc.) et leurs conséquences (déplacement de l'aire de répartition des espèces, évolution des usages, etc.) auront nécessairement des conséquences à long terme sur les sols (éléments nutritifs disponibles, réserve hydrique, etc.).

2.2.3. Augmentation du risque de défaillance de l'approvisionnement énergétique

Description générique de cette conséquence :

L'effet du changement climatique sur l'évolution des sécheresses est susceptible d'affecter la production d'énergie électrique (réduction de l'eau disponible pour le refroidissement des centrales thermiques ou nucléaires). Or, de l'approvisionnement en électricité dépend le bon fonctionnement des autres réseaux : transports en commun (notamment ferroviaires), eau potable et télécommunications.

La perturbation ou l'interruption de l'approvisionnement en électricité aurait donc des conséquences directes, par effet domino, sur l'ensemble des autres réseaux.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

En Gironde, la principale source de production d'électricité est la **centrale du blayais**, qui assure plus de **5% de la production nationale**.

Le fonctionnement de la centrale induit le prélèvement d'eau dans l'estuaire de la Gironde pour son refroidissement. L'eau est ensuite rejetée dans l'estuaire à une température plus élevée (le fonctionnement à pleine puissance conduit à un échauffement de l'eau de l'ordre de 10°C).

L'exploitant doit garantir une température des eaux de rejets n'excédant pas 30°C du 16 octobre au 14 mai et 36,5°C du 15 mai au 15 octobre. En cas de dépassement, la puissance thermique d'un ou plusieurs réacteurs doit être réduite.

Les effets du changement climatique – en particulier la hausse des températures moyennes et l'aggravation des épisodes de sécheresse – **devraient conduire à une hausse de la température des eaux de l'estuaire prélevées par la centrale** ; par ailleurs déjà constatée aujourd'hui, comme l'illustre le graphique ci-dessous :

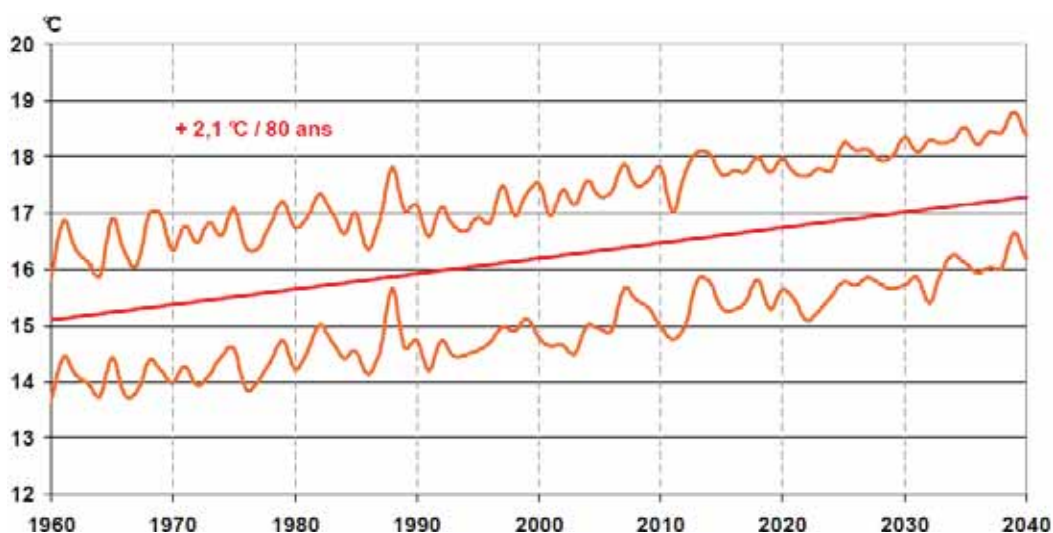


Fig. 22. Evolution observée et attendue de la température moyenne annuelle des eaux de l'estuaire de la Gironde (Source : CERFACS, 2008)

Compte tenu de ces différentes données, l'Agence de l'Eau a estimé la perte de production d'électricité potentielle liée au changement climatique à l'horizon 2040.

Comme l'illustre le graphique ci-après, **la réduction de la capacité de production annuelle de la centrale pourrait atteindre environ 100 000 MWh à l'horizon 2040**, soit la moitié de la production hydroélectrique du département de la Dordogne.

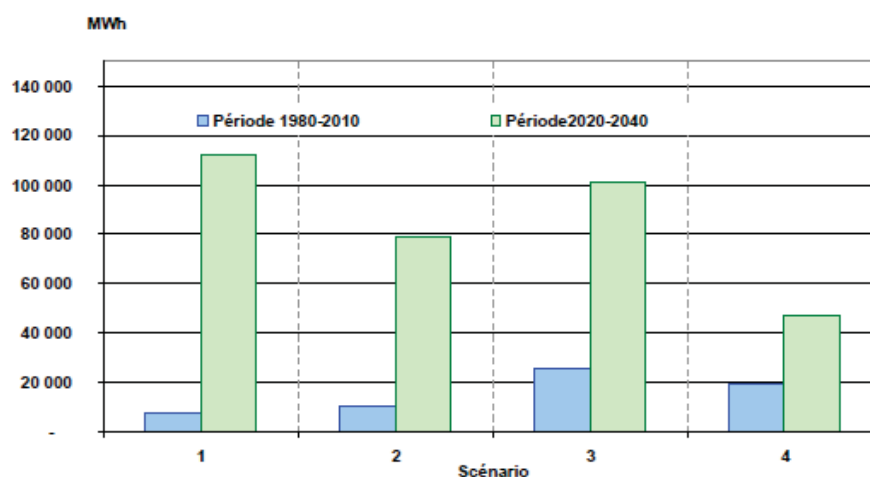


Fig. 23. Perte potentielle de production annuelle moyenne d'électricité de la centrale du Blayais pour quatre scénarios d'évolution du climat à l'horizon 2040 (source : Agence de l'eau Adour Garonne, 2008)

Indicateurs disponibles :

- Nombre de jours annuels où la température des eaux de l'estuaire conduit à une réduction de la capacité de production de la centrale du blayais (20°C du 16 octobre au 14 mai et 26,5°C du 15 mai au 15 octobre).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Production d'énergie Gestion de l'eau	SCoT de Haute-Gironde

Le changement climatique aura une conséquence directe sur la capacité de production de la centrale du blayais, comme sur l'ensemble des centrales nucléaires françaises dépendant des cours d'eau pour leur refroidissement.

En l'absence de mesures d'adaptation adéquates et compte tenue de l'augmentation attendue de la demande énergétique estivale pour le refroidissement des bâtiments, cette réduction de la capacité de production d'électricité pourrait potentiellement conduire à des ruptures d'approvisionnement à moyen et long terme.

2.2.4. Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles

Description générique de cette conséquence :

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles est un **mouvement de terrain issu de la rétractation importante des sols argileux, sous l'effet successif de périodes d'assèchement et de réhydratation du sol**. L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse liée au changement climatique devrait conduire à aggraver ce phénomène.

Les maisons individuelles construites sur des sols argileux, dont les fondations sont souvent peu profondes, sont particulièrement sensibles à cet aléa, donc à son aggravation dans la perspective du changement climatique.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

65% des communes de Gironde ont fait l'objet d'au moins un arrêté de catastrophe naturelle relatif au retrait-gonflement des argiles depuis 1982.

Au regard de la présence de sols argileux en Gironde et des sinistres recensés, **les secteurs les plus sensibles** à l'aggravation de ce risque dans le contexte du changement climatique sont :

- **Le SCoT du Sysdau**, qui concentre le plus de sinistres recensés.
- **Les territoires situés au nord de la Dordogne et de la Gironde**, qui présentent une sensibilité élevée plus diffuse.

Le secteur de la forêt des Landes de Gascogne, qui présente des sols essentiellement sableux, est peu concerné par ce risque.

Indicateurs disponibles :

- Nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle relatifs au retrait-gonflement des argiles, échelle communale, DGPR (base de données GASPARE).
- Part des maisons individuelles dans le parc de logement, échelle communale, INSEE.

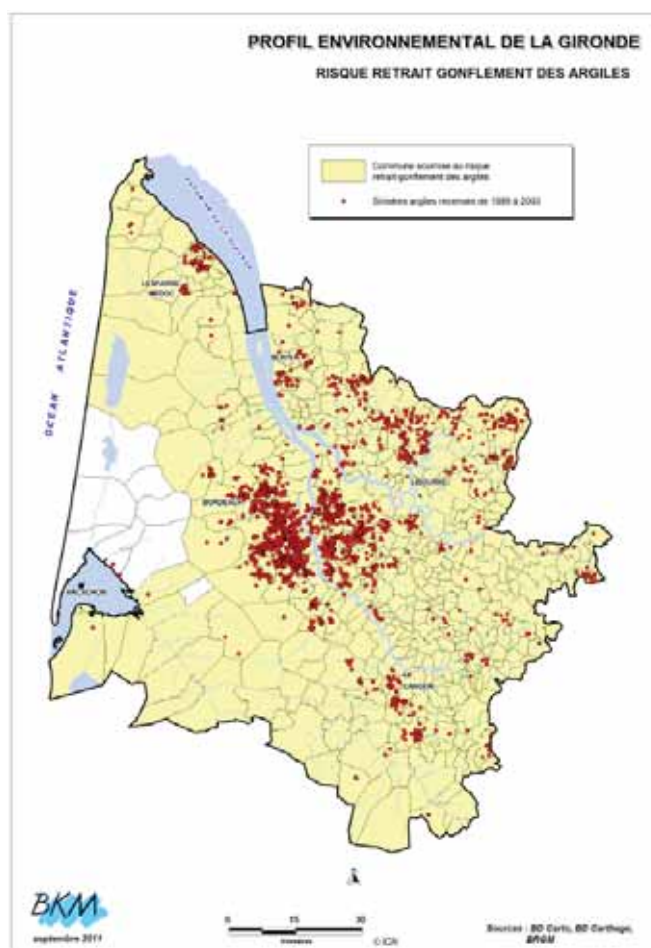


Fig. 24. Risque retrait-gonflement des argiles en Gironde (DDT 33, 2011)

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des risques naturels Construction / rénovation des bâtiments Gestion du patrimoine du Département	SCoT du Sysdau SCoT de Haute Gironde, du Cuzsazaguais et du Pays du Libournais Autres SCoT dans une moindre mesure, hormis le SCoT des Lacs Médocains.

L'aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles constitue un enjeu important pour les deux SCoT de l'est de la Gironde, soumis à un niveau d'aléa fort.

2.3. CONSEQUENCES D'UNE AGGRAVATION DES EPISODES DE FORTES PLUIES

2.3.1. Aggravation du risque d'inondation par ruissellement

Description générique de cette conséquence :

Bien que les projections disponibles ne révèlent pas de tendance d'évolution significative, le changement climatique pourrait se traduire par une hausse des épisodes de fortes pluies. Dans les territoires urbanisés, l'artificialisation des sols favorise le ruissellement rapide des eaux pluviales vers les points bas, susceptibles de se trouver inondés en cas de forte pluie.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

L'agglomération bordelaise est le secteur le plus sensible aux inondations par ruissellement des eaux pluviales en Gironde pour deux raisons majeures :

- Sa topographie plane, dans la vallée de la Garonne, qui limite l'écoulement des eaux pluviales vers le fleuve.
- Le degré élevé d'artificialisation des sols, qui favorise le ruissellement et l'accumulation des eaux pluviales dans les points bas du territoire.

Ce risque concerne, dans une moindre mesure, l'ensemble des secteurs urbanisés du territoire départemental.

Indicateurs disponibles :

- Indicateur d'artificialisation des sols, échelle cantonale, SOeS (à partir des données de la base Corine Land Cover, 2006).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des risques Aménagement urbain Gestion du patrimoine propre du Département (voirie, infrastructures de défense, bâtiments)	Sysdau Toutes les zones urbaines des SCoT dans une moindre mesure

La gestion des eaux pluviales, à fortiori lors des épisodes de fortes précipitations, constitue un enjeu majeur pour le SCoT du Sysdau. Bordeaux Métropole et la Ville de Bordeaux dispose d'un savoir-faire reconnu en la matière.

Aussi, compte-tenu de cette expérience des acteurs concernés d'une part, et de l'incertitude entourant l'évolution de la fréquence et de l'intensité des fortes pluies d'autre part, cet enjeu ne semble pas prioritaire dans la perspective du changement climatique.

2.3.2. Aggravation du risque d'affaissement de terrain

Description générique de cette conséquence :

Bien que les projections disponibles ne révèlent pas de tendance d'évolution significative quant aux cumuls annuels moyens de précipitations, il est certain que le changement climatique modifiera le régime annuel des précipitations.

Or, les précipitations affectent directement la dissolution de certaines roches, avec des conséquences en termes de risque d'affaissement de terrain, notamment dans les secteurs présentant d'anciennes carrières ou des cavités naturelles.

Comme le souligne un rapport de l'INERIS : « L'évolution de ces différentes cavités est fortement liée au contexte climatique et notamment au régime local des précipitations (ainsi, dans une moindre mesure, qu'aux températures). L'évolution des cavités sera d'autant plus rapide et susceptible de déclencher l'apparition de désordres en surface que le secteur sera soumis à des événements pluvieux intenses conduisant à des évolutions soudaines du contexte hydrogéologique¹². »

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Comme l'illustre la carte ci-après, le territoire compte, dans sa moitié nord-est, un nombre important de carrières souterraines et de cavités naturelles, révélant une sensibilité localement forte à l'aggravation du risque d'affaissement de terrain.

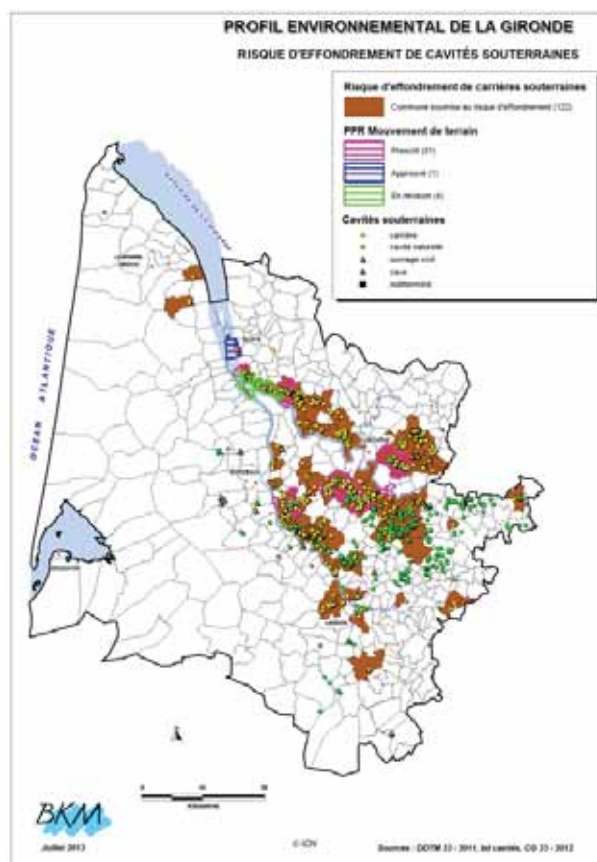


Fig. 25. Risque d'effondrement des cavités souterraines (DDT 33, 2012)

¹² Extrait du rapport de l'INERIS : « Impact du changement climatique sur la stabilité des cavités souterraines : Etat des connaissances », 2010.

Indicateurs disponibles :

- Nombre de carrières et de Cavités naturelles inventorié par commune, DDT 33.

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Risques naturels	SCoT de la moitié nord-est de la Gironde

Là encore, étant donné l'expérience et le savoir-faire développés par les acteurs pour gérer le risque d'effondrement, l'enjeu semble relativement limité dans la perspective du changement climatique.

2.4. CONSEQUENCES DE LA HAUSSE DU NIVEAU MARIN

2.4.1. Aggravation du risque de submersion marine

Description générique de cette conséquence :

Une submersion marine est une inondation de zones basses littorales par élévation temporaire du niveau marin, provoquée par des conditions météorologiques et/ou marégraphiques sévères (onde de tempête à marée haute par exemple).

S'il n'est pas possible à l'heure actuelle de distinguer une tendance d'évolution du régime des vents et des tempêtes, il est très probable que le changement climatique entraînera une **augmentation du niveau marin**. Le risque de submersion marine augmentera mécaniquement dans ce contexte.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

La carte ci-contre présente les principaux événements de submersion marine ayant concernés la Gironde.

Comme on peut le constater, l'estuaire de la Gironde et le bassin d'Arcachon sont les plus exposés à ce risque.

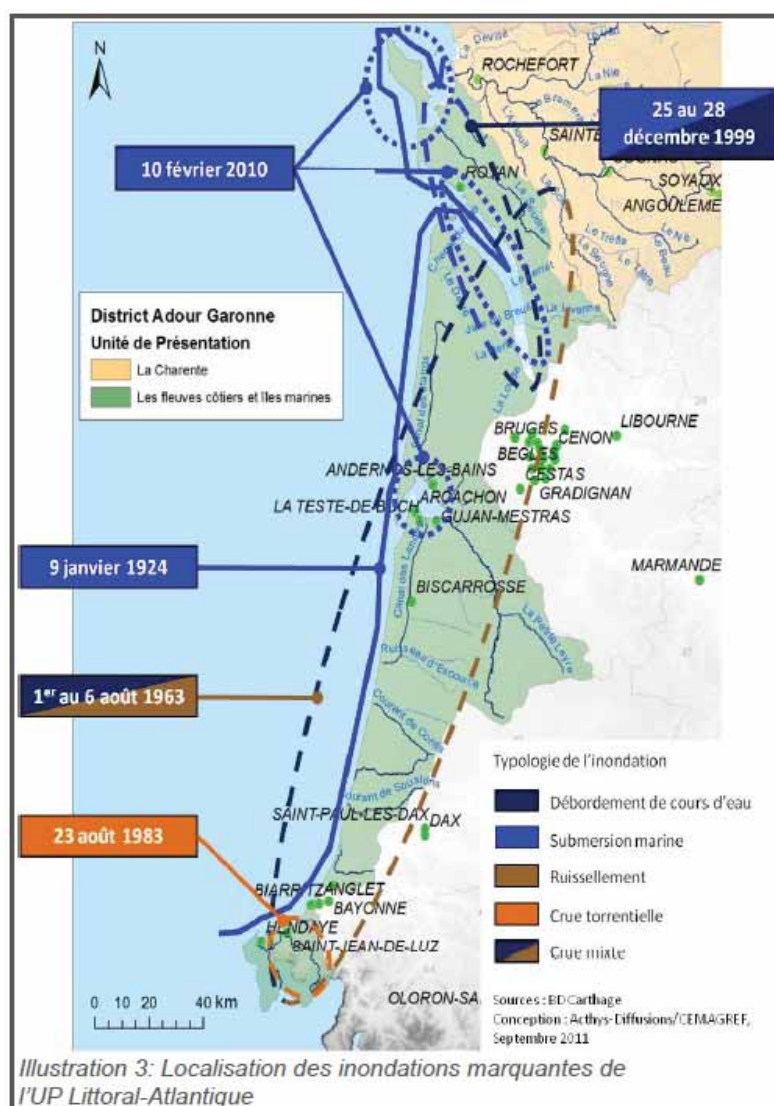


Fig. 26. Localisation des inondations marquantes sur le littoral atlantique (CEPRI, 2011)

La sensibilité actuelle des littoraux aux phénomènes de submersion marine dépend des enjeux présents sur les zones basses situés sous les niveaux marins de référence. L'étude sur la Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux du CETMEF (2012) rend compte de l'importance de ces enjeux pour le littoral aquitain, en recensant sur les zones basses exposées plus de 42 700 bâtiments et 2350 kms d'infrastructures de transport.

Les milieux naturels littoraux sont également concernées, avec près de 45 000 ha de sites d'intérêt écologique exposés.

Tabl. 8 - Enjeux situés dans les zones basses sous le niveau marin de référence*
(CETMEF, 2012)

Territoire	Enjeux situés en zone basse		
	Nb de bâtiments	Linéaire d'infrastructures de transport (km)	Surface de sites d'intérêt écologique (ha)
Aquitaine	42 721	2 352	44 683
Poitou-Charentes	42 952	2 391	69 532
Pays-de-la-Loire	80 860	4 023	132 572
Bretagne	33 904	2 159	19 778
France métropolitaine	383 406	22 280	455 425
Part Aquitaine / France Métropolitaine	11%	11%	10%

*Le niveau marin de référence correspond à la somme du niveau marin de base et d'une surcote de retour centennale liée à la houle.

Comme l'illustre la carte ci-après, trois secteurs se distinguent nettement en Gironde :

- **L'estuaire de la Gironde et les parties aval de la Dordogne et de la Garonne** : la potentielle conjonction entre un fort débit des fleuves et une surcote marine, dans un secteur par ailleurs fortement urbanisé en fond d'estuaire (agglomération bordelaise) révèle une très forte sensibilité au risque de submersion.

La présence de plusieurs sites classés SEVESO et de la centrale nucléaire du blayais constitue également un facteur de sensibilité majeur dans ce secteur.

- **Le pourtour du bassin d'Arcachon** est soumis, dans une moindre mesure, au même phénomène : il présente une surface non négligeable de zones basses littorales urbanisées exposées à la submersion en cas de surcote marine.
- **La façade atlantique**, de la pointe du Médoc à la flèche du Cap Ferret, protégée par un cordon dunaire, présente **un degré de sensibilité moindre au risque de submersion marine.**

Au-delà de ce constat général et compte tenu de la forte érosion de ce littoral, **les enjeux situés à proximité immédiate du littoral présentent une forte sensibilité à l'aggravation attendue du risque de submersion marine.** C'est le cas notamment des stations balnéaires de Lacanau et Carcans, ainsi que de l'ensemble des bâtiments et enjeux situés sur ou immédiatement en arrière du cordon dunaire en érosion.



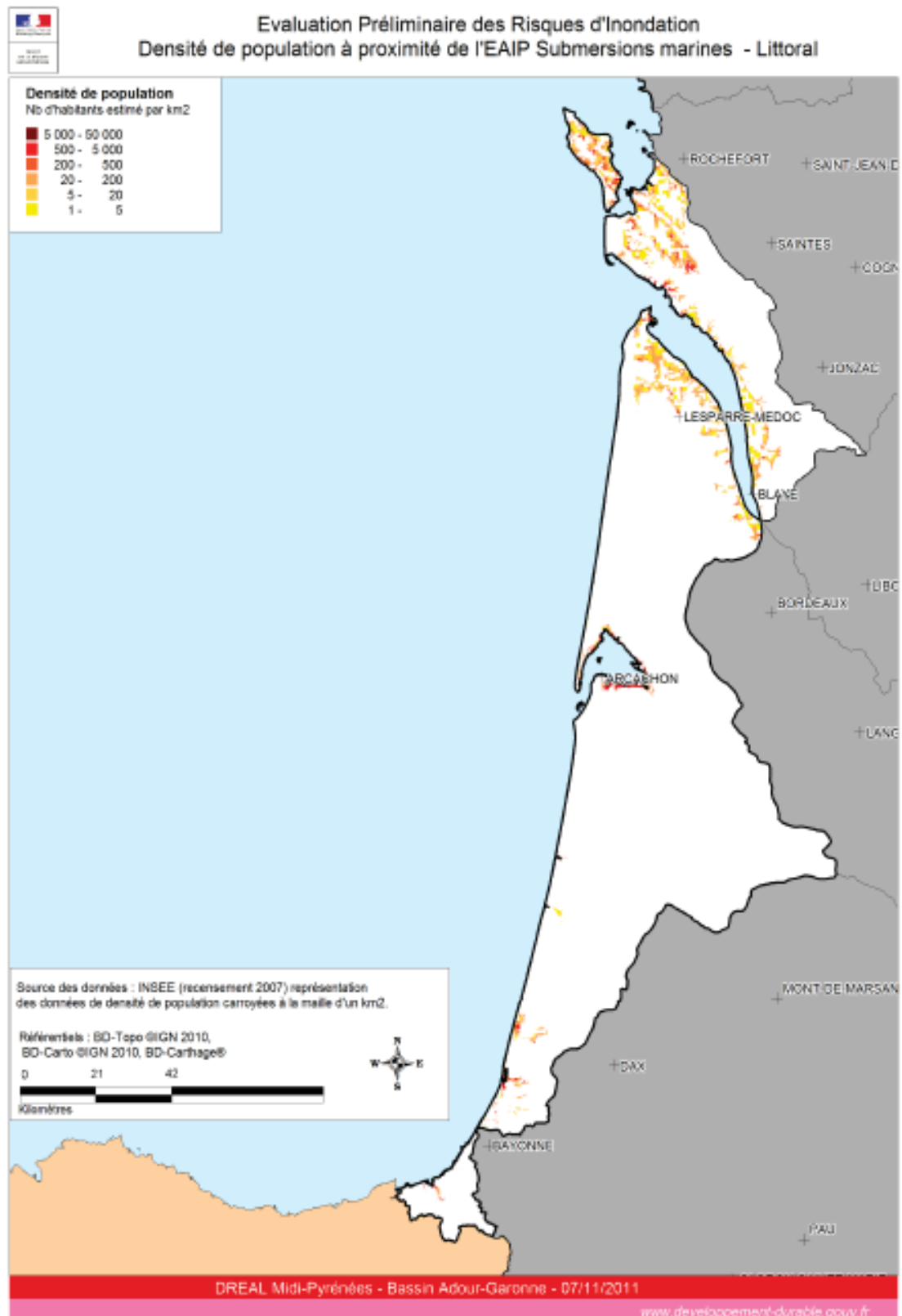


Fig. 28. Densité de population dans les zones exposées aux risques de submersion marine (source : CEPRI, 2011)

Indicateurs disponibles :

- Surface et enjeux (bâtiment et linéaire de transport) situés sous les niveaux marins de référence, échelle communale (CETMEF).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des risques naturels Aménagement et gestion des infrastructures Gestion du patrimoine propre du Département (voirie, infrastructures de défense, bâtiments, ports départementaux, ENS littoraux et estuariens)	SCoT Médocains SCoT de la Haute Gironde SCoT du bassin d'Arcachon Val de Leyre Sysdau

L'aggravation du risque de submersion marine liée à l'élévation attendue du niveau marin est un enjeu majeur pour le territoire girondin.

L'ensemble des SCoT littoraux et de l'estuaire de la Gironde sont directement concernés.

2.4.2. Remontée du biseau salé

Description générique de cette conséquence :

L'élévation du niveau de la mer devrait se traduire par un déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres, conduisant à des intrusions salines dans les aquifères littoraux.

Les nappes soumises à une forte tension – liée à de forts prélèvements – sont les plus exposées. Les prélèvements, en réduisant le niveau des nappes, favorisent en effet les intrusions salines.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Les nappes de Gironde sont particulièrement sensibles au risque d'intrusion saline pour deux raisons :

- De ces nappes dépend à plus de **90% l'alimentation en eau potable du département**. Une intrusion saline rendant cette eau impropre à la consommation aurait donc de graves conséquences pour l'alimentation en eau potable de la population, **en particulier dans l'agglomération bordelaise**.
- **Ces nappes** – en particulier celle de l'Eocène au droit de la pointe du Médoc – **sont soumises à d'importants prélèvements, qui ont conduit à une baisse significative des niveaux piézométriques au cours des dernières décennies** (cf. paragraphe 2.2.1). Ceci les rend potentiellement sensibles aux intrusions salines (source : SAGE des nappes profondes de Gironde, 2013).

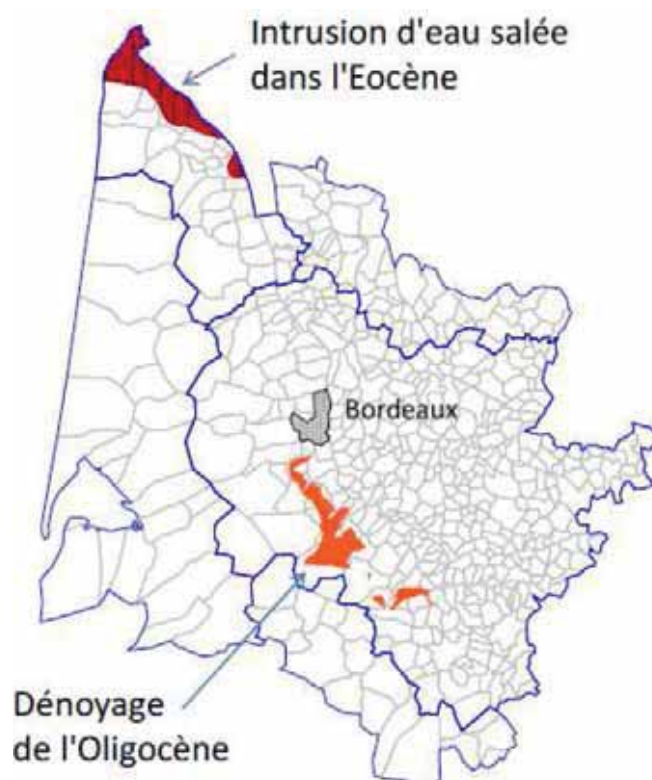


Fig. 29. Vulnérabilité des nappes profondes de Gironde aux intrusions salines (SAGE des nappes profondes de Gironde, 2013)

Concernant les **eaux de surface et en particulier l'estuaire de la Gironde**, la remontée progressive du biseau salé vers l'amont devrait également avoir des **conséquences sur la disponibilité de l'eau douce pour certains usages et notamment pour l'agriculture et la conchyliculture** (réduction des apports d'eau douce en partie aval de l'estuaire).

Indicateurs disponibles :

- Tableau de bord annuel du SAGE des nappes profondes de Gironde (Suivi des prélèvements par usage et de l'état quantitatif des ressources), échelle du SAGE.

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Gestion des ressources en eau	Sysdau en priorité (en raison des prélèvements importants dans les nappes) Ensemble des territoires SCoT littoraux et de l'estuaire de la Gironde

Cet enjeu est essentiel pour les territoires SCoT littoraux et de l'estuaire de la Gironde. Il révèle la nécessité d'intégrer l'aggravation de ce risque d'intrusion saline dans les modalités de gestion des ressources en eau sur le territoire, afin notamment de garantir la pérennité de la disponibilité de l'eau potable des nappes profondes.

Cette problématique est donc particulièrement essentielle pour le Sysdau, l'essentiel des prélèvements en eau potable étant consacrés à l'alimentation de l'agglomération bordelaise.

2.5. CONSEQUENCES TRANSVERSES

2.5.1. Vers une aggravation du risque feux de forêt

Description générique de cette conséquence :

L'augmentation des températures moyennes (notamment estivale), l'aggravation des épisodes de sécheresse et de canicules devraient converger vers une aggravation du risque de feux de forêt.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

La forêt occupe en Gironde près de la moitié du territoire, en particulier dans une large moitié sud-ouest, occupé par la partie nord du massif des Landes de Gascogne.

La sensibilité aux feux de forêt est déjà élevée aujourd'hui : d'après les données de la base Prométhée du Ministère de l'Agriculture, la Gironde a en effet connu en moyenne 768 incendies de forêt pour 660 ha de forêt brûlés par an entre 1992 et 2009.

Les données disponibles révèlent une **forte sensibilité** de ce massif à **l'aggravation du risque de feux de forêt**, dans la perspective du changement climatique, comme le montre la carte ci-après.

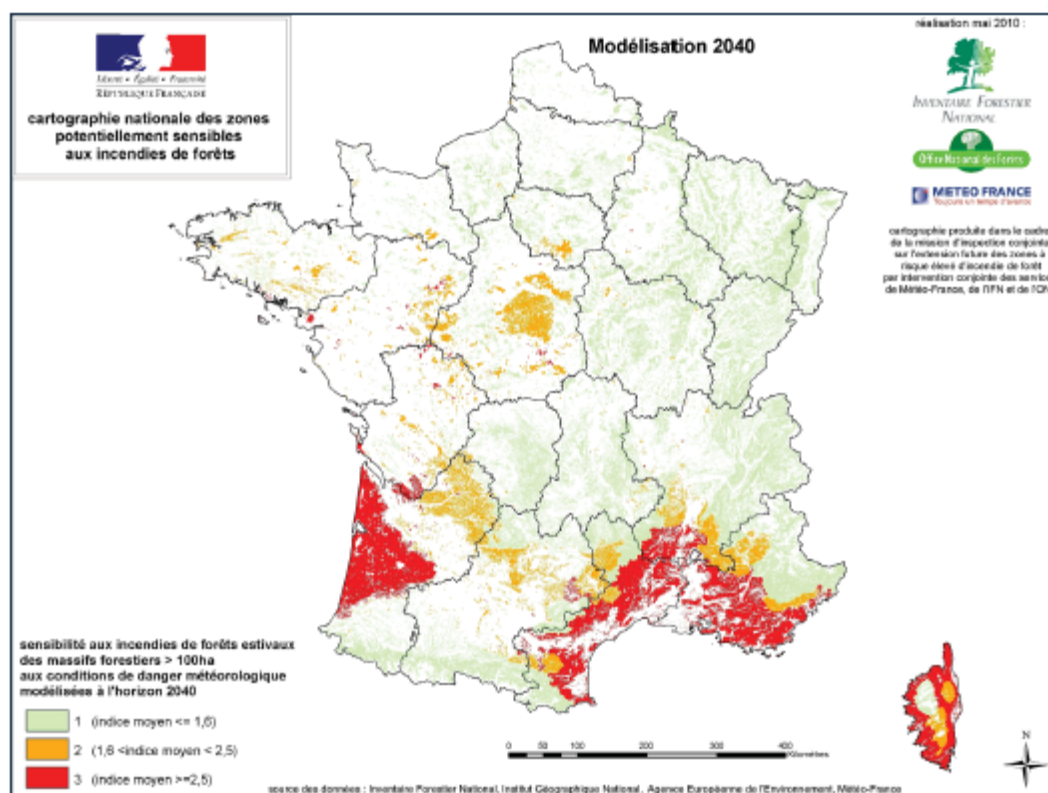


Fig. 30. Carte des zones potentiellement sensibles aux incendies de forêts à l'horizon 2040 (Mission interministérielle, 2010).

Cette sensibilité est d'autant plus forte dans les secteurs difficilement accessibles et/ou urbanisés, comme c'est le cas par exemple de la pointe du Cap Ferret. L'aggravation de ce risque pose donc la question de l'encadrement de la pression foncière dans les territoires exposés, en particulier sur le littoral, autour des stations balnéaires.

Indicateurs disponibles :

- Nombre d'incendies de forêt et surfaces incendiées par an, échelle départementale, base de données Eider du SOeS.

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Sylviculture Gestion des risques naturels	SCoT couverts par le massif des Landes

L'aggravation du risque de feux de forêt dans la perspective du changement climatique concerne l'ensemble des **SCoT couverts par le massif des Landes** (SCoT Médocains, SCoT du Bassin d'Arcachon et du Val de Leyre, Sysdau et sud du SCoT Rive de Garonne).

Elle révèle un enjeu économique majeur, **la filière bois représentant plus de 10 000 emplois en Gironde** (Agreste, 2011).

Néanmoins, le **risque de feux de forêt est déjà bien connu et pris en compte** par les acteurs en Gironde. Dans ce cadre, il n'apparaît **pas à priori comme un enjeu prioritaire dans la perspective du changement climatique**.

2.5.2. Evolution de l'aire de répartition des espèces : risque d'appauvrissement de la biodiversité

Description générique de cette conséquence :

Les effets du changement climatique sont susceptibles d'entraîner une **modification de l'aire de répartition des espèces**, conduisant à une redéfinition progressive des espaces naturels et des écosystèmes qu'il est **difficile de prévoir avec certitude**.

De la capacité des espèces à se déplacer dépendra le maintien de milieux naturels et d'écosystèmes riches dans les territoires. Dans cette perspective, **le maintien des continuités écologiques apparaît comme un prérequis à l'adaptation de la biodiversité** au changement climatique. En effet, si l'aire de répartition des espèces se déplace vers le nord et que l'organisation du territoire ne leur permet pas, localement, de se déplacer, ces espèces seront amenées à disparaître.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Au regard de la littérature disponible, deux grands types de milieux paraissent particulièrement sensibles à l'évolution attendues du climat au cours des prochaines décennies, avec des conséquences sur les services écosystémiques rendus :

Sensibilité des milieux et écosystèmes forestiers¹³

Les forêts girondines constituent à la fois une ressource économique (filiales bois), un espace récréatif et touristique et un support de biodiversité (en soi et en lien avec les milieux connexes : étangs, zones humides, milieux dunaires, etc.). Il s'agit donc d'un enjeu essentiel de l'équilibre économique, social et environnemental du territoire.

¹³ Source : H. LE TREUT, Les impacts du changement climatique en Aquitaine, 2013.

L'évolution du climat a déjà des conséquences sur ces forêts :

- **Avancée des stades phénologiques et croissance plus rapide des arbres** (hausse de la productivité), liées à l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère et des températures moyennes.
- **Migration d'espèces** : le cas du chêne vert, dont les peuplements ont été suivis dans la forêt domaniale d'Hourtin (proche de la limite nord de son aire de répartition) depuis 1880 illustre ce constat : absent en 1880, il est aujourd'hui présent dans toutes les parcelles de la forêt.
- **Migration des ravageurs** : la remontée vers le nord de l'aire de répartition de la chenille processionnaire du pin constitue notamment un indicateur du changement climatique suivi par l'Observatoire National des Effets du Réchauffements Climatique (ONERC)¹⁴.
- **Dépérissement des arbres** lors de successions d'années sèches (années 1976 et suivantes par exemple).

Ces différentes évolutions devraient se poursuivre au cours des prochaines décennies, d'après les projections disponibles.

- Tous les scénarios soulignent une **modification de l'aire de répartition des essences d'arbres** : extension pour le chêne vert et réduction pour le chêne pédonculé par exemple. Il est néanmoins difficile de prévoir précisément cette évolution.
- **Le niveau de productivité du pin maritime devrait décroître au cours du siècle**, en raison notamment de l'aggravation des épisodes de sécheresse et du développement des ravageurs (lié notamment à la hausse attendue des températures moyennes).

Sensibilité des milieux littoraux et marins¹⁵

Comme le souligne le rapport Le Treut sur les impacts du changement climatique en Aquitaine, les données manquent pour caractériser précisément les conséquences du changement climatique sur les milieux et les écosystèmes littoraux et marins en Aquitaine.

Pour autant, il est probable, compte tenu de l'évolution attendu des paramètres climatiques, que le changement climatique contribue à amplifier les évolutions suivantes observées au cours des dernières décennies :

- **L'élévation du niveau marin devrait conduire à fragmenter les milieux littoraux et à réduire certains habitats**, notamment dans l'estuaire de la Gironde. Ce phénomène sera d'autant plus fort en présence d'ouvrages de défense du trait de côte, les milieux et écosystèmes ne pouvant reculer naturellement avec l'élévation progressive du niveau marin.
- Cette élévation du niveau marin devrait également **favoriser la « marinisation » du milieu estuarien de la Gironde**. Les observations récentes montrent ainsi une croissance des peuplements d'espèces marines dans l'estuaire (l'anchois par exemple).
- L'augmentation de la température des eaux littorales et de l'estuaire devrait favoriser le **développement de certains parasites et maladies affectant les organismes marins**, à commencer par les coquillages.
- Enfin, les chercheurs notent une « méridionalisation » en cours des écosystèmes marins : *« Les poissons représentant d'espèces tropicales inconnues des eaux européennes avant les années 1960 sont de plus en plus souvent observés dans le golfe de Gascogne. »*¹⁶.

¹⁴ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Front-d-expansion-de-la-chenille.html>

¹⁵ H. LE TREUT, Les impacts du changement climatique en Aquitaine, 2013.

¹⁶ Ibid.

La poursuite et l'amplification potentielle de ces phénomènes ne seront pas sans conséquences pour les activités liées à la mer et au littoral : conchyliculture, tourisme balnéaire et pêche sont et seront en effet directement concernés.

Indicateurs disponibles :

- Evolution de l'aire de répartition de la chenille processionnaire du pin (indicateur ONERC).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Sylviculture Gestion des milieux et des écosystèmes	Tous les SCoT

Les conséquences du changement climatique sur les milieux et les écosystèmes forestiers, littoraux et marins constituent un enjeu essentiel en Gironde, compte tenu notamment des services rendus par ses milieux (filères bois, tourisme balnéaire, conchyliculture, etc.).

Compte tenu des données disponibles, il est néanmoins difficile aujourd'hui d'en préciser l'importance à une échelle locale.

2.5.3. Aggravation des risques d'allergies aux pollens

Description générique de cette conséquence :

Les effets du changement climatique (l'augmentation des températures moyennes en particulier) devraient se traduire par un double phénomène :

- l'accroissement de la période de pollinisation des plantes : à titre d'exemple, une étude menée à Vienne depuis 1976 sur l'évolution de la date de pollinisation du bouleau a mis en évidence une avancée de deux à trois semaines de la date de pollinisation au cours de la seule décennie 1990, liée au réchauffement du climat.
- la remontée vers le nord de l'aire de répartition de certaines espèces végétales allergisantes : c'est le cas notamment de l'ambroisie à feuille d'armoise, dont l'aire de répartition, autrefois cantonnée au sud de la vallée du Rhône, s'étend aujourd'hui à la quasi-totalité du territoire métropolitain.

Dans ce cadre, l'exposition des populations aux allergies devrait s'accroître avec l'augmentation des températures moyennes.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :

Aucune corrélation n'a pour le moment été observée entre l'évolution du climat et celle des risques d'allergies aux pollens en Gironde. Les informations disponibles ne permettent donc pas de caractériser la sensibilité à une aggravation de ces risques sous changement climatique.

Deux éléments peuvent néanmoins être notés :

- La sensibilité aux risques allergiques est renforcée en milieu urbain, en raison d'une plus forte exposition à la pollution atmosphérique.
- Des études épidémiologiques sont régulièrement réalisées à l'Université Bordeaux Segalen. Elles devraient permettre d'identifier les effets du changement climatique sur les risques allergiques.

Indicateurs disponibles :

- Suivi de l'ambrosie à feuille d'armoise, Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux, échelle départementale (9 observations en Gironde en 2011 ; contre 1 000 en Isère).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Santé publique	Tous les SCoT Sysdau en particulier

Il est difficile, en l'état actuel des données disponibles, d'estimer les conséquences sanitaires du changement climatique liés aux risques d'allergies aux pollens en Gironde.

Il est néanmoins certain que le changement climatique conduira à une **augmentation de l'exposition aux pollens** d'une part (hausse de la durée de présence dans l'air des pollens ; apparition et développement de nouvelles plantes allergisantes) et à une **sensibilité accrue en milieu urbain** d'autre part (la hausse des températures moyennes et l'aggravation des canicules conduisant à une plus forte exposition à la pollution atmosphérique).

Tous les territoires SCoT de la Gironde sont donc potentiellement concernés par cet enjeu, le SCoT du Sysdau présentant par ailleurs une sensibilité accrue en raison de sa densité urbaine.

2.5.4. Apparition de nouvelles maladies

Description générique de cette conséquence :

Les effets du changement climatique pourraient se traduire par l'apparition de nouvelles maladies liées à :

- La remontée vers le nord de l'aire de répartition de certaines espèces vectrices de maladies (moustique tigre par exemple).
- La conjonction de l'augmentation de la température des eaux de surface et de la réduction des débits (notamment à l'étiage), susceptible de favoriser l'apparition et le développement de germes pathologiques.

Une grande incertitude entoure néanmoins cet impact du changement climatique, en particulier en ce qui concerne la vitesse de diffusion des vecteurs.

Evaluation de la sensibilité du territoire girondin :***De nouvelles pathologies liées à l'altération de la qualité de l'eau***

L'augmentation de la température des eaux de baignades – sur le littoral et dans les étangs arrière-littoraux – conduit au développement des algues et des cyanobactéries (« algues bleues » ou « algues vertes »). Ces dernières libèrent des toxines susceptibles d'impacter la santé humaine via la baignade ou l'ingestion : irritations oculaires, cutanées ou de l'appareil respiratoire.

Au-delà de l'impact sanitaire, le développement de ces cyanobactéries ne sera pas sans conséquences pour les activités touristiques. Comme le précise le rapport Le Treut : « Depuis 2004, la Direction Générale de la Santé a mis en place un plan de surveillance conduisant à interdire la baignade et à restreindre certaines activités nautiques en présence d'écume ou au-delà d'un certain seuil concernant les toxines des cyanobactéries. »

Vers de nouvelles pathologies infectieuses liées à l'apparition et au développement de vecteurs

Comme le précise le rapport Le Treut : « *La Région Aquitaine, par sa situation géographique à la fois méridionale et constitutive de la façade atlantique, remplit les conditions géo-climatiques de risque vectoriel émergent en rapport avec des conditions favorables de réchauffement.* »

Le moustique tigre, vecteur dans certains cas de maladies comme la dengue et le chikungunya, a été détecté en Aquitaine dès 2011 (remontée vers le nord de son aire de répartition) et constitue un bon exemple.

Les simulations disponibles indiquent un développement attendu de ce moustique et des maladies qu'il véhicule. Le plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en métropole, déployé par la Direction Générale de la Santé depuis 2006, prévoit ainsi pour le moustique tigre un passage du statut de « présent de manière contrôlé » à celui de « implanté et actif ».

Notons au passage que le moustique tigre s'implante avant tout en milieu urbain et périurbain, en se reproduisant dans les eaux stagnantes dans de petits contenants (coupelles, pneus, etc.).

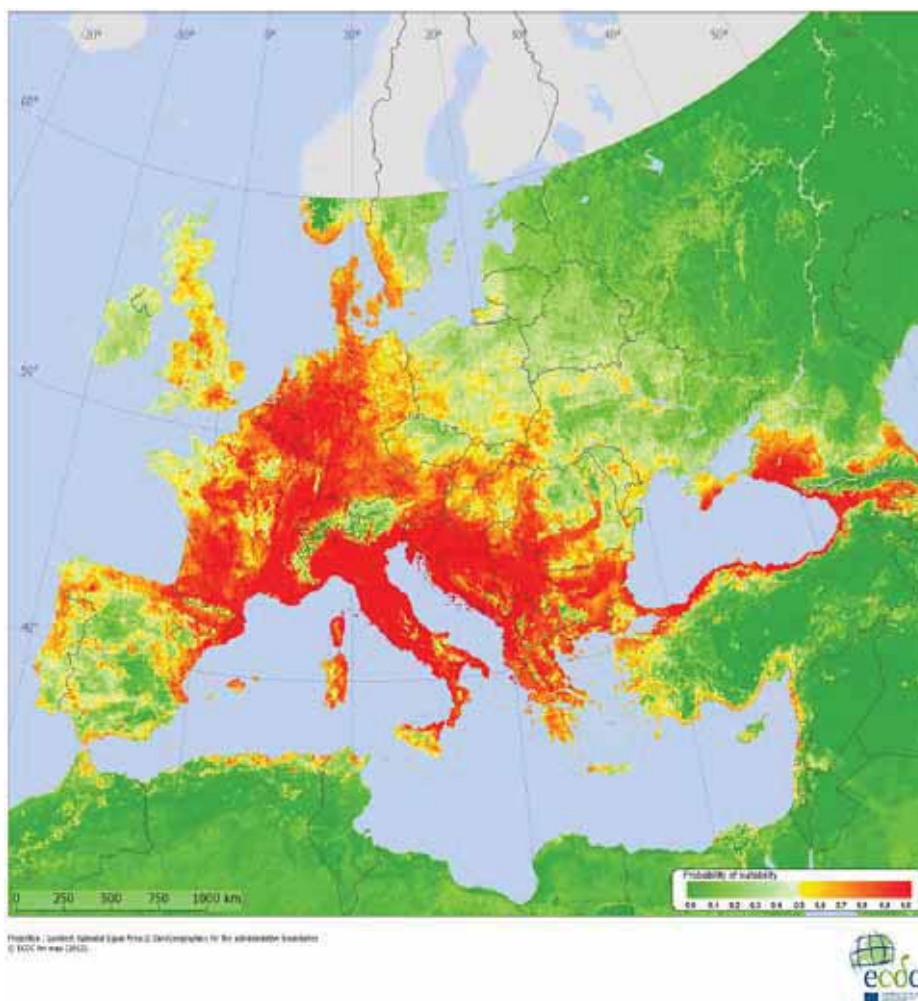


Fig. 31. Extension possible du moustique tigre en Europe entre 2010 et 2030 (Source : European Centre for Disease Prevention and Control, 2009)

Indicateurs disponibles :

- Suivi des signalements du moustique tigre, échelle départementale, Etablissement Interdépartemental pour la Démoustication (EID) du Littoral Atlantique¹⁷.
- Institut de Veille Sanitaire, relayé par la Cellule Interrégionale d'Epidémiologie (CIRE Aquitaine).

Enjeux :

Domaine(s) d'intervention du Département concerné(s)	Territoire(s) SCoT concerné(s)
Santé publique, animale et végétale	Tous les SCoT

Le suivi et la prévention des nouvelles pathologies liées à l'évolution du climat constituent un enjeu majeur de santé public en Gironde.

Tout le territoire départemental est concerné. Il est en effet difficile d'établir des contrastes de sensibilité à cette conséquence du changement climatique à l'échelle infra-départementale, compte tenu des données disponibles.

¹⁷ <http://www.eidatlantique.eu/page.php?P=153>

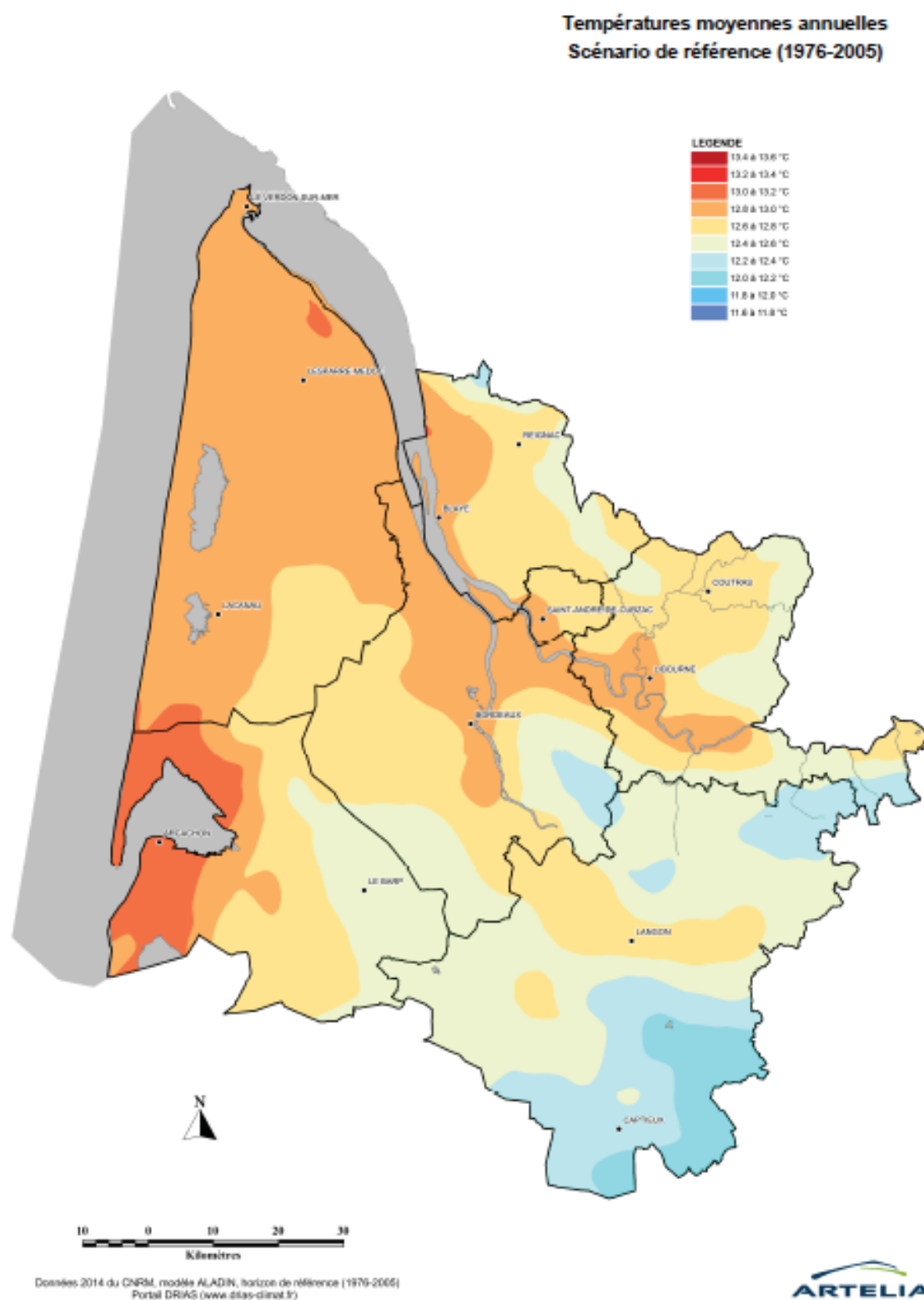
ANNEXE 1 - Atlas de l'évolution attendue des paramètres climatiques au XXIème siècle

Les cartes ci-après sont réalisées à partir des données du CNRM (Centre National de Recherche Météorologique), extraites du portail DRIAS (<http://www.drias-climat.fr/>). Trois cartes sont disponibles pour chaque paramètre :

- **Une carte présentant l'état de référence** : moyenne sur la période 1976-2005.
- **Deux cartes présentant l'évolution projetée du paramètre** (sous forme d'écart la référence : +x°C par exemple) à **deux horizons** proche (2021-2050) et lointain (2071-2100). Ceci à **partir des données du scénario GIEC RCP 4.5, jugé médian** et décliné en France par le modèle ALADIN du CNRM.

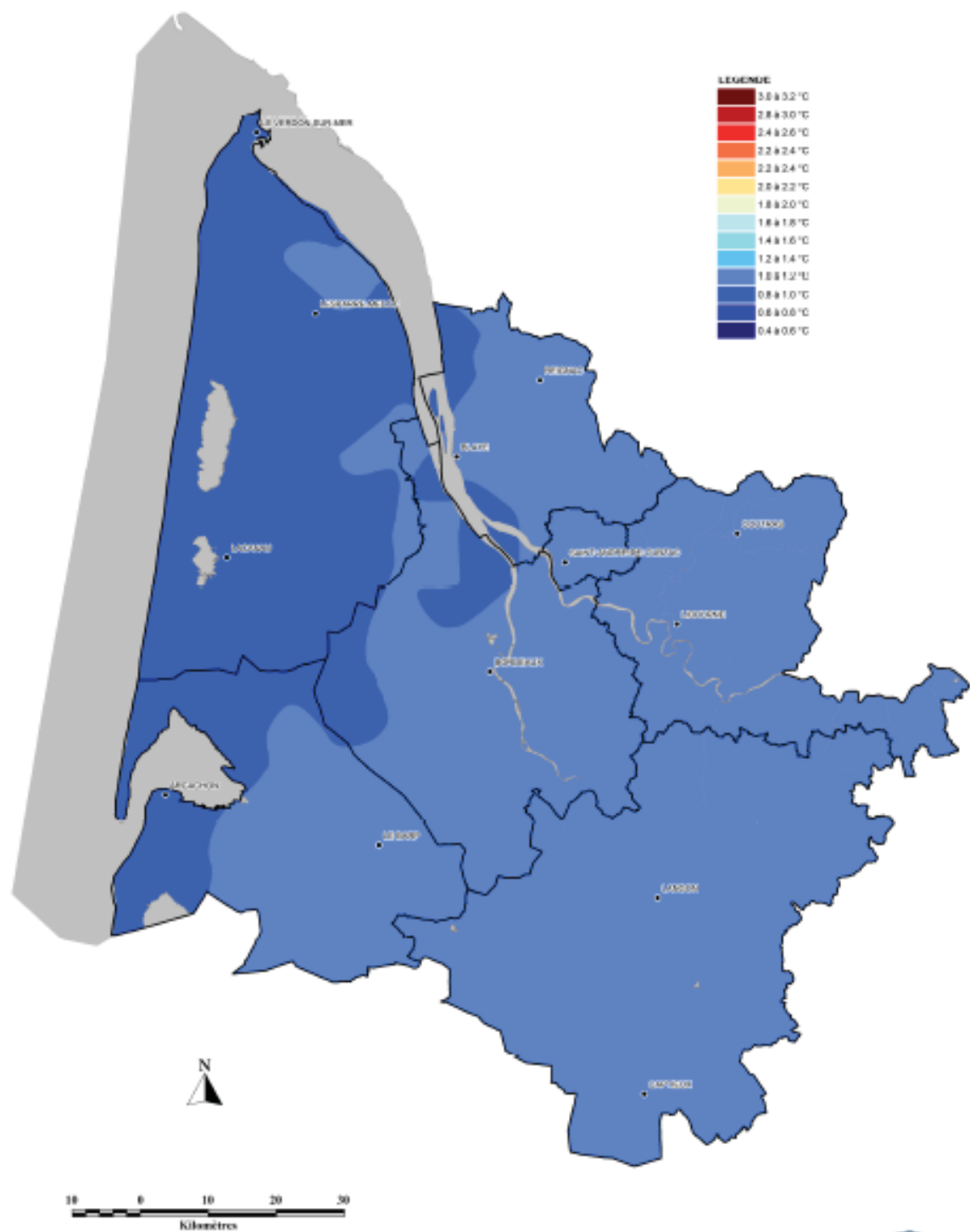
Ces données cartographiées rendent compte de **l'exposition du territoire de la Gironde à l'évolution attendue du climat au XXIème siècle.**

Températures moyennes annuelles – Période de référence (1976-2005)



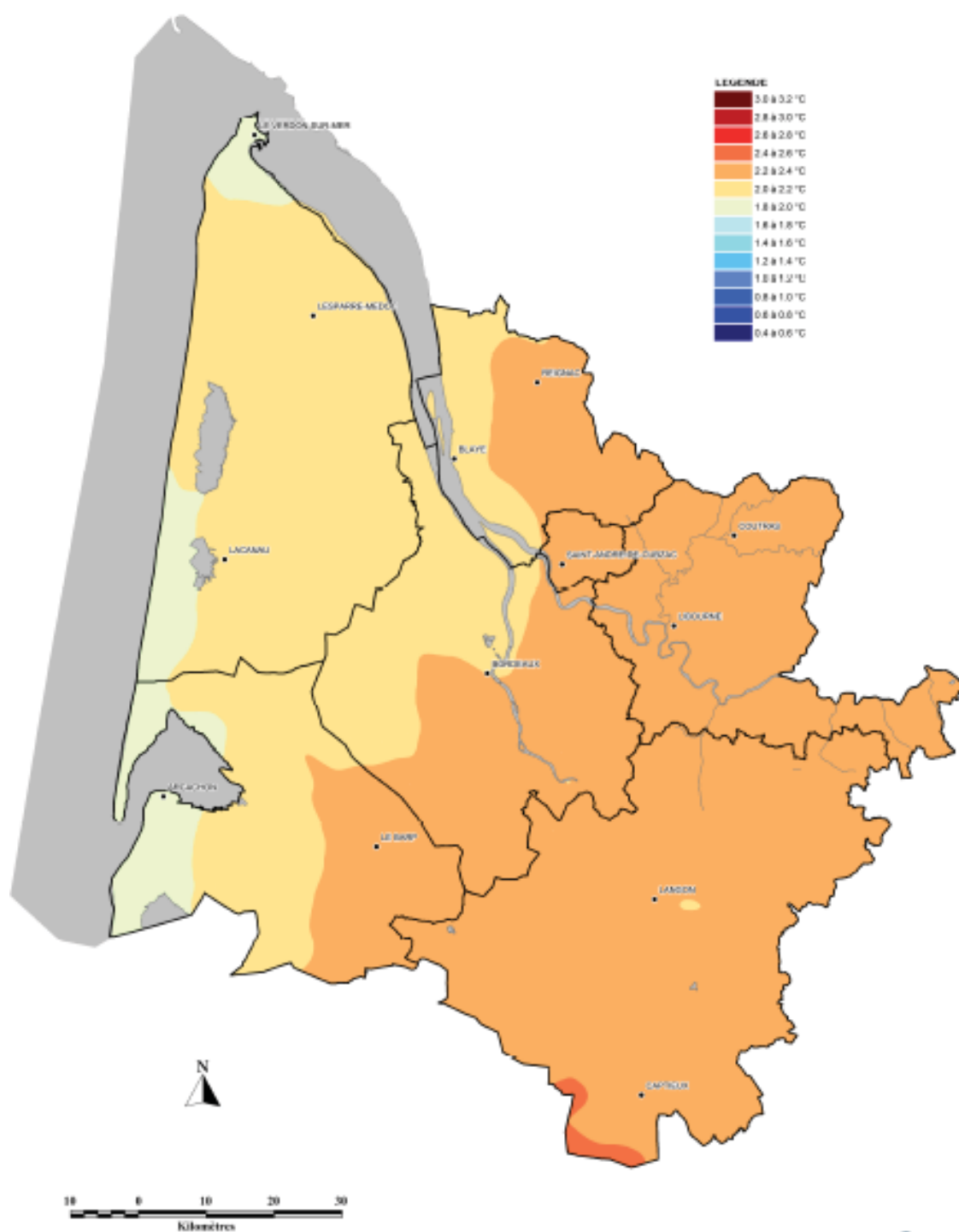
Evolution attendue des températures moyennes annuelles – Horizon proche (2021-2050)

**Ecart des températures moyennes annuelles
entre l'horizon proche (2021-2050) et le
scénario de référence (1976-2005), en degrés**

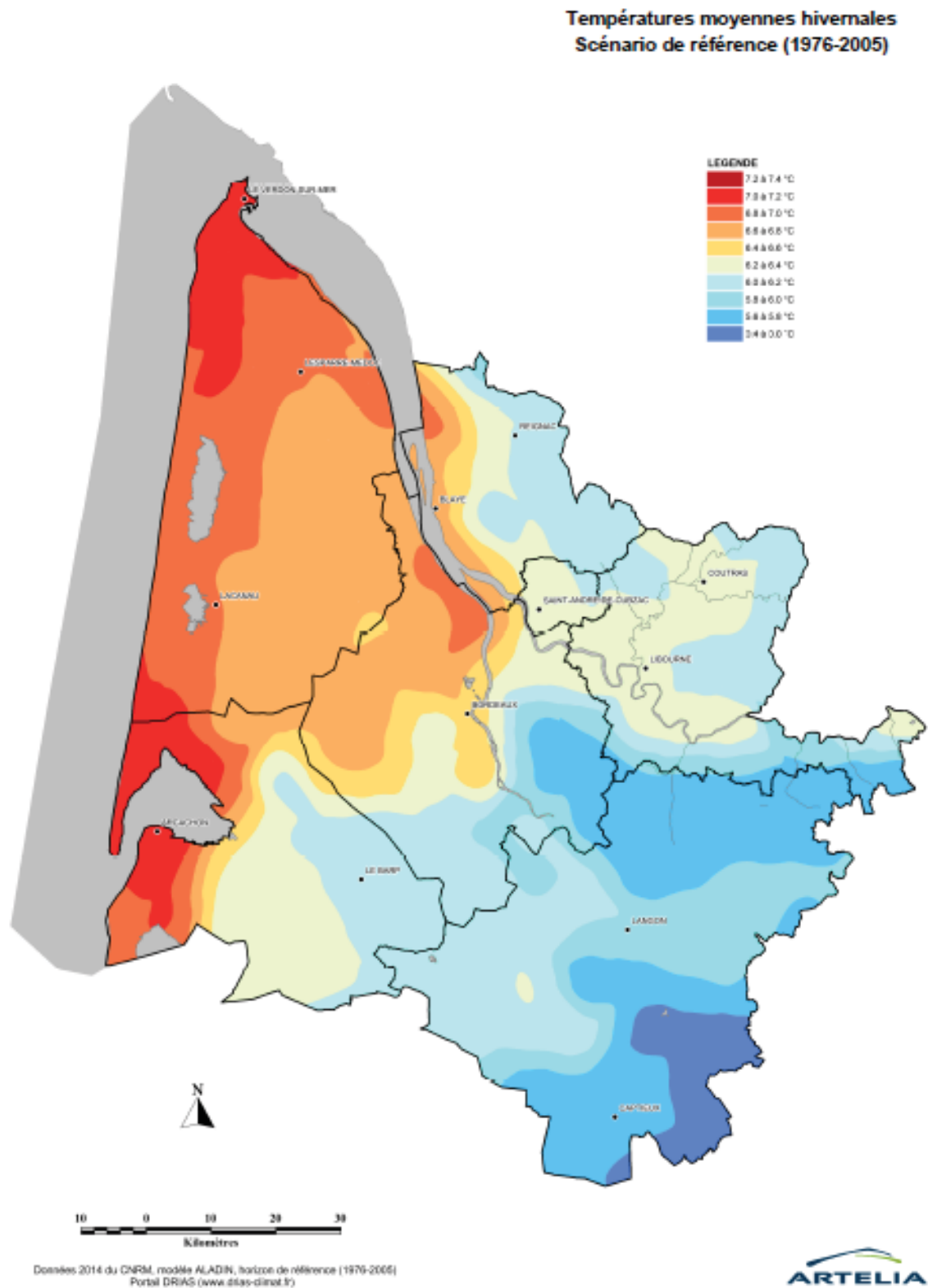


Evolution attendue des températures moyennes annuelles – Horizon lointain (2071-2100)

Ecart des températures moyennes annuelles entre
l'horizon lointain (2071-2100) et le scénario de
référence (1976-2005), en degrés

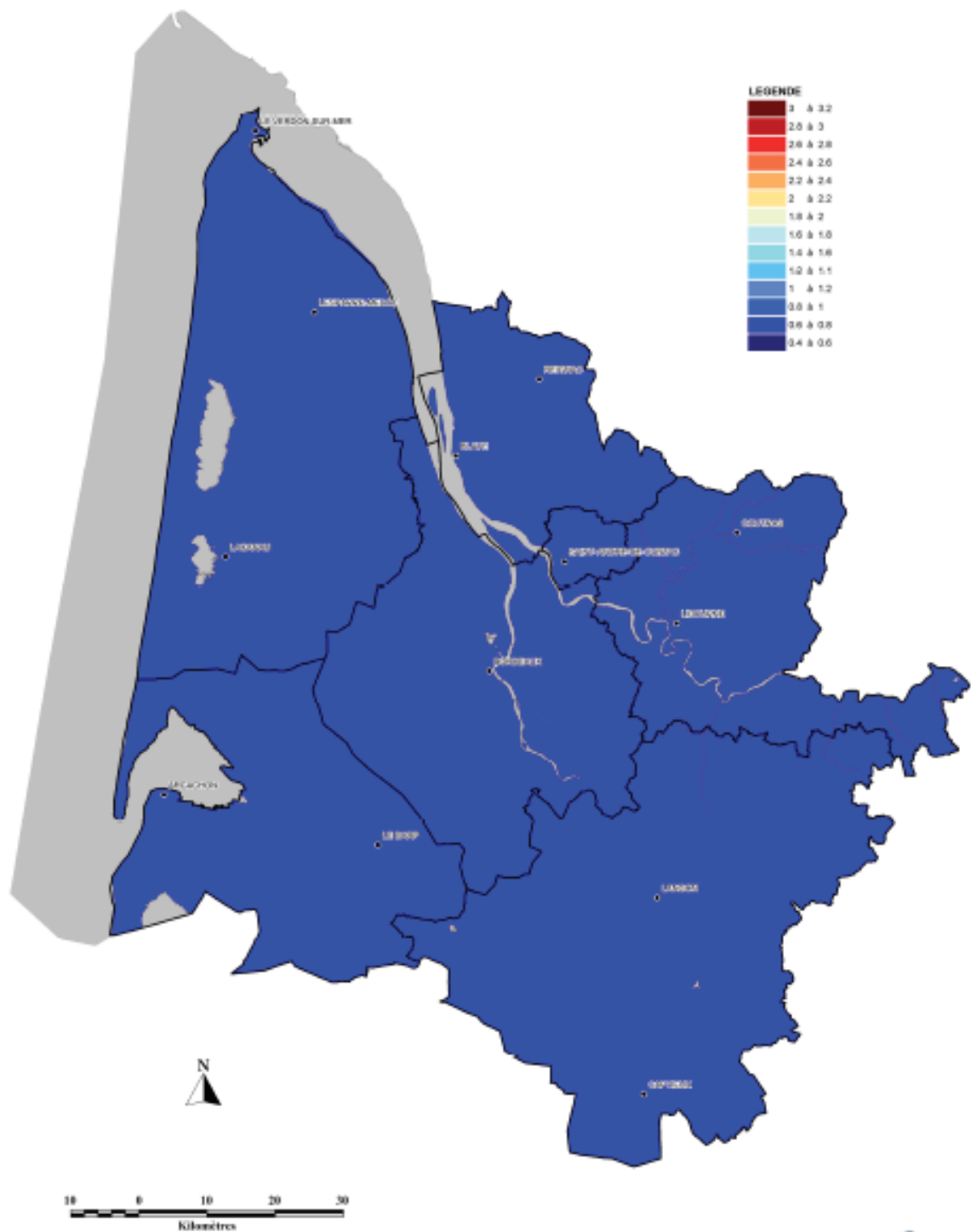


Températures moyennes Hivernales – Période de référence (1976-2005)



Evolution attendue des températures moyennes hivernales – Horizon proche (2021-2050)

Ecart des températures moyennes hivernales
entre l'horizon proche (2021-2050) et le scénario
de référence (1976-2050), en degrés

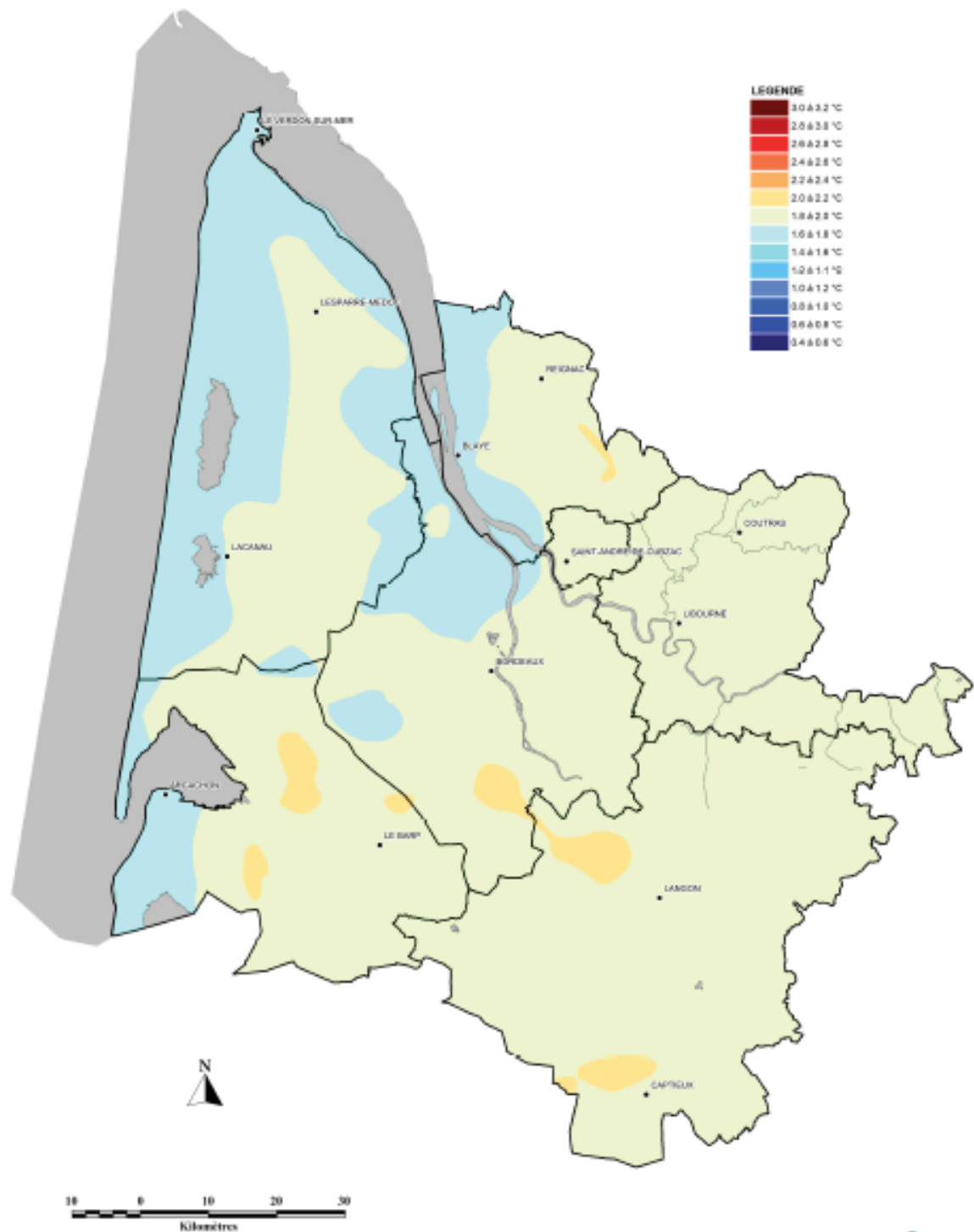


Données 2014 du CHRM, modèle ALADIN, Scénario RCP4.5,
Horizon proche (2021-2050), Portail DRIAS (www.drias-climat.fr)

ARTELIA

Evolution attendue des températures moyennes hivernales – Horizon lointain (2071-2100)

**Ecart des températures moyennes hivernales
entre l'horizon lointain (2071-2100) et le scénario
de référence (1976-2050), en degrés**

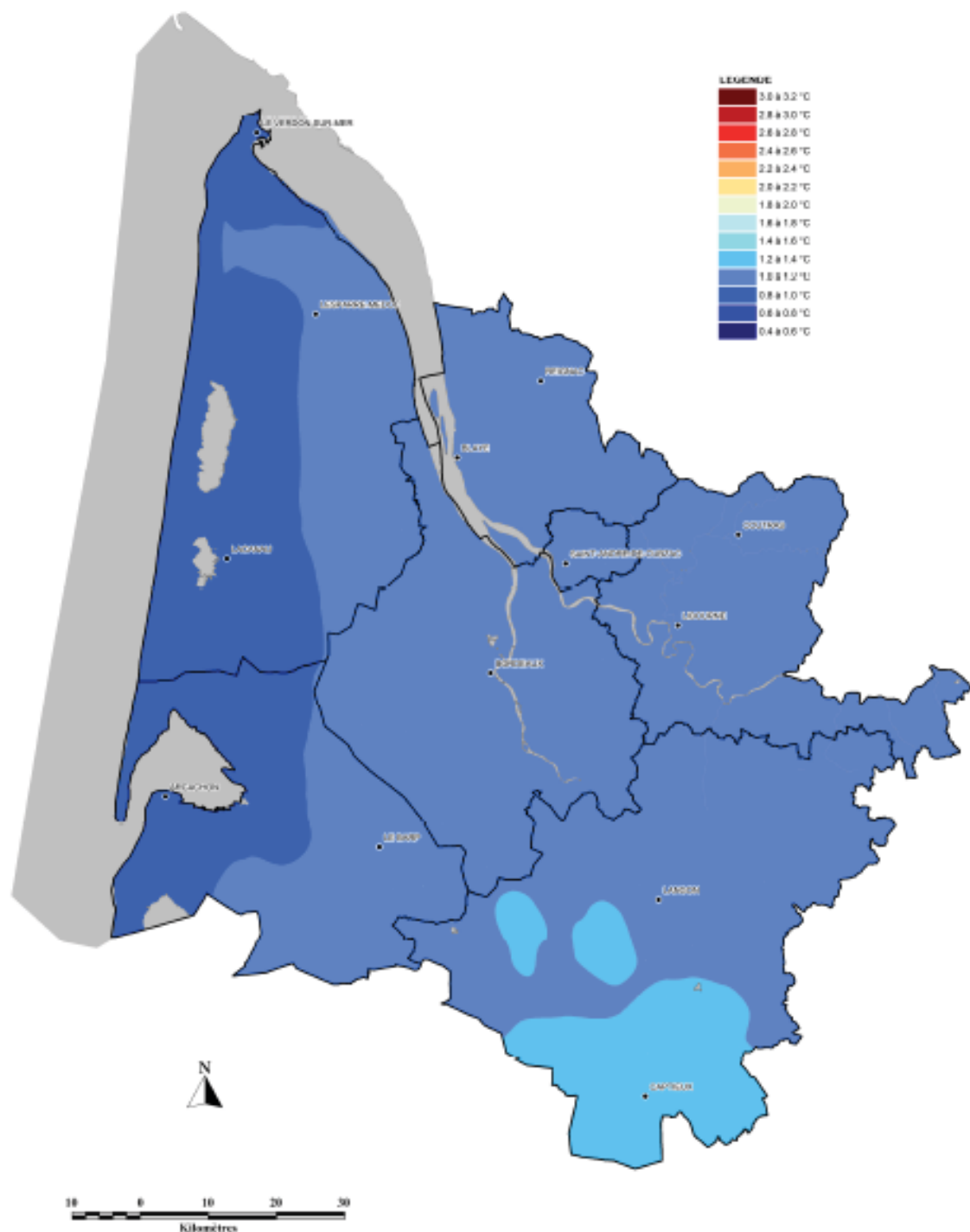


Données 2014 du CNRM, modèle ALADIN, Scénario RCP4.5,
Horizon lointain (2071-2100), Portail CRIAS (www.drees-climat.fr)

Températures moyennes estivales
Scénario de référence (1976-2005)

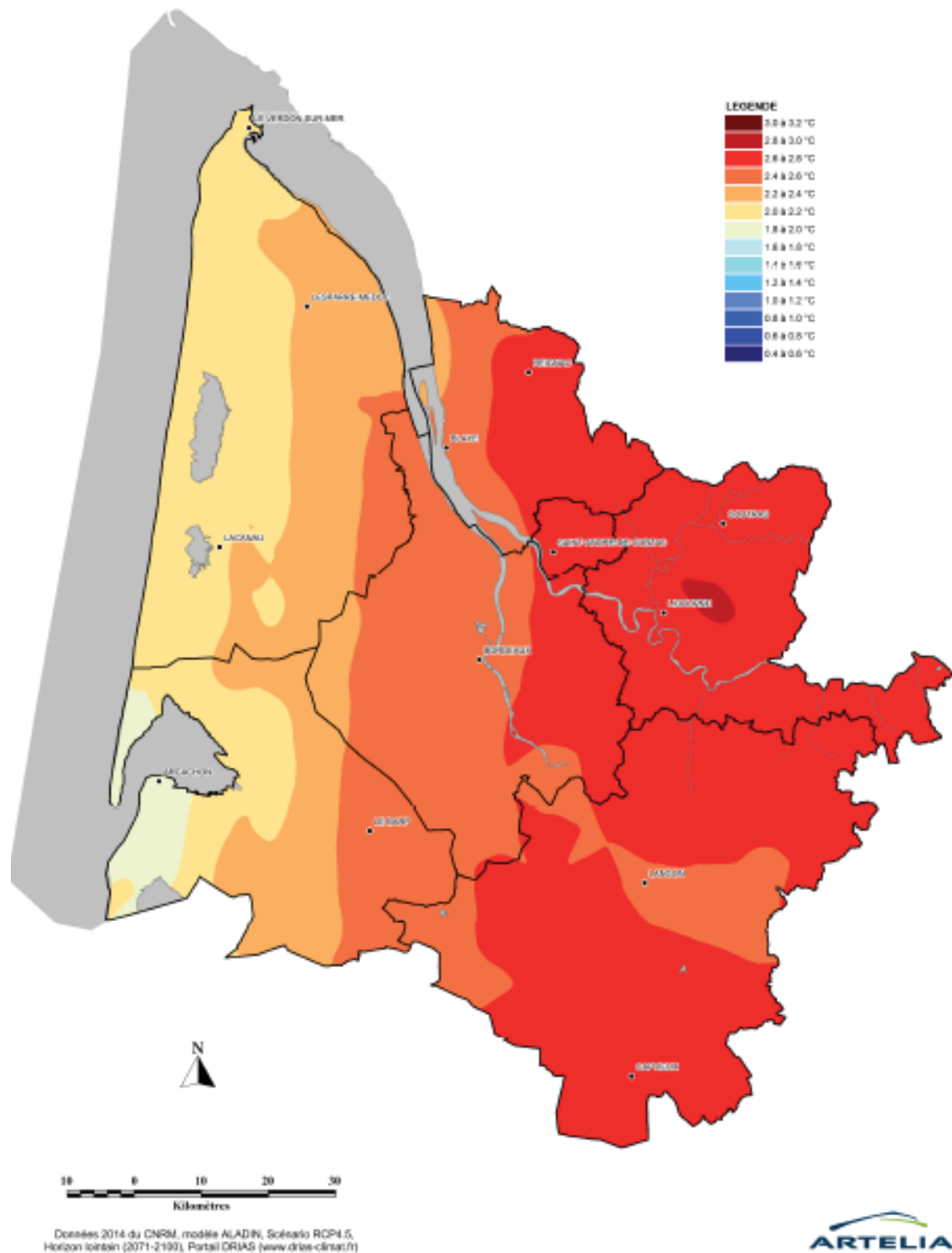
Evolution attendue des températures moyennes estivales – Horizon proche (2021-2050)

Ecart des températures moyennes estivales entre
l'horizon proche (2021-2050) et le scénario de
référence (1976-2005), en degrés



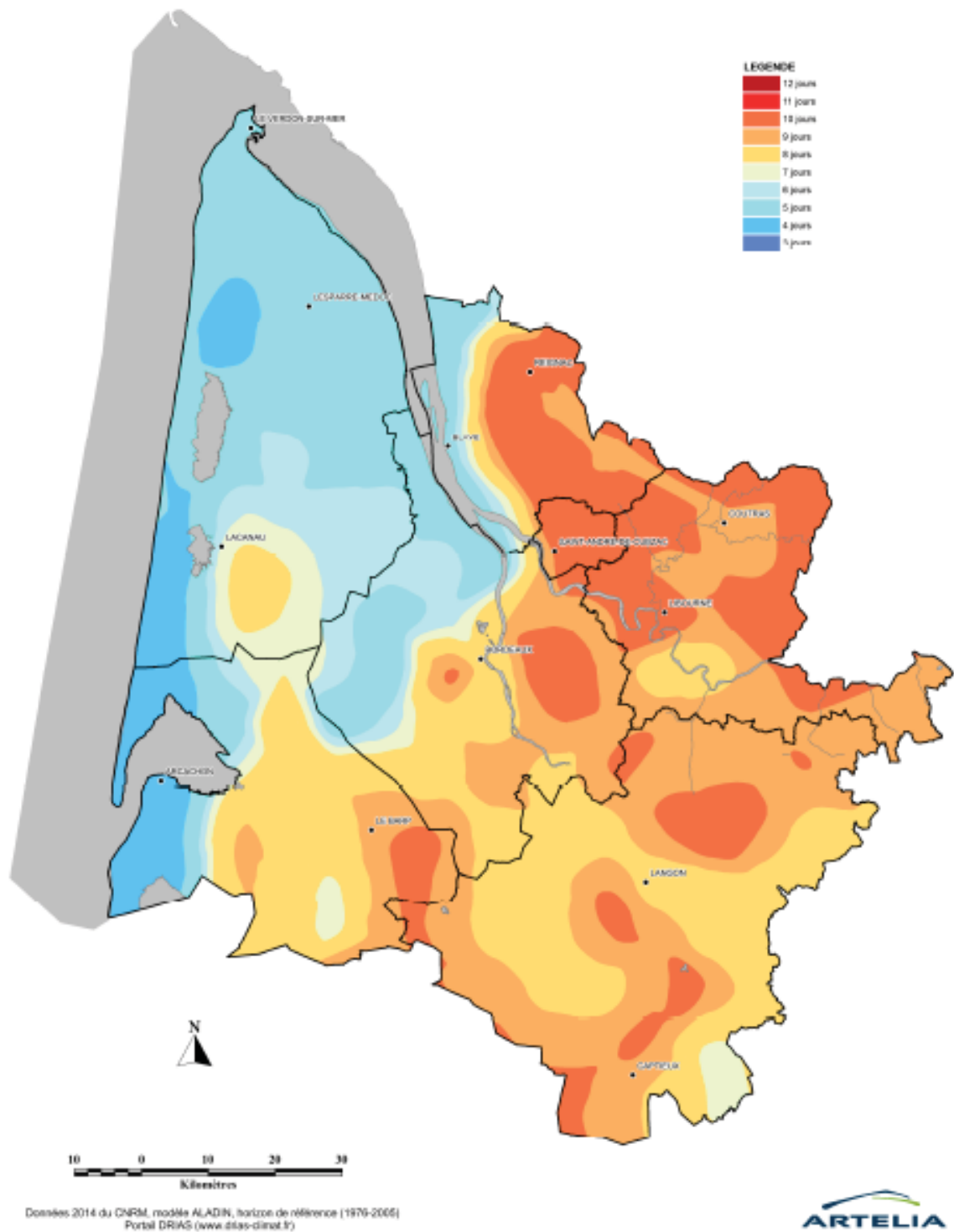
Evolution attendue des températures moyennes estivales – Horizon lointain (2071-2100)

Ecart des températures moyennes estivales entre
l'horizon lointain (2071-2100) et le scénario de
référence (1976-2005), en degrés



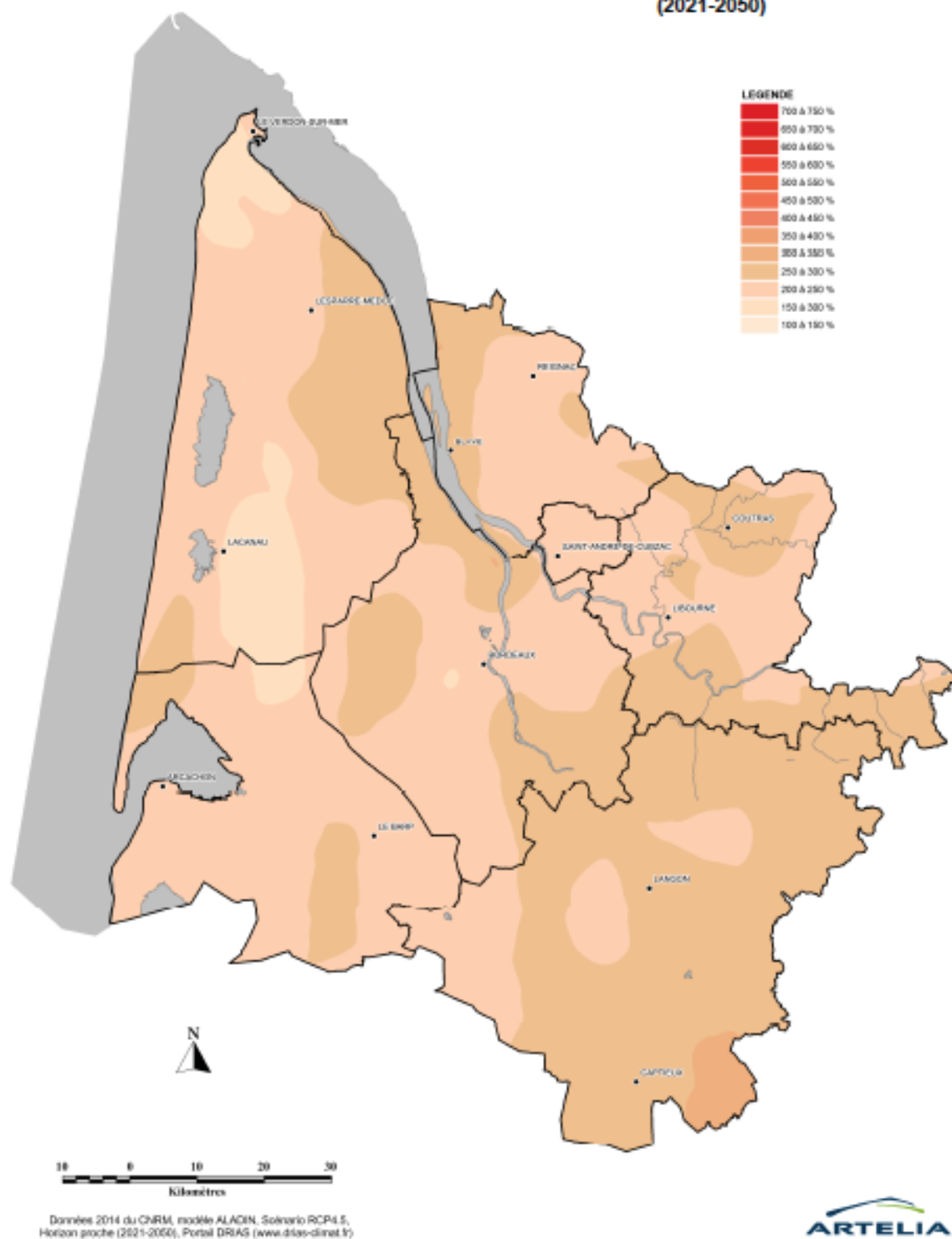
Nombre moyen annuel de jours de vague de chaleur – Période de référence (1976-2005)

**Nombre de jours annuel de vagues de chaleur
Scénario de référence (1976-2005)**



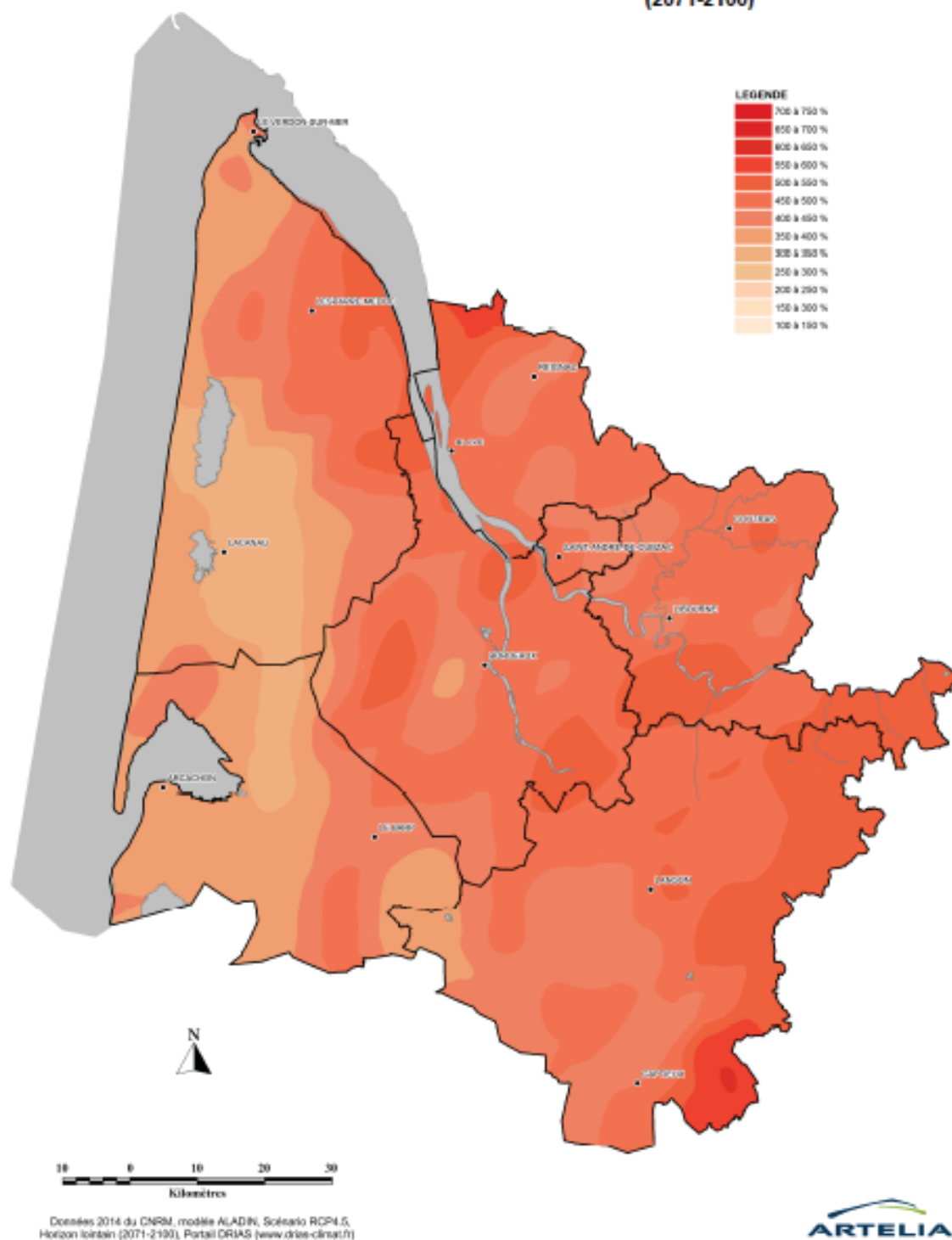
Evolution attendue du nombre moyen annuel de jours de vague de chaleur – Horizon proche (2021-2050)

Ecart à la référence, en pourcentage, du nombre de jours de vagues de chaleur, entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon proche (2021-2050)



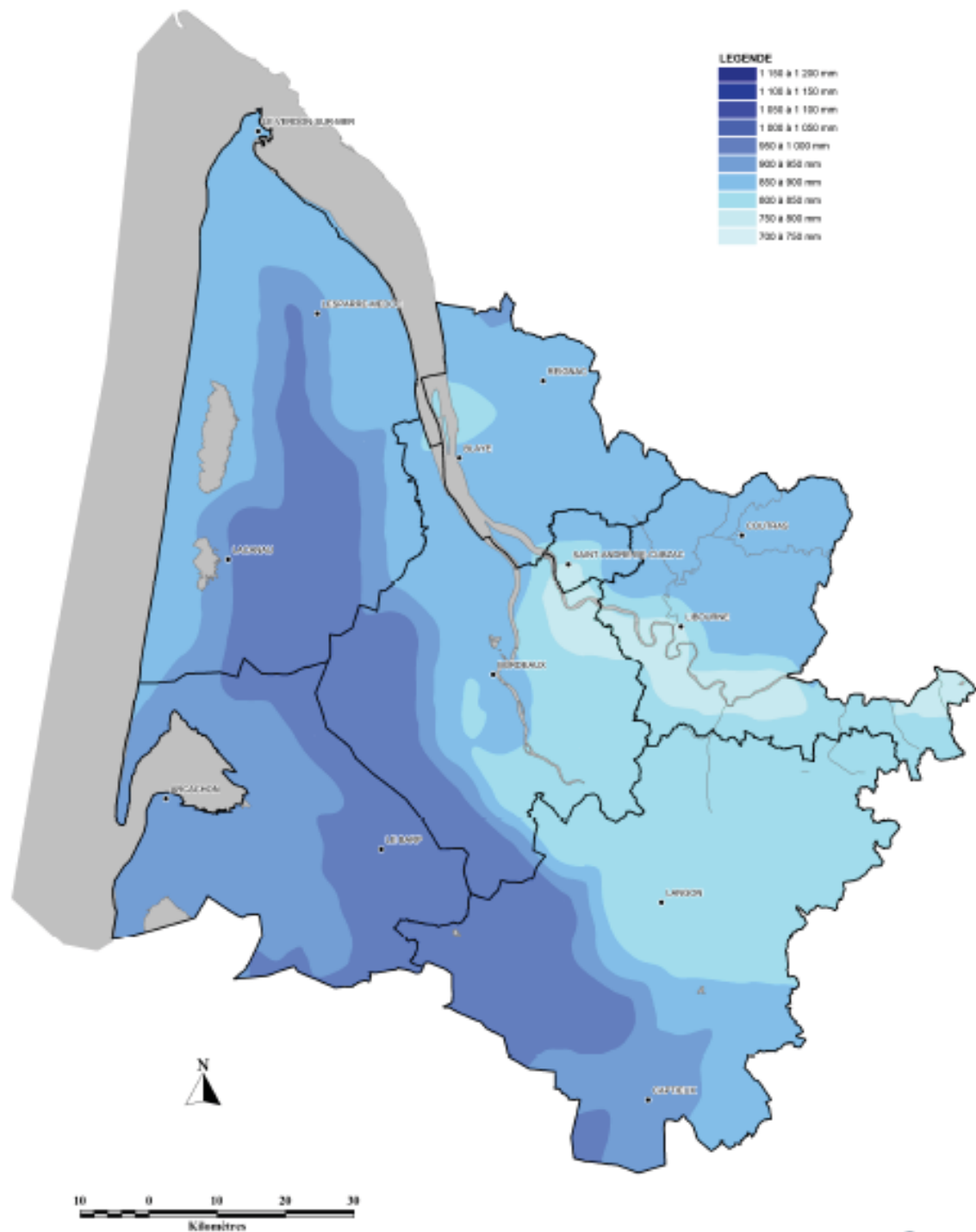
Evolution attendue du nombre moyen annuel de jours de vague de chaleur – Horizon lointain (2071-2100)

Ecart à la référence, en pourcentage, du nombre de jours de vagues de chaleur, entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon lointain (2071-2100)



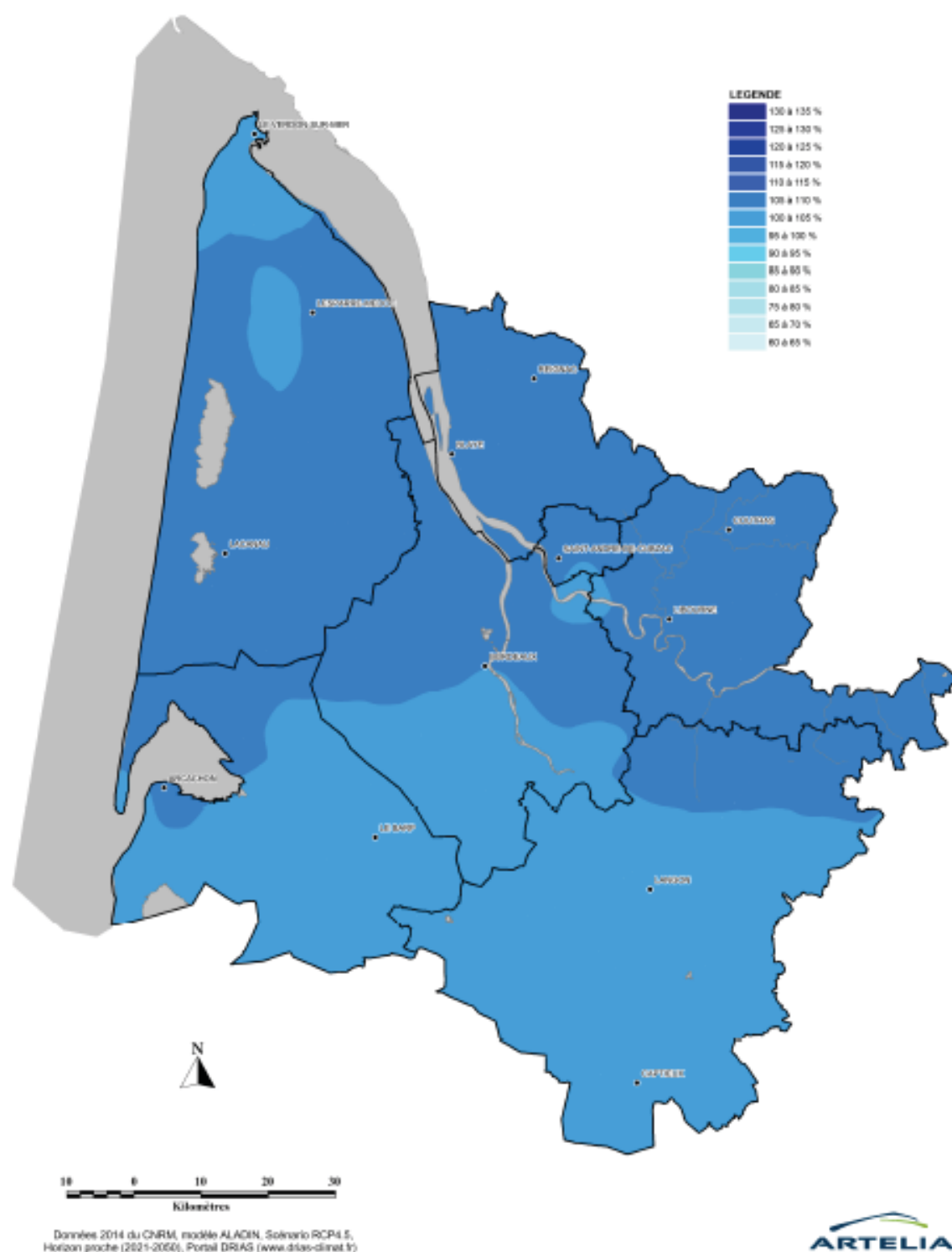
Précipitations moyennes annuelles – Période de référence (1976-2005)

**Cumul annuel des précipitations
Scénario de référence (1976-2005)**

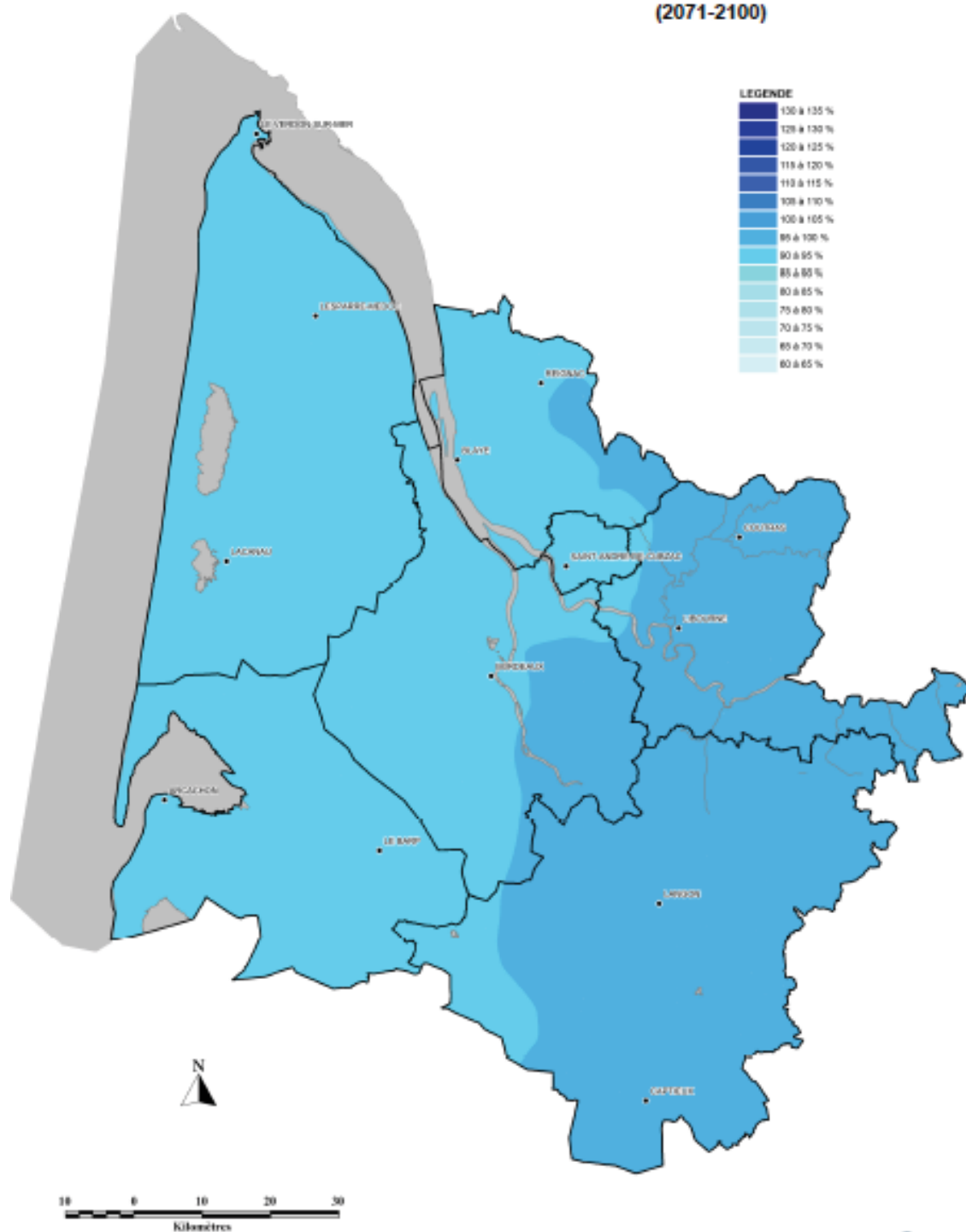


Evolution attendue des précipitations moyennes annuelles – Horizon proche (2021-2050)

Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul
annuel des précipitations, entre le scénario de
référence (1976-2005) et l'horizon proche (2021-2050)



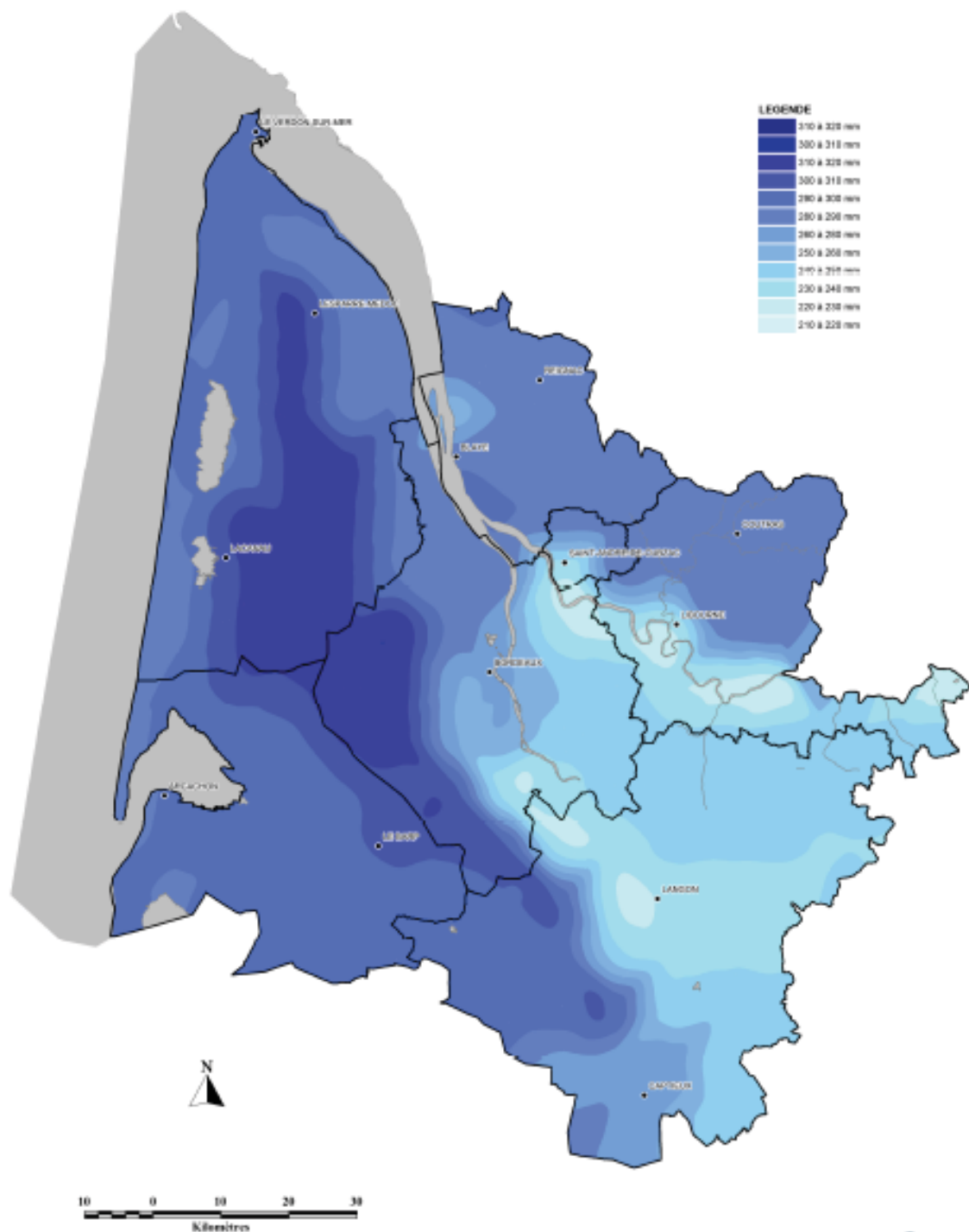
Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul annuel des précipitations, entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon lointain (2071-2100)



Données 2014 du CNRM, modèle ALADIN, Scénario RCP4.5, Horizon lointain (2071-2100), Portail DRIAS (www.drias-climate.fr)

Précipitations moyennes hivernales – Période de référence (1976-2005)

Cumul hivernal des précipitations
Scénario de référence (1976-2005)

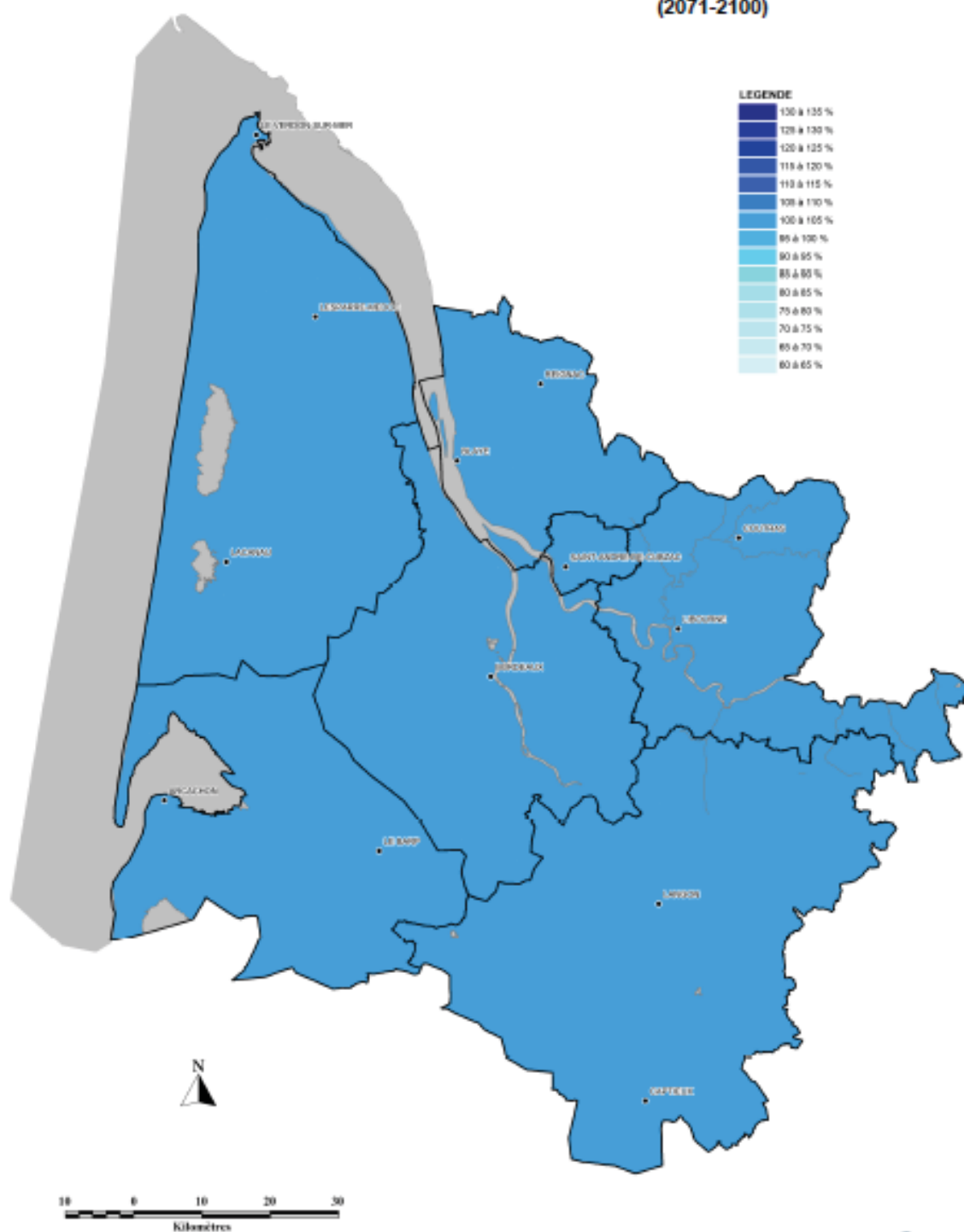


Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul hivernal des précipitations, entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon proche (2021-2050)

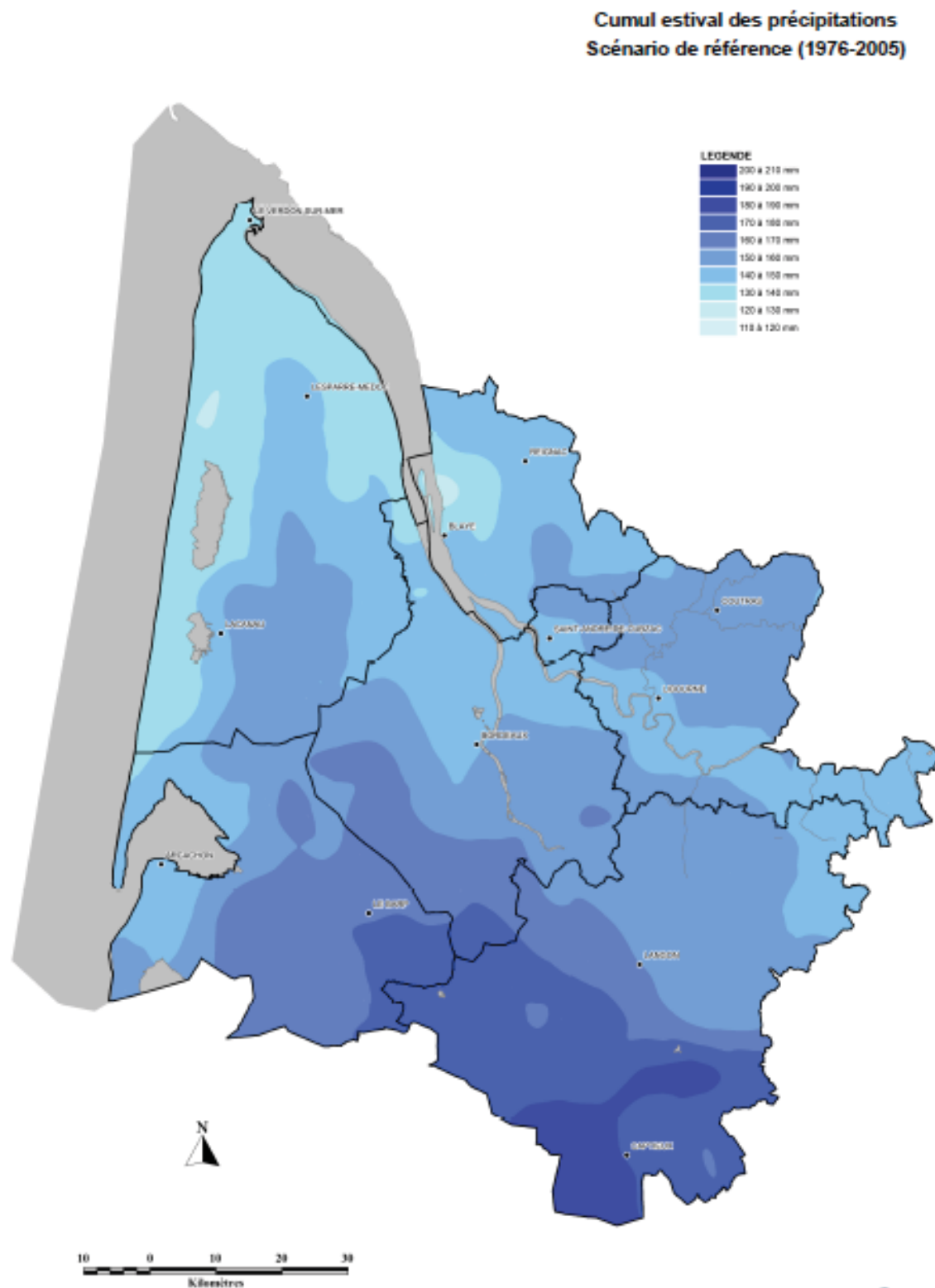


Evolution attendue des précipitations moyennes hivernales – Horizon lointain (2071-2100)

**Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul
hivernal des précipitations, entre le scénario de
référence (1976-2005) et l'horizon lointain
(2071-2100)**

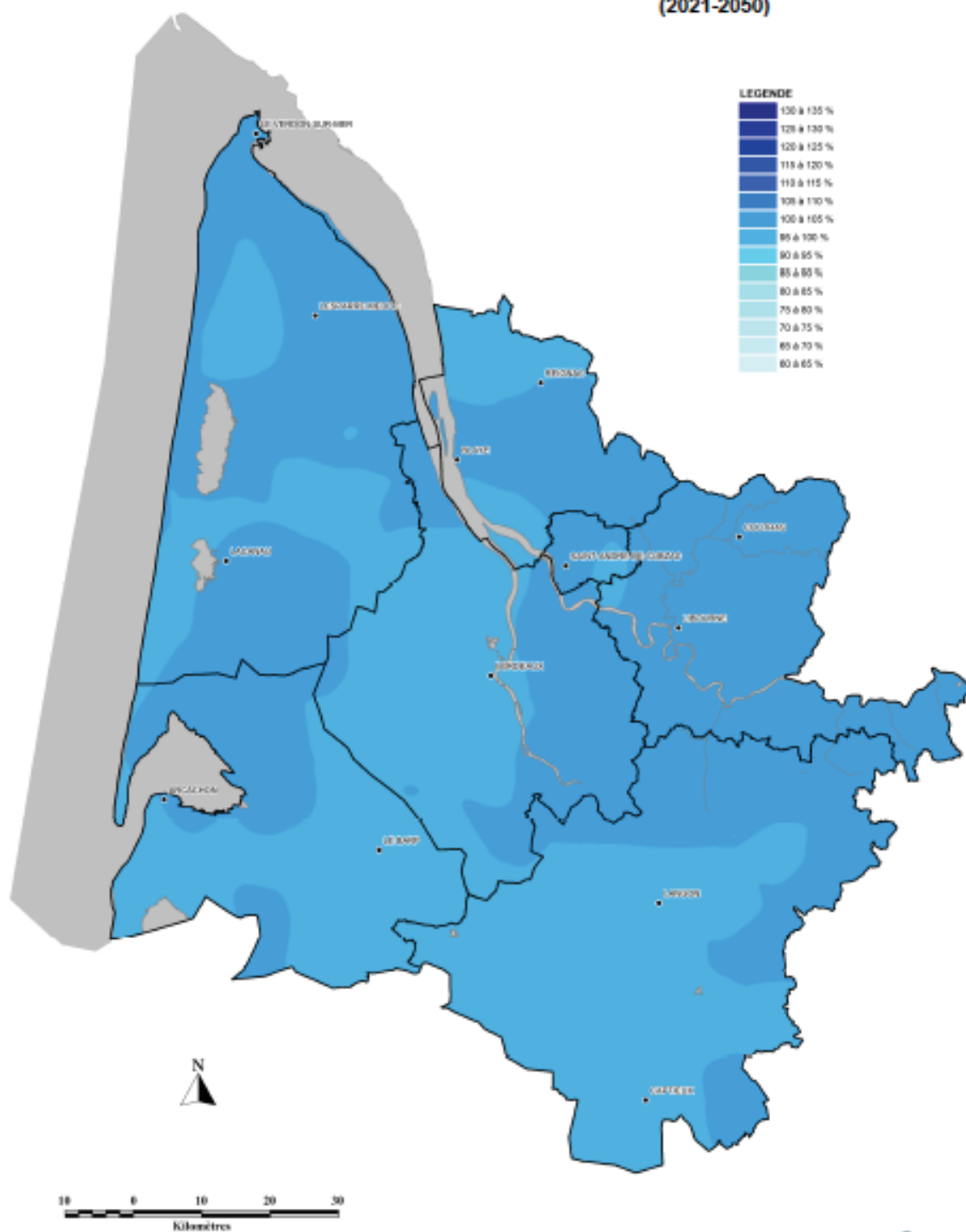


Précipitations moyennes estivales – Période de référence (1976-2005)



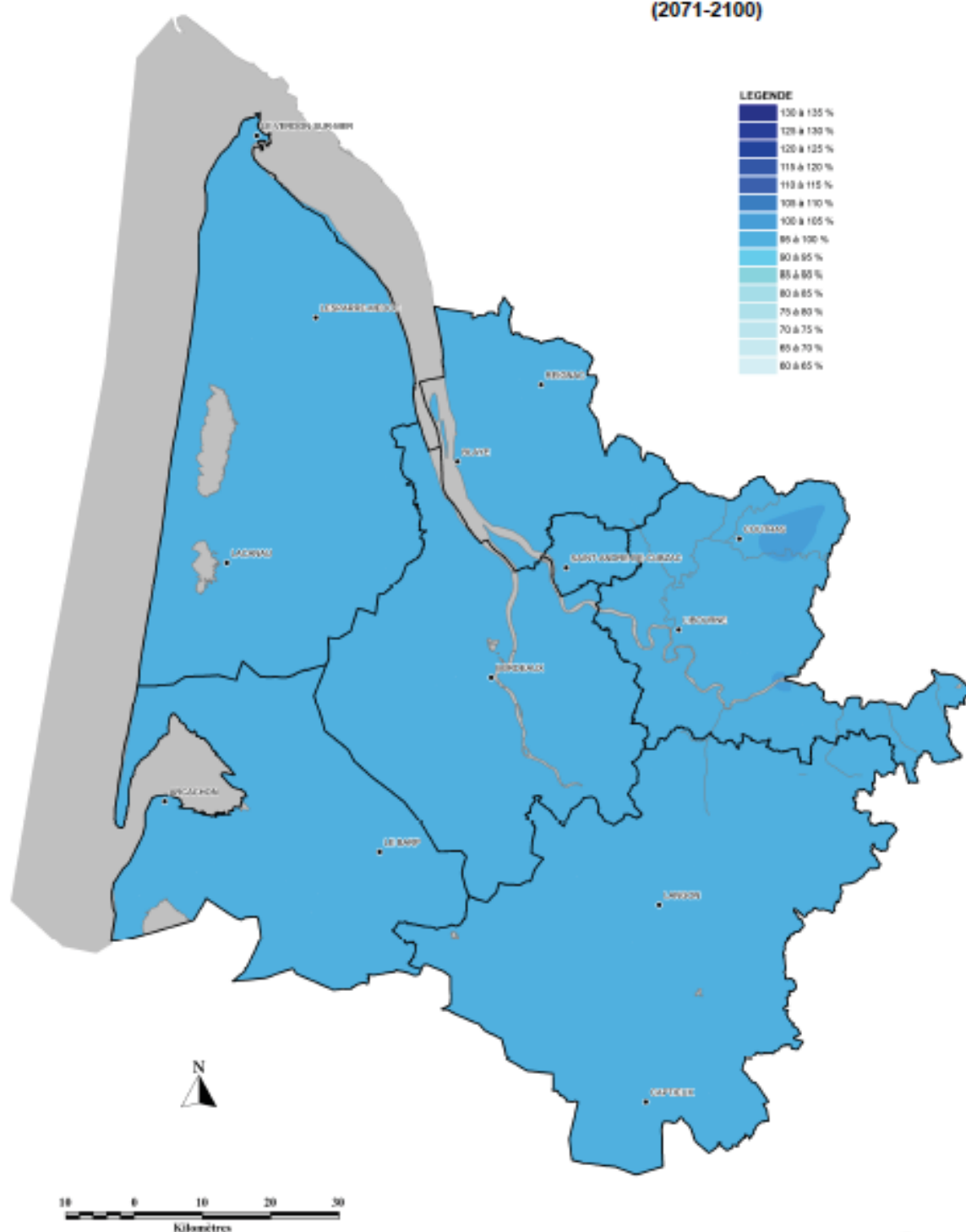
Evolution attendue des précipitations moyennes estivales – Horizon proche (2021-2050)

Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul
estival des précipitations, entre le scénario de
référence (1976-2005) et l'horizon proche
(2021-2050)



Evolution attendue des précipitations moyennes estivales – Horizon lointain (2071-2100)

Ecart à la référence, en pourcentage, du cumul
estival des précipitations, entre le scénario de
référence (1976-2005) et l'horizon lointain
(2071-2100)



Moyenne annuelle du nombre de jours où le cumul de précipitations atteint au moins 20 mm
Scénario de référence (1976-2005)



Écart à la référence, en pourcentage, de la moyenne annuelle du nombre de jours où les précipitations atteignent au moins 20 mm entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon proche (2021-2050)



Écart à la référence, en pourcentage, de la moyenne annuelle du nombre de jours où les précipitations atteignent au moins 20 mm entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon lointain (2071-2100)

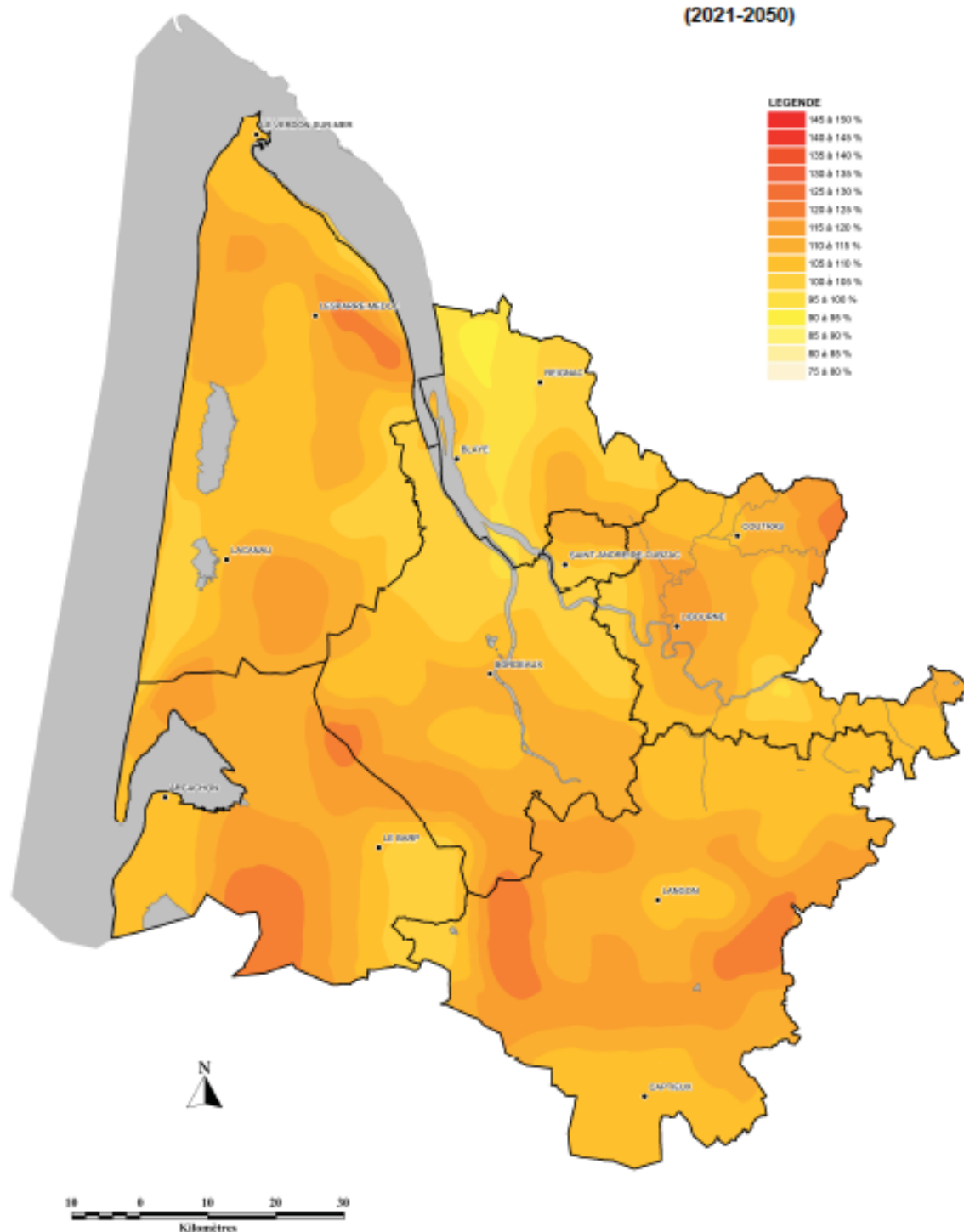


Nombre de jours annuel de sécheresse
Scénario de référence (1976-2005)



Evolution attendue du nombre moyen annuel de jours de sécheresse – Horizon proche (2021-2050)

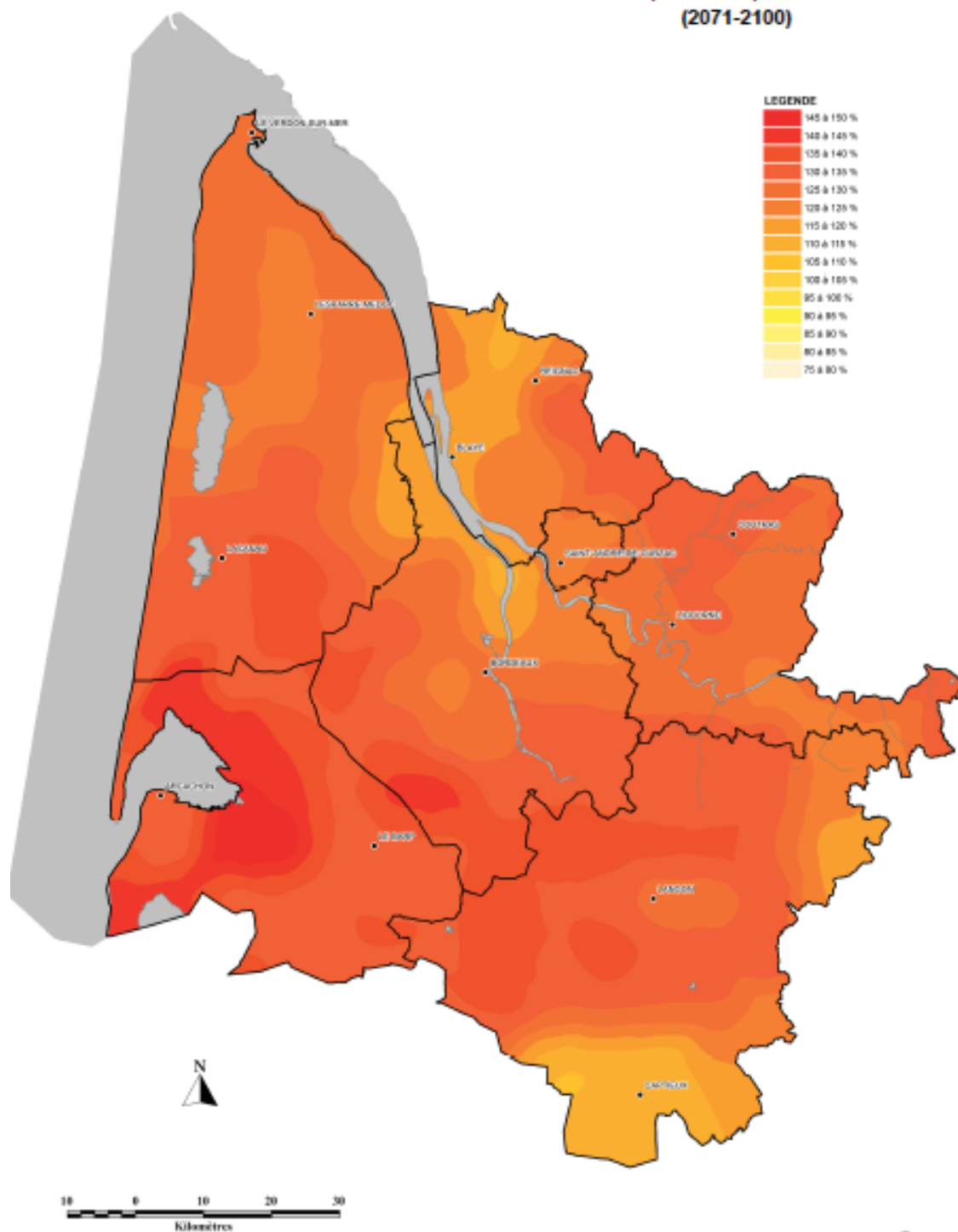
Ecart à la référence, en pourcentage, du nombre de jours annuel de sécheresse entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon proche (2021-2050)



Données 2014 du CNRM, modèle ALADIN, Scénario RCP4.5, Horizon proche (2021-2050), Portal DRAS (www.dras-dinet.fr)



Ecart à la référence, en pourcentage, du nombre de jours annuel de sécheresse entre le scénario de référence (1976-2005) et l'horizon lointain (2071-2100)



Données 2014 du CNRM, modèle ALADIN, Scénario RCP4.5, Horizon lointain (2071-2100), Portail DRIAS (www.drias-climat.fr)