

ÉTUDE HYDROLOGIE MILIEUX USAGES
CLIMAT (HMUC) SUR LE BASSIN DU LIGNON
DU VELAY

Votre contact :
David COLLOMB
collomb@isl.fr



// Phase 3 : Analyse prospective

ISL Ingénierie SAS – LYON
83-85 boulevard Marius Vivier Merle
Immeuble LE PANORAMIC
69003 – Lyon
France
Tel : +33.4.27.11.85.00
Fax : +33.1.40.34.63.36

Visa

Document verrouillé du 25/04/2025.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	04/02/2025	DCB	DCB	OBA	
B	17/04/2025	DCB	DCB	OBA	
C	25/04/2025	DCB	DCB	DCB	

DCB : COLLOMB David

OBA : BARBET Olivier

Rapport ISL
23F-010-RL-3
Revision C
Etude Hydrologie Milieux Usages Climat (HMUC)
<http://www.isl.fr/r.php?c=253444>



SOMMAIRE

1	RESUME	1
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
2.1	CONTEXTE	4
2.2	SECTEUR D'ETUDE	4
2.3	OBJECTIFS	6
2.3.1	Objectif général.....	6
2.3.2	Etude HMUC selon le guide méthodologique.....	6
2.3.3	Objectifs détaillés.....	6
2.4	PHASAGE DE L'ETUDE	7
3	PHASE 3 : ANALYSES PROSPECTIVES 2050	9
3.1	BESOINS ET PRELEVEMENTS	9
3.1.1	Documents généraux.....	11
3.1.1.1	Comité National de l'Eau	11
3.1.1.2	Plan Eau.....	11
3.1.1.3	SDAEP de la Haute-Loire	12
3.1.2	AEP (consommation domestique)	12
3.1.2.1	L'évolution de la population permanente.....	12
3.1.2.2	L'évolution de la population saisonnière touristique	19
3.1.2.3	La consommation moyenne d'eau potable par habitant	24
3.1.2.4	Le rendement des réseaux de distribution	27
3.1.2.5	Les transferts intra-bassin et inter-bassins.....	29
3.1.3	Agriculture	31
3.1.3.1	L'abreuvement du bétail (et lavage des bâtiments d'exploitation)	31
3.1.3.2	Irrigation des cultures et maraîchage.....	40
3.1.4	Industries	43
3.1.4.1	Estimation de l'évolution prévisible du nombre de ces établissements.....	43
3.1.4.2	Estimation de l'évolution de leur besoin en eau à horizon 2050	43
3.1.5	Aménagement hydraulique des barrages de Lavalette- La Chapelette .	45
3.1.6	Evaporation des plans d'eau et des retenues.....	45

3.1.7	Restitutions et rejets	45
3.2	RECAPITULATIF	48
3.3	VOLET CLIMAT : DESCRIPTION DU CLIMAT FUTUR ET IMPACT SUR L'HYDROLOGIE.....	50
3.3.1	Méthodologie générale	50
3.3.2	Choix des scénarios.....	53
3.3.3	Traitement des données des modèles climatiques régionaux.....	55
3.3.3.1	Récupération des données	55
3.3.3.2	Comparaison des données observées aux postes météorologiques et des données « historiques » des modèles climatiques régionaux	56
3.3.4	Construction des chroniques d'entrée pour la modélisation hydrologique 62	
3.3.4.1	Introduction.....	62
3.3.4.2	Correction des biais par approche centile-centile.....	62
3.3.4.3	Application à la chronique	66
3.3.4.4	Comparaison des données historiques et futures	66
3.4	EVOLUTION DES INCIDENCES : ANALYSE DE L'ADEQUATION DES BESOINS DES USAGES VIS-A-VIS DES RESSOURCES PROJETEES SOUS CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	75
3.4.1	Débits désinfluencés des cours d'eau	75
3.4.2	Prélèvements et rejets	84
3.4.3	Evolution des incidences	86
3.4.3.1	Débits influencés des cours d'eau	86
3.4.3.2	Taux d'impact hydrologique	94
3.4.3.3	Cas de l'impact potentiel sur l'usage hydroélectricité	100
4	CONCLUSION	102

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1	HYPOTHESES USAGES FUTURS.....	1
ANNEXE 2	INDUSTRIES	6

ANNEXE 3 TEMPERATURE MOYENNE MENSUELLE INTERRANUELLE 14

TABLE DES FIGURES

Figure 2-1 : Territoire d'étude.....	5
Figure 3-1 : Comité National de l'Eau : Scénario tendanciel.....	11
Figure 3-2 : Population du bassin du Lignon du Velay de 1968 à 2021 calculée à partir des données INSEE des départements (ligne verte) et scénario central de l'INSEE d'évolution de la population de 2018 à 2070 à partir des données des départements (ligne bleue)	13
Figure 3-3 : Evolution de la population des Communes à moyen terme (1999-2021) et à court terme (2010-2021) sur le BV du Lignon	14
Figure 3-4 : Evolution de la population communale en %/an sur la période 1999-2021.....	15
Figure 3-5 : Evolution de la population communale en %/an sur la période 2010-2021.....	16
Figure 3-6 : Délimitation des 4 SCOT du territoire.....	17
Figure 3-7 : Carte des capacités touristiques des communes (d'après Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire) : plus précise et actualisée que celle issue des données INSEE (carte précédente).....	22
Figure 3-8 : Excursions et nuitées touristiques (2019-2023) ; outil Flux Vision Tourisme (source : Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire).....	23
Figure 3-9 : Volume consommé par habitant desservi par fournisseur en AEP (source OFB – DDT(M)/DRIEAT/DEAL – Collectivités – 2019 ; Traitements : SDES, 2021)	25
Figure 3-10 : Volume consommé par habitant desservi par fournisseur en AEP (d'après RPQS), en l/j/hab.....	25
Figure 3-11 : Evolution du volume (moyen pondéré) d'AEP consommé par habitant desservi, en l/j/hab. (projection calculée avec un taux de décroissance de 0,8%/an ; projection Explore 2070 [13])	26
Figure 3-12 : Cartographie du rendement primaire (d'après SDAEP).....	28
Figure 3-13 : Evolution du rendement moyen des réseaux AEP	29
Figure 3-14 : Cartographie des groupes de communes	32
Figure 3-15 : cartographie du zonage de l'étude des pratiques agricoles [20]	33
Figure 3-16 : cartographie du zonage des sous-groupes (données DRAAF).....	34
Figure 3-17 : Evolution nationale du cheptel bovin entre 1970 et 2022 (source : BD Agreste [16])	35
Figure 3-18 : Evolution du cheptel bovin (vache laitière et vache allaitante) entre 2005 et 2031. Prospectives réalisées par l'Institut de l'élevage (source Idele) [17].....	36
Figure 3-19 : Localisation des vaches laitières/allaitantes (Sources : BDNI bovine, traitements SSP [16])	36
Figure 3-20 : Evolution du cheptel bovin entre 2000 et 2030 pour le secteur d'étude (6 groupes de commune). Source : BD Agreste et prospectives réalisées par l'Institut de l'élevage Idele	37
Figure 3-21 : Evolution des surfaces de différentes occupations du sol entre 2000 et 2020 (surface en échelle géométrique pour améliorer la lisibilité).....	41

Figure 3-22 : Localisation des points de rejet et volumes associés par bassin versant	46
Figure 3-23 : méthodologie de constitution de chroniques de débits modifiées par le changement climatique	51
Figure 3-24 : Présentation du projet Explore 2	53
Figure 3-25 : Représentation des différentes composantes du modèle CNRM-CM5 et HadGEM2	54
Figure 3-26 : Localisation des points de grille du DRIAS et des postes météorologiques pris en compte dans le modèle hydrologique GESRES _{ISL}	55
Figure 3-27 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station de Mazet.....	59
Figure 3-28 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station d'Yssingeaux	60
Figure 3-29 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station de Saint-Romain.....	60
Figure 3-30 : Valeurs moyennes des températures moyennes mensuelles interannuelles à Yssingeaux (en °C).....	61
Figure 3-31 : Exemple de distribution des coefficients de correction quantile par quantile– en haut, sans correction, en bas, avec correction	65
Figure 3-32 : Evolution des températures - Modèle modéré (CNRM).....	67
Figure 3-33 : Evolution des températures - Modèle pessimiste (HADGEM)	68
Figure 3-34 : Evolution du nombre de journées très chaudes à Yssingeaux	69
Figure 3-35 : Evolution du nombre de jour de gel à Yssingeaux.....	69
Figure 3-36 : Evolution du cumul des précipitation neigeuses à Yssingeaux.....	70
Figure 3-37 : Evolution des précipitations - Modèle modéré (CNRM).....	71
Figure 3-38 : Evolution des précipitations - Modèle pessimiste (HADGEM)	72
Figure 3-39 : Evolution des cumuls de pluie mensuels pour le scénario modéré (CNRM).....	74
Figure 3-40 : Evolution des cumuls de pluie mensuels pour le scénario pessimiste (HADGEM) ...	74
Figure 3-41. : Module désinfluencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM).....	76
Figure 3-42. : Module désinfluencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)	77
Figure 3-43. : Module désinfluencé spécifique Etat 2050 (HADGEM)	78
Figure 3-44. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM).....	79
Figure 3-45. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)	80
Figure 3-46. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat 2050 (HADGEM)	81
Figure 3-47. : Bilan de prélèvements sur le bassin du Lignon : y compris avec les exports (en haut), uniquement sur le bassin et hors évaporation (en bas)	85
Figure 3-48. : Module influencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM)	87
Figure 3-49. : Module influencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)	88
Figure 3-50. : Module influencé spécifique : Etat 2050 (HADGEM)	89

Figure 3-51. QMNA5 influencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM)	90
Figure 3-52. QMNA5 influencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)	91
Figure 3-53. QMNA5 influencé spécifique Etat 2050 (HADGEM)	92
Figure 3-54. : Etat actuel : Carte de l'impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé	96
Figure 3-55. : Etat 2050 (Scénario 1 et 2) : Carte de l'impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé	97
Figure 3-56. : Etat 2050 (Scénario 1 : CNRM) : Carte de l'impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé	98
Figure 3-57. : Etat 2050 (Scénario 2 : HADGEM) : Carte de l'impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé	99

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Population du bassin	4
Tableau 3-1 : Principaux usages influençant la ressource en eau du bassin du Lignon du Velay et variables associées.....	10
Tableau 3-2 : Evolution de la population des départements concernés par l'étude à horizon 2030 et 2050 (Source : Insee)	13
Tableau 3-3 : Hypothèses d'évolution de la population retenues par les SCOT	18
Tableau 3-4 : Nombre de place disponible en hébergement touristique par commune	20
Tableau 3-5 : Evolution du nombre d'établissement d'hébergement touristique	21
Tableau 3-6 : Evolution (%) 2000-2020 du nombre d'exploitation d'élevage bovin.....	32
Tableau 3-7 : Evolution 2010-2050 du nombre de têtes de bovins, de vaches laitières et allaitantes	38
Tableau 3-8 : Evolution de la SAU par groupe de communes de 2000 à 2020.....	40
Tableau 3-9 : Irrigation : besoins en eau (état actuel)	42
Tableau 3-10 : Evolution de la consommation en eau pour les industries	44
Tableau 3-11 : Volumes rejetés par les stations.....	47
Tableau 3-12 : Récapitulatif des variables du scénario tendanciel	50
Tableau 3-13 : Rappel des données des stations pluviométriques.....	52
Tableau 3-14 : comparaison des pluies « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux.....	58
Tableau 3-15 : Valeurs moyennes des pluies annuelles (en mm)	59
Tableau 3-16 : Valeurs moyennes des températures moyennes mensuelles interannuelles à Yssingaux (en °C).....	61
Tableau 3-17 : Evolutions des températures en °C par rapport à la période de référence modèle CNRM 8.5.....	64
Tableau 3-18 : évolutions des précipitations par rapport à la période de référence.....	66

Tableau 3-19 : Evolution saisonnière des précipitations, pour les deux scénarios modélisés.....	72
Tableau 3-20 : Evolution mensuelle des précipitations, pour les deux scénarios modélisés.....	73
Tableau 3-21 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : Module désinfluencé (en haut), et QMNA5 désinfluencé (en bas) en m3/s.....	83
Tableau 3-22 : Synthèse des données de rejet/prélèvement : évolution entre Etat actuel et Etat 2050	84
Tableau 3-23 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : Module influencé (en haut), et QMNA5 influencé (en bas).....	93
Tableau 3-24 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : ratio Module influencé / désinfluencé (à gauche), et QMNA5 influencé / désinfluencé (à droite)	95

1 RESUME

Le bassin versant du Lignon du Velay est situé dans l'Est du Département de la Haute Loire et est situé en tête de bassin versant de la Loire. Il couvre une surface de 708 km², sur 36 communes dont 29 en Haute Loire, 5 en Ardèche et 2 dans le département de la Loire.

L'EPAGE Loire Lignon a lancé sur ce territoire une étude « HMUC » (Hydrologie-Milieus-Usages-Climat) afin de quantifier la ressource en eau, recenser les prélèvements et les rejets, évaluer les débits nécessaires au bon fonctionnement des cours d'eau, et proposer des valeurs de référence pour organiser la gestion de l'eau. En effet, la gestion quantitative de l'eau est un sujet majeur actuellement, et à moyen et long terme en lien avec le changement climatique et les évolutions socio-démographiques des territoires. L'étude permettra également de définir les pistes d'actions prioritaires à mettre en œuvre pour assurer l'équilibre quantitatif entre les besoins (activités) et l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau sur le territoire du SAGE Lignon du Velay.

Le présent rapport constitue la phase 3 « Prospective » de l'étude, qui a pour objectif de définir les tendances potentielles d'évolution du territoire du Lignon du Velay à horizon 2050 :

- Evolution des besoins en eau (en fonction de ce qui a été observé ces dernières années ou des projets concernant les activités sur le territoire) ;
- Impacts potentiels du changement climatique sur la ressource en eau du territoire ;
- Conséquences en termes d'impact sur l'hydrologie.

Apports de la concertation :

La phase 3 de l'étude a été nourrie des apports de la concertation, grâce à 2 réunions géographiques (une pour l'amont du territoire, une pour l'aval) ; celles-ci ont permis d'échanger sur les hypothèses envisageables et adaptées au territoire du Lignon, concernant les usages de l'eau sur le long terme (2050).

Plus largement, dans cette phase de l'étude, des entretiens avec les industriels, un référent Tourisme du Département de la Haute-Loire et de chercheurs en agriculture ont permis également de mieux cerner les usages, pratiques, et de quantifier les hypothèses des usages à horizon 2050 sur le territoire d'étude.

Concernant les usages de l'eau :

- Une réduction des fuites sur les réseaux d'alimentation en eau potable permettra une importante réduction des prélèvements. La consommation individuelle devrait également diminuer. En tenant compte des variations de population (permanente et saisonnière) et de ces travaux futurs, l'hypothèse retenue est une baisse des prélèvements bruts pour l'AEP d'environ -0,55 Mm³ (soit - 4%),
- Une stabilisation des besoins industriels est envisagée (installation d'une nouvelle activité : +17 000 m³ ; et réduction des besoins pour celles en place),
- Une légère hausse (+3%) des besoins liés à l'agriculture (élevage : + 36 000 m³), en lien avec la diminution des cheptels mais la hausse des besoins unitaires consécutive au changement climatique,
- Une augmentation des besoins en eau pour l'irrigation de l'ordre de +32 000 m³ est estimée (+20% ; augmentation de surface irriguée et des besoins unitaires en lien avec le changement climatique),

- Une augmentation du phénomène d'évaporation au droit des plans d'eau et de la retenue du barrage de Lavalette du fait de l'effet du changement climatique est attendue (+9% ; +120 000 m³).

Concernant le climat :

Le modèle hydrologique permet de simuler le changement climatique à horizon 2050. Sachant qu'il existe de fortes incertitudes, deux simulations hydro-climatiques ont été retenues dans l'étude HMUC afin de proposer deux estimations des débits naturels futurs sur le territoire : un scénario « moyen » et un scénario « pessimiste ».

Ces projections indiquent un réchauffement important du climat sur le Lignon du Velay (+2,5°C à +3,5°C), avec des précipitations en baisse (-1 % à -25%) et une augmentation des phénomènes d'évapotranspiration.

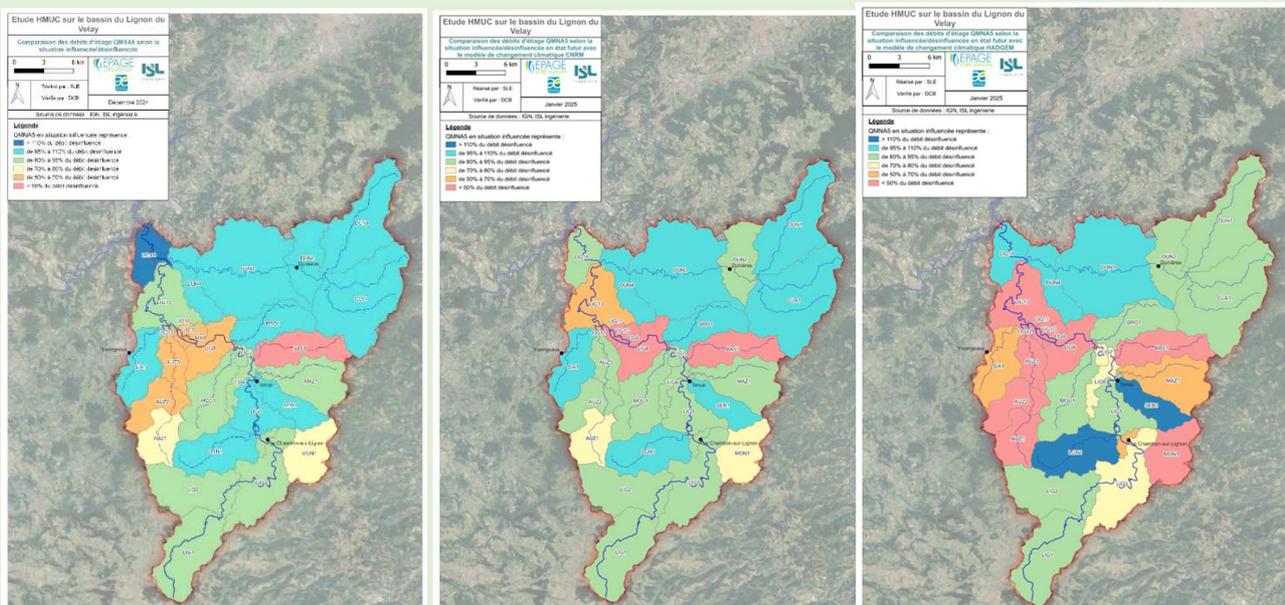
Dans ces conditions, l'hydrologie des cours d'eau serait fortement modifiée en comparaison de la situation actuelle.

Pour donner des ordres de grandeur, à l'horizon 2050, les baisses pourraient être de :

- -2 à -17% sur le débit moyen (module), entre le scénario CNRM (modéré) et HADGEM (pessimiste),
- -13 à -56 % sur le débit d'étiage quinquennal, entre le scénario CNRM (modéré) et HADGEM (pessimiste).

Concernant les conséquences en termes d'impact sur l'hydrologie :

Le croisement des besoins en eau futurs et des débits potentiels naturels 2050 montre une situation globale se dégradant pour les cours d'eau : le taux d'impact hydrologique (entre débits désinfluencés et débits influencés) sera plus sévère à l'horizon 2050, comme l'illustrent les cartes de synthèse présentées ci-après.



Taux d'impact : état actuel / état futur (2050) scénario moyen / état futur (2050) scénario pessimiste

Dans ces conditions, la diminution de certains prélèvements (AEP) ne permettrait pas de compenser les baisses de débits attendues en étiage du fait du réchauffement climatique. A cela s'ajouteront les problématiques d'échauffement des eaux et la qualité de certains cours d'eau sera de plus en plus dépendante de la qualité des rejets qu'ils reçoivent. Plus précisément, on constate :

- Une aggravation des taux d'impact sur l'ensemble du territoire. La situation pour le scénario HADGEM est encore plus sévère que pour le scénario CNRM,
 - Pour le scénario CNRM (2050) :

Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Monastier et l'Auze amont,
Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette et le Basset,
 - Pour le scénario HADGEM (2050) :

Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon médian (LIG4), ainsi que Mazeaux et Siaulme,
Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette, le Monastier, l'Auze et le Basset,
 - En aval de Lavalette, les débits influencés sont faibles du fait des prélèvements importants, de la réduction de l'hydrologie et de l'augmentation de l'évaporation,
 - Inversement, sur certains cours d'eau (Lignon amont, Dunière, Clavarine, Lignon en aval de la Dunière par exemple), l'impact anthropique est faible ou atténué par l'apports d'affluent,
 - Sur certains cours d'eau, l'impact anthropique qui était très faible en situation actuelle évolue vers un soutien de débit en raison de rejets qui deviennent un apport important au cours d'eau (Ligne).
- Ce bilan alimentera la quatrième phase de l'étude qui consistera à définir des Volumes Potentiellement Mobilisables, volumes qui tiennent compte de la préservation du bon fonctionnement des milieux, en situation actuelle et future. Ces valeurs permettront une réflexion sur les possibilités de prélèvements pour les usages anthropiques, en situation actuelle et future (et les éventuelles adaptations à envisager).

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

2.1 CONTEXTE

Dans un contexte de changement climatique, un enjeu essentiel est la mise en adéquation des besoins avec la ressource en eau tout en préservant le bon fonctionnement des milieux aquatiques.

Le secteur du Lignon du Velay a fait l'objet d'une étude d'adéquation besoins/ressources (CESAME, 2014-2015, à partir d'une chronique de données datant d'avant 2012). Cependant, l'étude commence à dater et de ce fait ne prenait pas en compte les évolutions hydroclimatiques récentes, et manquait également de données pour certains compartiments (changement climatique, hydrogéologie, ...).

Selon les témoignages, en Haute-Loire, l'impact du changement climatique sur les ressources quantitatives en eau a effectivement été observé à partir de 2015.

Les préoccupations actuelles des acteurs sont fortes (sentiment d'urgence), en lien avec les sécheresses sévères vécues récemment. De façon pragmatique, la mise en place d'une stratégie opérationnelle est attendue et l'EPAGE Loire Lignon (Maître d'ouvrage) souhaite y parvenir rapidement, en capitalisant sur la base de connaissances déjà acquises sur le secteur.

Sachant que les territoires voisins des SAGE limitrophes ont lancé en 2023 des études HMUC (Loire amont, Ardèche, Loire en Rhône Alpes ; Dore : à venir), il conviendra de veiller à la cohérence avec les autres études sur les principales hypothèses.

2.2 SECTEUR D'ETUDE

L'étude porte sur le bassin versant (BV) du SAGE Lignon du Velay (708 km²) situé en tête de bassin versant de la Loire, principal affluent rive droite de la Loire amont, sur les départements de la Haute-Loire, de la Loire et de l'Ardèche.

Le bassin versant du Lignon du Velay est situé dans l'Est du Département de la Haute Loire, il couvre une surface de 708 km², sur 36 communes dont 29 en Haute Loire, 5 en Ardèche et 2 dans le département de la Loire.

Les communes du bassin sont listées ci-dessous :

- Loire : Marthes, Saint-Régis-du-Coin,
- Ardèche : Mars, Devesset, Saint Agrève, Saint-André-en-Vivarais, Saint-Clément,
- Haute-Loire : Araules, Le Chambon-sur-Lignon, Champclause, Chaudeyrolles, Chenereilles, Dunières, Fay-sur-Lignon, Grazac, Lapte, Les Vastres, Les Villettes, Le Mas-de-Tence, Le Mazet-Saint-Voy, Monistrol-sur-Loire, Montfaucon-en-Velay, Montregard, Queyrières, Raucoules, Riotord, Saint-Bonnet-le-Froid, Saint-Front, Saint-Jeures, Saint-Julien-Molhesabate, Saint-Maurice-de-Lignon, Saint-Pal-de-Mons, Saint-Romain-Lachalm, Sainte-Sigolène, Tence, Yssingaux.

Le tableau suivant présente le nombre total d'habitants des communes, ainsi que le nombre d'habitants sur le bassin versant. Ce dernier paramètre a été calculé à partir d'un ratio de surface sur le bassin versant.

Période	Population totale	Population totale sur le bassin versant
2013/2014	56 900 hab	32 800 hab
2019/2020	56 600 hab	32 500 hab

Tableau 2-1 : Population du bassin

Ce tableau montre une légère baisse de population entre 2013 et 2020 (- 300 habitants au total).

Territoire de tête de bassin, le bassin du Lignon est étroitement lié aux SAGE limitrophes Loire amont et Loire en Rhône-Alpes (alimentation de l'axe Loire, enjeu qualitatif et quantitatif, partage de ressources en eau).



Figure 2-1 : Territoire d'étude

Le bassin est relativement préservé avec notamment la présence de nombreuses zones humides, habitats pour des espèces aquatiques d'intérêt patrimonial.

On note cependant la présence d'aménagements hydrauliques, dont les barrages de Lavalette-la-Chapelette pour le prélèvement pour l'alimentation en eau potable (AEP) et la dérivation de l'eau hors du bassin versant.

2.3 OBJECTIFS

2.3.1 OBJECTIF GENERAL

Sachant qu'il existe peu de ressources souterraines et que les milieux sont fragiles, les activités du territoire impactent actuellement la ressource en eau et le bon état des cours d'eau. Cette situation pourrait s'aggraver à court, moyen et long terme avec les projections du changement climatique.

L'objectif général de l'étude est d'affiner les connaissances sur l'adéquation besoin/ressource en eau du territoire en état actuel et d'évaluer les tendances d'évolution en fonction des évolutions climatiques, démographiques et économiques à l'horizon 2050.

L'étude permettra également de définir les pistes d'actions prioritaires à mettre en œuvre pour assurer l'équilibre quantitatif entre les besoins (activités) et l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau sur le territoire du SAGE Lignon du Velay.

2.3.2 ETUDE HMUC SELON LE GUIDE METHODOLOGIQUE

Cette étude a pour objectif principal d'actualiser et compléter les connaissances et le diagnostic partagé en matière de gestion quantitative, en réalisant une étude Hydrologie-Milieux-Usages-Climat (HMUC) selon le guide méthodologique HMUC et recommandations méthodologiques (Agence de l'Eau Loire Bretagne, DREAL Centre Val de Loire et OFB, juin 2022). A noter que le Guide a récemment été actualisé (2024).

Le format des études HMUC est spécifique au bassin Loire-Bretagne : ces études sont requises par le SDAGE Loire-Bretagne pour adapter localement certains éléments de la gestion quantitative de son chapitre 7 (débits d'objectifs d'étiages, période d'étiage et les conditions de prélèvement, conditions de remplissage des réserves en période hivernale).

L'étude HMUC comprend les volets suivants :

- Hydrologie : reconstitution et analyse des régimes naturels désinfluencés,
- Milieux : caractérisation du besoin des milieux, pour atteindre le bon état au moins 8 années sur 10,
- Usages : caractérisation des prélèvements et rejets actuels, possibles et alternatifs,
- Climat : intégration des perspectives de changement climatique.

Le croisement de ces différents volets doit aboutir à :

- Croiser les besoins des milieux (débits biologiques) avec les débits influencés et les débits projetés avec le changement climatique et ce, sur l'ensemble du cycle hydrologique,
- S'assurer de la cohérence des indicateurs d'évaluations quantitatives et qualitatives des masses d'eau à l'avenir,
- En lien avec les territoires limitrophes : vérifier et recalibrer si nécessaire les débits d'objectifs de référence,
- Croiser les projections d'évolution des usages (évolution des prélèvements mais aussi amélioration de la qualité des milieux) avec les projections de débits impactés par le changement climatique,
- S'interroger sur la résilience du territoire et les solutions à mettre en place sur le volet quantitatif.

2.3.3 OBJECTIFS DETAILLES

Initiée dans le cadre d'un appel à manifestations d'intérêt concernant le bassin Loire Bretagne, cette étude a pour objectifs de :

- Apporter des connaissances approfondies sur les ressources disponibles / les pressions existantes et leur répartition spatiale et temporelle / les besoins des milieux,
- Intégrer les évolutions attendues des ressources et des usages dans un contexte de changement climatique,
- Préciser la période d'étiage et les conditions de prélèvements sur cette même période,
- Quantifier les volumes potentiellement mobilisables et les volumes prélevables,
- Proposer des actions et pistes de réflexions.

Dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE Lignon du Velay, cette étude répond par ailleurs aux motivations suivantes :

- Mettre à jour des connaissances sur le volet quantitatif depuis l'étude Adéquation besoins/ressources, dont l'année de référence était 2011,
- Acquérir des connaissances nouvelles sur la ressource (niveaux des nappes / débits),
- Intégrer dans l'analyse l'évolution climatique déjà ressentie sur les 10 dernières années (années les plus chaudes, succession d'étiages sévères),
- Travailler de manière harmonisée avec les SAGE limitrophes qui mènent ces études (SAGE Loire Amont et Loire en Rhône-Alpes).

Il s'agit d'une étude technique macroscopique d'aide à la décision.

Le groupement en charge de l'étude est constitué de quatre structures spécialisées dans leur domaine respectif : ISL (hydrologie, milieux, climat, assembleur), Hydriad (hydrogéologie), DialTer et Voies Croisées (concertation, dialogue territorial).

Les approches utilisées sont complémentaires : elles font appel aux données mesurées disponibles, à de l'acquisition complémentaire de données, à de la concertation et de la modélisation :

- Des acquisitions de données seront mises en place (piézomètres, mesures Estimhab),
- Les données concernant les prélèvements bancarisés seront collectées,
- Des hypothèses d'estimation des prélèvements non bancarisés et des besoins des activités et des milieux, de leur évolution, seront construites via une approche participative afin d'être au plus proche des réalités du territoire,
- Un modèle hydrologique sera construit pour synthétiser l'information (ce que les mesures seules et prises indépendamment ne peuvent pas fournir).

2.4 PHASAGE DE L'ETUDE

L'étude se déroulera en 5 phases précédées d'une phase préliminaire :

- **Phase préliminaire** : Acquisition de connaissances
- **Phase 1** : Etat des lieux
 - Hydrologie : Quantification et fonctionnalités des ressources en eau superficielle et souterraine du bassin
 - Milieux : Évaluation des besoins en eau des milieux, hors et durant la période de basses eaux
 - Usages : Évaluation des pressions quantitatives (prélèvements) et de leur gestion
- **Phase 2** : Diagnostic
 - Estimation de l'impact actuel des pressions sur les ressources en eau
 - Analyse de l'adéquation des besoins des milieux et des usages vis-à-vis des ressources disponibles
- **Phase 3** : Analyses prospectives
 - Besoins et prélèvements
 - Climat : projections climatiques et impact du changement climatique sur la ressource disponible, les milieux et les usages,

- Analyse de l'adéquation des usages vis-à-vis des ressources disponibles sous changement climatique
- **Phase 4** : Quantification des volumes potentiellement mobilisables et des volumes prélevables
- **Phase 5** : Propositions d'actions et pistes de réflexion.

Le présent rapport concerne la phase suivante :

Phase 3 : Analyses prospectives

3 PHASE 3 : ANALYSES PROSPECTIVES 2050

Le volet prospectif décrit l'évolution prévisible des différents usages (prélèvements et rejets), dénommée évolution "tendancielle" d'après le Guide HMUC.

Dans ce chapitre, nous détaillons la démarche de prospective mise en œuvre afin de décrire des évolutions possibles des usages de l'eau sur le bassin versant du Lignon du Velay.

L'estimation des usages futurs est réalisée par :

- Analyse des documents disponibles,
- Ateliers avec les acteurs du bassin versant du 16 et du 30 septembre 2024 qui ont permis de modifier et de valider partiellement les hypothèses,
- Des prises de contacts supplémentaires (réfèrent Tourisme, industriels : par questionnaires et échanges téléphoniques),
- Réunion de la CLE (Commission Locale de l'Eau) du SAGE du Lignon du Velay le vendredi 20 décembre 2024 au siège de Haut-Pays du Velay Communauté à Montfaucon-en-Velay, qui a permis la présentation et la validation finale les hypothèses.

L'ambition de ce travail de prospective est d'élaborer des hypothèses d'évolution des prélèvements en eau à l'horizon 2050, afin d'envisager par la suite des stratégies d'adaptation.

Il ne s'agit pas pour autant d'une prévision de l'avenir.

La démarche est la suivante :

- La première étape consiste à dresser l'état des lieux et à observer les tendances du passé récent (2008 - 2020) concernant les prélèvements sur le bassin,
- La seconde étape consiste à formuler des hypothèses d'évolutions possibles des demandes en eau,
- Des ateliers prospectifs techniques de concertation (« réunions géographiques ») sont organisés (16 et 30 septembre 2024) et regroupent les thématiques suivantes : « eau potable », « agriculture (élevage/irrigation) », « industries-développement économique (tourisme) ». Le scénario tendanciel est proposé et a été discuté lors des ateliers afin de déterminer son bien-fondé et proposer des améliorations et affinements éventuels,
- Enfin, la CLE permet la validation finale des hypothèses retenues.

Le présent document intègre les propositions formulées lors de ces ateliers, présentées et amendées lors de la CLE du SAGE du Lignon du Velay le vendredi 20 décembre 2024.

Les scénarios prospectifs concernent l'horizon 2050.

Scénario 2050 :

L'étude d'un scénario 2030, initialement prévue, a été abandonnée avec validation du Comité de Pilotage de l'étude car l'échéance est trop courte pour véritablement parler de tendance climatique : 2030 appartient à la période 2021-2050 qui a déjà commencé.

3.1 BESOINS ET PRELEVEMENTS

Les grands usages, considérés comme principaux facteurs d'influence de la ressource en eau sur le bassin du Lignon du Velay, ont été listés pour les scénarios prospectifs :

- L'alimentation en eau potable,
- L'agriculture (l'abreuvement et l'entretien des bâtiments d'exploitation pour l'élevage, l'irrigation),

- L'industrie (dénomination de l'Agence de l'Eau),
- L'évaporation des plans d'eau et retenues,
- Et les rejets d'assainissement.

Les modèles d'usages, pour représenter les volumes prélevés, rejetés, et leur saisonnalité, nécessitent d'avoir à disposition des facteurs d'évolution, que l'on appellera variables. Ce sont ces variables, qui lorsqu'elles évoluent selon certaines dynamiques, permettent de traduire en données chiffrées les scénarios établis, et lorsqu'elles sont renseignées aux modèles d'usages, permettent de faire évoluer ceux-ci. Ces différentes variables sont présentées dans le Tableau 3-1.

Usages					
AEP	Agriculture (élevage)	Agriculture (irrigation)	Industries	Evaporation plans d'eau et retenues	Rejet assainissement
<ul style="list-style-type: none"> •Population (permanente/touristique) •Consommation par habitant •Rendement des réseaux •Transferts d'eau inter-bassins 	<ul style="list-style-type: none"> •Exploitation •Cheptel •Consommation par UGB •Taux de consommation en AEP 	<ul style="list-style-type: none"> •SAU •Surface irriguée •Pratiques •Assolement (substitution de cultures) •Retenues 	<ul style="list-style-type: none"> •Dynamique d'industrialisation /désindustrialisation •Efficacité de la consommation 	<ul style="list-style-type: none"> •Retenues 	<ul style="list-style-type: none"> •Transferts d'eau inter-bassins •Projet de STEP

Tableau 3-1 : Principaux usages influençant la ressource en eau du bassin du Lignon du Velay et variables associées

Ainsi, pour chaque usage, sa description comprend un volet prospectif intégrant ses évolutions constatées et prévisibles et fonction de variables.

Les évolutions des différents usages sont évoquées à échelle plus large (nationale), avant d'être évoquées à l'échelle du bassin du Lignon du Velay, et des éléments de scénarisation spécifiques sont évoqués lorsque des documents sont disponibles. Lorsque aucune donnée chiffrée n'est disponible pour certaines variables, des chiffres ont été proposés à dire d'expert dans l'objectif de décrire les trajectoires envisagées.

En résumé, la projection à l'horizon 2050 des besoins et des prélèvements à partir de l'évolution de la démographie et des activités consommatrices est réalisée à partir de la bibliographie, des bases de données disponibles et en partenariat avec les acteurs.

NB : Point d'attention sur les marges d'incertitudes :

Il convient de garder à l'esprit que dans le cadre de l'étude HMUC, il est illusoire d'envisager reproduire précisément les prélèvements et rejets journaliers en raison des incertitudes fortes de ces données observées, voire le plus souvent de leur inexistence, comme on l'a vu dans les phases précédentes du projet.

Ainsi, on cherchera principalement à représenter les ordres de grandeur aux pas de temps mensuel ou annuel pour leur évaluation.

Les résultats obtenus sont donc à interpréter en tenant compte des incertitudes importantes sur les valeurs réelles de prélèvements, rejets et ressources naturelles et en gardant à l'esprit la grande variabilité de certains paramètres (climat, hydrologie, usages). Ainsi, même si les volumes ou débits sont fournis avec une précision relative (au m³ ou au l/s près), c'est uniquement pour faciliter les comparaisons entre les chiffres (situation actuelle / situation future) et il faut plutôt retenir les ordres de grandeur d'évolution.

3.1.1 DOCUMENTS GENERAUX

Sources bibliographiques

- [1] Comité National de l'Eau : Étude prospective de France Stratégie sur l'évolution de la demande en eau en France, Zoom sur les prélèvements et les consommations d'eau
- [2] Comité de bassin : trajectoire de sobriété du bassin Loire-Bretagne, 2023
- [3] SDAEP de la Haute-Loire, 2023

3.1.1.1 Comité National de l'Eau

Le Comité National de l'Eau a réalisé une étude prospective sur l'évolution de la demande en eau en France. L'échelle de l'étude est large (France métropolitaine entière), avec un découpage en 40 bassins versants (BV). Des scénarii d'évolution des usages sont proposés, dont un scénario dit « tendanciel ».

- Un scénario tendanciel : on poursuit la tendance passée,
- Un scénario avec effectivité des politiques publiques : réindustrialisation, plan protéine, utilisation d'eaux non conventionnelles, résorption des fuites, ...
- Un scénario de rupture, marqué par une sobriété dans tous les secteurs, sur la base du scénario coopération territoriale de l'ADEME.

L'échelle d'analyse et les hypothèses retenues n'ont pas la finesse suffisante ni ne sont représentatives des tendances sur le territoire pour l'étude HMUC du Lignon du Velay.

2. Construction de scénarii d'usages

	Tendanciel
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des surfaces en soja et PdT. • Diminution des surfaces en triticales et jachères. • Augmentation des surfaces irriguées + développement de la micro-irrigation. • Pas de développement de l'agroécologie.
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Légère baisse de la production nucléaire. • Pas de changement des circuits de refroidissement.
Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> • Projection Omphale scénario bas. • Pas d'évolution des prélèvements individuels. • Diminution des fuites.
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'activité excepté chimie, pharmacie et agroalimentaire. • Légère amélioration de l'efficacité. • Faible augmentation des prélèvements pour la décarbonation.

Figure 3-1 : Comité National de l'Eau : Scénario tendanciel

3.1.1.2 Plan Eau

Le « Plan Eau » a été présenté par le président de la République le 30 mars 2023, et a pour objectif de réduire les prélèvements en eau de 10% à répartir entre les territoires et les usagers.

En application du Plan Eau gouvernemental, le Comité de Bassin Loire-Bretagne a adopté sa trajectoire de sobriété le 12 décembre 2023.

Des objectifs de réduction seront à fixer par les SAGE ou les CLE à l'échelle de bassins ou sous-bassins, en tenant compte des enjeux et marges d'action propres à chaque territoire (mais dans le respect d'une réduction « globale » de -10%).

A ce jour, il n'y a pas eu de concertation sur la déclinaison locale du Plan Eau à l'échelle du territoire du SAGE Lignon du Velay. Par conséquent, il n'est pas possible de présenter l'évolution attendue des prélèvements au vu du Plan Eau. Sur le Lignon du Velay, on note une stabilisation voire une légère diminution du rendement des réseaux AEP de 0,2 % par an entre 2015 et 2021 (à partir des données RPQS disponibles) : cf. Figure 3-14. Plus récemment, selon les interlocuteurs, l'effort engagé pour réduire les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable serait plus important.

3.1.1.3 SDAEP de la Haute-Loire

Le SDAEP de la Haute-Loire, réalisé entre 2015 et 2019, présente des perspectives tendanciennes d'évolutions à l'horizon 2040. Les hypothèses suivantes sont considérées :

- L'évolution des consommations est égale à l'évolution démographique,
- Amélioration du rendement des réseaux : diminution des pertes en eau pour obtenir un indice de performance « bon » au regard de la classification préconisée par l'Agence de l'eau dans le cas où cet objectif n'est pas déjà atteint.

Il est cependant précisé que « *Les consommations industrielles et agricoles ont aujourd'hui une tendance à la baisse. En effet, la prise de conscience environnementale et les évolutions sociétales et le recours aux forages privés entraînent une baisse de la consommation d'eau sur les réseaux publics de ces secteurs. Ainsi, appliquer l'évolution démographique projetée à l'ensemble des consommations est une situation défavorable* ».

3.1.2 AEP (CONSOMMATION DOMESTIQUE)

Pour rappel, l'alimentation en eau potable sur le BV du Lignon du Velay est assurée par de nombreux points de captages répartis sur le territoire d'étude. La gestion de ces ouvrages est complexe et repose sur des regroupements de communes, des syndicats de gestion disposant de plusieurs ressources, des régies municipales, ...

L'évolution de la consommation en eau potable est estimée à partir des indicateurs suivants :

- L'évolution de la population sur le territoire à l'horizon 2050,
- La consommation moyenne d'eau potable par habitant à l'horizon 2050,
- Le rendement des réseaux de distribution,
- Les transferts d'eau inter-bassins.

3.1.2.1 L'évolution de la population permanente

Sources bibliographiques

- [4] INSEE. Septembre 2022. Statistiques et études Dossier complet - Résultats pour toutes les communes, départements, régions, intercommunalités, ...
- [5] INSEE. Résultats. 24/11/2022. Projections de population 2018-2070 pour les départements et les régions Omphale - Projections de population (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/6652134?sommaire=6652140>)
- [6] SCOT de la Jeune Loire
- [7] SCOT du Pays du Velay
- [8] SCOT Sud Loire
- [9] SCOT Centre Ardèche

Evolution projetée selon l'INSEE

Pour la période 2018-2050, le scénario d'évolution annuelle de la population du Lignon est calculé dans un premier temps sur la base du scénario central de l'INSEE (© Insee - Source : Insee, Omphale 2022). Les données de ce scénario sont disponibles uniquement à l'échelle départementale. Sur le secteur d'étude les 3 principaux départements sont : Ardèche, Loire, Haute-Loire.

A horizon 2030, la population des départements sur lesquels se trouve le secteur d'étude devrait augmenter de 1,6 % par rapport à 2024. La progression sera plus faible entre 2030 et 2050 et dotera le secteur de 0,8 % d'habitants supplémentaires par rapport à 2024 (soit une évolution de +0,0012%/an).

Population	2018	2019	2030	2050	2018/2030	2018/2050	2030/2050
ARDECHE	326 610	327 290	333 980	338 520	2,2%	3,5%	1,3%
HAUTE LOIRE	227 540	227 630	227 790	226 860	0,1%	-0,3%	-0,4%
LOIRE	763 450	764 940	777 600	785 400	1,8%	2,8%	1,0%
TOTAL	1 317 600	1 319 860	1 339 370	1 350 780	1,6%	2,5%	0,8%

Tableau 3-2 : Evolution de la population des départements concernés par l'étude à horizon 2030 et 2050 (Source : Insee)

Ces données peuvent être comparées / affinées à partir des éléments décrits dans les SCOT.

A partir des pourcentages des territoires occupés par le bassin versant du Lignon, il est possible d'appréhender l'évolution annuelle de la population du bassin versant du Lignon du Velay de 2018 à 2050. Ces données sont présentées ci-dessous.

Population	2018	2019	2030	2050	2018/2030	2018/2050	2030/2050
Bassin du Lignon	34 566	34 587	34 684	34 610	0,3%	0,1%	-0,2%

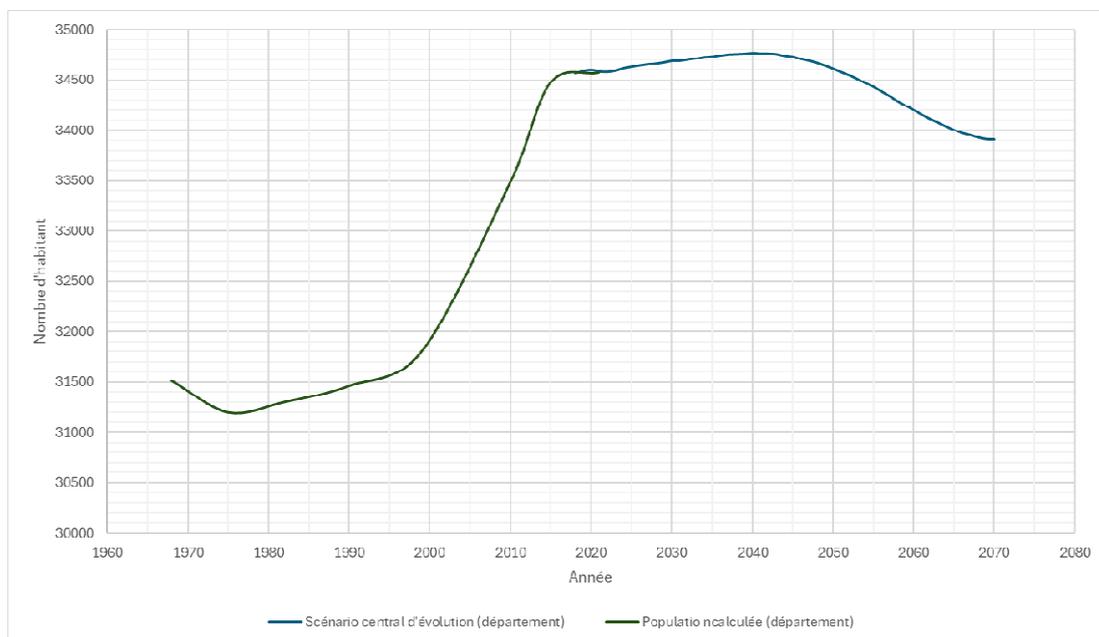


Figure 3-2 : Population du bassin du Lignon du Velay de 1968 à 2021 calculée à partir des données INSEE des départements (ligne verte) et scénario central de l'INSEE d'évolution de la population de 2018 à 2070 à partir des données des départements (ligne bleue)

L'évolution de la population des Communes est variable, tout particulièrement pour les Communes comprenant moins de 2000 habitants sur le bassin du Lignon, comme l'indique les graphiques ci-dessous. Les périodes 2010-2021 et 1999-2021 sont exploitées pour visualiser respectivement les tendances à court et moyen terme.

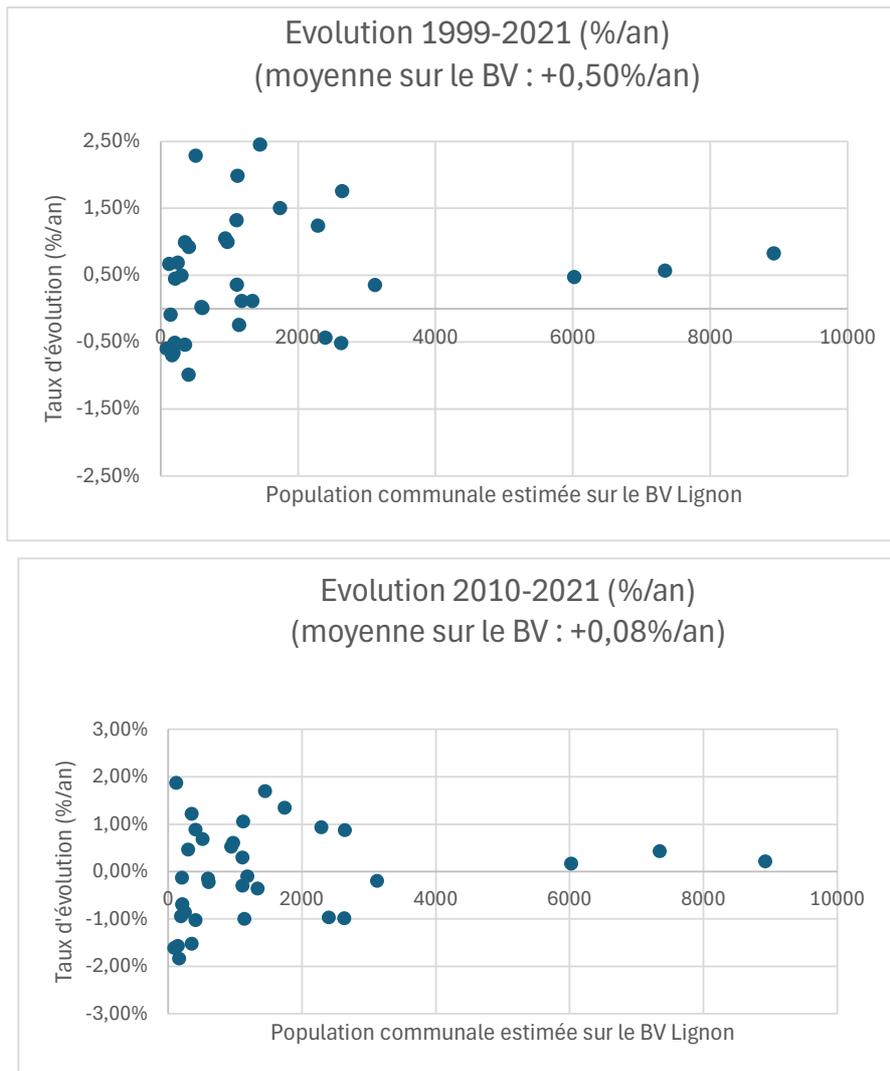


Figure 3-3 : Evolution de la population des Communes à moyen terme (1999-2021) et à court terme (2010-2021) sur le BV du Lignon

Les cartes suivantes présentent l'évolution de la population communale 1999-2021 et 2010-2021, en pourcentage par an.

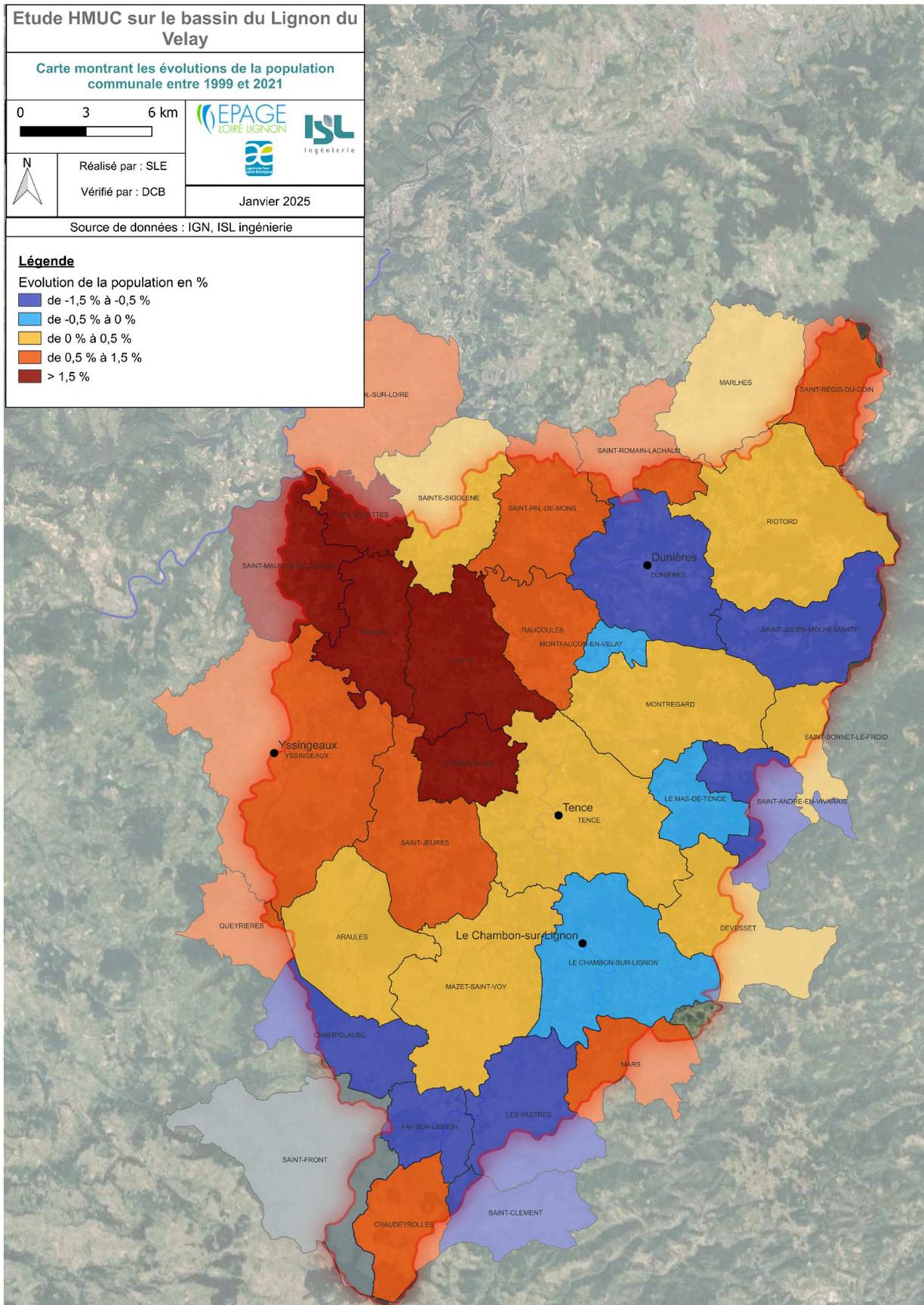


Figure 3-4 : Evolution de la population communale en %/an sur la période 1999-2021

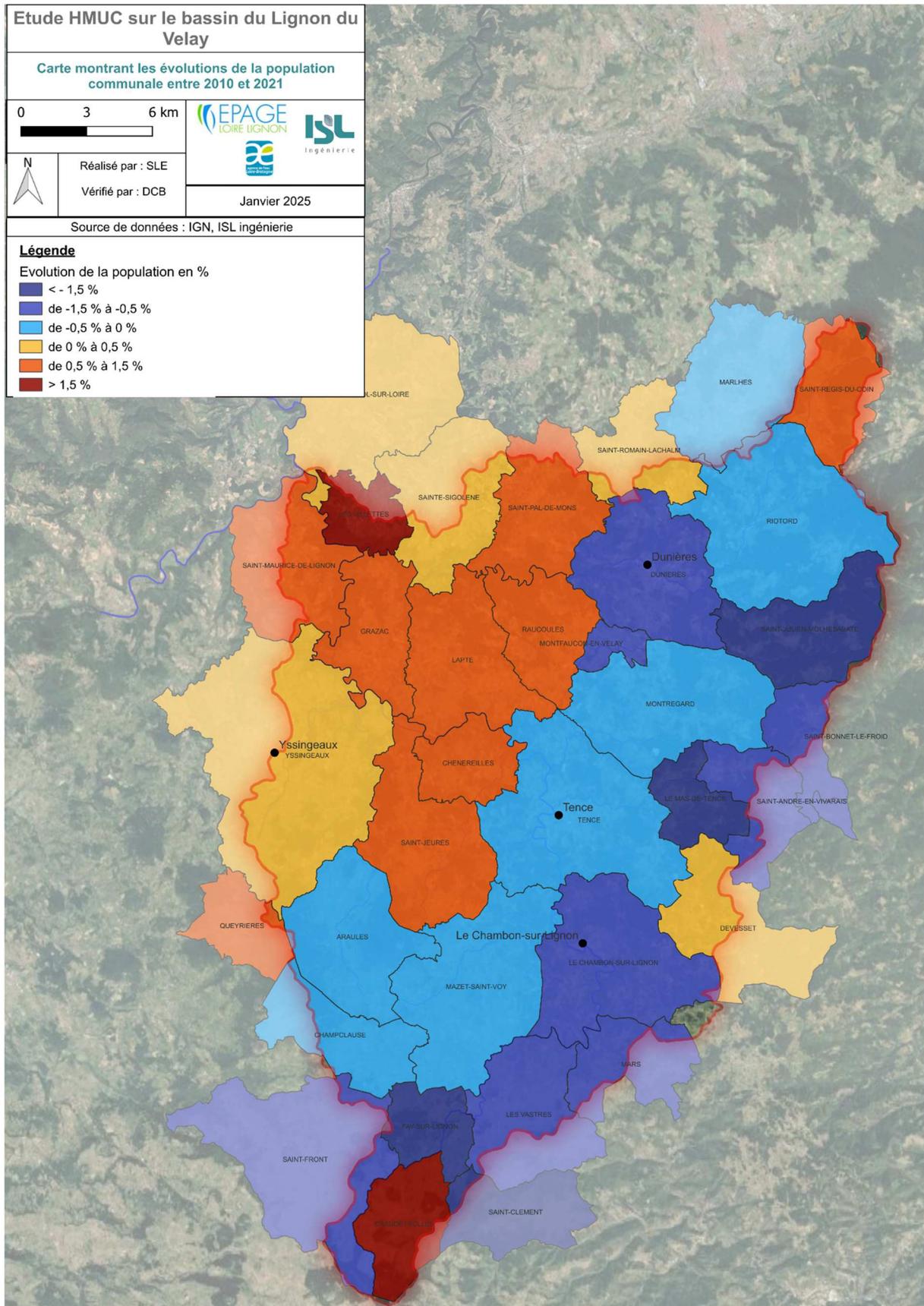


Figure 3-5 : Evolution de la population communale en %/an sur la période 2010-2021

Evolution projetée selon les SCOT

Un Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) définit, pour les 15 à 20 ans à venir, un projet stratégique d'aménagement et de développement d'un territoire, et en particulier l'évolution de la population projetée dans le cadre du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD).

Le territoire du SAGE Lignon est couvert par 4 SCOT [6] à [9] ; cf. Figure 3-6 :

- Le SCOT de la Jeune Loire, regroupant le territoire des 6 EPCI du nord-est du département de la Haute-Loire (dont 4 d'entre eux sont dans le périmètre du SAGE Lignon),
- Le SCOT du Pays du Velay qui regroupe l'Agglomération du Puy-en-Velay ainsi que 2 EPCI du sud de la Haute-Loire (dont 1 dans le périmètre du SAGE Lignon),
- Le SCOT Sud Loire qui correspond au périmètre des 4 EPCI du Sud-Loire dont Saint-Etienne Métropole, Loire-Forez Agglo et la CC des Monts du Pilat (cette dernière concerne le SAGE Lignon),
- Le SCOT Centre Ardèche, dont le projet est en cours de consultation, avec le CC Val'Eyrieux en partie dans le périmètre du SAGE Lignon.

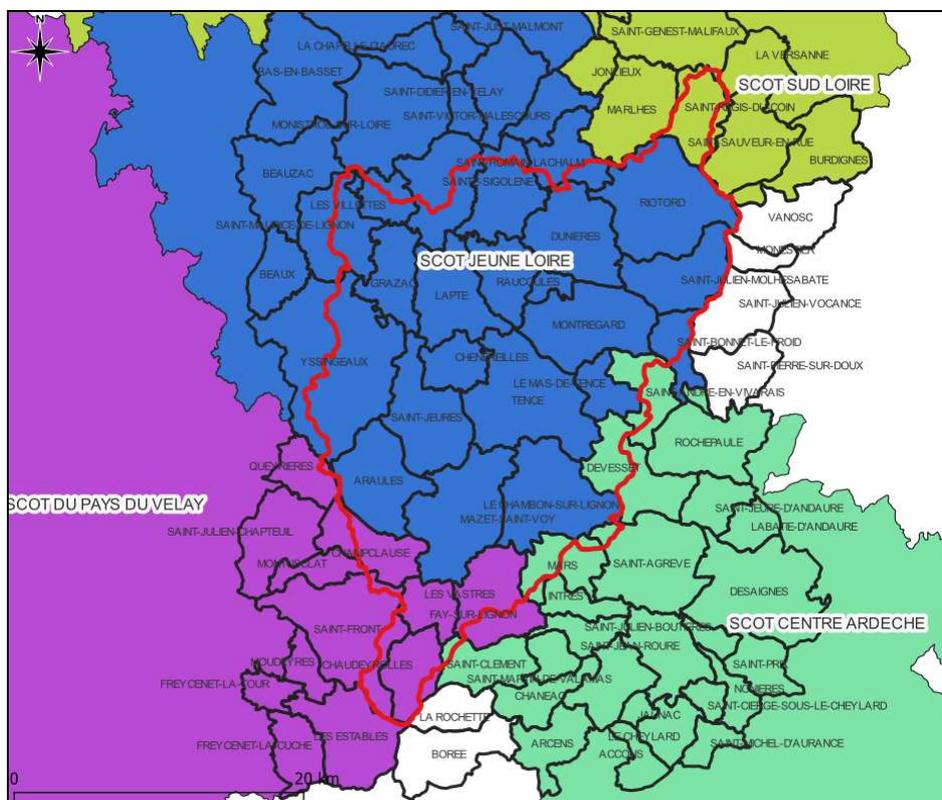


Figure 3-6 : Délimitation des 4 SCOT du territoire

	Population : évolution projetée	Rythme annuel moyen (SCOT)	Rythme annuel moyen (INSEE)
SCOT de la Jeune Loire	+15 000 hab. entre 2017 et 2035 (85 à 100 000 hab.) soit +17,6%)	+0,907 % par an	(pas détaillé par INSEE, mais +0,0012%/an à l'échelle du BV)
SCOT du Pays du Velay	<i>(donnée demandée mais non fournie)</i>	<i>(donnée demandée mais non fournie)</i>	(pas détaillé par INSEE, mais +0,0012%/an à l'échelle du BV)
SCOT Sud Loire	+50 000 hab. entre 2009 et 2030 (514 à 560 000 hab.) soit +8,9%)	+0,409 % par an	+0,217 % par an
SCOT Centre Ardèche (Communauté de Communes Val Eyrieux)		+0,40 % par an	Entre 0,10 et 0,25% par an à l'échelle du SCOT ; à l'échelle du ValEyrieux : déprise constatée en 2008 et 2019

Tableau 3-3 : Hypothèses d'évolution de la population retenues par les SCOT

Pour le SCOT Jeune Loire qui représente la majorité du BV du Lignon, l'analyse est complexe :

- Le SCoT de la Jeune Loire, approuvé le 2 février 2017, a été élaboré avec des données 2011-2013. De fait, les projections démographiques qui ont été utilisées pour bâtir les scénarios de développement se révèlent aujourd'hui plutôt optimistes,
- En effet, le SCoT de la Jeune Loire prévoit un apport de population de 15 000 habitants à l'horizon 2035 ce qui correspond à un choix de raison des élus qui ont décidé de s'appuyer sur le scénario présentant une croissance modérée qui donnait une évolution moindre que le scénario « fil de l'eau » et celui croissance renforcée,
- Les données INSEE montrent que depuis 2013, le territoire connaît un vrai ralentissement de croissance tout en conservant une dynamique positive (+0.2% annuel sur la période 2016/2021). Cette croissance ralentie s'explique notamment par un coup du transport qui a largement augmenté depuis 2015 et un coup du foncier également en augmentation. Le territoire voit donc son solde migratoire être moins fort et, comme la tendance nationale, une baisse du solde naturel qui est désormais négatif (phénomène de vieillissement de la population),
- La croissance plus faible du territoire est à relativiser car dans les faits, le taux de croissance des trois plus grosses communautés de communes reste à un niveau tout à fait acceptable (approximativement 0.6% annuel) mais les deux communautés de communes plus périphériques (CC Haut Lignon Haut Pays du Velay communauté) connaissent une période de stagnation voir de perte de population. Les dynamiques démographiques sont donc très contrastées selon le point du territoire observé,
- Néanmoins, une véritable dynamique en matière de permis de construire est à l'œuvre depuis 2019 et s'est renforcée à la suite du COVID. Les données des deux prochaines années devraient permettre d'éclairer le territoire sur la réalité de ces dynamiques et de la traduction, ou non, en matière d'apport démographique.

Réunions géographiques

Lors des 2 ateliers de concertation (dits « réunions géographiques ») qui ont eu lieu en septembre 2024, il a été noté un découpage assez net entre le Nord-Ouest du BV du Lignon qui concentre plus de population et le Sud-Est du territoire, moins peuplé. La question se pose de savoir quelle tendance retenir quant à la prospective entre ces différents secteurs, les bourgs et les secteurs plus ruraux.

Il est indiqué que les chiffres du passé sont à relativiser au regard des tendances de ces dernières années avec des augmentations sur certaines communes et des diminutions sur d'autres qui n'étaient pas prévu par le SCOT ; ce qui invite à ne pas aller trop finement dans l'analyse de l'évolution de la population par commune et par an.

Etant donné les incertitudes et la variabilité (évolution 1999-2021 différente de celle de 2010-2021), il a été préconisé en réunions géographiques de retenir une valeur identique sur l'ensemble du BV du Lignon.

Par ailleurs, entre la tendance d'évolution envisagée dans les SCOT et celle prévue par l'INSEE, des écarts existent. La première est peut-être trop optimiste et biaisée avec des chiffres qui datent de 2017, avant la loi Zero Artificialisation Nette, et prévoyant une augmentation sensible de population mais la tendance de l'INSEE, n'est pas non plus jugée réaliste : il est donc suggéré de retenir une tendance intermédiaire entre les deux approches.

Réunion de la CLE

La réunion de la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE du Lignon du Velay qui s'est réunie au siège de Haut-Pays du Velay Communauté à Montfaucon-en-Velay le 20 décembre 2024 a permis de valider cette hypothèse :

Population permanente : +0,08%/an (soit +2% en 25 ans = poursuite de la tendance d'évolution moyenne 2010-2021) répartie uniformément sur le BV.

3.1.2.2 L'évolution de la population saisonnière touristique

Sources bibliographiques

[10] INSEE. Capacité des communes en hébergement touristique en 2024 ; Enquête sur les hébergements touristiques Campings, hôtels, autres hébergements collectifs ; <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2021703>

[11] Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire

Evolution projetée selon INSEE

La population saisonnière touristique est également considérée sachant que son évolution pluriannuelle, sa consommation spécifique en eau (consommation moyenne plus forte, concentrée en période estivale où la ressource peut manquer) sont distinctes de celles de la population permanente.

Les données INSEE concernant la capacité des communes en hébergement touristique [10] sont utilisées. Ce fichier contient les principaux indicateurs sur les capacités des communes en hébergement touristique (hôtels, campings et autres hébergements collectifs).

Le tableau suivant présente les places disponibles totales pour chaque commune du bassin versant en 2024, selon le type d'hébergement touristique.

Commune	Hôtel	Camping	Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée	Villages vacances et maisons familiales	Résidences de tourisme – Résidences hôtelières	Auberges de jeunesse et centres sportifs	Somme des places
ARAULES	0	0	0	0	0	0	0
CHAMPCLAUSE	12	13	0	0	0	0	25
CHAUDEYROLLES	0	0	0	0	0	0	0
CHENERELLES	0	0	0	0	0	0	0
DEVESSET	0	103	0	0	0	0	103
DUNIERES	11	0	0	0	0	0	11
FAY-SUR-LIGNON	8	20	0	0	0	0	28
GRAZAC	0	0	0	0	0	0	0
LAPTE	0	0	0	0	0	0	0
LE CHAMBON-SUR-LIGNON	84	128	28	0	0	28	268
LE MAS-DE-TENCE	0	0	0	0	0	0	0
LES VASTRES	0	0	0	0	0	0	0
LES VILLETES	0	0	0	0	0	0	0
MARLHES	0	0	0	0	0	0	0
MARS	0	30	0	0	0	0	30
MAZET-SAINT-VOY	0	85	18	18	0	0	121
MONISTROL-SUR-LOIRE	39	0	0	0	0	0	39
MONTFAUCON-EN-VELAY	15	0	0	0	0	0	15
MONTREGARD	0	0	0	0	0	0	0
QUEYRIERES	0	0	0	0	0	0	0
RAUCOULES	0	0	0	0	0	0	0
RIOTORD	0	0	0	0	0	0	0
SAINT-ANDRE-EN-VIVARAIS	0	0	0	0	0	0	0
SAINT-BONNET-LE-FROID	74	0	0	0	0	0	74
SAINT-CLEMENT	0	0	0	0	0	0	0
SAINTE-SIGOLENE	0	134	0	0	0	0	134
SAINT-FRONT	6	0	0	0	0	0	6
SAINT-JEURES	0	0	0	0	0	0	0
SAINT-JULIEN-MOLHESABATE	0	0	0	0	0	0	0
SAINT-MAURICE-DE-LIGNON	0	95	0	0	0	0	95
SAINT-PAL-DE-MONS	22	0	0	0	0	0	22
SAINT-REGIS-DU-COIN	0	0	0	0	0	0	0
SAINT-ROMAIN-LACHALM	0	0	0	0	0	0	0
TENCE	23	102	61	61	0	0	247
YSSINGEAUX	32	0	0	0	0	0	32
TOTAL	326	710	107	79	0	28	1250

Tableau 3-4 : Nombre de place disponible en hébergement touristique par commune

Le tableau suivant présente l'évolution du nombre d'établissement dans la commune, tout hébergement touristique confondu (hôtel, camping, colonie de vacances, etc.), entre 2015 et 2024.

Commune	Nombre d'établissement			Evolution en 9 ans (2015-2024)
	2024	2020	2015	
ARAULES	0	0	1	Fermeture d'un établissement (village vacances)
CHAMPCLAUSE	2	2	2	Constant
CHAUDEYROLLES	0	0	0	Constant
CHENEREILLES	0	0	0	Constant
DEVESSET	1	1	1	Constant
DUNIERES	1	1	1	Constant
FAY-SUR-LIGNON	2	2	2	Constant
GRAZAC	0	0	0	Constant
LAPTE	0	0	0	Constant
LE CHAMBON-SUR-LIGNON	9	8	9	Constant mais entre-temps fermeture d'une auberge et ouverture d'une hébergement de type "autre"
LE MAS-DE-TENCE	0	0	0	Constant
LES VASTRES	0	0	0	Constant
LES VILLETES	0	0	0	Constant
MARLHES	0	0	1	Fermeture d'un établissement (village vacances)
MARS	1	1	1	Constant
MAZET-SAINT-VOY	3	3	3	Constant
MONISTROL-SUR-LOIRE	2	2	2	Constant
MONTFAUCON-EN-VELAY	2	2	3	Fermeture d'un établissement (hôtel)
MONTREGARD	0	0	0	Constant
Queyrières	0	0	0	Constant
RAUCOULES	0	0	0	Constant
RIOTORD	0	0	0	Constant
Saint-André-en-Vivaraïs	0	1	1	Fermeture d'un établissement (hôtel)
SAINT-BONNET-LE-FROID	5	5	3	Ouverture de deux établissements (2 hôtels)
Saint-Clément	0	0	0	Constant
Sainte-Sigolène	1	1	1	Constant
SAINT-FRONT	1	1	1	Constant
SAINT-JEURES	0	0	0	Constant
SAINT-JULIEN-MOLHESABATE	0	0	0	Constant
SAINT-MAURICE-DE-LIGNON	1	1	1	Constant
SAINT-PAL-DE-MONS	1	1	1	Constant
SAINT-REGIS-DU-COIN	0	0	0	Constant
SAINT-ROMAIN-LACHALM	0	0	0	Constant
TENCE	5	4	3	Ouverture de deux établissements (1 hôtel et 1 hébergement de type "autre")
YSSINGEAUX	3	4	4	Fermeture d'un établissement (camping)
TOTAL	40	40	41	

Tableau 3-5 : Evolution du nombre d'établissement d'hébergement touristique

En considérant le nombre de place en hébergement touristique disponible par commune, les communes les plus touristiques sont présentées sur la Figure 3-7.

Evolution projetée d'après les données de la Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire

Les données de la Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire semblent plus proches de la réalité du territoire que celles de l'INSEE.

Il convient de distinguer :

- Les « lits marchands » (hôtels, meublés, campings...),
- Et les « lits non-marchands » (principalement les résidences secondaires).

En s'appuyant sur la base de données touristiques régionales APIDAE, le Référent Tourisme pour les communes de Haute-Loire indique qu'il existe :

- 389 structures marchandes, pour une capacité de 6 369 lits marchands
- 22 587 lits non marchands (estimation).

Il est à noter que ces données (contrairement à celles de l'INSEE) tiennent en partie compte du Airbnb.

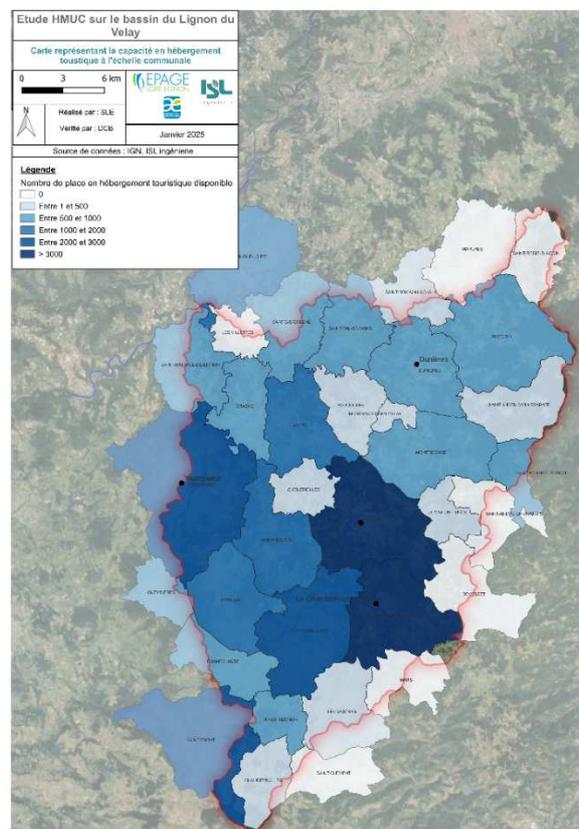


Figure 3-7 : Carte des capacités touristiques des communes (d'après Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire) : plus précise et actualisée que celle issue des données INSEE (carte précédente)

Par ailleurs, avec l'outil Flux Vision Tourisme (utilisé depuis 2019), qui observe la fréquentation touristique des territoires (excursions à la journée et les nuitées touristiques), il est noté que :

- la fréquentation touristique de la Haute-Loire est à la hausse (hormis durant la période COVID) : +250 000 nuitées touristiques /an pour 6 millions de nuitées environ en 2024, soit une augmentation de +1,8%/an pour les communes touristiques entre 2019 et 2023.

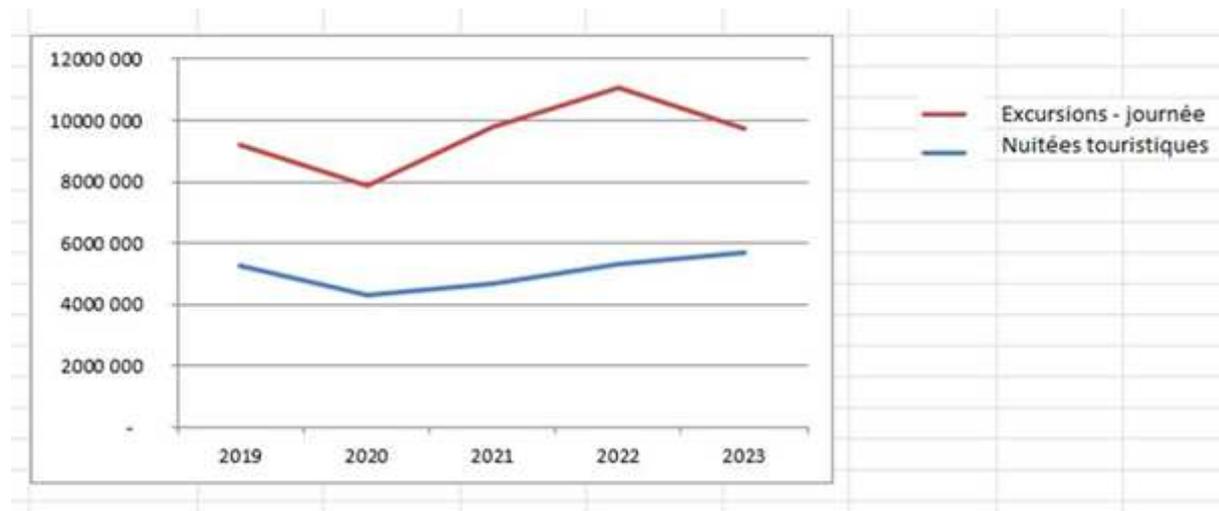


Figure 3-8 : Excursions et nuitées touristiques (2019-2023) ; outil Flux Vision Tourisme (source : Maison Départementale du Tourisme de Haute-Loire)

Par ailleurs il est noté que :

- D'une manière générale, malgré les efforts conduits pour augmenter la fréquentation touristique hors saison, la saison estivale et plus particulièrement le mois d'août reste la période la plus plébiscitée par les touristes,
- Concernant l'ouverture de nouveaux établissements, il est observé plutôt une stabilité sur ce secteur avec plutôt des reprises d'établissements, plutôt que des créations. Les créations concernent le plus souvent des meublés de tourisme ou des gîtes de groupe,
- La clientèle touristique est connue pour son comportement peu responsable en matière d'usage de l'eau. Les chiffres qui circulent donnent une consommation de 150 litres par jour et par personne en moyenne (et jusqu'à 230 litres par jour et par personne),
- Les acteurs du tourisme et notamment les hébergeurs multiplient les actions de sensibilisation à ce sujet, mais l'expérience montre que la tâche est difficile et il est très long de faire évoluer les comportements.

Des hypothèses complémentaires peuvent être retenues :

- Pour les lits marchands, il peut être considéré un taux de remplissage de 80 à 90% et une occupation 10 semaines dans l'année en moyenne ; on trouve ainsi un nombre de 1100 habitants supplémentaires à l'année (actuel) et de 1700 (en 2050),
- Pour les lits non marchands, il peut être considéré une occupation 8 semaines dans l'année en moyenne (1 mois l'été et 1 semaine à chaque vacances scolaires) ; on trouve ainsi un nombre de 3500 habitants supplémentaires à l'année et de 5400 (en 2050).

Réunions géographiques

Lors des réunions géographiques ; il avait été indiqué que :

- En complément des données INSEE, l'augmentation saisonnière de population pourrait être affinée avec la Maison Départementale du Tourisme,
- Un allongement de la saison vers le printemps ou l'automne est identifié.

Réunion de la CLE

La CLE valide les hypothèses suivantes :

- Population touristique : Extrapolation de la tendance actuelle (+1,8%/an sur les Communes touristiques),
- Croissance réduite sur période estivale (capacités d'accueil limitées), plutôt élargissement de la période (avant/après saison : mai-juin et septembre-octobre),
- Consommation population saisonnière : 150 l/j/hab.

Population permanente

Le bassin du Lignon va voir sa population permanente très légèrement augmenter jusqu'en 2050 : la population augmente en moyenne de +0,08%/an (soit +2% en 25 ans = poursuite de la tendance d'évolution 2010-2021 ; moyenne sur le BV) répartie uniformément, selon une tendance intermédiaire entre le scénario central de l'INSEE et les SCOT.

Population touristique saisonnière

La population saisonnière va augmenter de +1,8%/an sur les Communes touristiques, avec une stabilisation en période estivale et une extension au printemps et à l'automne (en lien avec des capacités d'accueil qui ne peuvent s'accroître en été).

3.1.2.3 La consommation moyenne d'eau potable par habitant

Sources bibliographiques

- [12] Ministère de l'économie et des finances. 2019. Prospectives : L'eau du futur-enjeux et perspectives pour les entreprises du secteur. pp 240 (https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/etudes/2019-06-25-EauDuFutur-rapport.pdf)
- [13] Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. 2013. Explore 2070. Rapport d'étude. (https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/RE_Explore2070_Prospective_Etude.pdf)

Evolution projetée

De nombreuses études ont montré que la consommation domestique est fortement corrélée aux caractéristiques de l'urbanisme. D'après les témoignages et études, la population touristique consomme plus d'eau.

Les conditions climatiques peuvent également faire varier la consommation. Plus le climat est chaud, plus la consommation est élevée en raison de la présence de piscines, de jardins plus grands, ...

Enfin, le prix de l'eau peut aussi être un facteur d'évolution de la consommation en eau potable.

A l'échelle nationale, les consommations des ménages (consommation par abonné) devraient continuer de décroître de 12,5 % en habitat collectif à 21 % en habitat individuel d'ici 2030 [12]. Ainsi, la consommation pourrait atteindre, d'ici 2030, 119 à 131 l/hab./j. Cette tendance décroissante se confirme de manière plus relative à l'horizon 2070 ; -0.8 % par an en moyenne sur la période 2006-2070, avec un ralentissement progressif de la décroissance à partir de 2020.

Les baisses de consommation observées à l'échelle nationale proviennent en grande partie des activités économiques, commerciales et industrielles, alors que la consommation des plus petits consommateurs a tendance à augmenter [13].

La consommation domestique, observée sur le Lignon du Velay entre 2015 et 2021, décroît de - 3,9 % par an en moyenne. D'après les données disponibles (RPQS), la consommation moyenne pondérée par habitant est de 100 l/j/hab. en 2021, bien en-dessous de la moyenne nationale (147 l/j/hab) conformément aux données à l'échelle départementale (cf. Figure 3-9 ; 32 à 50 m³/an/hab soit 88 à 137 l/j/hab.). Elle est très variable : 55 l/j/hab pour le Syndicat Haut-Forez à 146 l/j/hab au Chambon-sur-Lignon. Dans le détail, les tendances d'évolutions sont peu claires, probablement en lien avec les incertitudes : nombre exact d'habitant par année et surtout amélioration concernant les mesures de volumes d'eau au fil des années, ...

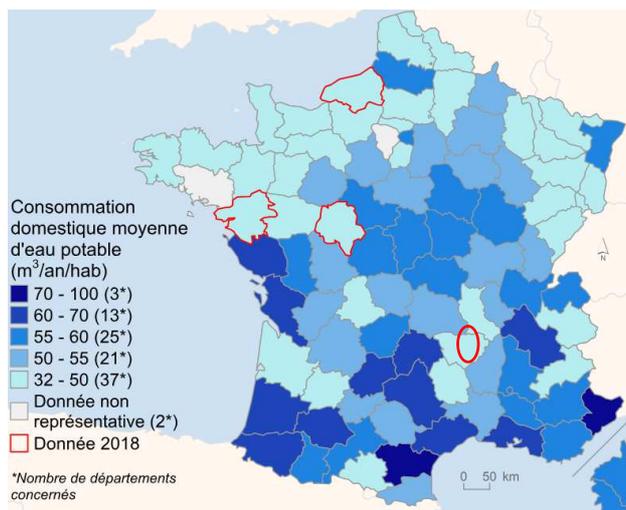


Figure 3-9 : Volume consommé par habitant desservi par fournisseur en AEP (source OFB – DDT(M)/DRIEAT/DEAL – Collectivités – 2019 ; Traitements : SDES, 2021)

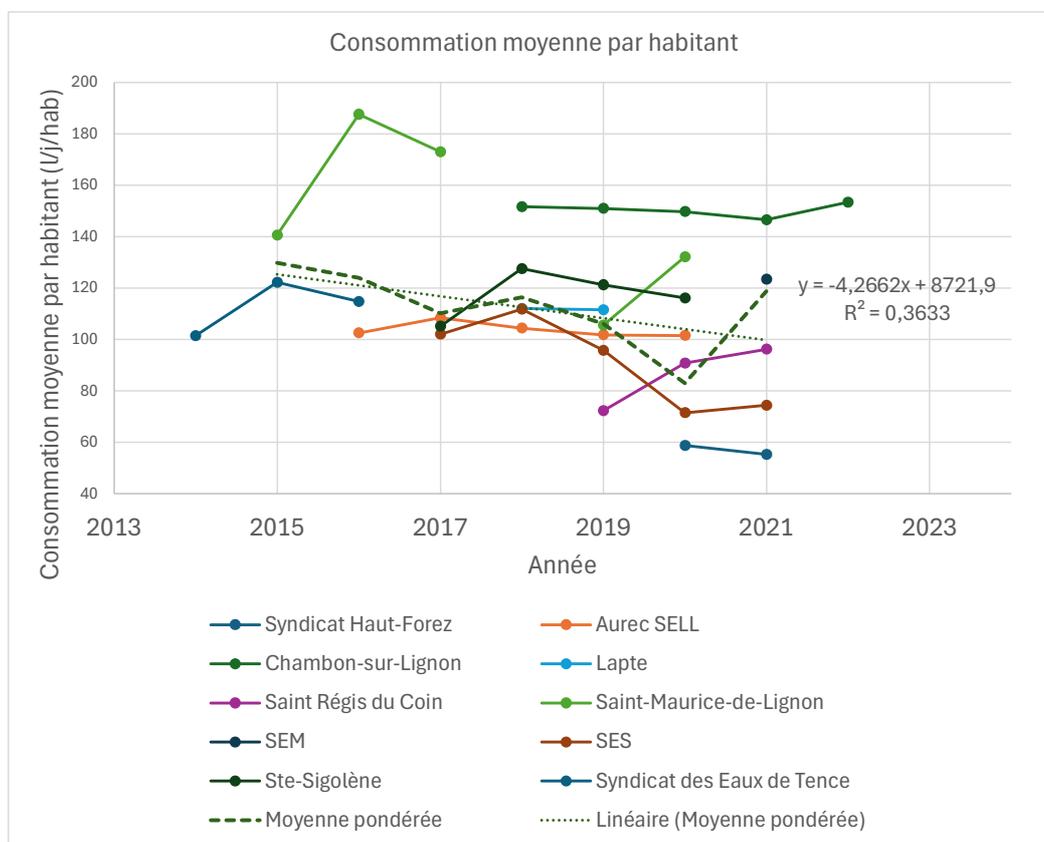


Figure 3-10 : Volume consommé par habitant desservi par fournisseur en AEP (d'après RPQS), en l/j/hab.

Si l'on y applique les projections à l'horizon 2050 du projet Explore 2070, qui indique une décroissance à -0,8 %/an, la consommation sur le Lignon du Velay devrait théoriquement atteindre 79 l/hab./j en 2050.

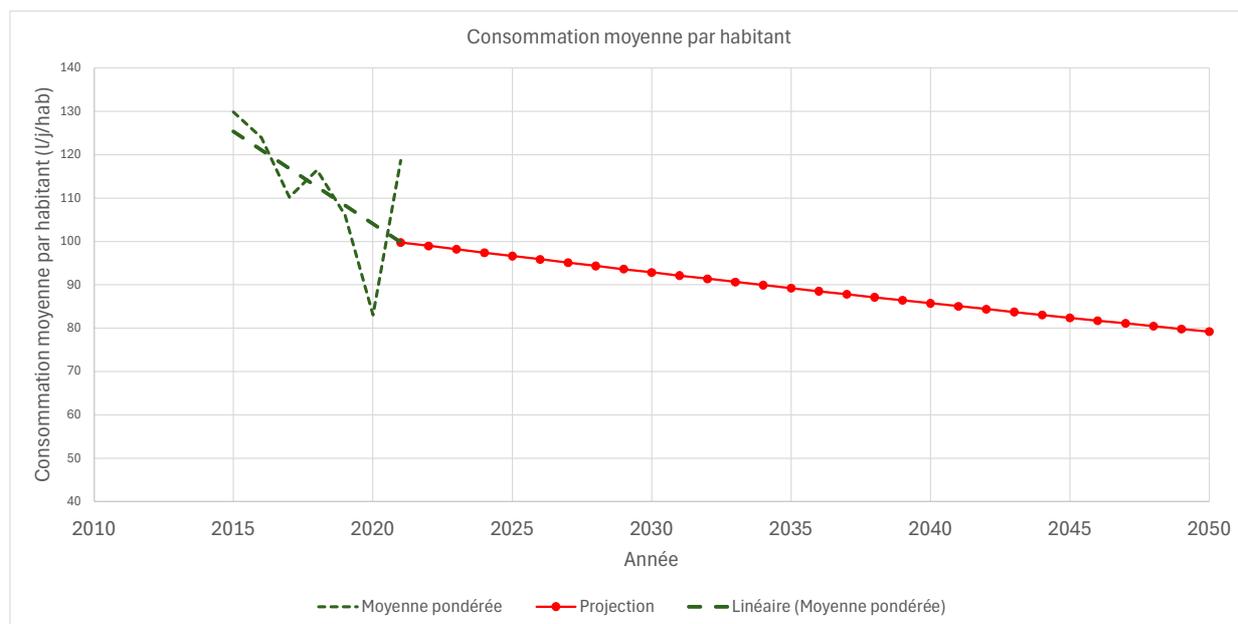


Figure 3-11 : Evolution du volume (moyen pondéré) d'AEP consommé par habitant desservi, en l/j/hab. (projection calculée avec un taux de décroissance de 0,8%/an ; projection Explore 2070 [13])

Réunions géographiques

Lors des réunions géographiques, sur le sujet de la consommation d'eau par habitant, les participants s'accordent sur les points suivants :

- Si la consommation par habitant a diminué ces dernières années (constats des Syndicats d'eau potable tels le Syndicat de Montregard, du Syndicat des Eaux du Velay, du Syndicat des Eaux de la Semène avec 79 l / j / hab...), du fait notamment de l'augmentation des tarifs, certains font valoir que cette tendance ne va pas forcément se poursuivre (phénomène de seuil),
- Il convient de ne pas considérer une hypothèse trop optimiste, d'autant que l'augmentation de température accroîtra sans doute aussi les besoins en eau, comme la réalisation de piscines,
- Lors de la réunion « BV aval », il est ainsi proposé de retenir une consommation de 90 l d'eau par personne pour tenir compte de l'augmentation du prix de l'eau (disparition du tarif dégressif, mise en place du tarif progressif), de la récupération d'eau de pluies pour les nouvelles constructions, d'un taux de natalité en baisse impliquant moins de personnes par foyer (en considérant que la consommation pour des enfants en bas âge est supérieure à la moyenne),
- Lors de la réunion « BV amont », certains ont fait valoir qu'une consommation de 80 l / j / hab. est atteignable grâce à l'augmentation du prix de l'eau ; d'autres se questionnant sur l'impact de cette augmentation de tarif (notamment pour les propriétaires de piscines individuelles) ; au final, il est également proposé de retenir une consommation de 90 l d'eau par personne.

Par ailleurs Il est fait remarquer que la plus forte consommation notée sur certaines communes peut être liée à la consommation touristique, comme par exemple au Chambon-sur-Lignon (146 l / hab) qui connaît en été une forte augmentation de sa population et où l'eau du réseau peut être utilisée aussi pour des usages agricoles.

Réunion de la CLE

L'évolution de la consommation par personne est basée sur des hypothèses discutées lors des entretiens et des focus thématiques spécifiques à la consommation domestique lors du dialogue territorial, et discutée/validée en CLE.

Lors de la réunion de la CLE, il est décidé que les choix proposés en réunions géographiques ne sont pas remis en cause :

- Pour la consommation journalière de la population touristique : la fourchette haute semblait surestimée : il convient de plutôt retenir le chiffre de 150 l/j/hab.,
- L'objectif de 90 l/j/hab. pour la population permanente (y compris celle de Saint-Etienne) paraît ambitieux au regard du chiffre de consommation moyen national à 150 l/j/hab. Cependant, étant donné que sur le BV du Lignon la consommation moyenne actuelle (autour de 100 l/j) est déjà bien en dessous de 150 l/j, que des tendances à la baisse sont observées sur les dernières années, et que la proposition est cohérente avec les chiffres annoncés par le SDAEP 43, l'objectif de 90 l/j/hab. est retenu.

Consommation moyenne d'eau potable par habitant

La consommation moyenne actuelle est de 100 l/hab./j.

La consommation moyenne future (2050) est estimée à 90 l/hab./j., soit une baisse de consommation de -0,4%/an entre 2020 et 2050 pour passer de 100 à 90 l/hab./j. qui correspond au minimum nécessaire (boisson, repas et toilette).

La consommation d'eau par la population saisonnière est considérée supérieure à la moyenne (150 l/hab/j).

3.1.2.4 Le rendement des réseaux de distribution

Sources bibliographiques

[14] Eau France. Février 2023. Repère > Rendement des réseaux d'eau potable. (<https://www.eaufrance.fr/repere-rendement-des-reseaux-deau-potable>)

[15] SDAEP Haute-Loire

Le rendement des réseaux de distribution d'AEP consiste en la part de l'eau prélevée qui est réellement distribuée, et revient donc à considérer les fuites sur le réseau. Le rendement moyen des réseaux de distribution d'eau potable en France a été évalué à 80,1 % en 2020 [14].

Sur le bassin versant du Lignon du Velay, pour l'ensemble des services des eaux reliés au territoire pour lesquels les données sont disponibles (RPQS), le rendement moyen (pondéré) était de 80,8 % en 2020. Il est hétérogène avec des secteurs où le rendement est faible (70%, voire < 50%) et des secteurs où il est élevé (>95%).

La carte ci-dessous présente uniquement les communes sur lesquelles des données sont disponibles dans [15] (y compris « sans information »).

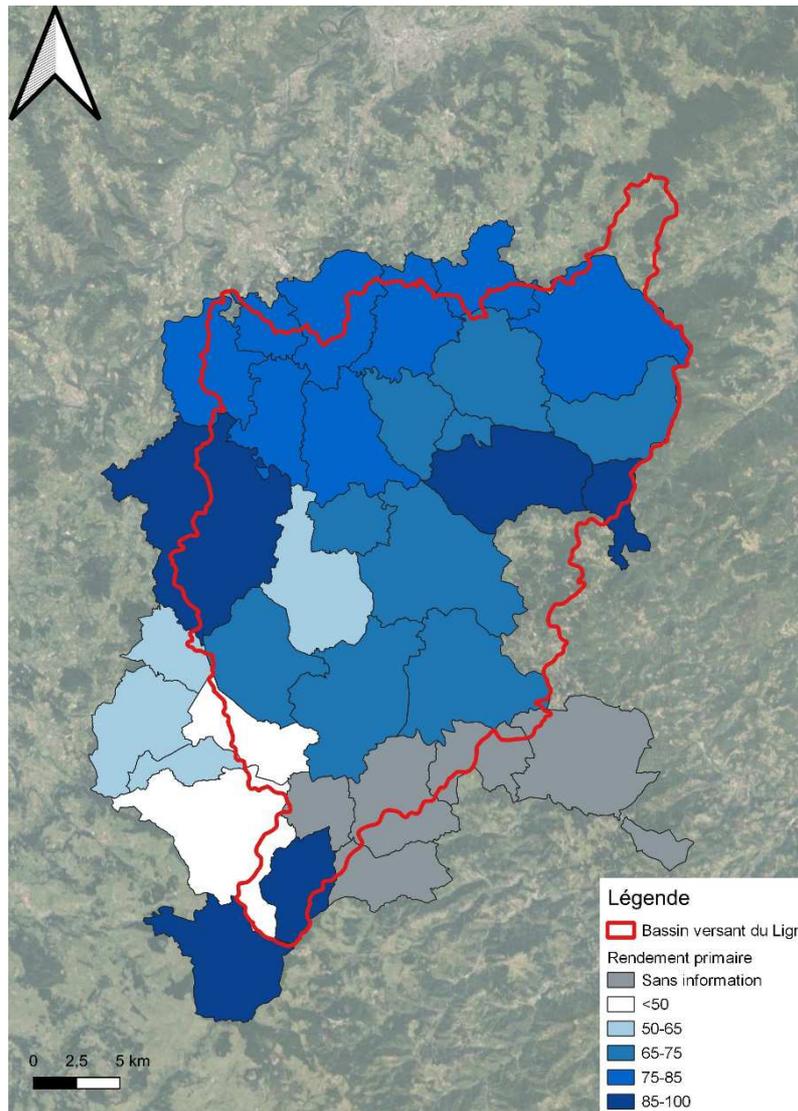


Figure 3-12 : Cartographie du rendement primaire (d'après SDAEP)

Au niveau national, sur un échantillon de 2 129 services, le rendement a progressé de 1,6 % entre 2009 et 2012. Sur le Lignon du Velay, on note une stabilisation voire une légère diminution du rendement de 0,2 % par an entre 2015 et 2021 (à partir des données RPQS disponibles) : cf. Figure 3-13.

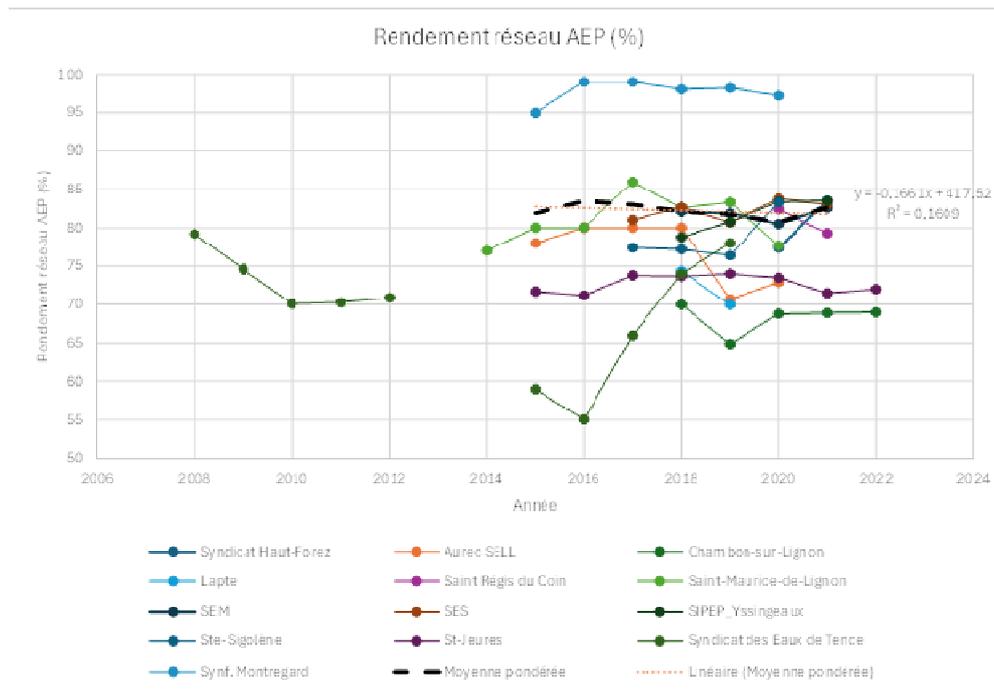


Figure 3-13 : Evolution du rendement moyen des réseaux AEP

Réunions géographiques

Une amélioration des réseaux permet de réduire de façon importante les volumes consommés. La réfection des réseaux permet de réels gains (exemple du Chambon-sur-Lignon où le rendement du réseau est passé de 66 à 87%).

Toutefois, il faut noter que le coût de l'amélioration des rendements des réseaux d'AEP peut être plus élevé pour certains territoires que pour d'autres. Les départements ruraux sont par exemple caractérisés par des infrastructures de distribution plus lourdes (longueur de réseau par habitant).

La réduction des pertes des réseaux d'eau potable va nécessiter des efforts conséquents pour le territoire (travaux, engagements financiers, ...).

Lors des réunions géographiques, il est suggéré de s'appuyer sur l'évolution proposée par l'Agence de l'eau pour atteindre un rendement moyen de réseau à 82%, sans faire de différence entre secteurs urbains et ruraux.

Pour rappel, selon les critères de l'Agence de l'Eau au sujet de l'amélioration des réseaux, pour qu'ils soient classés « bon », le rendement doit être de 75% et 85% en 2040 (respectivement en secteur rural et urbain).

Réunion de la CLE

La CLE valide l'hypothèse discutée en réunions géographiques.

Rendement du réseau de distribution d'AEP

Afin de rendre compte des investissements réalisés et prévus pour entretenir le réseau, le rendement moyen des réseaux de distribution d'AEP sera porté à 82 % d'ici 2050 (pour ceux qui ne l'atteignent pas actuellement).

3.1.2.5 Les transferts intra-bassin et inter-bassins

Les interconnexions peuvent engendrer des transferts de prélèvement d'un secteur à l'autre, à intégrer pour les simulations futures.

St-Etienne Métropole

Les transferts inter-bassins sont liés à la gestion des grands ouvrages (barrage de Lavalette- La Chapelette).

Comme indiqué dans le rapport de Phase 1, l'usine de Solaure pour l'AEP de St-Etienne Métropole est alimentée par le Furan et le Lignon du Velay. Le Furan était historiquement la ressource prépondérante (environ 60% Furan / 40% Lignon). Suite à l'augmentation du débit réservé sur le Furan (2014), la tendance s'est inversée : plutôt 60-40% voire 70-30% Lignon /Furan. Celle-ci évolue vers une dominante de la part de Lavalette (80%) puisque c'est ce qui se passe les années de sécheresse comme en 2022. Le barrage du Pas du Riot (1Mm³, sur le Furan) a effectivement une capacité beaucoup moindre que celle de Lavalette (41 Mm³) et se trouve de ce fait plus sensible aux étiages.

Selon St-Etienne Métropole, l'évaluation des besoins en 2050 est difficile, et ils ne disposent pas d'estimation. Il est proposé de reprendre les résultats de l'étude HMUC Loire en Rhône-Alpes ; mais les résultats sont attendus courant 2025, et a priori en considérant uniquement l'hypothèse de baisse de 10% des prélèvements entre 2020 et 2030 (en application du plan eau, sans hypothèses intermédiaires de consommations individuelles et de rendements des réseaux).

Dans ces conditions, le scénario tendanciel suivant est proposé avec les hypothèses suivantes :

- Evolution de la population : +0,4%/an selon le SCOT,
- Evolution de la consommation : -1,2%/an, pour passer de 123 l/j/hab (selon RPQS) à 90 l/j/hab (objectif défini en réunions de concertation),
- Evolution du rendement réseau : +0,24%/an pour passer de 82% (selon RPQS) à 87 %,
- Evolution de la répartition prélèvement Lavalette/Furan : +1,1%/an, pour passer de 60/40% à 80/20%.

Avec ces hypothèses :

- Les objectifs du plan Eau (-10% entre 2019 et 2024) seraient presque atteints (-6,1% en 2030, soit -30 000m³) et ensuite dépassés (-24% en 2050),
- Le prélèvement sur le Lignon augmenterait de : +0,047 %/an (soit +0,3% en 2030, et +1,2% en 2050, soit +120 000m³) ; l'accroissement serait réduit en grande partie grâce à la baisse de la consommation moyenne par habitant. L'évolution de la répartition de prélèvement entre les ressources Furan et Lignon génère cette augmentation, en dépit de l'atteinte des objectifs du Plan Eau pour St-Etienne Métropole.

Cette hausse est compatible avec les droits d'eau dont dispose St-Etienne-Métropole.

Projets de nouvelles interconnexions

Une interconnexion vient d'être mise en service entre le syndicat des Eaux de Montregard et le Syndicat des Eaux de la région de Tence ; le projet d'interconnexion n'a pas pu être quantifié de manière chiffrée mais il permettra de sécuriser l'alimentation en eau : le Syndicat des Eaux de la région de Tence pourra ainsi bénéficier d'une sécurisation par la retenue de Lavalette en période critique.

Il existe également un transfert d'eau depuis Le Chambon-sur-Lignon vers St-Agrève (environ 40000 m³/an). Il est noté que St-Agrève recherche actuellement de nouvelles ressources.

Aucun autre projet d'interconnexion n'a été évoqué en réunions géographiques.

De même, aucun projet de nouveaux ouvrages de prélèvement (forage) n'a été évoqué.

Transferts inter-bassins

Afin de rendre compte des évolutions de la consommation de St-Etienne Métropole, le transfert d'eau est considéré en augmentation de +0,047 %/an (soit +1,2% en 2050), inférieur à l'évolution de la population grâce aux économies prévues sur la consommation et l'amélioration du rendement du réseau). Par ailleurs, la répartition entre les 2 ressources principales de St-Etienne Métropole (principalement Lignon et secondairement Furan) est considérée en évolution d'ici 2050, avec une prédominance de la part de Lavalette (80%).

Transfert intra-bassin

Une nouvelle interconnexion vient d'être mise en service entre le syndicat des Eaux de Montregard et le Syndicat des Eaux de la région de Tence ; le projet d'interconnexion n'a pas pu être quantifié de manière chiffrée mais il permettra de sécuriser l'alimentation en eau : le Syndicat des Eaux de la région de Tence pourra ainsi bénéficier d'une sécurisation par la retenue de Lavalette en période critique.

La synthèse des hypothèses considérées et de prévisions AEP est résumée dans le Tableau 3-12 (cf. 3.2).

3.1.3 AGRICULTURE

Pour l'agriculture, l'évolution de la consommation d'eau pour les différents horizons climatiques se fonde sur :

- L'abreuvement du bétail (et le lavage des bâtiments d'exploitation),
- L'irrigation des cultures et le maraîchage.

Le changement climatique va impacter directement ces variables.

3.1.3.1 L'abreuvement du bétail (et lavage des bâtiments d'exploitation)

Sources bibliographiques

- [16] <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/GraFra2023Integral/detail/>
- [17] <https://www.web-agri.fr/vaches-allaitantes-pmtva/article/223768/la-decapitalisation-bovine-progresseplus-vite-que-prevu>
- [18] Evaluation des besoins en eau de l'agriculture sur le territoire du SAGE Loire en Rhône-Alpes à l'horizon 2050 / Etude complémentaire à l'étude HMUC
- [19] DRAAF, fiche territoriale pour le bassin versant du Lignon et fiches territoriales pour 6 sous-ensembles, réalisées d'après les recensements agricoles 2000, 2010 et 2020
- [20] EPAGE Loire-Lignon, Etude des pratiques agricoles et des améliorations envisageables pour réduire leur impact sur la qualité de l'eau du Lignon et de ses affluents ; phase de diagnostic du territoire et d'élaboration du futur contrat territorial, SCE, 2019
- [21] BOUDON A., KHELIL-ARFA H., MÉNARD J.-L., BRUNSCHWIG P., FAVERDIN P., 2013. Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitiers : déterminismes physiologiques et quantification. INRA Prod. Anim., 26, 3, 249-262.

Exploitation

L'élevage bovin est majoritaire sur le BV du Lignon.

L'analyse de l'évolution nationale (Figure 3-17) montre un repli marqué entre 1970 (l'année de référence) et 2022 du nombre d'exploitation d'élevage de bovins. Cette baisse s'accompagne d'un accroissement relatif de la taille des cheptels qui ne permet cependant pas d'empêcher la réduction des cheptels totaux.

Le territoire du BV du Lignon a été découpé en 6 groupes (groupe 1 à 6) d'au moins 5 communes pour réduire le secret statistique pour que la DRAAF puisse mettre à disposition une partie des données récentes du RGA.

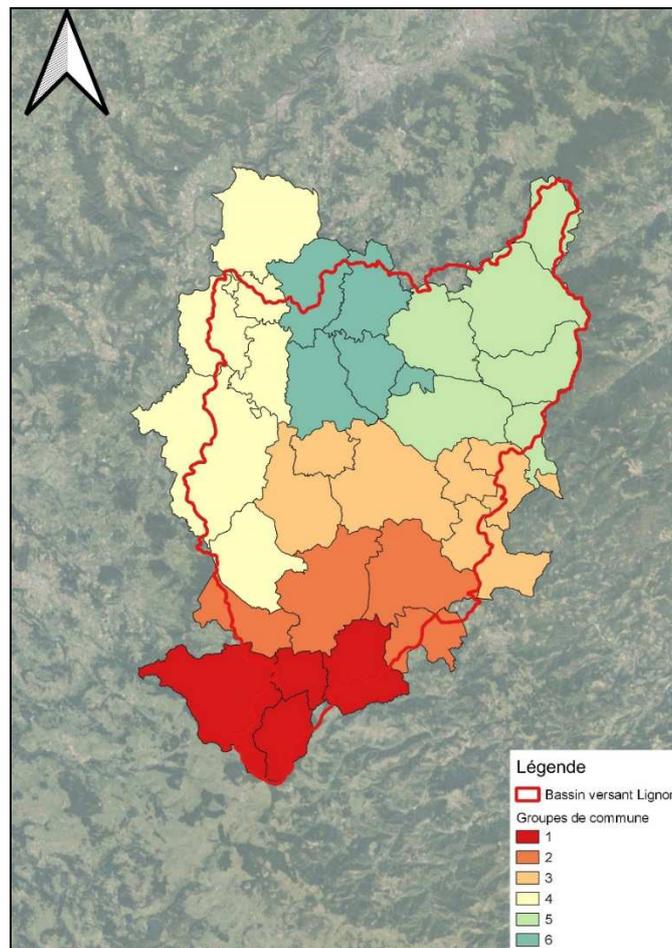


Figure 3-14 : Cartographie des groupes de communes

A l'échelle du BV du Lignon, l'évolution au cours des dernières décennies (2010-2020) du nombre d'exploitations d'élevage bovin est résumée dans le tableau suivant.

Secteur géographique	Nombre exploitations									
	Vaches laitières					Vaches allaitantes				
	2000	2010	2020	Ecart (2000-2020)	Ecart (2010-2020) %/an	2000	2010	2020	Ecart	Ecart (2010-2020) %/an
1	91	59	35	-69%	-5,1%	73	64	65	2%	+0,2%
2	95	49	30	-63%	-4,8%	52	64	48	-33%	-2,8%
3	111	83	54	-54%	-4,2%	89	72	50	-44%	-3,6%
4	166	106	85	-25%	-2,2%	153	127	88	-44%	-3,6%
5	131	77	62	-24%	-2,1%	122	89	61	-46%	-3,7%
6	95	58	49	-18%	-1,7%	118	88	49	-80%	-5,7%
Total	689	432	315	-37%	-3,1%	607	504	361	-40%	-3,3%

Tableau 3-6 : Evolution (%) 2000-2020 du nombre d'exploitation d'élevage bovin

Cette analyse montre que, dans l'ensemble des groupes de communes, le nombre d'exploitation de vaches laitières a récemment diminué (2010-2020), de 18% à 69%, soit un taux de -1,7 à -5,1%/an. Seules les communes de groupe 1 montrent un nombre d'exploitation quasiment constant pour les vaches allaitantes. Les autres présentent des diminutions comprises entre 33% et 80%, soit un taux de -2,8 à -5,7%/an. Au total, on constate, sur l'ensemble des communes des 6 groupes, une diminution de 37% du nombre d'exploitation de vaches laitières, et de 40% du nombre d'exploitation de vaches allaitantes, soit un taux respectif de **-3,1%/an** [-1,7 à -5.1] et de **-3,3%/an** [+0,2 à -5.7].

À ce rythme, on s'attend à une réduction du nombre d'exploitation de moitié (-50%) en 22 ans.

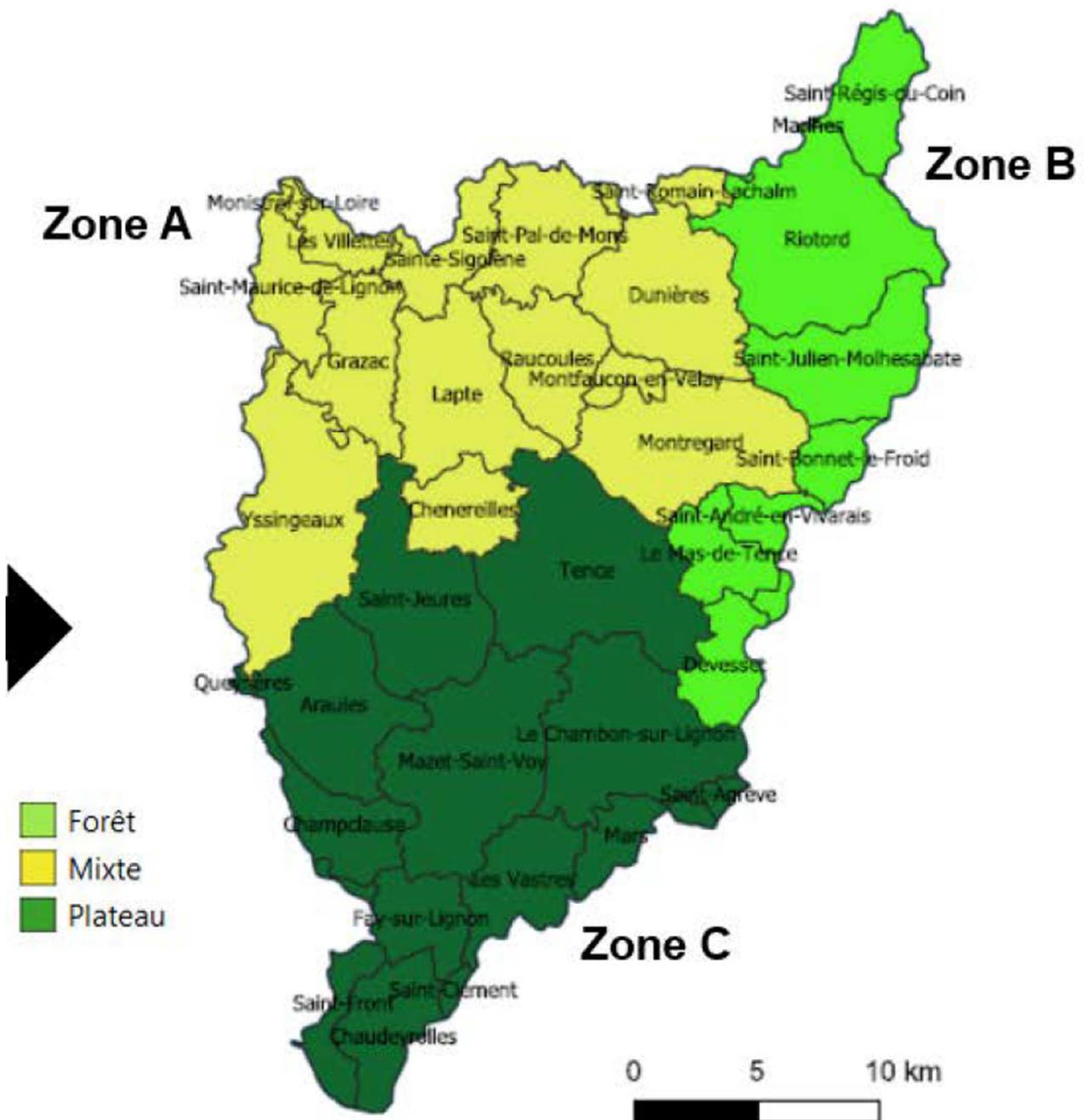


Figure 3-15 : cartographie du zonage de l'étude des pratiques agricoles [20]

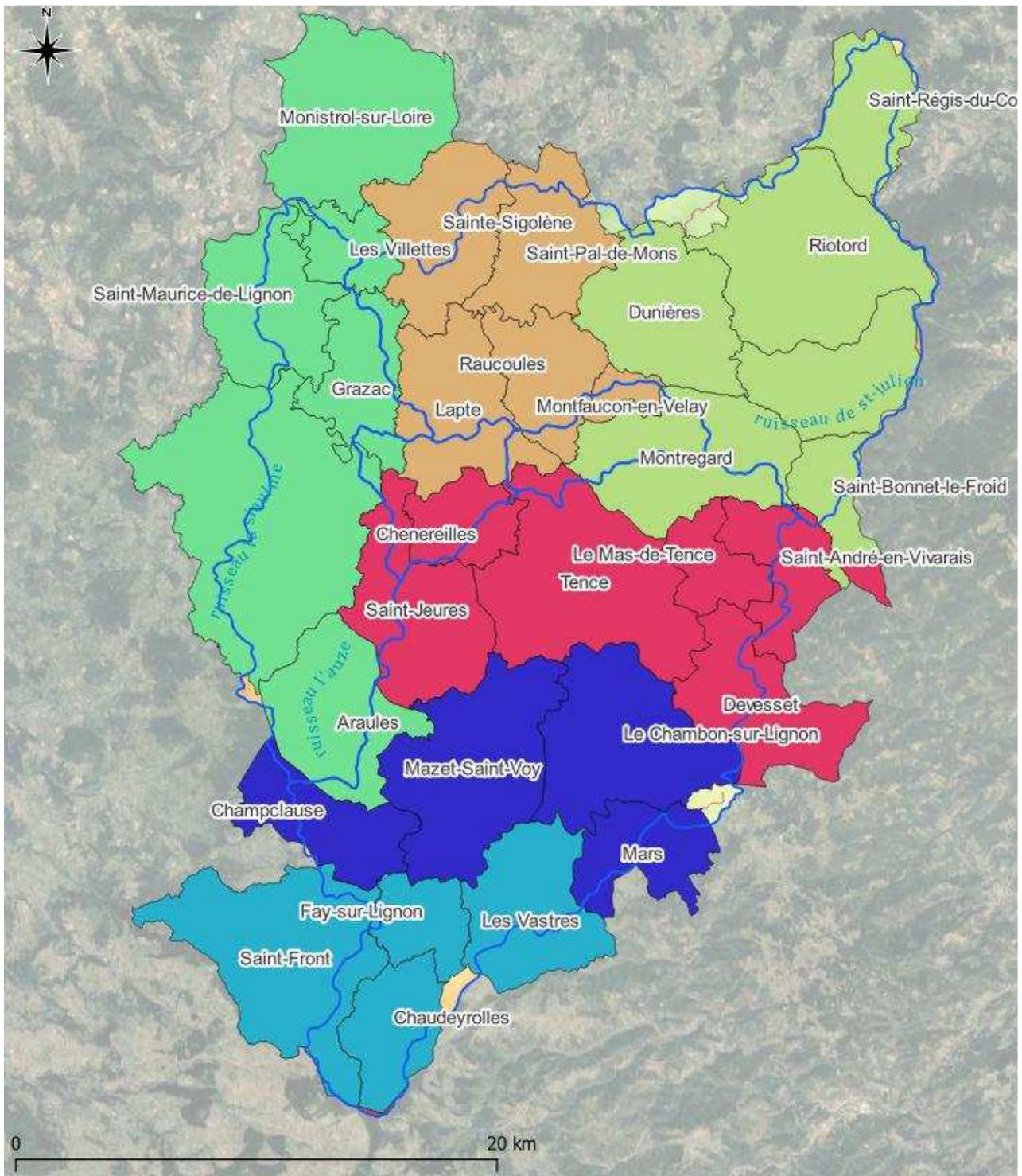


Figure 3-16 : cartographie du zonage des sous-groupes (données DRAAF)

Selon l'étude des pratiques agricoles [20] :

« Sur la zone C, la collecte est principalement assurée par Gérentes qui a permis le maintien d'une activité laitière sur ce secteur. D'après les données de Gérentes sur les cinq dernières années, on note une augmentation de la production malgré la baisse du nombre de producteur. Cependant pour la laiterie Gérentes, le nombre de départ à la retraite dans les 5-10 prochaines années rend incertain les volumes collectés dans le futur ».

Sur la zone A, la collecte de lait est assurée par SODIAAL et Savencia. On note une augmentation de la production sur ce secteur et un maintien du nombre de producteurs ce qui traduit une intensification des pratiques.

Enjeux et perspectives (hypo ; futur) :

A l'avenir, les perspectives sont différentes entre les différentes zones du territoire :

- Sur les secteurs en altitude qui sont collectés par Gérentes, on peut envisager un maintien de l'activité laitière grâce à l'implantation locale de cette laiterie (en développement),
- La situation sur les secteurs collectés par Savencia et Sodiaal, qui dépendent de laiteries non locales, est plus incertaine face aux aléas du marché laitier ».

Cheptel

L'analyse de l'évolution nationale (Figure 3-17) montre un repli marqué entre 1970 (l'année de référence) et 2022 du cheptel de vaches laitières. Le cheptel de vaches allaitantes décroît également depuis environ 10 ans.

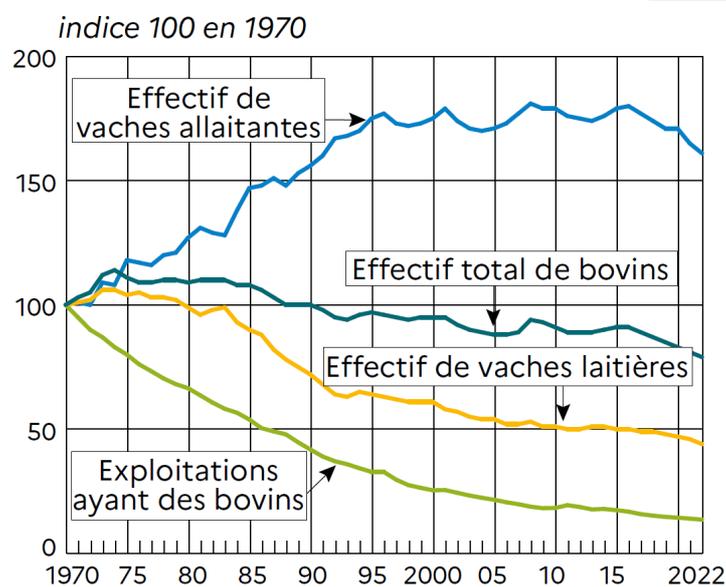


Figure 3-17 : Evolution nationale du cheptel bovin entre 1970 et 2022 (source : BD Agreste [16])

Avec un repli (en nombre de têtes) du cheptel allaitant de l'ordre de 3 % par an (2 % par an pour le cheptel laitier) à l'échelle nationale, le rythme dépasse les prospectives effectuées par l'Idel qui tablaient sur une diminution du nombre de têtes avoisinant les 2 % par an (1 % par an pour le cheptel laitier). Les scénarios tendanciels décrivent également une baisse des effectifs laitiers autour de 4 %/an à l'échelle nationale.

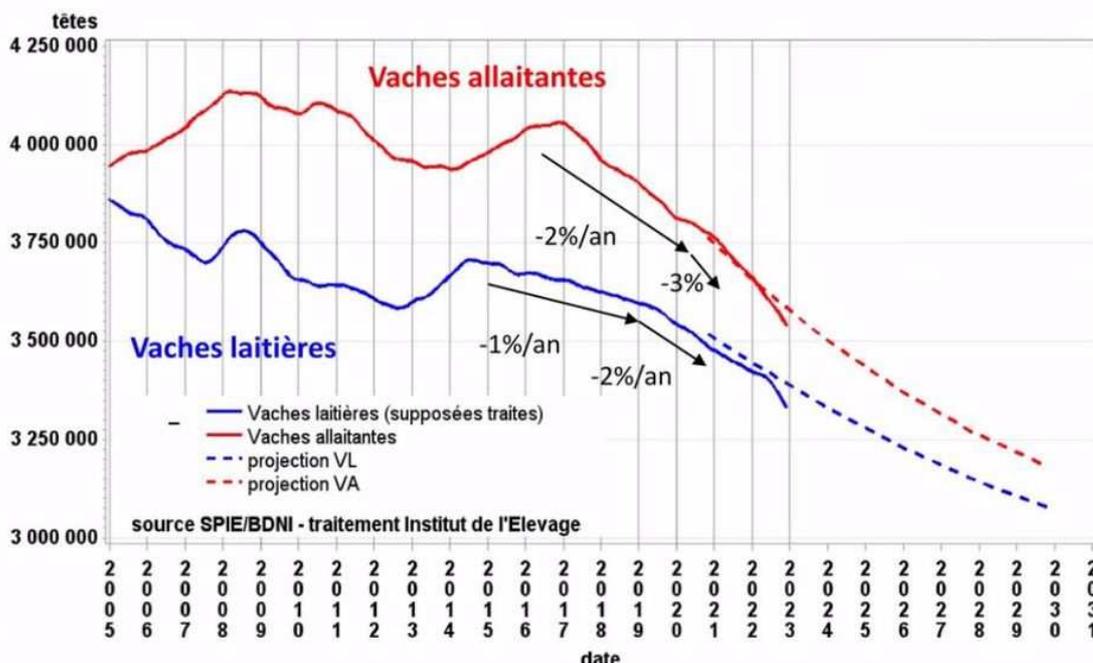


Figure 3-18 : Evolution du cheptel bovin (vache laitière et vache allaitante) entre 2005 et 2031. Prospectives réalisées par l'Institut de l'élevage (source Idele) [17]

A l'échelle locale du BV du Lignon, l'élevage bovin allaitant est bien représenté sur le secteur d'étude avec un taux d'environ 50% des effectifs de vaches laitières sur ce territoire herbager (cf. Figure 3-19).

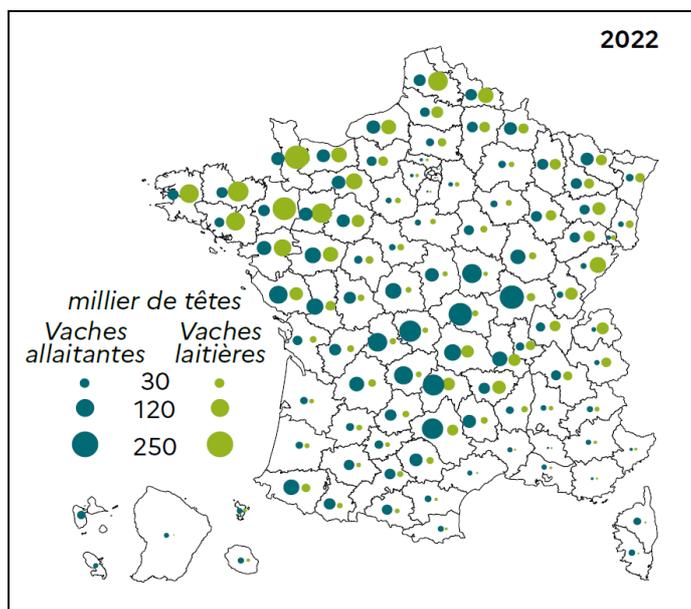


Figure 3-19 : Localisation des vaches laitières/allaitantes (Sources : BDNI bovine, traitements SSP [16])

La Figure 3-20 présente les estimations des effectifs bovins de 2000 à 2030 pour les 3 départements du bassin du Lignon. Les projections nationales réalisées par l'Idel [17] sont appliquées sur le cheptel estimé pour le secteur d'étude.

Au niveau des communes des 6 groupes présentés précédemment, l'évolution du cheptel laitier et allaitant est présentée sur la figure ci-dessous. L'évolution après 2020 est prise conforme aux prospectives de l'Idel : - 3% pour les vaches allaitantes et - 2 % pour les vaches laitières.

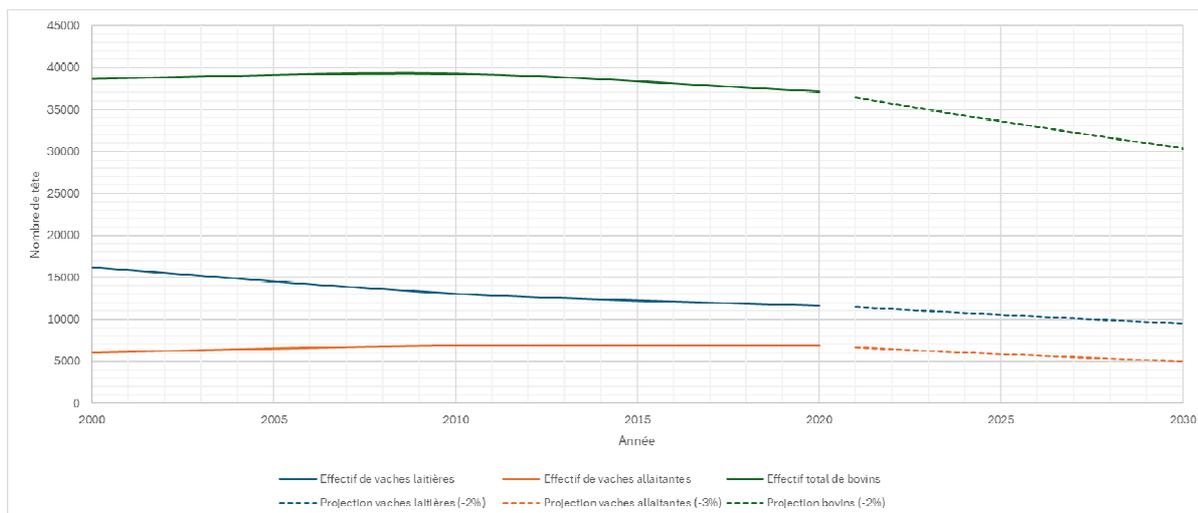


Figure 3-20 : Evolution du cheptel bovin entre 2000 et 2030 pour le secteur d'étude (6 groupes de commune). Source : BD Agreste et prospectives réalisées par l'Institut de l'élevage Idele

Lors des réunions géographiques, il est précisé que :

- Il est constaté une baisse régulière du nombre d'exploitations, avec jusqu'à présent, un effet sur l'agrandissement des fermes. Cette évolution risque de se poursuivre,
- De plus, des changements de production sont observés : des exploitations laitières arrêtent pour se spécialiser sur la production de viande (maintien du UGB pour l'instant). Certaines fermes basculent par ailleurs vers la production de foin,
- Pour certains, il ne restera plus beaucoup de fermes laitières sur le territoire à l'horizon 2050.

Compte tenu de ces évolutions, il est proposé de retenir pour l'étude :

- **Une diminution de 2% / an de l'effectif en vache laitière,**
- **Et un maintien de l'effectif en vaches allaitantes.**

Il est souligné aussi que certaines actualités conjoncturelles peuvent jouer sur l'évolution du nombre d'animaux sur le territoire comme en 2024, l'effet des épizooties (FCO et MHE), avec une diminution attendue de 10% de l'effectif des troupeaux.

Groupes de communes	Nombre de tête								
	Total bovins			Vaches laitières			Vaches allaitantes		
	2010	2020	Prospectif retenu (2050)	2010	2020	Prospectif retenu (2050)	2010	2020	Prospectif retenu (2050)
1	7097	7295	6648	1796	1424	777	1385	1727	1727
2	5248	5078	4646	1275	951	519	1234	1321	1321
3	5158	5066	4169	2158	1973	1076	737	718	718
4	10864	10023	8383	3862	3609	1969	1675	1499	1499
5	5693	5017	4159	2205	1888	1030	848	852	852
6	5224	4719	3890	1810	1825	996	961	717	717
Ensemble des communes des 6 groupes	39284	37198	31894	13106	11670	6366	6840	6834	6834

Tableau 3-7 : Evolution 2010-2050 du nombre de têtes de bovins, de vaches laitières et allaitantes

Cheptel

Le scénario tendanciel considère que dans un contexte de croissance économique ralentie, avec des attentes sociétales qui se maintiennent au niveau actuel, l'élevage s'adapte progressivement aux enjeux climatiques (dont une meilleure gestion de l'eau). Les taux du scénario tendanciel utilisés jusqu'à l'horizon 2050 dans une logique de prolongation des tendances récentes sont les suivantes :

- Pour les vaches laitières, le nombre de tête diminue de 2% par an ;
- Pour les vaches allaitantes, le nombre de tête est maintenu.

Ces taux sont appliqués en distinguant les 6 sous-groupes définis sur le territoire.

Évolution de la consommation d'eau par les animaux

Les hypothèses de consommation en eau par tête de bétail ont été présentées en Phase 1 de l'étude, pour la situation actuelle : avec besoin journalier, et répartition entre les deux sources d'approvisionnement (réseau AEP / milieu naturel).

Dans le cadre de l'étude HMUC (Loire en Rhône-Alpes), une étude complémentaire spécifique a été réalisée en 2023 par la Chambre Agriculture de la Loire concernant l'Evaluation des besoins en eau de l'agriculture SAGE Loire en Rhône-Alpes à l'horizon 2050 [18]. Il ressort de cette étude que le choix a été fait de garder les mêmes consommations que celles utilisées pour l'état des lieux actuel, et de maintenir la clé de répartition mensuelle de l'état des lieux actuel pour l'abreuvement [18].

Il nous semble qu'une évolution de la consommation d'eau par les animaux fondée sur les projections d'augmentation de la température doit être intégrée.

Les recherches montrent qu'il existe peu d'éléments bibliographiques : la seule publication scientifique quantifiant les besoins futurs est celle de Anne BOUDON (INRAE) [21]. D'après l'étude, par rapport à une situation moyenne (t°C de 15°C), les besoins journaliers en eau pour 1 UGB augmentent de +14l/j (soit +16%) à 25°C, et même +32l/j (+37%) à 30°C, pour la thermorégulation des vaches et en lien au régime alimentaire (plus sec).

Suite à échange avec des organismes de recherche ayant commencé à travailler sur le sujet (INRAE, ISARA, Chambre Agri Bretagne/DREAL), il est proposé de retenir les hypothèses suivantes (validées en CLE) pour les scénarii CNRM-CM5 / ALADIN63 et HADGEM/CCLM. :

- Consommation par les animaux : +5% annuel, avec
 - 0% en hiver,
 - +4% au printemps et en automne,
 - +12% en été

Consommation en eau par tête de bétail

Le scénario tendanciel augmente les consommations par tête de bétail de l'état actuel, principalement en été et secondairement au printemps et en automne.

Estimation des volumes pour les scénarii CNRM 2050 et HADGEM 2050 : +5% annuel : 0% en hiver, +4% au printemps et en automne, +12% en été.

Part de l'AEP pour la consommation en eau de l'élevage

Les hypothèses de répartition des prélèvements sur le réseau AEP et le milieu par le bétail ont été présentées en Phase 1 de l'étude, pour la situation actuelle.

D'après le SDAEP, « *les consommations industrielles et agricoles suivent aujourd'hui une tendance à la baisse. En effet, la prise de conscience environnementale et les évolutions sociétales et le recours aux forages privés entraînent une baisse de la consommation d'eau sur les réseaux publics de ces secteurs* ». Si cette affirmation reflète la situation actuelle, on peut anticiper une augmentation de la part de l'AEP pour la consommation future de l'élevage en raison d'une baisse des ressources naturelles et d'un report sur les réseaux AEP, ainsi que pour s'adapter à la croissance des contraintes de qualité et des contraintes sanitaires.

En réunions géographiques, il est souligné qu'en 2022, les fermes alimentées par des sources se sont réorientées vers le réseau : c'est une tendance qui va se poursuivre et qui peut être potentiellement problématique. Il est jugé par ailleurs important de prendre en compte le fait que les canicules imposent parfois de garder les vaches en bâtiment l'été ; cela peut aussi avoir une incidence de consommation supplémentaire sur le réseau AEP (rafraîchissement des animaux) : il est proposé de retenir une **incidence annuelle de +10%**, correspondant à l'incidence proposée pour un scénario d'évolution climatique modérée. Cette valeur est notamment jugée cohérente selon une éleveuse (chevaux) suite à l'événement de 2022 sur le Lignon.

Part de l'AEP pour la consommation en eau de l'élevage

Les valeurs indiquées dans l'Etat des lieux et Diagnostic (Phases 1 et 2) sont augmentées de + 10 % à l'horizon 2050, avec une réorientation surtout en été : 0% en hiver, +8% au printemps et en automne, +24% en été.

3.1.3.2 Irrigation des cultures et maraîchage

Pour rappel, les prélèvements pour l'irrigation réalisés (hormis pour un golf) se font essentiellement pour nourrir les humains et les animaux d'élevage.

Sources bibliographiques

- [22] Association Solagro. ADEME. Christian Couturier, Madeleine Charru, Sylvain Doublet et Philippe Pointereau. Version 2016. Scénario Afterres 2050. pp.96. (https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/solagro_afterres2050_version2016.pdf)
- [23] Ministère de l'Agriculture. CGAAER. Janvier 2020. Agri 2050. Une prospective des agricultures et des forêts françaises. Rapport n° 18066
- [24] DRAAF, fiche territoriale irrigation du bassin versant du Lignon, réalisée d'après les recensements agricoles 2010 et 2020. *Les fiches irrigation pour les 6 sous-entités ne peuvent pas être communiquées en raison du secret statistique.*

Surface Agricole Utile (SAU)

A l'échelle nationale, d'ici 2050, la surface agricole utile (SAU) totale aura diminué d'environ 1 million d'hectares en France dans tous les scénarios, sous la pression de l'artificialisation (ADEME, Agri2050, Afterres 2050 et Explore 2070). Le territoire devra notamment absorber une croissance démographique constante dont le pic est prévu en 2055.

A l'échelle du secteur d'étude, en considérant les communes en partie ou totalement comprises sur le bassin versant du Lignon, les surfaces agricoles utiles (SAU) sont données dans le tableau suivant, de 2000 à 2020.

Pour rappel, les groupes de communes évoqués sont explicités dans le paragraphe précédent.

Groupe de communes	SAU total en ha					
	2000	2010	2020	Ecart (2000-2010) %/an	Ecart (2010-2020) %/an	Ecart (2000-2020) %/an
1	7 686	7 754	8 028	0,1%	0,3%	0,2%
2	5 984	5 649	5 696	-0,6%	0,1%	-0,2%
3	5 644	5 484	5 433	-0,3%	-0,1%	-0,2%
4	10 142	9 839	9 731	-0,3%	-0,1%	-0,2%
5	5 879	5 332	5 430	-1,0%	0,2%	-0,4%
6	4 844	4 348	4 443	-1,1%	0,2%	-0,4%
Ensemble des communes des 6 groupes	40 179	38 406	38 761	-0,5%	0,1%	-0,2%

Tableau 3-8 : Evolution de la SAU par groupe de communes de 2000 à 2020

Les chiffres montrent une diminution globale de la SAU de ces communes de 3,5% entre 2000 et 2020, soit un taux moyen de **-0,2%/an**. Les évolutions de SAU sont différentes selon le type de culture, de parcelle.

L'évolution plus précise des occupations du sols les plus courantes est présentée sur le graphique ci-dessous, entre 2000 et 2020.

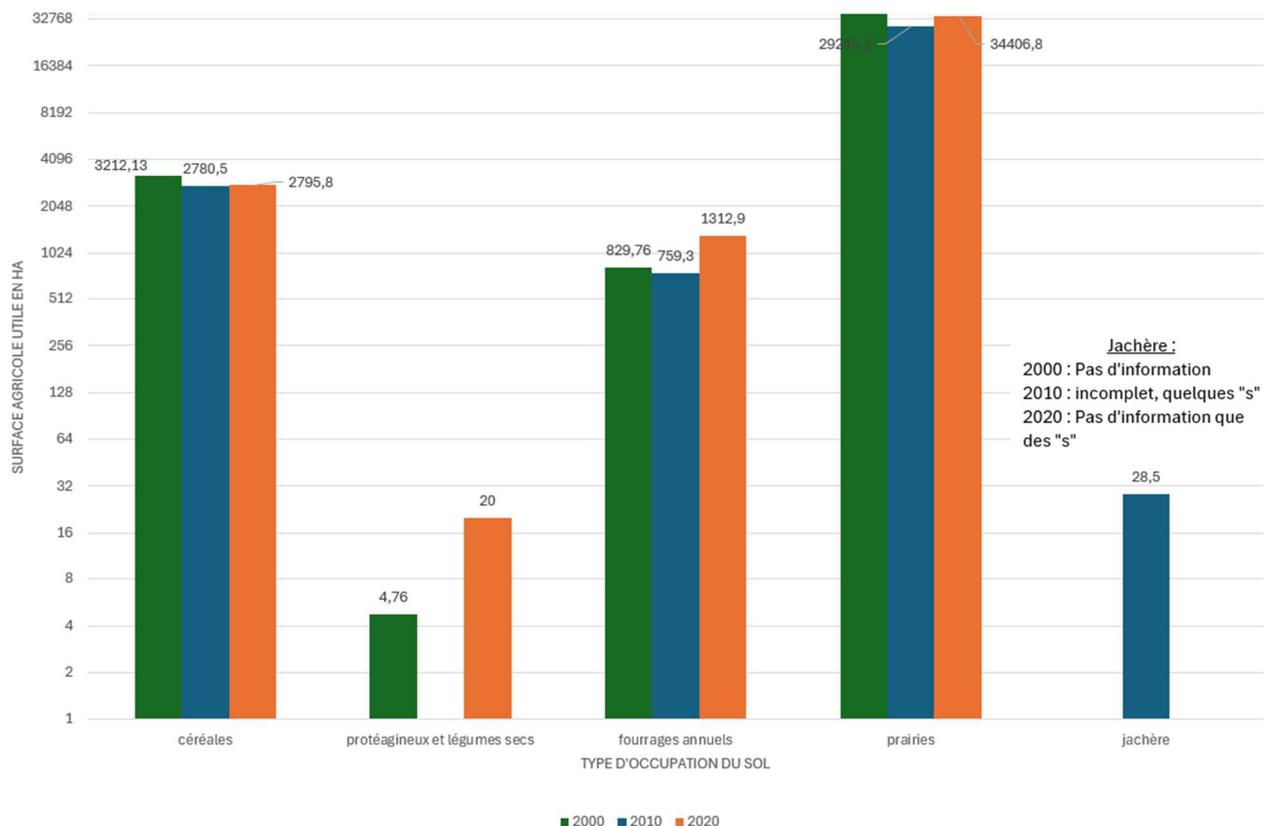


Figure 3-21 : Evolution des surfaces de différentes occupations du sol entre 2000 et 2020 (surface en échelle géométrique pour améliorer la lisibilité)

Cette figure montre que certains types d'occupation des sols comme la jachère, disparaissent, pour laisser place à de nouvelles cultures comme les protéagineux. La surface de fourrages annuels connaît la plus forte augmentation passant de 760 ha en 2010 à 1 310 ha en 2020.

Les types d'occupation des sols présentant les plus fortes surfaces sur le secteur sont les céréales et les prairies, avec des augmentations de respectivement 0,6% et 15% entre 2010 et 2021.

L'ensemble des SCoT du territoire a mis en place des mesures pour limiter la consommation de la SAU :

- Le Scot jeune Loire définit le principe de limiter la consommation d'espace à vocation résidentielle et d'espaces à vocations d'activités,
- Le Scot Sud Loire s'engage pour une consommation plus économe de l'espace et de lutte contre l'étalement urbain. A ce titre les documents d'urbanisme locaux doivent privilégier le réinvestissement du tissu bâti existant (renouvellement urbain ou densification) plutôt que la consommation des espaces non bâtis à usage encore agricole, naturel et forestier,
- Le SCoT Centre Ardèche se fixe un objectif de préservation des espaces agricoles, naturels et forestiers, en limitant la consommation foncière pour inscrire le territoire dans la trajectoire Zéro Artificialisation Nette. Les élus du SCoT Centre Ardèche s'engagent avec les communes du territoire à un changement de modèle de développement important. Ainsi, par tranche de 10 ans, les besoins de développement à horizon 2040 devront intégrer les objectifs suivants :
 - Entre 2022 et 2031 : le territoire s'engage à diviser à minima par deux la consommation foncière au regard de sa consommation passée observée sur la période 2012 et 2021.

- o Entre 2032 et 2040 : le territoire s'engage à poursuivre la diminution de l'artificialisation des sols pour s'inscrire dans la trajectoire à 2050.

SAU

Le scénario tendanciel retenue est le suivant : la tendance actuelle est conservée :
 - La SAU diminue légèrement au profit de l'artificialisation (-0,2 %/an).

Assolement : évolution des types de cultures

Au niveau national, le changement climatique va générer de nouveaux besoins d'irrigation, notamment sur les céréales et oléo-protéagineux, ainsi que sur les prairies [1]. Explore 2070 prévoit une augmentation de 43 à 66 % des prélèvements d'eau pour l'irrigation entre 2000, année de référence de l'étude et 2070.

A l'échelle locale, la surface en prairie domine, avec environ 34 400 ha de SAU « prairie » en 2020. Le suivi de l'évolution des surfaces de prairie montre une augmentation de 15% entre 2010 et 2020 (Cf. Figure 3-21).

En réunion géographique, il est précisé que la problématique des coups de chaleur et des sécheresses pourraient inciter les éleveurs à se tourner vers des productions fourragères irriguées (maïs notamment) avec des projets de réalisation de retenues collinaires, sachant qu'actuellement les surfaces irriguées sur le territoire sont limitées à la production de petits fruits ou de maraîchage.

Des adaptations sont à prévoir, telles que :

- Le choix variétal avec des cultures de substitution,
- Une adaptation des pratiques (amélioration et la diffusion des méthodes et du matériel d'irrigation, dates de semis avancées).

L'augmentation du maraîchage devrait être modérée.

Ainsi, si ces mesures d'adaptation et d'accompagnement sont prévisibles, il est considéré qu'elles se compensent avec l'augmentation des besoins.

Assolement

Des cultures de substitution sont prévisibles, mais pas de nature à influencer fortement l'assolement et donc les hypothèses d'entrée.

Irrigation

	Surface (ha)	Année normale	Année sèche
Besoins Fruits rouges	19	2 500 m ³ /ha/an	3 000 m ³ /ha/an
Besoins Maraichage plein champ	35	2 300 (2100-2500) m ³ /ha/an	3 000 m ³ /ha/an
Besoins Maraichage sous serre	4	6 000 m ³ /ha/an	7 000 m ³ /ha/an

Tableau 3-9 : Irrigation : besoins en eau (état actuel)

Comme discuté en réunions géographiques :

- Il fait consensus que la surface représentée par l'irrigation est très réduite sur le secteur d'étude (58 ha actuellement) ; une évolution même significative en pourcentage entrainera des variations minimales en termes de surface et de volumes d'eau,

- L'augmentation des surfaces en cultures maraîchères irriguées sur le territoire devrait être limitées (dynamique sur l'aval du territoire),
- Il est proposé de considérer une **augmentation des surfaces irriguées de 10%** à l'horizon 2050 (ce qui ne constitue pas une augmentation importante vu qu'il y a peu de surfaces irriguées actuellement). Cette hypothèse est validée par les participants lors des 2 réunions géographiques et par la CLE,
- Il faut aussi prendre en compte le fait que l'augmentation des températures se traduira par une **augmentation des besoins en eau / ha irrigué**. L'hypothèse correspondante est la suivante : Augmentation du volume en eau nécessaire (besoin en m³/ha/an) : **+ 10% en 2050** par rapport à la situation actuelle

Irrigation

La tendance à l'évolution est considérée :

- augmentation de +10% en 2050 des surfaces irriguées
- augmentation de +10% en 2050 des besoins en eau / ha irrigué, avec la même clé de répartition (période).

3.1.4 INDUSTRIES

L'agriculture et l'industrie agro-alimentaire sont très présentes dans l'économie du territoire.

Le secteur de l'industrie peut dépendre de l'évolution des filières et de leur dynamique, et de l'évolution de l'efficacité de la consommation en eau des procédés employés.

Pour les industriels, l'évolution de la consommation d'eau pour les différents horizons climatiques se base sur :

- Estimation de l'évolution prévisible du nombre de ces établissements,
- Estimation de l'évolution de leur besoin en eau à horizon 2050.

3.1.4.1 Estimation de l'évolution prévisible du nombre de ces établissements

Lors des réunions géographiques, il est indiqué par les participants qu'il n'y a pas de nouvelles installations industrielles envisagées à ce jour qui auraient une incidence importante sur la consommation d'eau. D'après les acteurs en séance qui connaissent le territoire, il n'y a pas eu d'installation d'activités industrielles sur le territoire depuis longtemps (essentiellement agro-alimentaire). Les échanges avec la CCI n'ont pas permis également d'identifier de tel changement.

Cependant, selon la CLE, le fait de ne pas envisager de progression de l'activité pose problème. Même si on ne peut s'appuyer sur des données prospectives existantes dans le domaine industriel, la CLE propose de retenir arbitrairement pour l'estimation des besoins futurs, l'installation d'un nouvel établissement industriel. Étant donné les difficultés et perspectives de la filière lait, il ne s'agirait pas d'une laiterie, qui semble avoir des besoins nettement plus haut que les autres industriels recensés. Il est préconisé de considérer plutôt des besoins en eau moyens par rapport à ceux recensés actuellement. Sachant que la consommation actuelle pour 7 entreprises est de 113 000m³/an, l'hypothèse retenue est de considérer un prélèvement supplémentaire de 17 000m³, réparti sur les 3 bassins versants qui ont des industries qui prélèvent sur le milieu naturel (MAZ1, AUZ2, LIG3).

3.1.4.2 Estimation de l'évolution de leur besoin en eau à horizon 2050

Pour préciser la part des consommations d'eau dans l'industrie et leur évolution, une approche ciblée s'est avérée nécessaire :

- Une enquête auprès des établissements industriels a ainsi été conduite par ISL (questionnaires et entretiens téléphoniques) : les éléments chiffrés sont fournis en ANNEXE 2.

- Il est précisé que les plus gros consommateurs d'eau industriels à ce jour sont les entreprises agro-alimentaires (par exemple Gérentes sur la commune d'Araules). Certains process industriels nécessitent également une consommation d'eau, comme pour le recyclage des plastiques (par exemple l'entreprise RG43 à Tence),
- Des économies d'eau significatives ont déjà été réalisées récemment (changement de process, lavage, ...).

Pour les industries existantes, les échanges montrent qu'en général, on peut s'attendre :

- À une stabilisation ou à une croissance de l'activité (difficile voire impossible à quantifier) ;
- À une économie supplémentaire d'eau, au cas par cas selon le type d'activité.

Au global (en prenant en compte la croissance d'activité et les économies d'eau), il est proposé de retenir les consommations suivantes :

- Consommation constante (laiterie),
- Économie variable : -15 à -20% envisageable (salaison),
- voire -25 à -50% (recyclage plastique) ; pour les calculs, on retiendra : -25% ;
- Seul cas d'augmentation potentielle estimée (+25% : golf).

Entreprise	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	ACTUEL (2020)			Consommation future	Consommation future rq (coefficient)	FUTUR (2050)	
				Prélèvement sur réseau (m3/an)	Prélèvement sur milieu (m3/an)				Prélèvement sur réseau (m3/an)	Prélèvement sur milieu (m3/an) avec répartition de 14000 m ³ supplémentaire
Gérentes	Laiterie-fromagerie	80 personnes	Araules	110 000	25 000	49%	consommation constante	1,00	110 000	31 799
Golf de Chambon-sur-Lignon	Golf	Surface : 70ha dont green (1ha), départ (1ha) fairway (15ha)	Chambon-sur-Lignon	-	20 000	39%	+25 %	1,25		30 439
Souchon d'Auvergne	Salaison, charcuterie	3000 à 5000t/an ; 150 salariés	St-Maurice-de-Lignon	30 000	-		-15%	0,85	(hypothèse considérée en absence de réponse)	25 500
Salaison du Lignon	Salaison, charcuterie	8200t/an ; 222 salariés (internet)	St-Maurice Lignon	51 000	-		-20%	0,80		40 800
Brocéliande ALH	Salaison, charcuterie	1600 t/an ; 30 salariés	Yssingeaux	8 000	-		-15%	0,85		6 800
Les Monts de la Roche	Salaison, charcuterie (saucisson)	500 t/an	Tence	2 000	-		-15%	0,85		1 700
SEMAD Jeune Loire	Abattoirs		Yssingeaux (limite BV prélèvement réseau BV)	15 000	-		consommation constante	1,00	(hypothèse considérée en absence de réponse)	15 000
SAS STB Teyssier	Salaison, charcuterie	1300t/an ; 60 salariés ;	St-Agrève (prélèvement hors BV)	2 500	(14000)		-15%	0,85		2 125
Pichon	Salaison, charcuterie	8 salariés (n'a pas souhaité répondre au questionnaire)	Raucoules	600	-		-15%	0,85		510
Entreprise MJ	Recyclage	30 employés	Ste Sigolène	-	-					
SAS RG 43	Recyclage plastique (depuis 2022)		Tence	4 320	6 480	13%	-25%	0,75		3 240 6 622
+ 1 nouvelle entreprise à répartir sur les BV avec industrie										
TOTAL				223 420	51 480	274 900				205 675 68 860

Tableau 3-10 : Evolution de la consommation en eau pour les industries

Industries

Une légère augmentation de l'activité industrielle est envisagée : + 1 industrie (soit + 17 000 m³ prélevés sur le milieu).

En lien avec les incitations institutionnelles et les progrès technologiques, pour une même tâche, l'efficacité des procédés vient réduire la consommation d'eau.

Au global, la consommation d'eau pour l'industrie reste stable à l'horizon 2050.

3.1.5 AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DES BARRAGES DE LAVALETTE- LA CHAPELETTE

Nous n'avons pas connaissance de potentielles évolutions futures sur les modalités de gestion des barrages de Lavalette et la Chapelette (de type modification du débit réservé, période de turbinage, changements sur la période de remplissage). La gestion actuelle est donc conservée. De plus, comme pour les autres plans d'eau, l'évolution de l'évaporation à la surface des retenues des barrages intègre le changement climatique et l'augmentation potentielle des phénomènes d'évapotranspiration.

3.1.6 EVAPORATION DES PLANS D'EAU ET DES RETENUES

Il n'existe pas de tendance connue sur la création ou la suppression des plans d'eau du territoire.

Dans tous les cas, les prélèvements liés à l'irrigation sont inclus dans le volet « Irrigation ».

L'analyse ci-après est ainsi menée avec l'hypothèse d'un maintien du nombre de plans d'eau et de leurs caractéristiques, mais en intégrant le changement climatique et l'augmentation potentielle des phénomènes d'évapotranspiration.

3.1.7 RESTITUTIONS ET REJETS

Les rejets de l'assainissement collectif sont directement en lien avec la consommation humaine.

Or, les gains espérés avec la population permanente vont se compenser avec l'accroissement de consommation par la population saisonnière.

Aucun nouveau point de rejet n'est prévu (selon la DDT43 et les participants aux réunions géographiques).

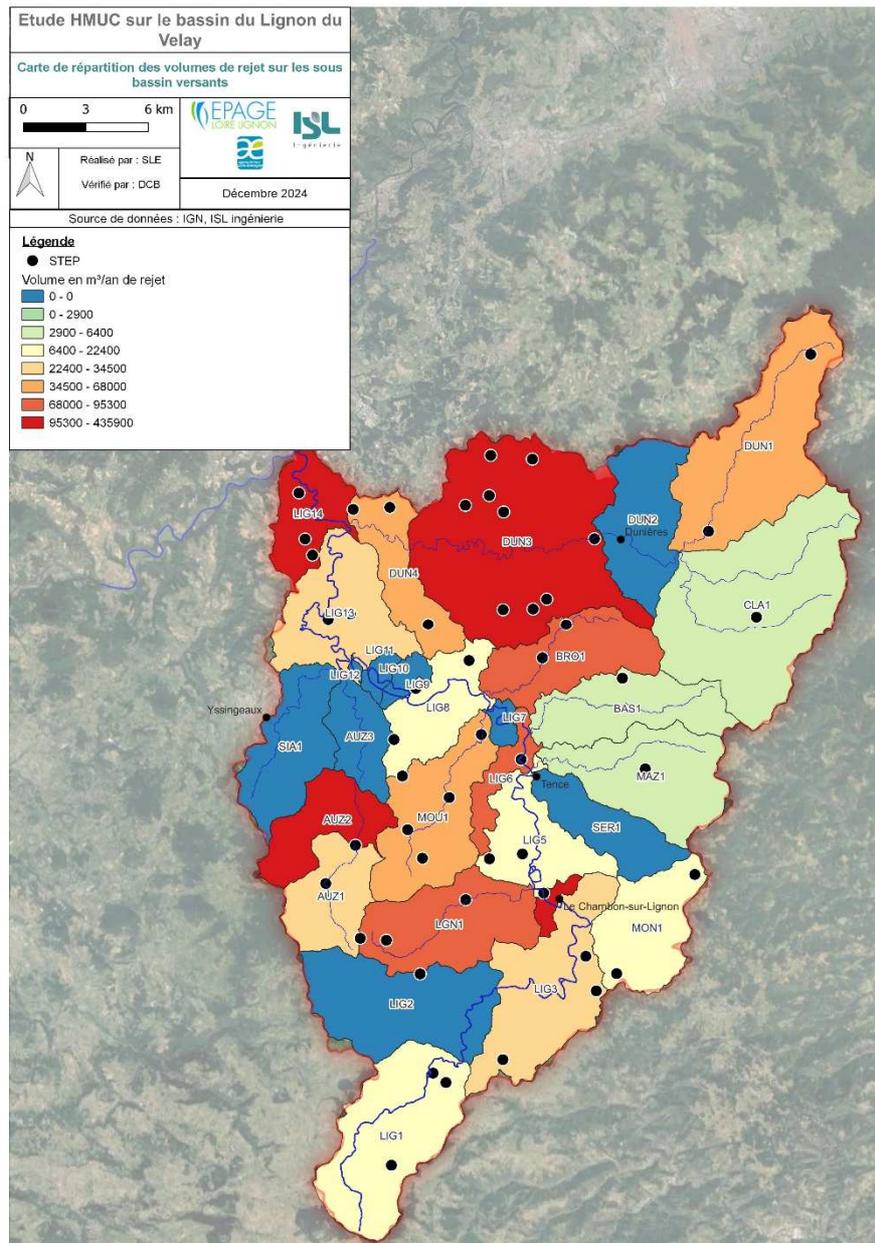


Figure 3-22 : Localisation des points de rejet et volumes associés par bassin versant

Le tableau ci-dessous présente les volumes annuels considérés pour chaque station.

Nom de la station	Volume total annuel en m ³	Equivalent-Habitant (EH)
ARAULES-Recharinges	23 652	540
ARAULES-Le Bourg	14 454	330
ARAULES-Montbuzat	3 066	70
CHAMBON-SUR-LIGNON (LE)-Le Bourg	97 805	2 233
CHAMBON-SUR-LIGNON (LE)-Le Golf	8 804	201
CHAUDEYROLLES-Le Bourg	4 380	100
CHENEREILLES-Le Bourg	5 256	120
DEVESSET	8 760	200
DUNIERES-La Ribeyre	124 085	2 833

FAY-SUR-LIGNON-Le Bourg Est	12 264	280
FAY-SUR-LIGNON-Le Bourg Ouest	5 694	130
GRAZAC-Villedemont	6 701	153
GRAZAC-Vérot (Le Bourg)	26 280	600
LAPTE-Le Bourg	43 800	1 000
LAPTE-La Vernelle	6 570	150
LAPTE-Verne-Lachaud	8 322	190
MARS	10 950	250
MAS-DE-TENCE (LE)-Le Bourg	5 256	120
MAZET-SAINT-VOY (LE)-Le Bourg	73 146	1 670
MAZET-SAINT-VOY (LE)-La Chèze	1 314	30
MAZET-SAINT-VOY (LE)-Mazalibrand	2 190	50
MAZET-SAINT-VOY (LE)-Foumourette	2 190	50
MAZET SAINT-VOY (LE)-Mazelgirard	4 380	100
MONTFAUCON-EN-VELAY-Le Bourg	78 840	1 800
MONTREGARD-Le Bourg	5 256	120
RAUCOULES-Lestang	13 140	300
RAUCOULES-Les Ribes	10 512	240
RAUCOULES-Oumey	7 884	180
RAUCOULES-Treyches	4 380	100
RIOTORD-Le Bourg	48 180	1 100
SAINT-JEURES-Le Bourg	13 140	300
SAINT-JEURES-Freycenet	5 256	120
SAINT-JEURES-Pélinac	5 256	120
SAINT-JEURES-Les Moulins	8 760	200
SAINT-JEURES-La Jeanne	4 380	100
SAINT-JULIEN-MOLHESABATE-Le Bourg	4 380	100
SAINT-MAURICE-DE-LIGNON-Le Bourg	197 100	4 500
SAINT-MAURICE-DE-LIGNON-La Faurie	2 628	60
SAINT-MAURICE-DE-LIGNON-Cublaise	9 855	225
SAINT-PAL-DE-MONS-Lichemiaille	20 586	470
SAINT-PAL-DE-MONS-Jourdy	2 628	60
SAINT-PAL-DE-MONS-ZA des Pins	2 190	50
SAINT-PAL-DE-MONS-Le Bourg	83 220	1 900
SAINT-REGIS-DU-COIN	5 256	120
SAINTE-SIGOLENE-La Bâtie	175 200	4 000
TENCE-Le Bourg	86 286	1 970
VASTRES (LES)-Le Bourg	3 504	80
VILLETES (LES)-Crossac	2 628	60
GERENTES (privé)	152 449	2 750
Volume total en m³/an	1 452 214	32 425

Tableau 3-11 : Volumes rejetés par les stations

Les rejets industriels de la STEP privée de l'industriel Gérentes sont considérés constants.

A l'échelle du territoire, compte tenu des incertitudes, cette hypothèse conduit à une stabilisation des rejets à l'horizon 2050.

Rejets

Sur le bassin versant du Lignon, les volumes rejetés par l'assainissement collectif devraient rester assez constants.

Aucun nouveau point de rejet n'est prévu.

3.2 RECAPITULATIF

Les tableaux suivants viennent rappeler les chiffres proposés pour le scénario d'évolution pour les variables d'intérêt pour la modélisation mise en place.

Ces chiffres ont été ajustés suite aux ateliers, et validés en CLE avant modélisation.

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution 2050 : proposition envisagée	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Population permanente	BV Lignon / échelle communale	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	+0,08%/an (soit +2% en 25 ans = poursuite de la tendance d'évolution 2010-2021 (moyenne sur le BV) répartie uniformément	Moyenne	-100 000 m ³
Consommation d'eau par habitant	BV Lignon	% d'évolution		-0,4%/an entre 2020 et 2050 : 100 → 90 l/hab./j. = minimum nécessaire (boisson, repas et toilette)	Faible	
Population saisonnière	BV Lignon			+1,8%/an sur les Communes touristiques, Croissance réduite sur période estivale (capacités d'accueil limitées), plutôt élargissement de la période (avant/après saison), Consommation population saisonnière : 150 l/j/hab	Moyenne	+140 000 m ³
Rendement des réseaux	BV Lignon	% d'évolution		Amélioration par zone pour atteindre un rendement moyen pondéré de 82% en 2050	Forte	- 550 000 m ³
Transferts d'eau inter-bassins	BV Lignon et hors BV			St-Etienne-Métropole : +0,047%/an (prélèvement sur Lignon : +0,3% en 2030, +1,2% en 2050) Connexion récente du secteur Mazeaux et Basset au Syndicat de Montregard	Forte	+120 000 m ³

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution proposition envisagée 2050 :	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Rejets	BV Lignon		Moyenne 2018-2022	Suit l'évolution de la consommation humaine : devrait rester constants	Forte	0 m ³

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Exploitation Vaches laitières (UGB)	6 sous-groupes	% d'évolution du nombre d'exploitation	Moyenne 2018-2022	Evolution UGB : -2%/an (laitière), 0%/an (allaitante)	Faible	-100 000 m ³ sur le milieu +140 000 m ³ sur le réseau AEP
Exploitation Vaches allaitantes et autres (UGB)					Faible	
Cheptel (UGB)					Faible	
Consommation d'eau par UGB	BV Lignon			Proposition scénario modéré : +5% annuel : <ul style="list-style-type: none"> 0% en hiver, +4% au printemps et en automne, +12% en été 	Moyen	
Part de consommation issue de l'AEP	BV Lignon			Proposition scénario modéré : +10 % par rapport à l'actuel (surtout en été)	Fort	

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Surface Agricole Utile	BV Lignon	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	Tendance actuelle est conservée (-0,2%/an)	Faible	+32 000 m ³
Assolement (évolution du type de culture)		Type de culture		Cultures de substitution	Faible	
Pourcentage de surfaces irriguées				Proposition : +10 % par rapport à l'actuel	Moyen	

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Pratiques d'irrigation		Type		Pratiques inchangées (Développement des cultures sous serres et micro-irrigation)	Moyen	
		% d'évolution		Augmentation volume eau nécessaire (besoin en m ³ /ha/an) : + 10% en 2050	Moyen	
		Période irrigation		Avec même clé de répartition	Faible	

	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Niveau d'incertitude sur les hypothèses (faible, moyen, forte)	Evolution volume correspondant
Activité industrielle	BV Lignon	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	Une nouvelle industrie future envisagée (+17 000m ³) ; Industries existantes : cf. ci-dessous	Moyen	+17 000 m ³
Consommation unitaire en eau	BV Lignon	% d'évolution		Industries existantes : En général, stabilisation ou croissance de l'activité Consommation en eau au cas par cas selon industrie : consommation constante (laiterie), économies variable (-15 à -20% : salaison) ; voire -25 à -50% (recyclage plastique) ; augmentation potentielle estimée (+25% : golf)	Faible	-17 000 m ³

Tableau 3-12 : Récapitulatif des variables du scénario tendanciel

3.3 VOLET CLIMAT : DESCRIPTION DU CLIMAT FUTUR ET IMPACT SUR L'HYDROLOGIE

Dans ce chapitre, nous présentons les projections climatiques sélectionnées et nous examinons les évolutions climatiques possibles sur le bassin du Lignon du Velay. Les projections sélectionnées serviront de base à la modélisation intégrée (hydrologie + usages) décrite au § 3.4.

3.3.1 METHODOLOGIE GENERALE

L'approche méthodologique générale est résumée sur le logigramme suivant (Figure 3-23).

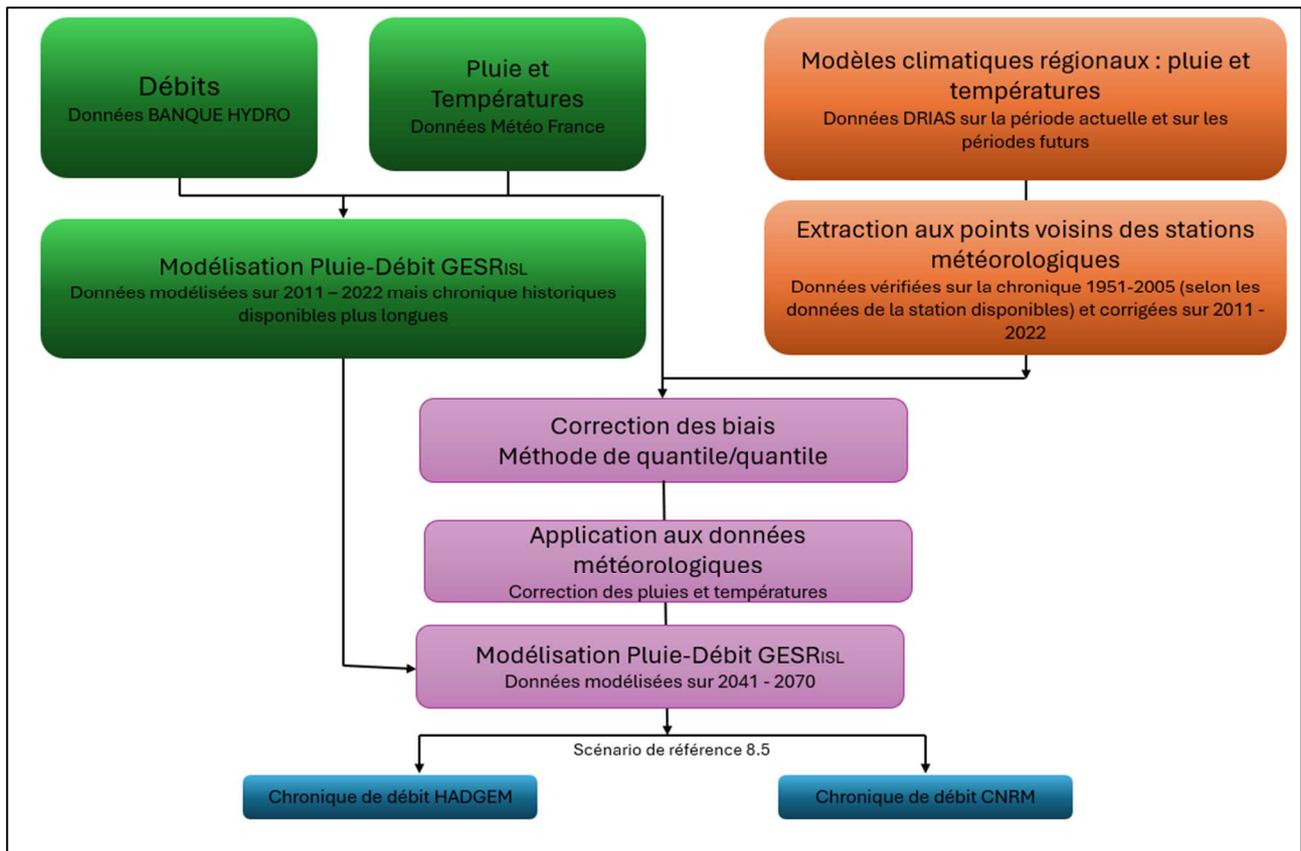


Figure 3-23 : méthodologie de constitution de chroniques de débits modifiées par le changement climatique

L'ensemble de la démarche fait intervenir deux variables pouvant être qualifiées de « primaires » : la pluie et la température. Ces deux variables sont nécessaires et suffisantes pour le calcul des débits en tout point du bassin versant. Les chroniques de débits observées sont utiles pour le calage et la validation du modèle hydrologique. Le module CEMANEIGE permet de quantifier l'influence de la neige à partir des pluies et des températures. L'évapotranspiration potentielle est évaluée à partir des températures par la formule d'Oudin.

Les données d'entrée sont ainsi :

- Les pluies et températures observées (« réelles ») sur les périodes historiques disponibles selon les stations ;
- Les pluies et températures issues des modèles climatiques régionaux sur les périodes historiques disponibles 1951-2005 (chronique « historical ») et les chroniques projetées, correspondant au climat futur.

Il est nécessaire d'avoir des chroniques de données couvrant à la fois une partie de la période historique du DRIAS, et une partie de la période de données observées des stations.

Pour rappel, le tableau ci-dessous donne les périodes de données pluviométriques disponibles.

Code	Station	Alt.	Type	Début	Fin	Nb années	Lacunes
07128001	LALOUVESC	1 092	4	01/07/1956		67	0,0 %
42287001	SAINT-SAUVEUR-EN-RUE	783	4	22/11/1947		76	0,5 %

Code	Station	Alt.	Type	Début	Fin	Nb années	Lacunes
43020002	BAS-EN-BASSET	447	4	01/07/1979		44	2,1 %
43091002	LES ESTABLES SA	1 486	3	01/10/1982	31/12/2011	29	1,1 %
43130002	MAZET-VOLAMONT	1 130	1	01/02/1991		33	0,0 %
43137003	MONISTROL-SUR-LOIRE	777	1	01/03/1992		32	0,0 %
43223001	SAINT-ROMAIN-LACHALM	902	4	01/02/1980		44	0,0 %
43244003	TENCE	848	4	01/10/1923		100	0,5 %
43268002	YSSINGEAUX-VERSILHAC	730	4	01/07/1951	31/12/2020	69	0,0 %
43268004	YSSINGEAUX	873	4	01/04/1989		35	0,0 %

Tableau 3-13 : Rappel des données des stations pluviométriques

La chronique future à modéliser étant considérée de 2041 à 2070 (Cf. §3.3.2, horizon moyen 2050), il est proposé de retenir comme chronique observée la chronique de **1993 à 2022**, soit 29 ans. Cela permet d'obtenir une période commune entre les données observées et les données DRIAS de 12 ans. Cette période est satisfaisante et permet de calculer les corrections nécessaires.

Dans un premier temps, les chroniques observées et les chroniques « historical » issues des modèles climatiques sont comparées afin de vérifier dans quelle mesure ces chroniques « historical » se rapprochent des valeurs observées sur le bassin versant (cf. 3.3.3.2).

Par construction, les chroniques « historical » sont différentes de celles observées, parfois avec des écarts assez notables, en particulier sur les pluies. En conséquence, une évaluation des biais entre les chroniques observées et les chroniques « historical » est réalisée par une approche statistique de type quantile/quantile (cf. 3.3.4.2) dans un premier temps.

Dans un second temps, les chroniques de pluies et températures du climat futur sont construites à partir des chroniques observées et en appliquant les évolutions données par les modèles climatiques corrigées des biais (cf. 3.3.4.3). Ces chroniques du climat futur sont ensuite injectées dans le modèle hydrologique pour calculer les chroniques de débits futurs.

L'approche méthodologique s'appuie ainsi sur deux principaux outils :

- Les **modèles climatiques régionaux** dont les résultats sont mis à disposition sur le site du DRIAS (<http://www.drias-climat.fr/>). Les résultats fournis proviennent de projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (CERFACS, CNRM-GAME). Les informations climatiques (précipitations, températures ...) sont délivrées sous différentes formes graphiques ou numériques.
La période de référence s'étend de 1951 à 2005. Plusieurs périodes sont analysées et pour différents scénarios d'émission de CO₂ (RCP2.6, RCP4.5 ou RCP8.5).
- Le **modèle hydrologique GESRES_{ISL}** développé pour la présente étude. Les températures et les pluies, utilisées comme données d'entrée de la modélisation pluie-débit, sont modifiées à partir des projections climatiques pour simuler les débits dans le futur.

3.3.2 CHOIX DES SCENARIOS

L'EPAGE est partenaire du projet Life Eau et Climat dont l'un des objectifs est de renforcer les liens entre les scientifiques et les gestionnaires. Dans le cadre de ce partenariat, un échange a été organisé dans un premier temps le 12 décembre 2023 avec les partenaires scientifiques du projet Life Eau et Climat :

- M. SOUBEYROUX Jean-Michel, DCSC/Directeur Adjoint Scientifique à Météo France (basé à Toulouse),
- M. VIDAL Jean-Philippe, Hydroclimatologue / Directeur de Recherche INRAE UR RiverLy (basé à Lyon).

L'échange a concerné le choix des modèles hydroclimatiques dans le cadre de l'étude HMUC sur le bassin Loire et Affluents Vellaves (en aval de l'étude Loire Amont), et en associant les différentes études HMUC sur des territoires limitrophes afin d'assurer la cohérence des méthodes entre les différentes études HMUC.

Dans un second temps, le choix des modèles climatiques a été discuté en COTECH, le 09 septembre 2024, parmi les 4 ensembles de modèles échantillonnés par le projet national Explore 2 (2021-2024).

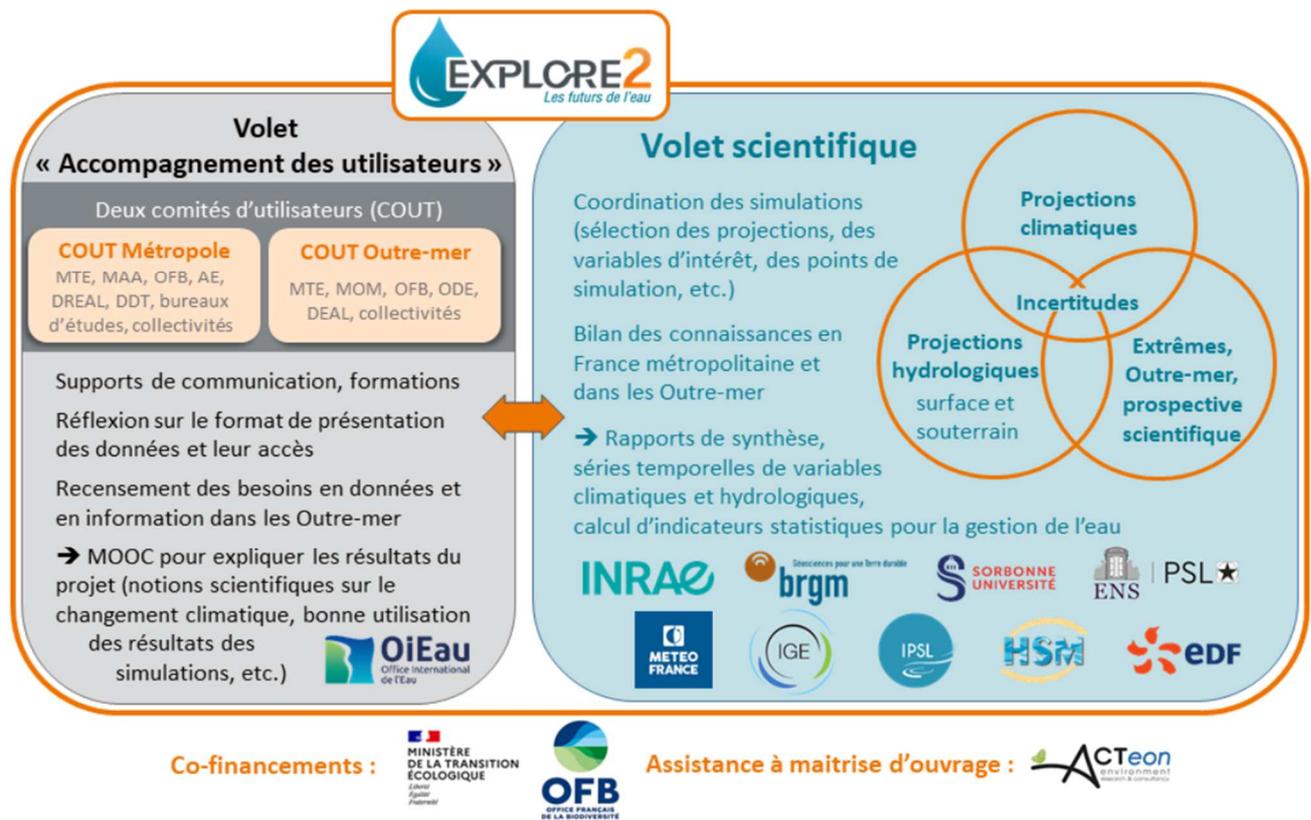


Figure 3-24 : Présentation du projet Explore 2

Il s'agit des modèles :

- CNRM/Aladin : changements futurs relativement peu marqués ; modèle avec changement « modéré »
- HadGEM/CCLM : fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations ; Scénario du « pire » : modèle chaud et saisons contrastées (pluies en hiver, été très sec) ;
- Ec Earth/Hadrem : fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel) ; modèle chaud et sec

- HadGEM/Aladin : réchauffement marqué et augmentation des précipitations ; modèle chaud et humide,

Nous proposons de retenir les 2 modèles climatiques suivants :

- Modèle CNRM-CM5 / ALADIN63 / correction ADAMONT : scénario impact modéré,
- Modèle HadGEM/CCLM : scénario fort impact.

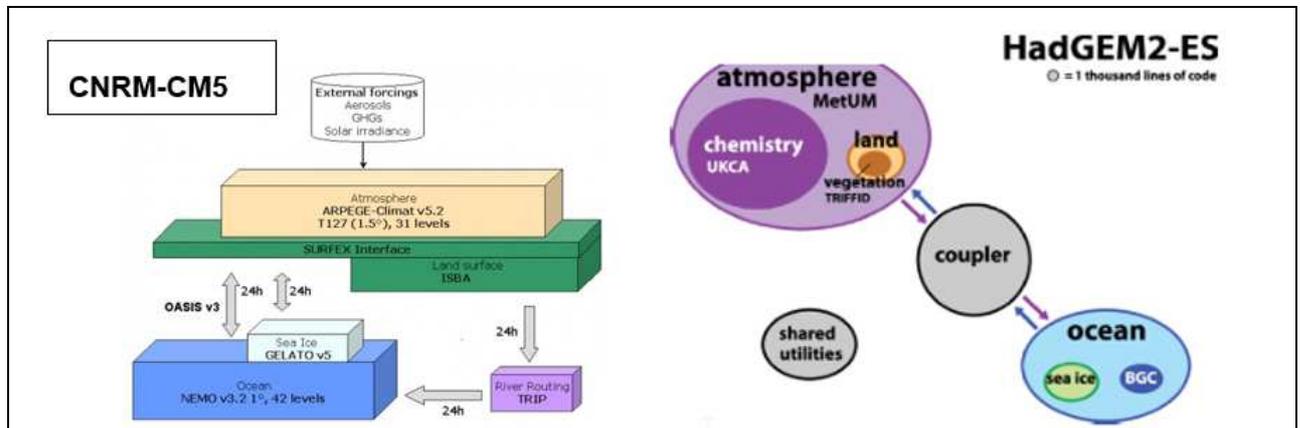


Figure 3-25 : Représentation des différentes composantes du modèle CNRM-CM5 et HadGEM2

Un horizon de temps est étudié : horizon 2050. ; et un forçage radiatif est sélectionné : un forçage plutôt pessimiste (RCP 8.5).

Les scénarios de changement climatique retenus lors du COTECH du 9 septembre 2024 correspondent à un modèle, un horizon et un forçage radiatif RCP :

- **Scénario RCP 8.5, modèle CNRM-CM5 / ALADIN63 / correction ADAMONT, horizon moyen (« horizon 2050 ») ;**
- **Scénario RCP 8.5, modèle HADGEM/CCLM, horizon moyen (« horizon 2050 »).**

Au total, **deux scénarios** sont ainsi simulés, à l'horizon moyen 2050, ce qui correspond à des chroniques 2041-2070.

À retenir :

De nombreuses projections climatiques récentes sont disponibles. Le choix a été fait d'utiliser des projections climatiques produites dans le projet Explore 2 qui fournit des bases scientifiques solides ; elles ont l'avantage d'être nombreuses, régionalisées, et expertisées. Afin de disposer de la meilleure vision possible du climat futur, on s'est attaché à sélectionner un ensemble de deux projections climatiques contrastées : un scénario modéré et un scénario pessimiste.

3.3.3 TRAITEMENT DES DONNEES DES MODELES CLIMATIQUES REGIONAUX

3.3.3.1 Récupération des données

Les données « historiques » (données de la période de référence) et les données aux différents horizons sont téléchargées sur le site internet du DRIAS <http://www.drias-climat.fr/>.

Les données mises à disposition sont régionalisées à partir des scénarios les plus récents des modèles climatiques globaux du GIEC (2020).

Les données sont extraites aux points de grilles voisins des postes météorologiques utilisés pour la modélisation pluie-débit sous GESRES_{ISL}. Les données sont extraites sur la période du 01/01/1951 au 31/12/2022. Les points de grilles sont espacés tous les 8 km, ils correspondent aux points de données SAFRAN évoqués en phase 1.

Les chroniques journalières sont utilisées.

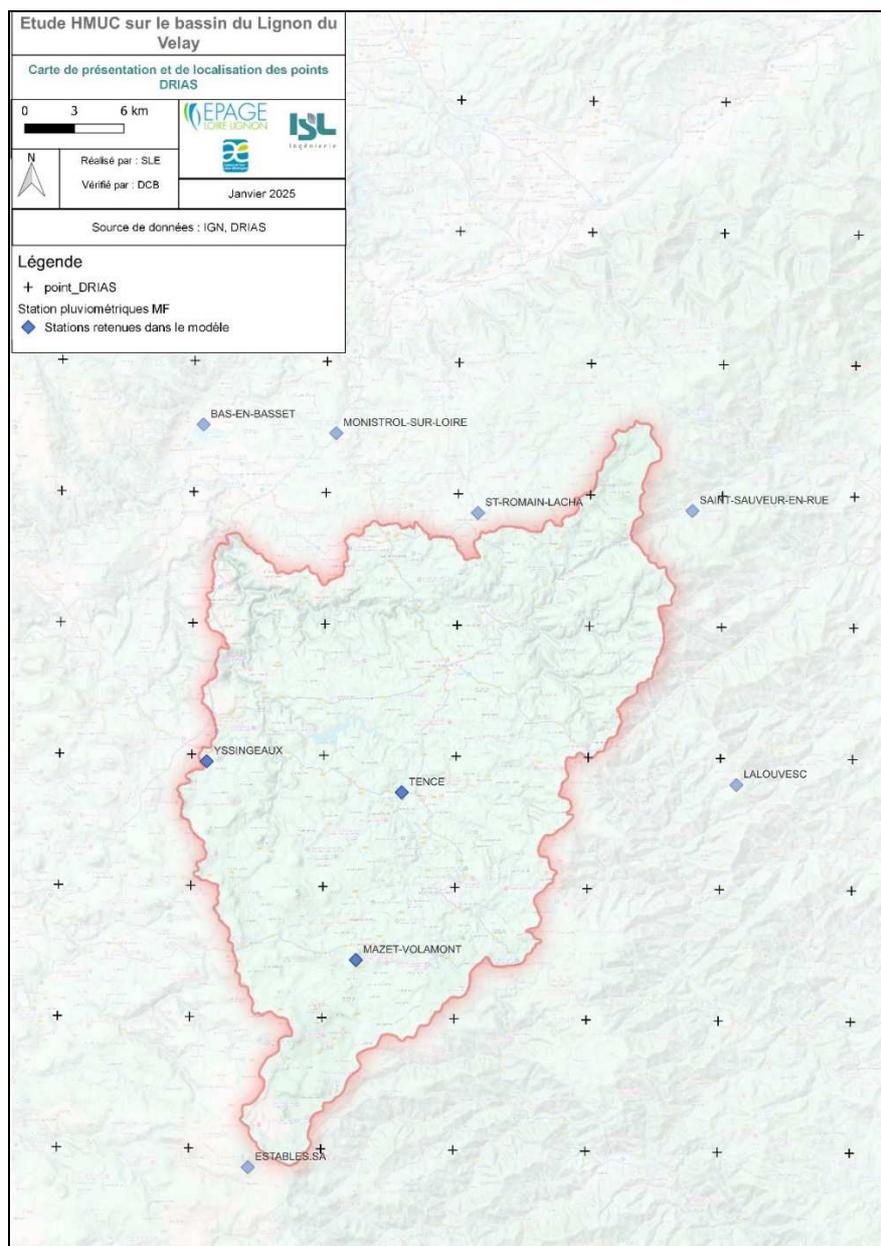


Figure 3-26 : Localisation des points de grille du DRIAS et des postes météorologiques pris en compte dans le modèle hydrologique GESRES_{ISL}.

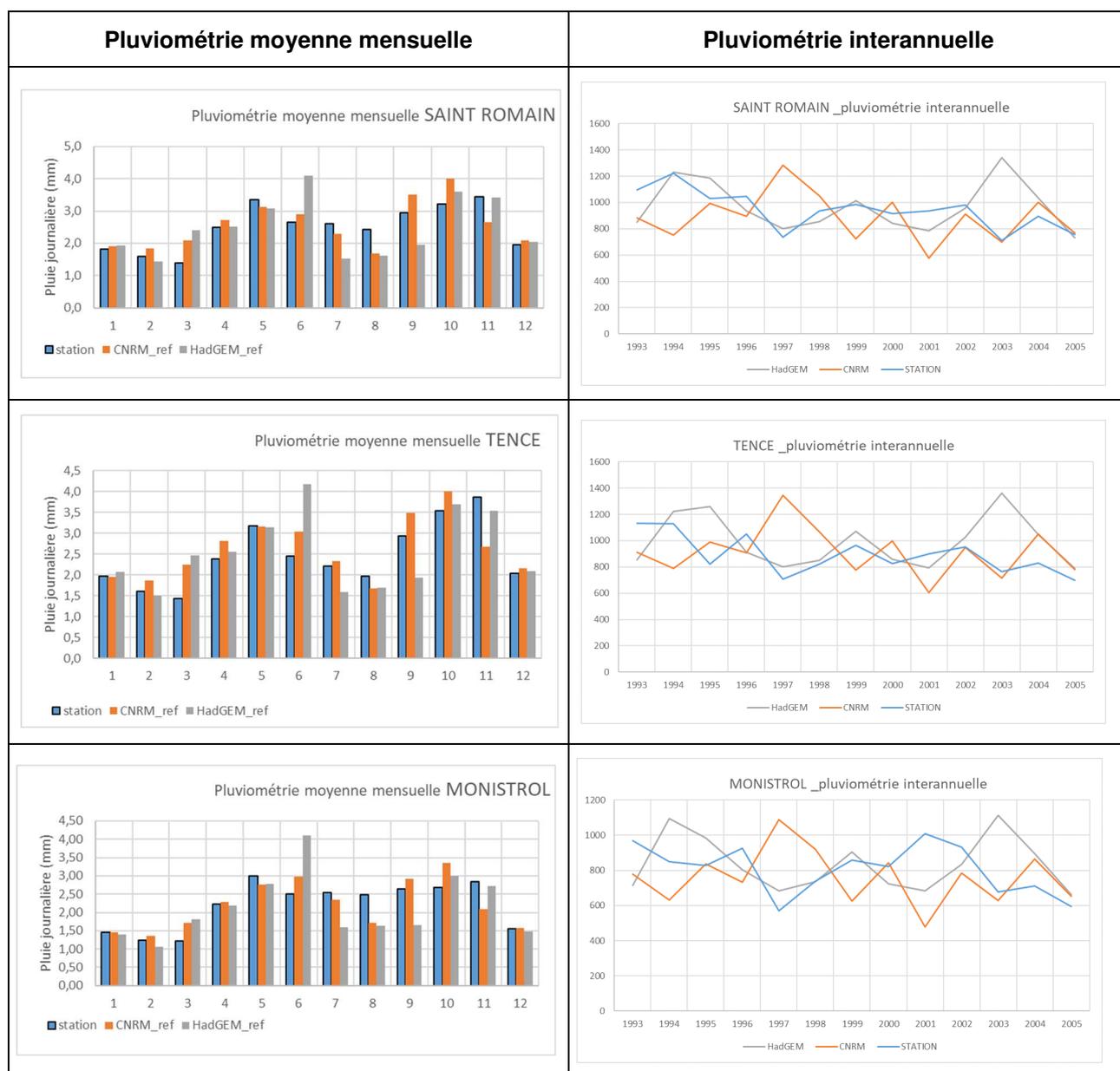
3.3.3.2 Comparaison des données observées aux postes météorologiques et des données « historiques » des modèles climatiques régionaux

Données de pluies

Les chroniques de pluies journalières observées et issues des modèles climatiques diffèrent, ce qui est attendu : il est très difficile pour les modèles de reproduire les cumuls de précipitations au jour le jour. La comparaison entre observations et modèles climatiques porte donc sur les moyennes mensuelles et interannuelles.

Les graphiques suivants présentent au droit de chaque station Météo France, pour chaque station et pour les 2 modèles retenus (HADGEM et CNRM) :

- Les cumuls de pluie mensuels moyennés sur la période 01/01/1993 au 31/12/2005 ;
- Les cumuls de pluie annuels sur la période 01/01/1993 au 31/12/2005.





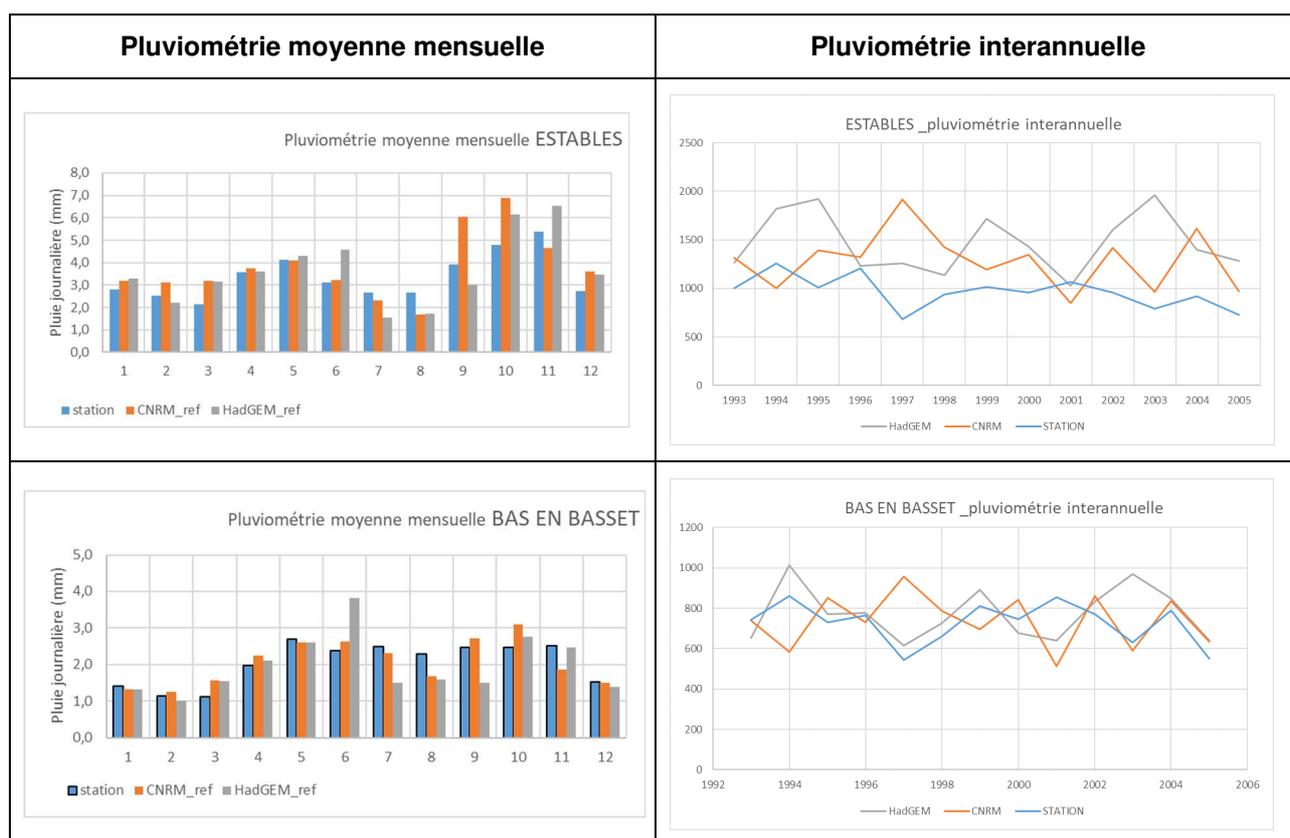


Tableau 3-14 : comparaison des pluies « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux

Le tableau suivant présente les moyennes et écart-types des pluies moyennes annuelles aux trois mêmes stations :

Station	Grandeur	Observation (Météo-France)	CNRM historique	HADGEM historique
Bas-En-Basset	Moyenne	727	740	773
	Ecart type	103	131	131
Les Estables	Moyenne	965	1287	1466
	Ecart type	166	295	308
Lalouvesc	Moyenne	1053	1227	1294
	Ecart type	194	292	290
Mazet-Volamont	Moyenne	1011	938	1040
	Ecart type	155	176	224
Monistrol-sur-Loire	Moyenne	807	759	834
	Ecart type	140	159	155

Station	Grandeur	Observation (Météo-France)	CNRM historique	HADGEM historique
Saint-Romain-Lachalm	Moyenne	943	888	967
	Ecart type	147	185	188
Saint-Sauveur-en-Rue	Moyenne	943	966	1017
	Ecart type	147	174	206
Tence	Moyenne	892	915	988
	Ecart type	145	189	194
Yssingaux	Moyenne	965	882	957
	Ecart type	166	182	176

Tableau 3-15 : Valeurs moyennes des pluies annuelles (en mm)

Les moyennes interannuelles de précipitations sont proches sur l'ensemble des stations, et semblent surestimer la pluviométrie sur les stations Bas en Basset, Estables, Lalouvesc, Saint-Sauveur, Tence. Ceci peut s'expliquer par l'altitude, les points de grilles de la DRIAS n'étant pas situés exactement au même endroit que les stations météorologiques, les écarts d'altitude peuvent être importants.

En conclusion, dans l'ensemble, les deux modèles climatiques HADGEM et CNRM reproduisent de manière satisfaisante la variabilité et la saisonnalité des précipitations.

Données de températures

De la même manière que pour les pluies, les données de températures ont été comparées au droit des stations de Mazet-Volamont, d'Yssingaux et de Saint-Romain-Lachalm.

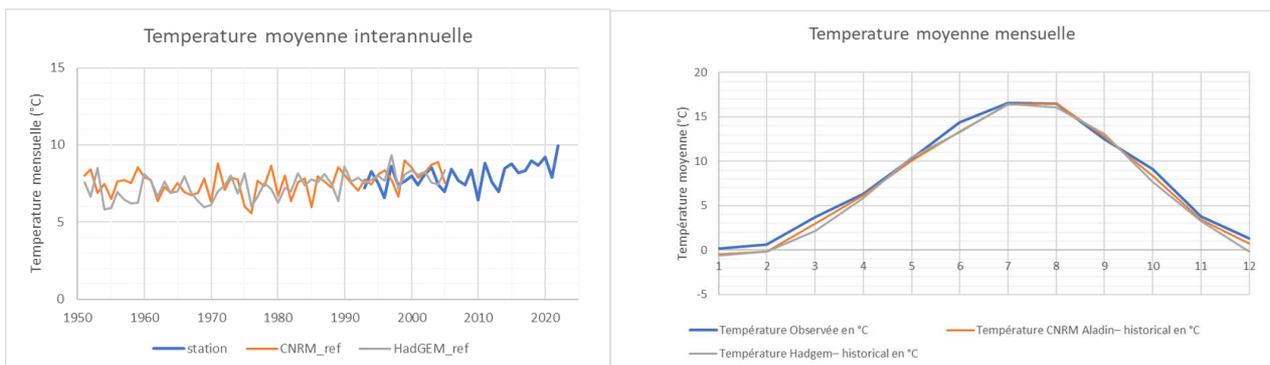


Figure 3-27 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station de Mazet

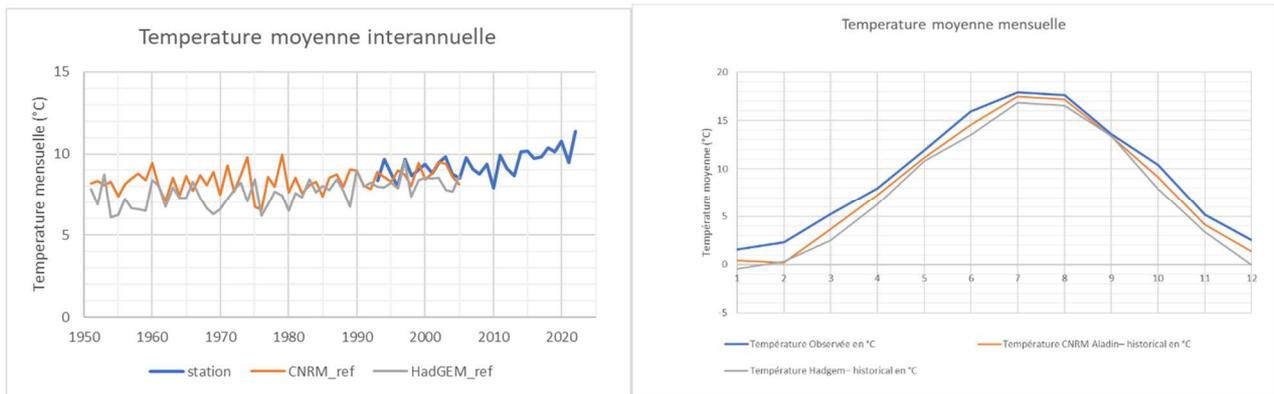


Figure 3-28 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station d’Yssingeaux

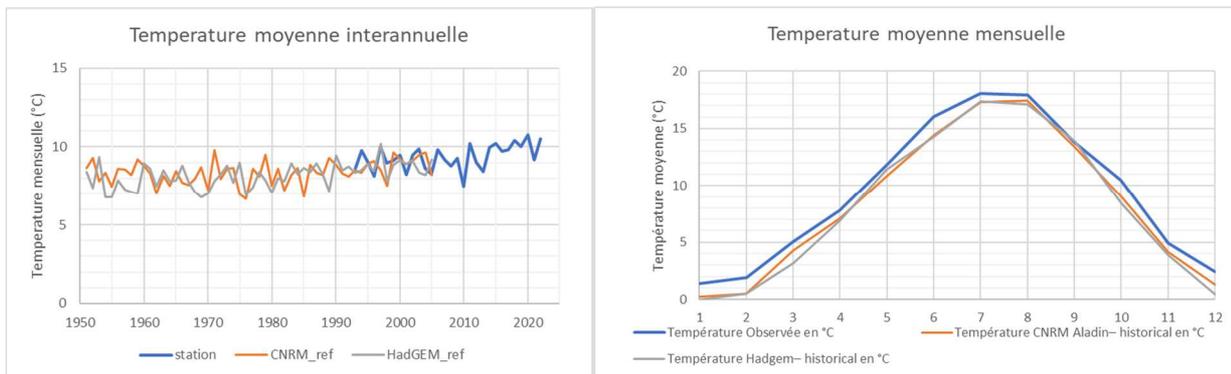


Figure 3-29 : comparaison des températures « historiques » observées et issues des modèles climatiques régionaux pour la station de Saint-Romain

Le tableau suivant présente les moyennes des températures moyennes mensuelles interannuelles, au droit de la station Yssingeaux et de son point DRIAS le plus proche. Les résultats aux deux autres stations sont donnés en Annexe 3.

Mois	Température Observée en °C	Température CNRM Aladin–historical en °C	Température Hadgem– historical en °C
1	1,58	0,4	-0,46
2	2,30	0,2	0,30
3	5,21	3,7	2,50
4	7,96	7,3	6,27
5	11,92	11,1	10,79
6	15,94	14,6	13,53
7	17,91	17,5	16,86
8	17,66	17,2	16,54
9	13,64	13,3	13,41
10	10,42	9,1	7,96
11	5,17	4,1	3,40
12	2,53	1,4	-0,03

Tableau 3-16 : Valeurs moyennes des températures moyennes mensuelles interannuelles à Yssingeaux (en ° C)

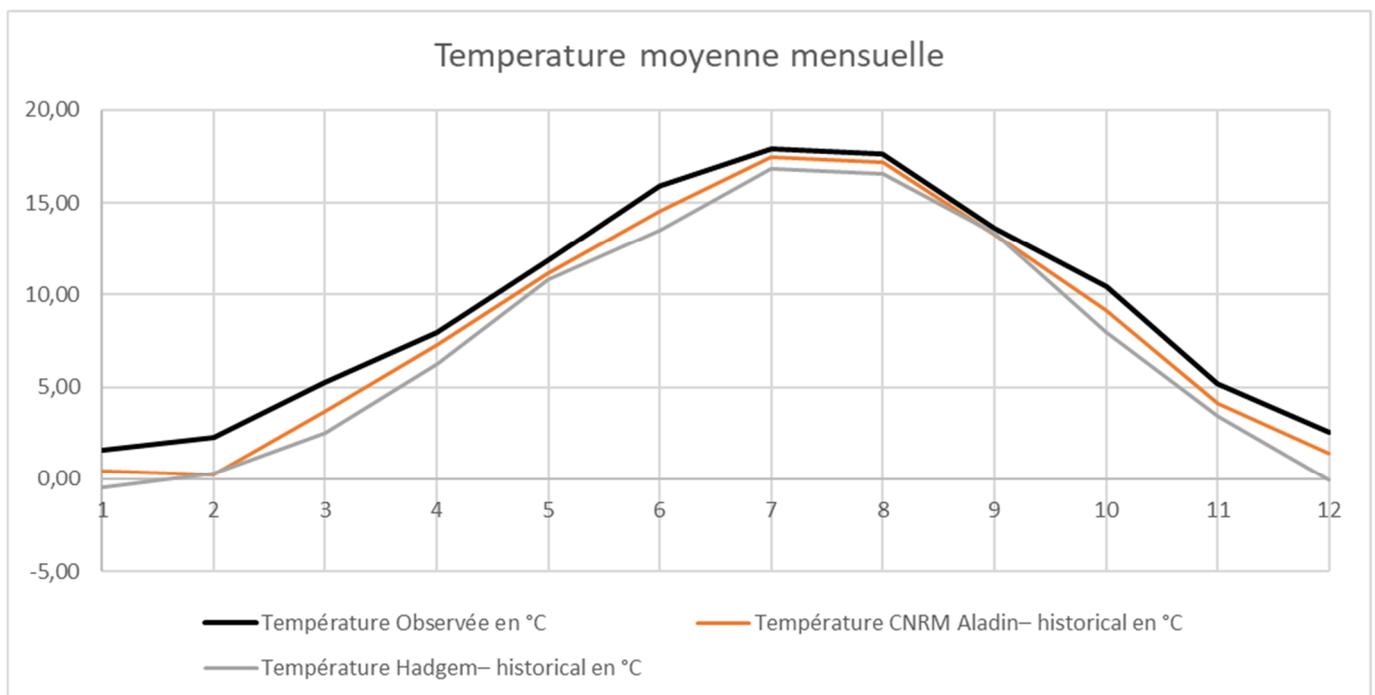


Figure 3-30 : Valeurs moyennes des températures moyennes mensuelles interannuelles à Yssingeaux (en °C)

Les modèles semblent sous-estimer les températures d'octobre à mars et donnent des résultats satisfaisants sur les trois autres saisons.

Les répartitions moyennes mensuelles de températures sont tout de même bien représentées par les modèles climatiques régionaux : ainsi, la saisonnalité des températures est bien reproduite. De plus, les modèles climatiques reproduisent assez bien la trajectoire d'augmentation des températures observée depuis la fin des années 1980.

Synthèse

Les chroniques « historical » présentent des écarts parfois importants avec les chroniques observées, ce qui est attendu. Les écarts sont plus notables sur les pluies mais les ordres de grandeurs sont bien respectés.

Néanmoins, la saisonnalité des phénomènes, que ce soit la distribution des pluies ou les températures, est plutôt bien représentée par les modèles climatiques.

3.3.4 CONSTRUCTION DES CHRONIQUES D'ENTREE POUR LA MODELISATION HYDROLOGIQUE

3.3.4.1 Introduction

Par construction, les chroniques issues des modèles climatiques régionaux (chroniques « DRIAS ») ne peuvent directement être utilisées comme données d'entrée dans le modèle hydrologique pour deux raisons principales :

- Elles sont biaisées par rapport aux observations (cf. paragraphe précédent) ;
- Elles sont extrapolées à partir des stations météorologiques existantes, pour former une grille régulière ;
- Leur résolution spatiale est trop grossière (8 x 8 km²).

A cela s'ajoute le fait que le modèle hydrologique a été calé à partir des données de pluies et de températures observées aux stations météorologiques et non sur les données « DRIAS ».

Ainsi, pour quantifier l'impact du changement climatique sur les débits des cours d'eau, il convient de corriger ces biais pour chacune des variables (pluie et température), sur chaque station utilisée en entrée du modèle hydrologique.

L'approche retenue est une approche quantile-quantile. Afin de bien tenir compte de la saisonnalité des phénomènes météorologiques, elle est appliquée mois par mois.

3.3.4.2 Correction des biais par approche centile-centile

Compte tenu des écarts constatés entre les observations et les résultats des modèles climatiques régionaux, des méthodes de correction des biais sont mises en œuvre pour corriger les données de pluies et de températures afin d'ajuster la distribution statistique des données des modèles climatiques à la distribution statistique des données observées.

Dans le cadre de la présente étude, une correction centile-centile est appliquée :

- Pour chaque mois, les 100 quantiles (pas de 1 %) de la distribution des données journalières (pluies et températures) sont déterminés sur la période de référence de 1993 à 2005 pour les données observées, 1951-2005 pour les modèles climatiques. L'opération est réalisée sur les données observées et sur les chroniques issues de chaque modèle climatique (chroniques « historique », court et moyen terme) ;
- **La correction des températures s'effectue avec un facteur d'écart.** Pour chaque centile, l'écart de température entre la période future et la période « historique » est calculé. A noter que les corrections sont calculées pour les températures moyennes journalières : la même correction est appliquée pour les températures minimales et maximales ;

- **La correction des précipitations s’effectue avec un facteur multiplicatif.** La principale difficulté liée aux pluies est le traitement des valeurs nulles (jours sans pluie). Les comparaisons entre chroniques « historiques » et chroniques futures issues des modèles climatiques ne montrent pas de modification significative du nombre de jour sans pluie. Ainsi, le parti pris est d’appliquer un coefficient de 0 pour les jours sans pluies (pas de correction donc).

Au total, 12 mois x 101 centiles¹, soit 1 212 facteurs correctifs sont calculés pour chacun des deux paramètres météorologiques, pour chaque station utilisée dans le modèle hydrologique.

Une fois l’ensemble des facteurs correctifs déterminés, ils sont appliqués aux chroniques observées pour construire les chroniques de pluies et de températures du climat futur à utiliser en entrée du modèle hydrologique.

Les facteurs correctifs pour les percentiles de pluie les plus extrêmes (> à 95) sont plafonnés par le facteur correctif maximal des percentiles compris entre 75 et 95 afin d’éviter d’aggraver de manière démesurée les évènements extrêmes.

Pour les pluies, la formulation suivante est appliquée :

$$P_{m-x\%}(\text{GESRES futur}) = \alpha_{m-x\%}(\text{scénario futur}) \times P_{m-x\%}(\text{Observé})$$

avec $P_{m-x\%}(\text{GESRES futur})$ la pluie journalière du mois m , de quantile $x\%$ de la chronique du climat future en entrée du modèle hydrologique, $P_{m-x\%}(\text{Observé})$ la pluie journalière du mois m , de quantile $x\%$ de la chronique observée, $\alpha_{m-x\%}(\text{scénario futur})$ le facteur correctif de la pluie du mois m , de quantile $x\%$ du scénario choisi (RCP 8.5 2050).

Pour les températures, la formulation suivante est appliquée :

$$T_{m-x\%}(\text{GESRES futur}) = \beta_{m-x\%}(\text{scénario futur}) + T_{m-x\%}(\text{Observé})$$

avec $T_{m-x\%}(\text{GESRES futur})$ la température journalière du mois m , de quantile $x\%$ de la chronique du climat future en entrée du modèle hydrologique, $T_{m-x\%}(\text{Observé})$ la température journalière du mois m , de quantile $x\%$ de la chronique observée, $\beta_{m-x\%}(\text{scénario futur})$ le facteur correctif de la température du mois m , de quantile $x\%$ du scénario choisi (RCP 8.5 2050).

Vérification des évolutions/tendances

Une fois les chroniques de climat futur construites, il est vérifié que ces chroniques « réalisent », ou reproduisent bien les mêmes évolutions que celles issues des simulations des modèles climatiques régionaux.

Le tableau suivant présente les écarts avec le modèle CNRM projection 8.5 pour les températures à Yssingeaux.

Mois	Température en °C					
	Station - Yssingeaux	DRIAS historical	Projection DRIAS - 2050	Projection station - 2050	Ecart à la station	Ecart DRIAS
1	1,6	0,4	2,2	3,5	1,9	1,8
2	2,3	0,2	3,2	5,3	3,0	3,0
3	5,2	3,7	6,8	8,4	3,1	3,2
4	8,0	7,3	9,1	9,7	1,7	1,9
5	11,9	11,1	13,0	13,7	1,8	1,9
6	15,9	14,6	16,4	17,7	1,8	1,9

¹ : le centile 0 est utilisé.

Mois	Température en °C					
	Station - Yssingeaux	DRIAS historical	Projection DRIAS - 2050	Projection station - 2050	Ecart à la station	Ecart DRIAS
7	17,9	17,5	20,1	20,5	2,6	2,6
8	17,7	17,2	19,7	20,2	2,6	2,5
9	13,6	13,3	15,9	16,2	2,6	2,5
10	10,4	9,1	11,4	12,8	2,4	2,2
11	5,2	4,1	6,9	8,0	2,8	2,7
12	2,5	1,4	3,6	4,7	2,2	2,2

Tableau 3-17 : Evolutions des températures en °C par rapport à la période de référence modèle CNRM 8.5

Ce tableau montre que les écarts à la station et les écarts DRIAS sont très proches.

Pour ce qui concerne les pluies, des écarts importants peuvent être obtenus selon les stations et selon les mois. Ceci est lié à des facteurs de correction qui peuvent être très élevés pour certains centiles : en particulier, les centiles correspondant aux cumuls journaliers les plus faibles ainsi que les derniers centiles correspondant aux plus fortes précipitations.

En conséquence, des corrections manuelles sont apportées aux facteurs de correction dont le centile est supérieur à 0,95 afin d'ajuster les évolutions au mieux en fonction des corrections appliquées entre 0,75 et 0,95. Ces corrections manuelles s'appliquent dans l'ensemble aux quantiles correspondant aux forts cumuls comme illustré sur les figures suivantes :

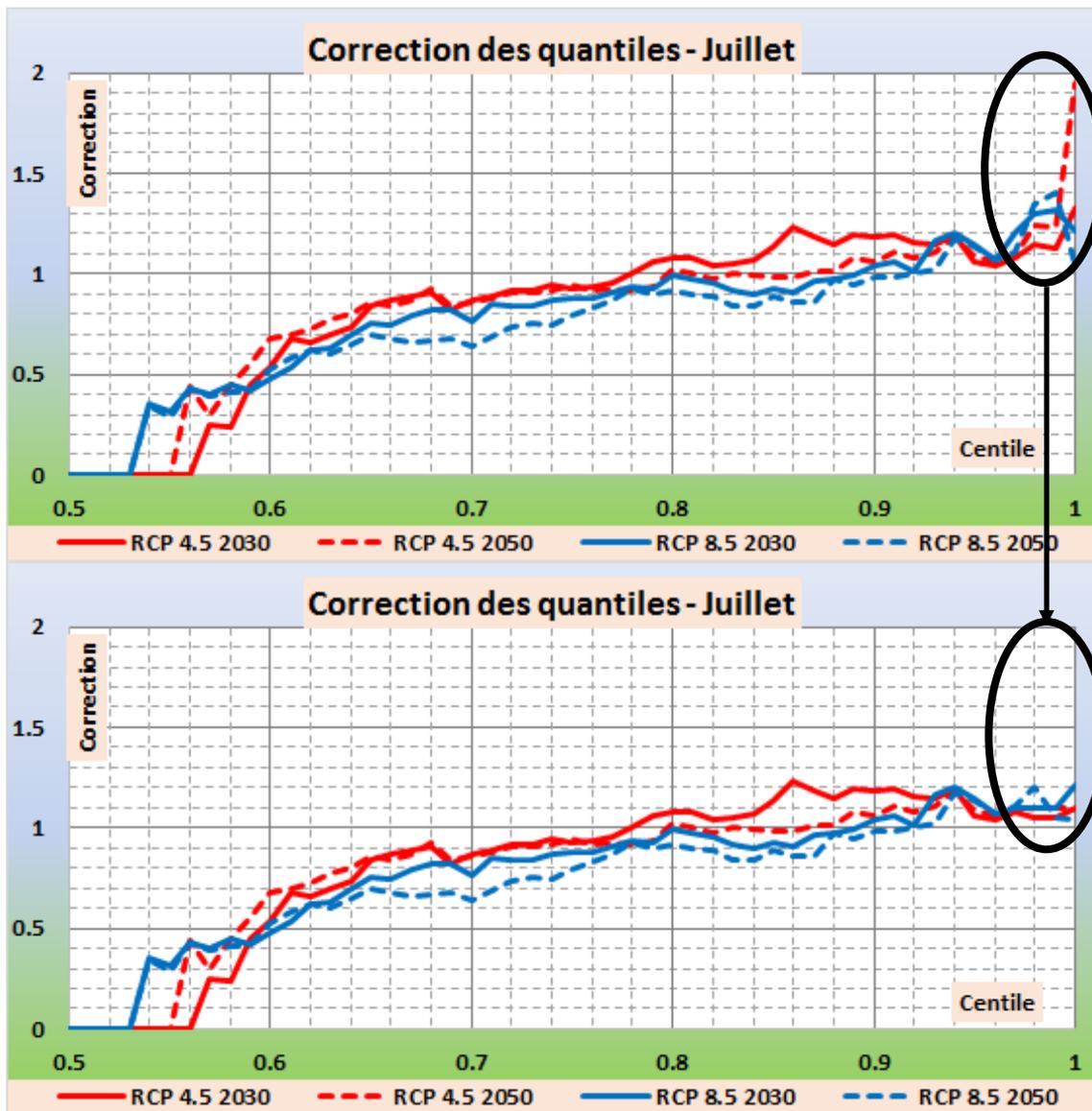


Figure 3-31 : Exemple de distribution des coefficients de correction quantile par quantile- en haut, sans correction, en bas, avec correction

Le tableau suivant présente les écarts avec le modèle CNRM projection 8.5 pour les pluies, par l'illustration du cas de la station des Estables : après corrections manuelles, l'évolution des pluies mensuelles et annuelles est du même ordre de grandeur entre les chroniques d'entrées du modèle hydrologique et les chroniques issues des modèles climatiques régionaux (« chroniques DRIAS »).

Mois	Pluviométrie en mm				Ecart à la station (en %)	Ecart DRIAS (en%)
	Station	DRIAS historical	Projection DRIAS - 2050	Projection station - 2050		
1	2,8	3,2	4,0	3,2	12%	19%
2	2,5	3,1	4,1	3,2	22%	23%
3	2,2	3,2	3,4	2,0	-6%	5%
4	3,6	3,8	3,5	3,2	-13%	-8%
5	4,1	4,1	4,00	3,5	-17%	-4%
6	3,1	3,2	3,7	3,5	11%	12%

Mois	Pluviométrie en mm				Ecart à la station (en %)	Ecart DRIAS (en%)
	Station	DRIAS historical	Projection DRIAS - 2050	Projection station - 2050		
7	2,7	2,3	2,6	2,6	-3%	9%
8	2,7	1,7	1,9	2,9	7%	13%
9	3,9	6,1	5,2	2,9	-34%	-17%
10	4,8	6,9	6,9	4,5	-6%	0%
11	5,4	4,6	4,8	4,9	-10%	3%
12	2,8	3,6	3,7	2,6	-6%	2%

Tableau 3-18 : évolutions des précipitations par rapport à la période de référence

3.3.4.3 Application à la chronique

Les coefficients de correction ainsi calculés et corrigés (pour ce qui concerne les pluies) sont ensuite appliqués à la chronique complète sur la période 1993-2022 (choix de la période présentée dans le §3.3.1, toujours avec la même approche centile-centile.

Ainsi, pour les 9 postes pluviométriques et les 3 postes de température utilisés dans la modélisation hydrologique, les chroniques suivantes sont disponibles :

- Chronique de pluies et températures journalières du 01/01/1993 au 01/12/2022 (données Météo-France) ;
- Chronique de pluies et températures journalières pour le scénario RCP 8.5 à moyen terme 2041-2070, modèles CNRM et HADGEM.

3.3.4.4 Comparaison des données historiques et futures

Deux simulations climatiques ont été choisies parmi des modèles climatiques disponibles (portail DRIAS). Les tendances de ces modèles sont données via des valeurs moyennes calculées sur l'ensemble des stations du bassin versant du Lignon :

- Une simulation « médiane » : couplage climatique CNRM, aboutissant à :
 - +2,5°C sur les températures moyennes annuelles,
 - -1 % sur le cumul annuel de précipitations,
- Une simulation « pessimiste » : couplage climatique HadGEM, aboutissant à :
 - +3,5°C sur les températures moyennes annuelles,
 - -25 % sur le cumul annuel de précipitations.

Températures

Les figures suivantes présentent l'évolution des températures sur le bassin d'après les données du site du DRIAS, selon les deux scénarios présentés précédemment.

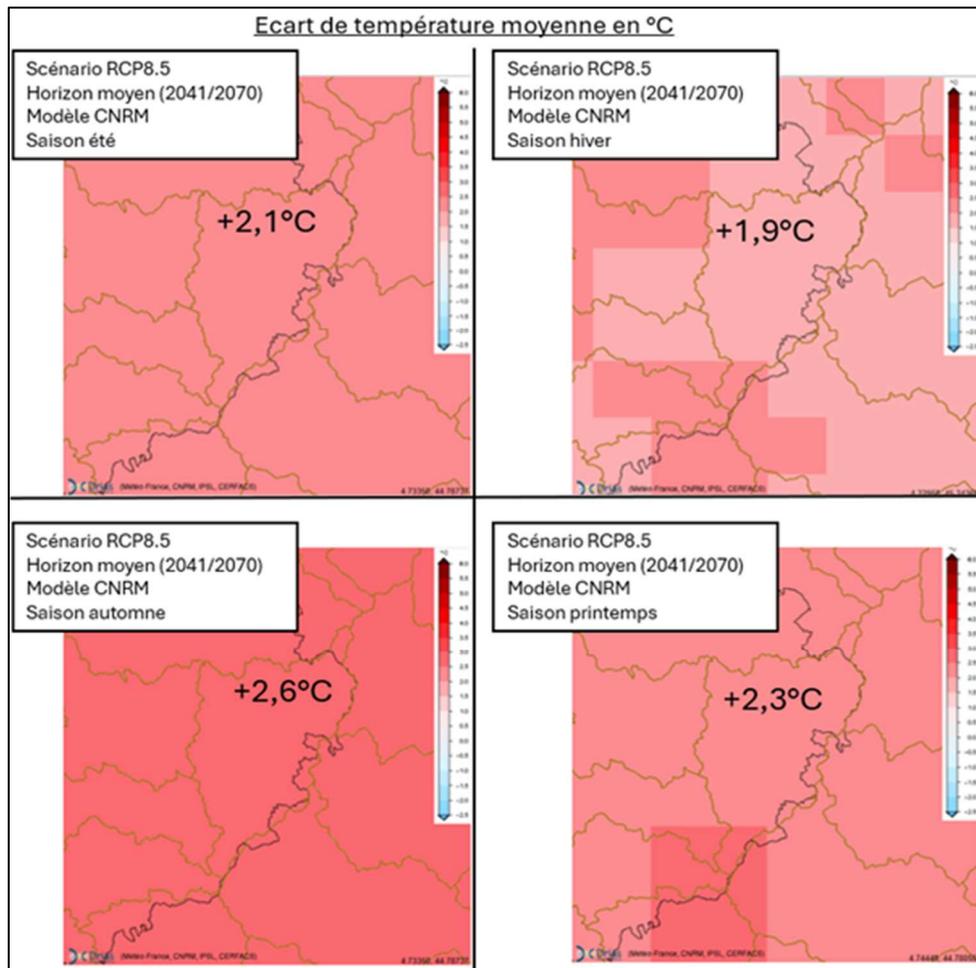


Figure 3-32 : Evolution des températures - Modèle modéré (CNRM)

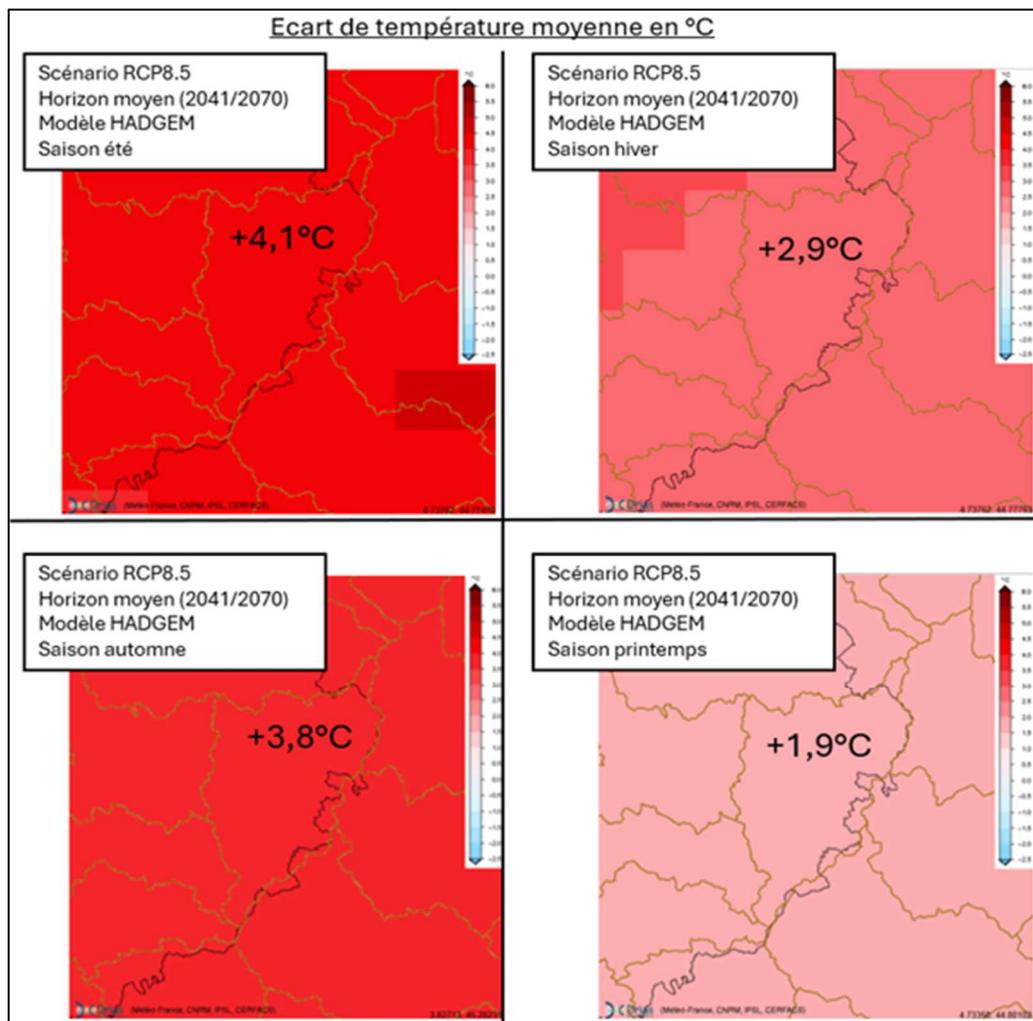


Figure 3-33 : Evolution des températures - Modèle pessimiste (HADGEM)

Globalement, les années très chaudes que nous avons connues ces dernières années ne seraient plus des années exceptionnelles mais bien des années moyennes à l'horizon 2050. C'est ainsi que le nombre de journées très chaudes dans l'année augmenteraient, comme présenté dans la Figure 3-34, et le nombre de jours de gel diminuerait (Figure 3-35).

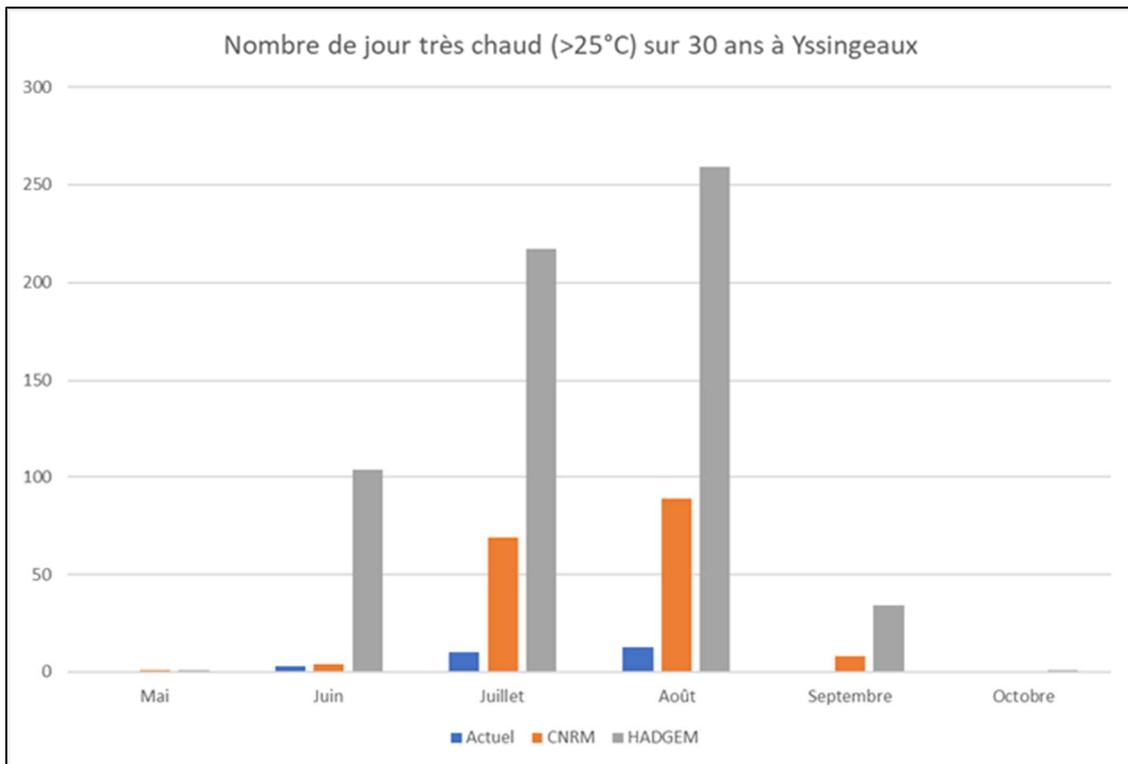


Figure 3-34 : Evolution du nombre de journées très chaudes à Yssingaux

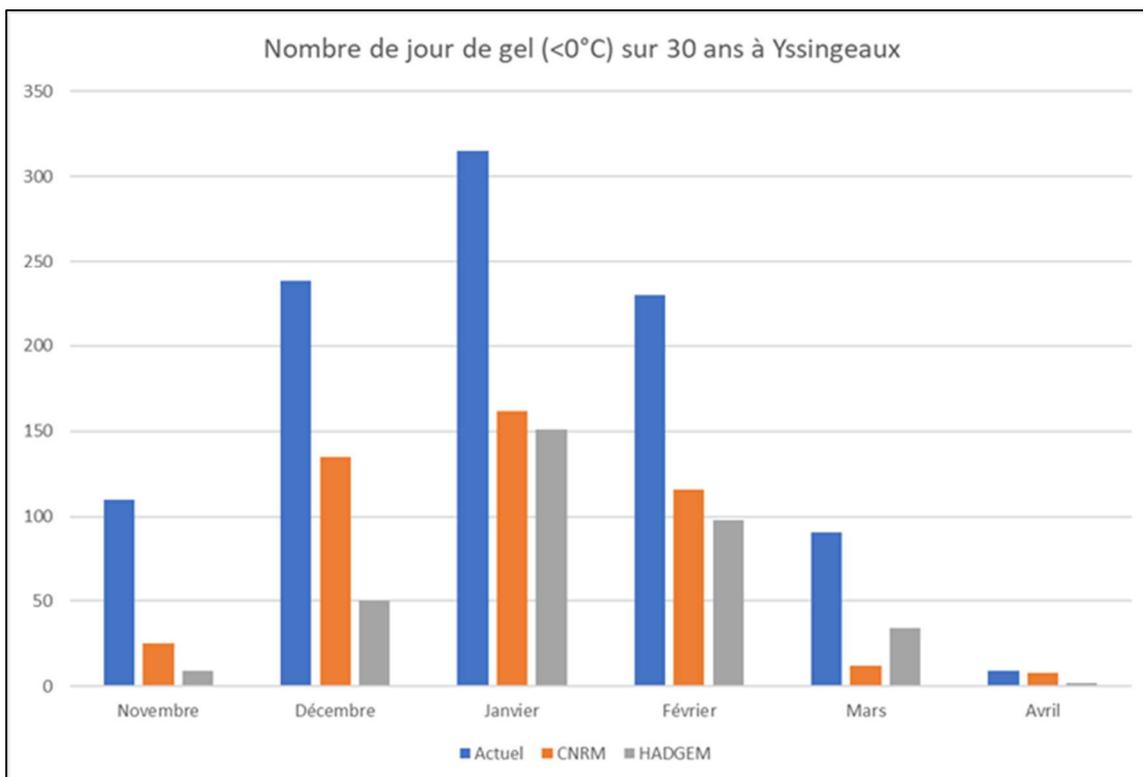


Figure 3-35 : Evolution du nombre de jour de gel à Yssingaux

L'augmentation générale entrainerait également une baisse des précipitations neigeuses, comme présentée sur la figure suivante.

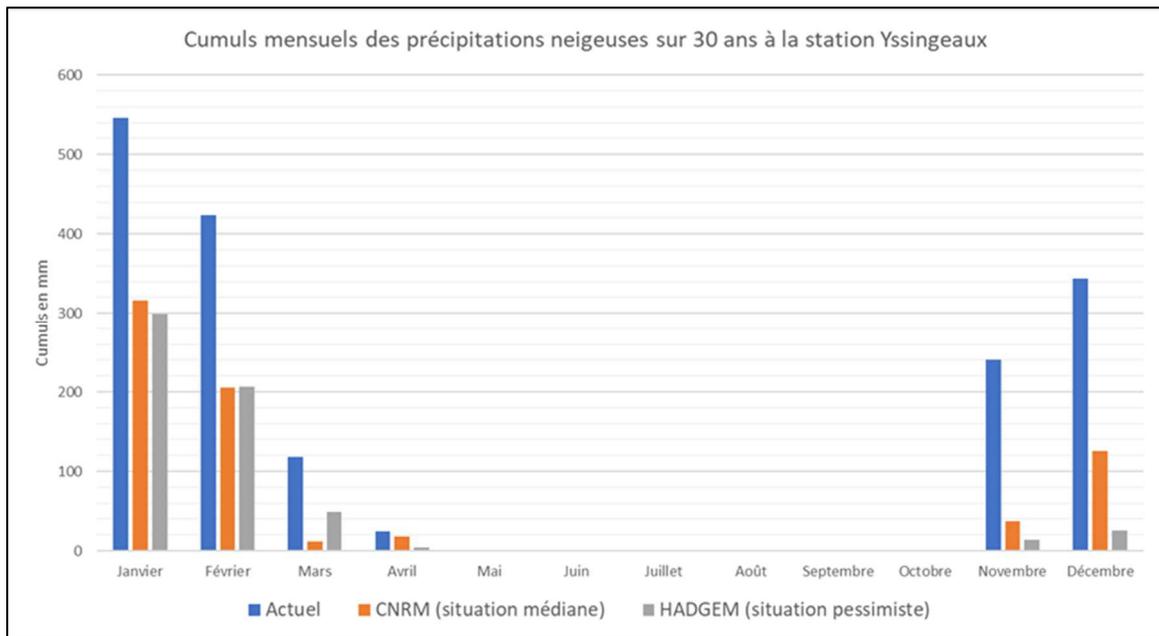


Figure 3-36 : Evolution du cumul des précipitation neigeuses à Yssingeaux

Pluviométrie

Les figures suivantes présentent l'évolution des précipitations sur le bassin d'après les données du site du DRIAS, selon les deux scénarios présentés précédemment.

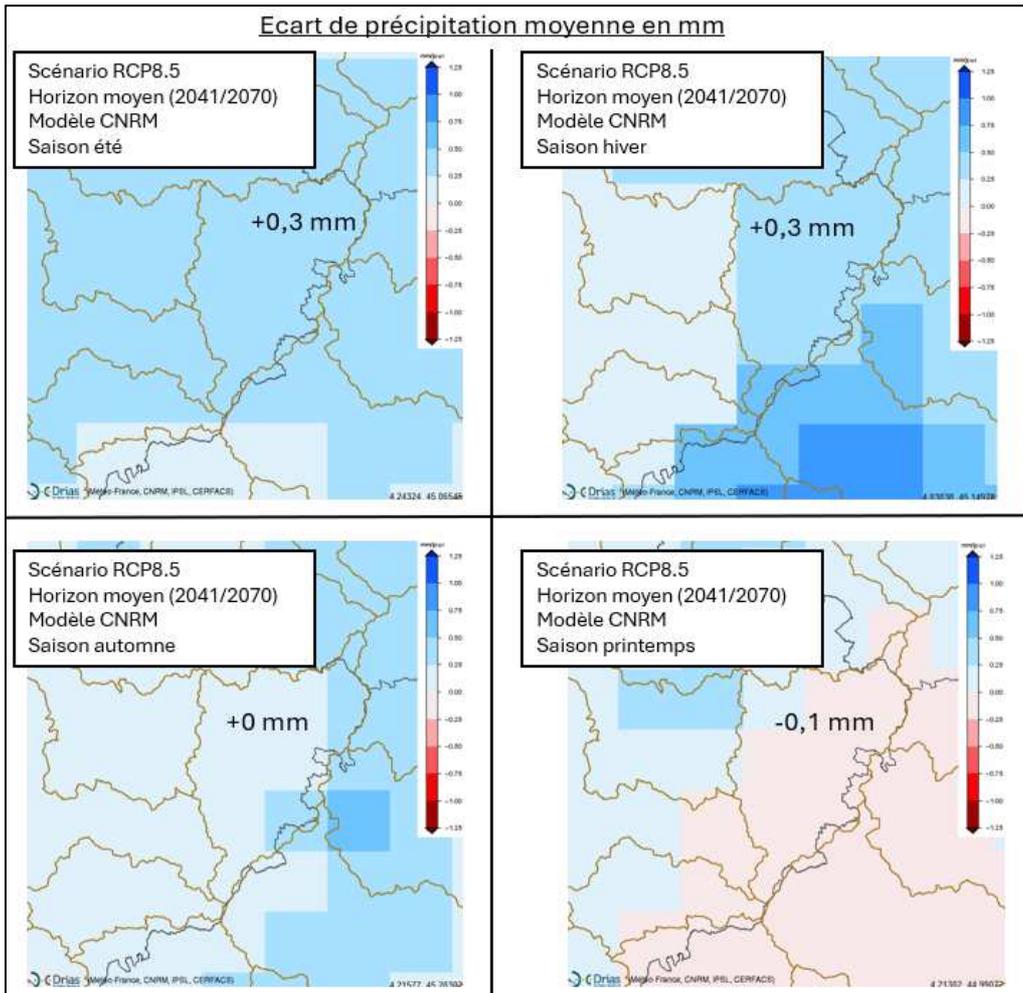


Figure 3-37 : Evolution des précipitations - Modèle modéré (CNRM)

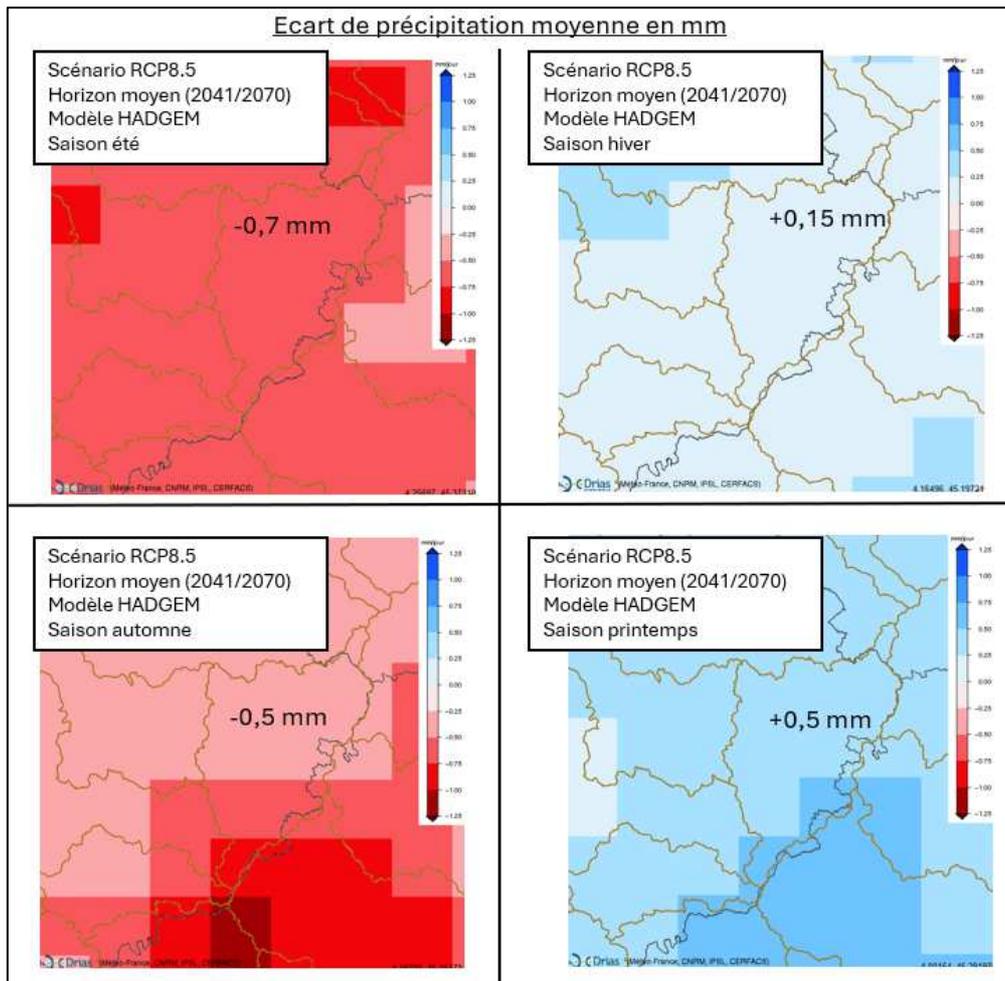


Figure 3-38 : Evolution des précipitations - Modèle pessimiste (HADGEM)

Une analyse saisonnière a été effectuée sur l'ensemble des stations pluviométriques, elle est donnée dans le tableau ci-dessous.

Ecart de pluviométrie (cumul saisonnier en mm) entre l'état actuel et l'état futur "médiane"									
	BAS EN BASSET	LALOUVESC	MAZET	MONISTROL	SAINT ROMAIN	SAINT SAUVEUR	TENCE	YSSINGEAU X	ESTABLES
Hiver	8%	15%	4%	9%	5%	10%	8%	8%	10%
Printemps	-1%	-10%	-8%	-8%	-8%	-9%	-9%	-5%	-13%
Été	11%	8%	6%	8%	8%	6%	8%	10%	6%
Automne	-9%	-7%	-9%	-8%	-9%	-7%	-10%	-8%	-14%
Ecart de pluviométrie (cumul saisonnier en mm) entre l'état actuel et l'état futur "pessimiste"									
	BAS EN BASSET	LALOUVESC	MAZET	MONISTROL	SAINT ROMAIN	SAINT SAUVEUR	TENCE	YSSINGEAU X	ESTABLES
Hiver	13%	11%	3%	8%	8%	7%	7%	11%	15%
Printemps	12%	15%	12%	10%	9%	9%	12%	11%	16%
Été	-101%	-96%	-92%	-112%	-93%	-95%	-88%	-96%	-101%
Automne	-27%	-30%	-29%	-23%	-28%	-30%	-22%	-26%	-43%

Tableau 3-19 : Evolution saisonnière des précipitations, pour les deux scénarios modélisés

Cette analyse montre que pour un scénario modéré (CNRM), les précipitations augmentent légèrement en hiver et en été, et baissent plus fortement en mi-saison (printemps et automne). En revanche pour le scénario pessimiste (HADGEM), les cumuls de pluviométrie augmentent en hiver et au printemps, et baissent fortement en automne et très fortement en été.

Afin d'analyser plus finement ces tendances, une analyse mensuelle a été effectuée sur l'ensemble des stations, et est donnée dans les tableaux et figures ci-dessous.

Ecart de pluviométrie (cumul mensuel en mm) entre l'état actuel et l'état futur "médiane"									
	BAS EN BASSET	LALOUVESC	MAZET	MONISTROL	SAINTE ROMAIN	SAINTE SAUVEUR	TENCE	YSSINGEAUX	ESTABLES
Janvier	14%	14%	9%	10%	7%	12%	8%	8%	12%
Février	13%	27%	10%	13%	11%	20%	17%	19%	22%
Mars	16%	1%	-4%	3%	2%	-1%	-4%	1%	-6%
Avril	-2%	-7%	-11%	-7%	-10%	-8%	-12%	-8%	-13%
Mai	-9%	-19%	-7%	-14%	-12%	-14%	-10%	-6%	-17%
Juin	15%	11%	10%	12%	11%	8%	13%	13%	11%
Juillet	3%	3%	-1%	-3%	-1%	0%	-3%	2%	-3%
Août	16%	10%	9%	15%	12%	11%	11%	13%	7%
Septembre	-15%	-16%	-18%	-17%	-15%	-15%	-20%	-14%	-34%
Octobre	-11%	-10%	-6%	-10%	-10%	-12%	-7%	-5%	-6%
Novembre	-2%	0%	-4%	1%	-3%	3%	-5%	-7%	-10%
Décembre	-4%	3%	-8%	5%	-2%	-3%	0%	-4%	-6%
Ecart de pluviométrie (cumul mensuel en mm) entre l'état actuel et l'état futur "pessimiste"									
	BAS EN BASSET	LALOUVESC	MAZET	MONISTROL	SAINTE ROMAIN	SAINTE SAUVEUR	TENCE	YSSINGEAUX	ESTABLES
Janvier	19%	6%	11%	15%	13%	0%	12%	12%	14%
Février	31%	38%	23%	28%	29%	8%	30%	32%	39%
Mars	28%	20%	17%	20%	16%	28%	21%	21%	24%
Avril	17%	30%	26%	18%	19%	16%	23%	19%	28%
Mai	-3%	-6%	-4%	-3%	-3%	21%	-5%	-4%	-6%
Juin	-31%	-29%	-40%	-53%	-43%	-6%	-38%	-42%	-44%
Juillet	-143%	-101%	-89%	-142%	-98%	-40%	-104%	-99%	-113%
Août	-219%	-282%	-236%	-189%	-198%	-110%	-191%	-230%	-239%
Septembre	-89%	-128%	-105%	-94%	-119%	-201%	-87%	-73%	-149%
Octobre	-29%	-44%	-29%	-16%	-21%	-108%	-23%	-30%	-49%
Novembre	5%	6%	0%	3%	1%	-28%	4%	2%	-6%
Décembre	-19%	-23%	-38%	-29%	-32%	0%	-34%	-26%	-32%

Tableau 3-20 : Evolution mensuelle des précipitations, pour les deux scénarios modélisés

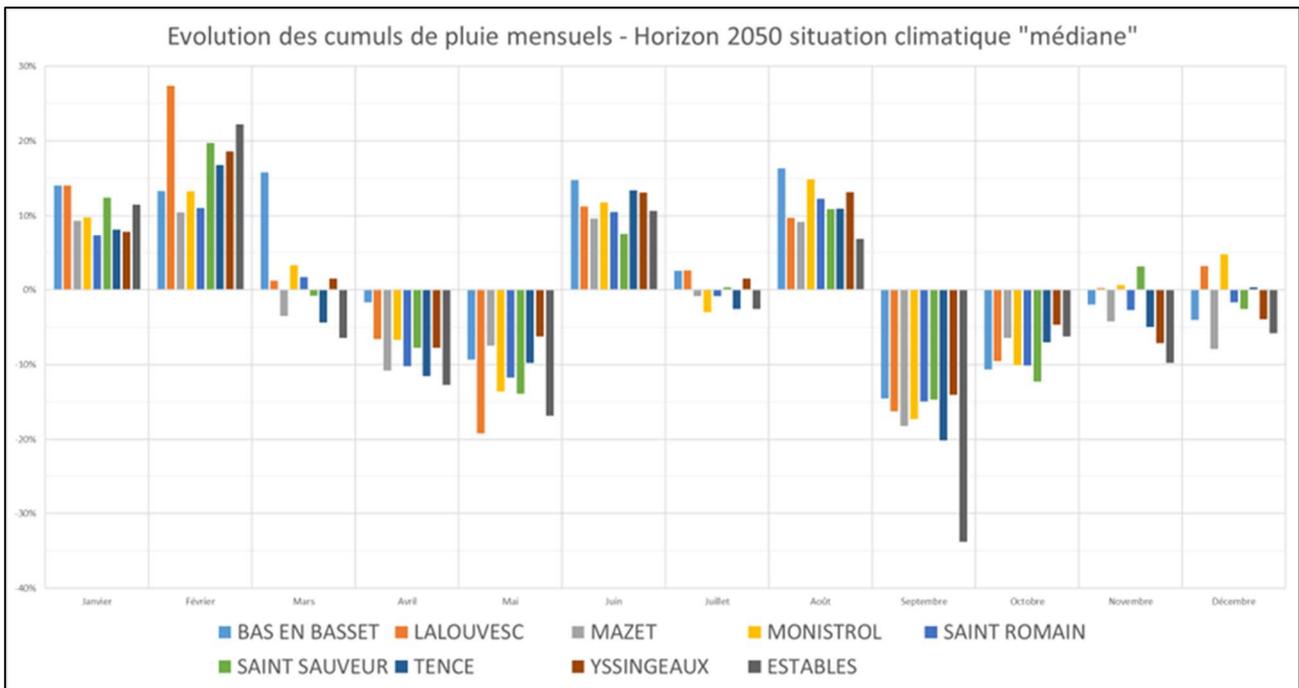


Figure 3-39 : Evolution des cumuls de pluie mensuels pour le scénario modéré (CNRM)

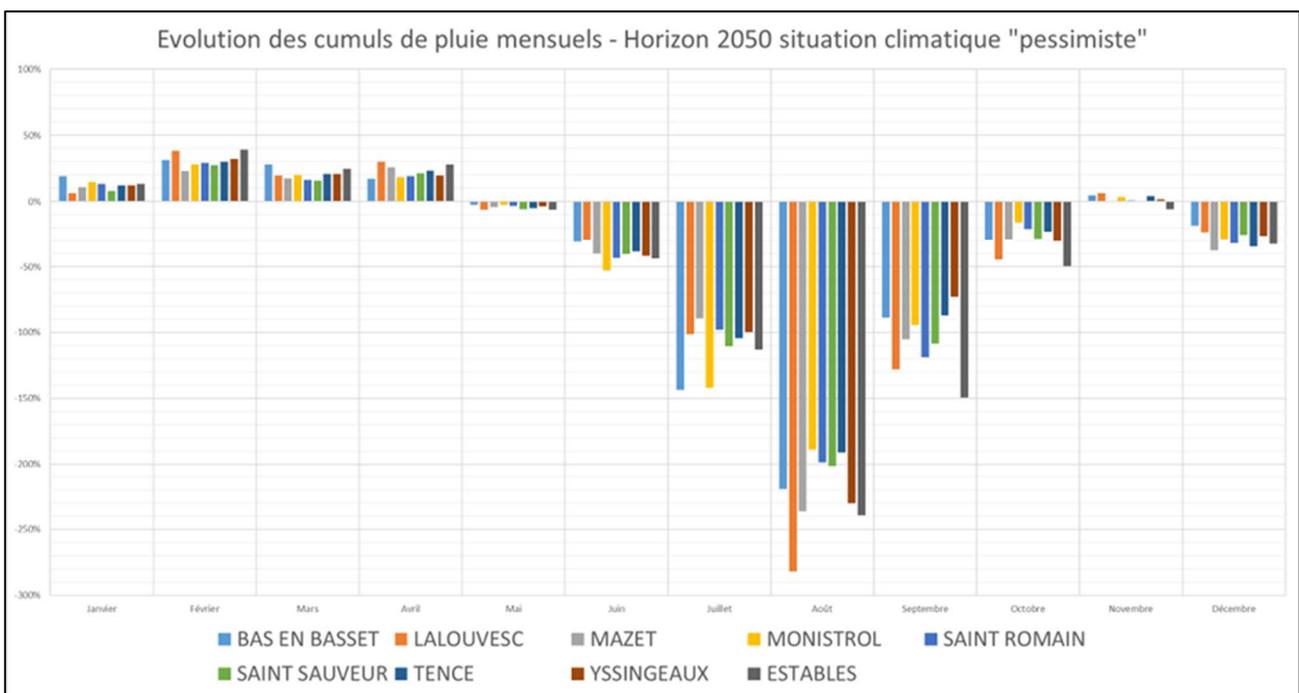


Figure 3-40 : Evolution des cumuls de pluie mensuels pour le scénario pessimiste (HADGEM)

Les données mensuelles correspondent bien à l'analyse saisonnière, avec :

- Pour le scénario modéré (CNRM) ; une augmentation maximale des précipitations en février, et une diminution maximale des précipitations entre mai et septembre selon les stations.
- Pour le scénario pessimiste (HADGEM) ; une augmentation maximale des précipitations en février, et une diminution maximale des précipitations entre août et septembre selon les stations.

Conclusion

Ces résultats conduisent à une augmentation des températures, une baisse des précipitations, et une augmentation des phénomènes d'évapotranspiration. De ce fait la ressource en eau disponible pour le ruissellement et l'infiltration diminuerait.

Ces projections indiquent un réchauffement important du climat sur le Lignon du Velay, avec des précipitations en baisse et une augmentation des phénomènes d'évapotranspiration.

3.4 EVOLUTION DES INCIDENCES : ANALYSE DE L'ADEQUATION DES BESOINS DES USAGES VIS-A-VIS DES RESSOURCES PROJETEES SOUS CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les résultats donnés dans ce paragraphe (cartes, tableaux) correspondent aux résultats de la modélisation hydrologique futures à l'horizon moyen, sur la chronique 2041-2070.

Les légendes des cartes sont choisies pour obtenir la meilleure représentativité visuelle des cartes (nombre égal par classe calculé par quantile). En effet dans certains cas, les valeurs sont si proches (ou si différentes, exemple entre un débit de crue et un débit spécifique) qu'en utilisant une légende normée aucun résultat ne serait visible sur la carte.

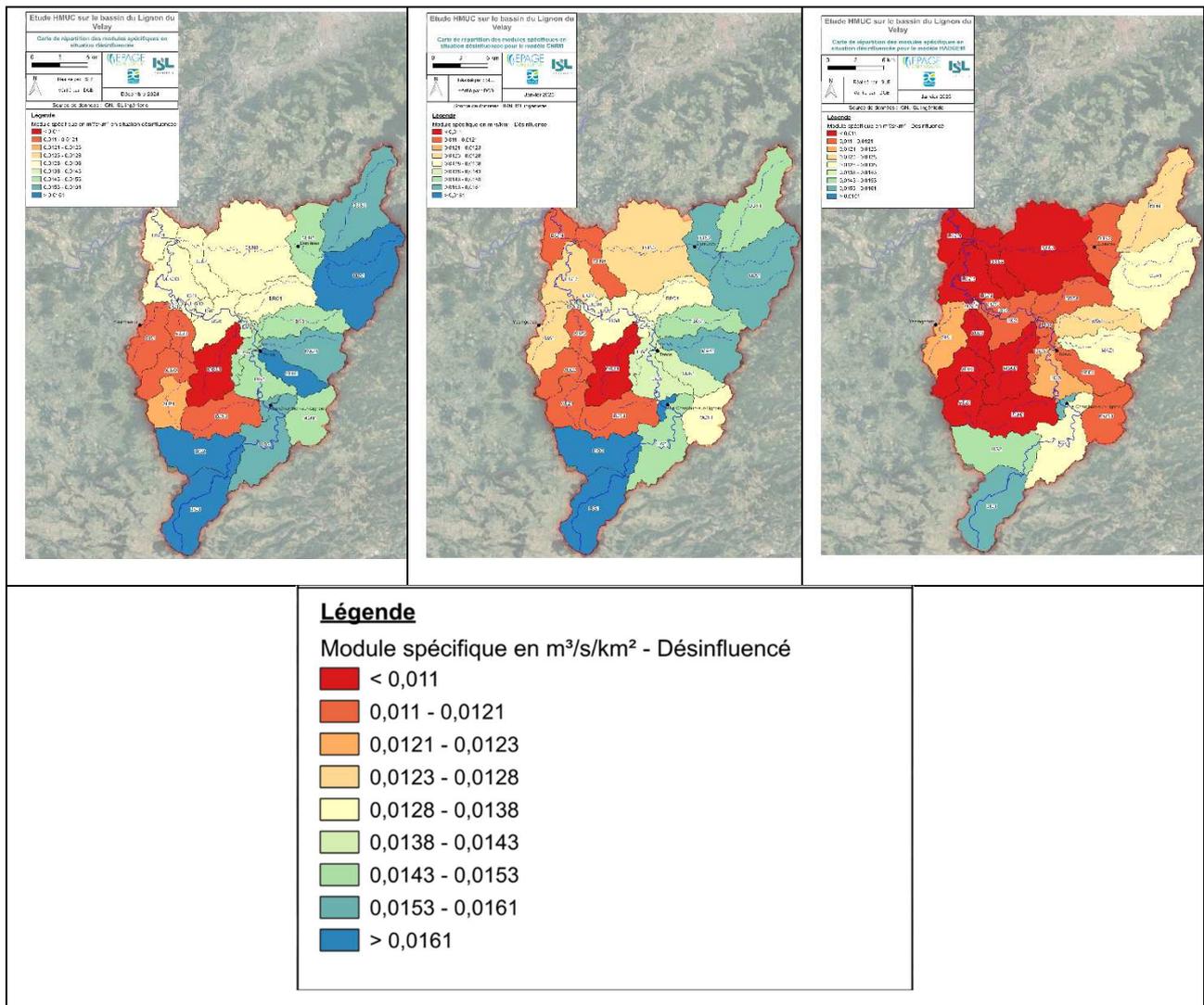
3.4.1 DEBITS DESINFLUENCES DES COURS D'EAU

Les deux simulations climatiques conduisent à deux gammes de résultat pour la situation désinfluencée :

- La simulation « médiane » (Scénario 1), intégrant le couplage climatique CNRM, aboutit à :
 - Une légère baisse des valeurs du module (-2 %),
 - Une baisse du QMNA5 (-13 %)
- La simulation « pessimiste » (Scénario 2), intégrant le couplage climatique HadGEM, conduit à :
 - Une baisse significative des modules (-17%)
 - Une forte baisse des QMNA5 (-56%)

Sur la Figure 3-41, on observe clairement la différence pour le débit moyen (module) spécifique :

- Les conditions avec le modèle CNRM (au milieu) sont proches des conditions actuelles (à gauche),
- Entre les deux modèles futurs : les conditions avec le modèle HADGEM (à droite) sont bien plus sévères que celles avec le modèle CNRM (au milieu), notamment sur l'aval du bassin de la Dunière : couleur rouge plus étendue, représentative d'un module spécifique plus faible (< 11 l/s/km²).



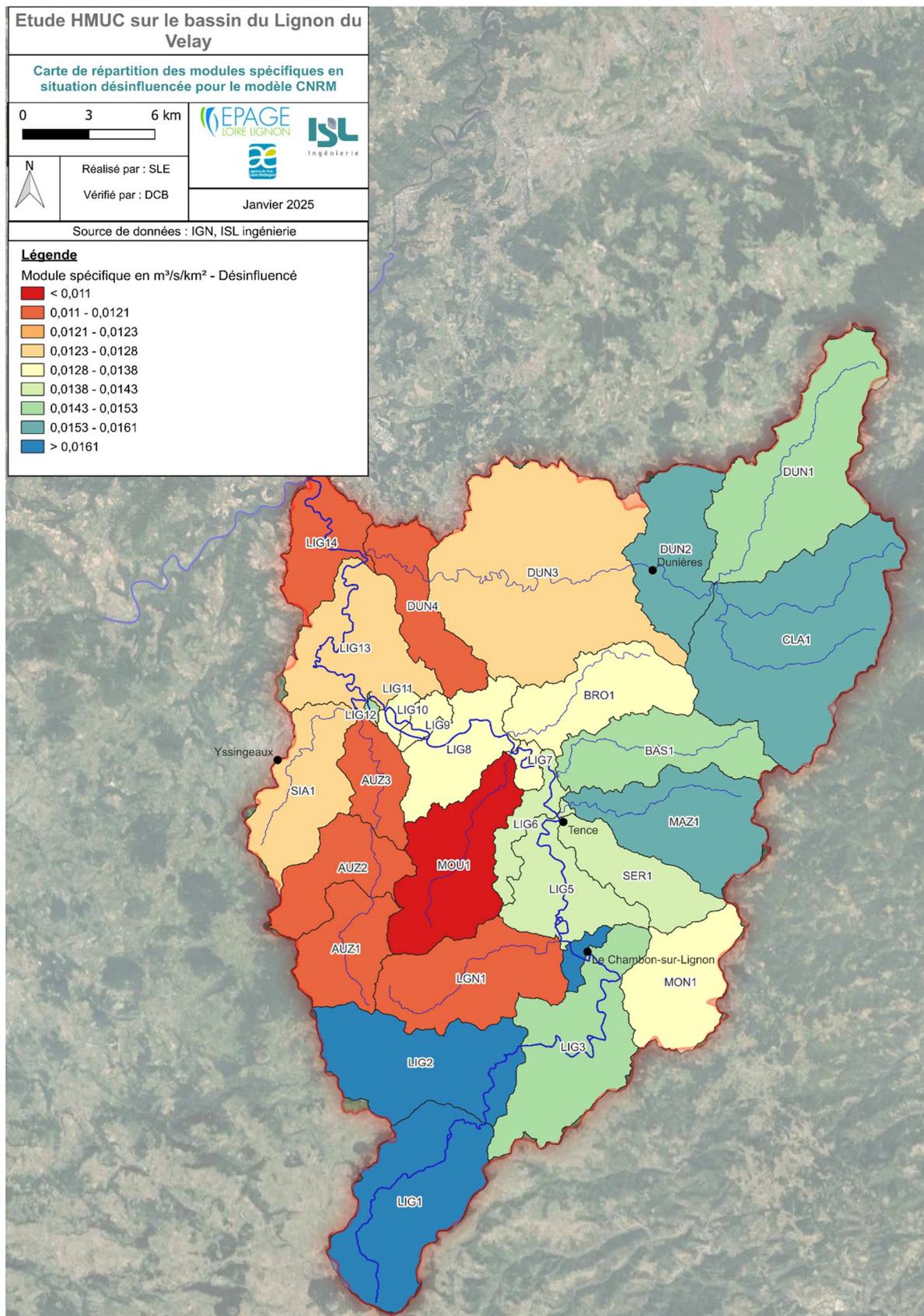


Figure 3-42. : Module désinfluencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)

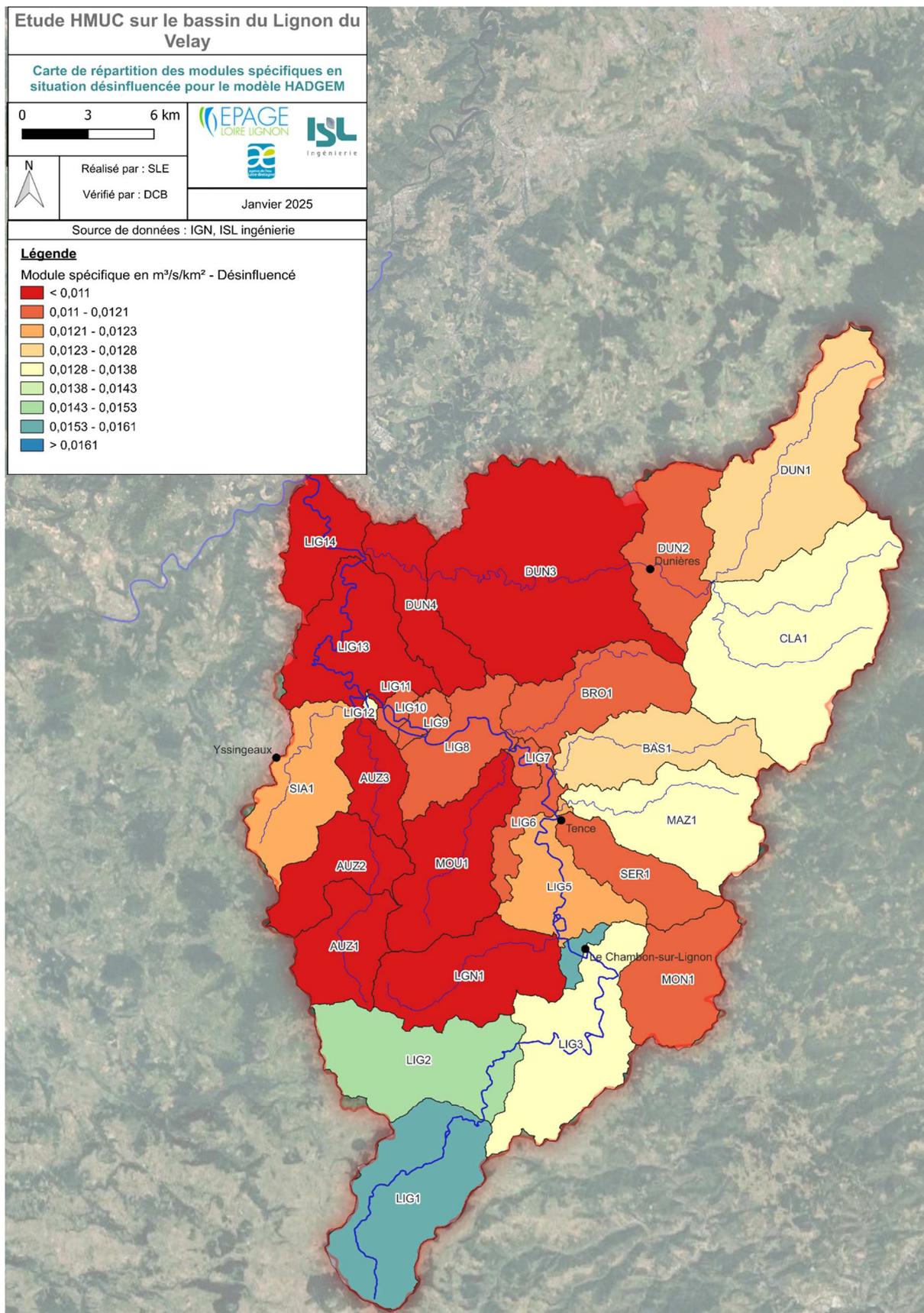


Figure 3-43. : Module désinfluencé spécifique Etat 2050 (HADGEM)

Sur la Figure 3-44, on observe clairement la différence pour le débit d'étiage (QMNA5) :

- Les conditions avec le modèle CNRM (au milieu) sont plus sévères que les conditions actuelles (à gauche), avec un débit spécifique qui passe de 1,7-1,9 à 1,2 -1,5 l/s/km² sur le Lignon amont et les affluents Ligne et Mousse
- Entre les deux modèles futurs : les conditions avec le modèle HADGEM (à droite) sont bien plus sévères que celles avec le modèle CNRM (au milieu) : couleur rouge plus étendue, représentative d'un module spécifique plus faible : environ 50% du bassin se retrouve avec un débit spécifique inférieur à 0,9 l/s/km²

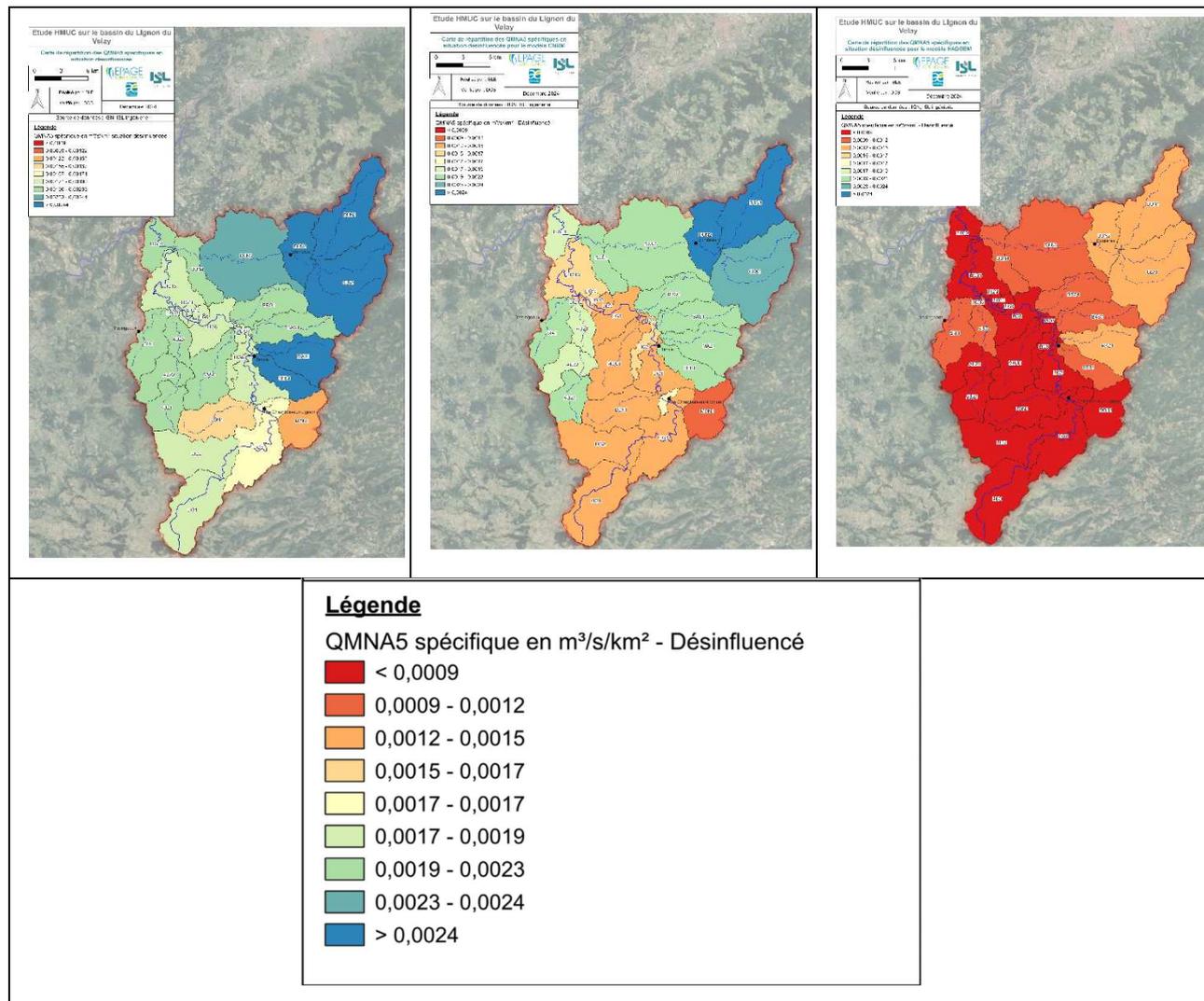


Figure 3-44. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM)

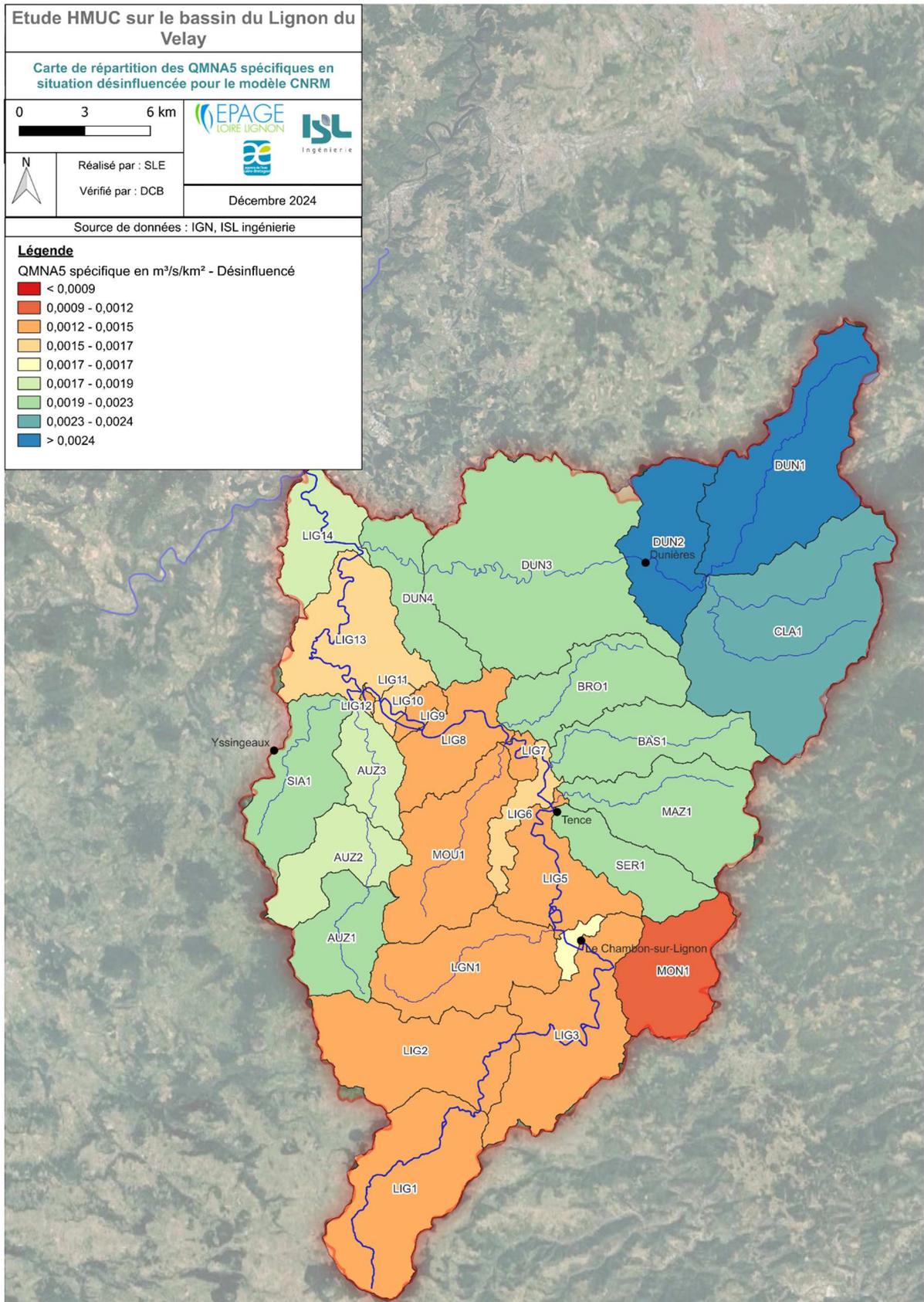


Figure 3-45. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)

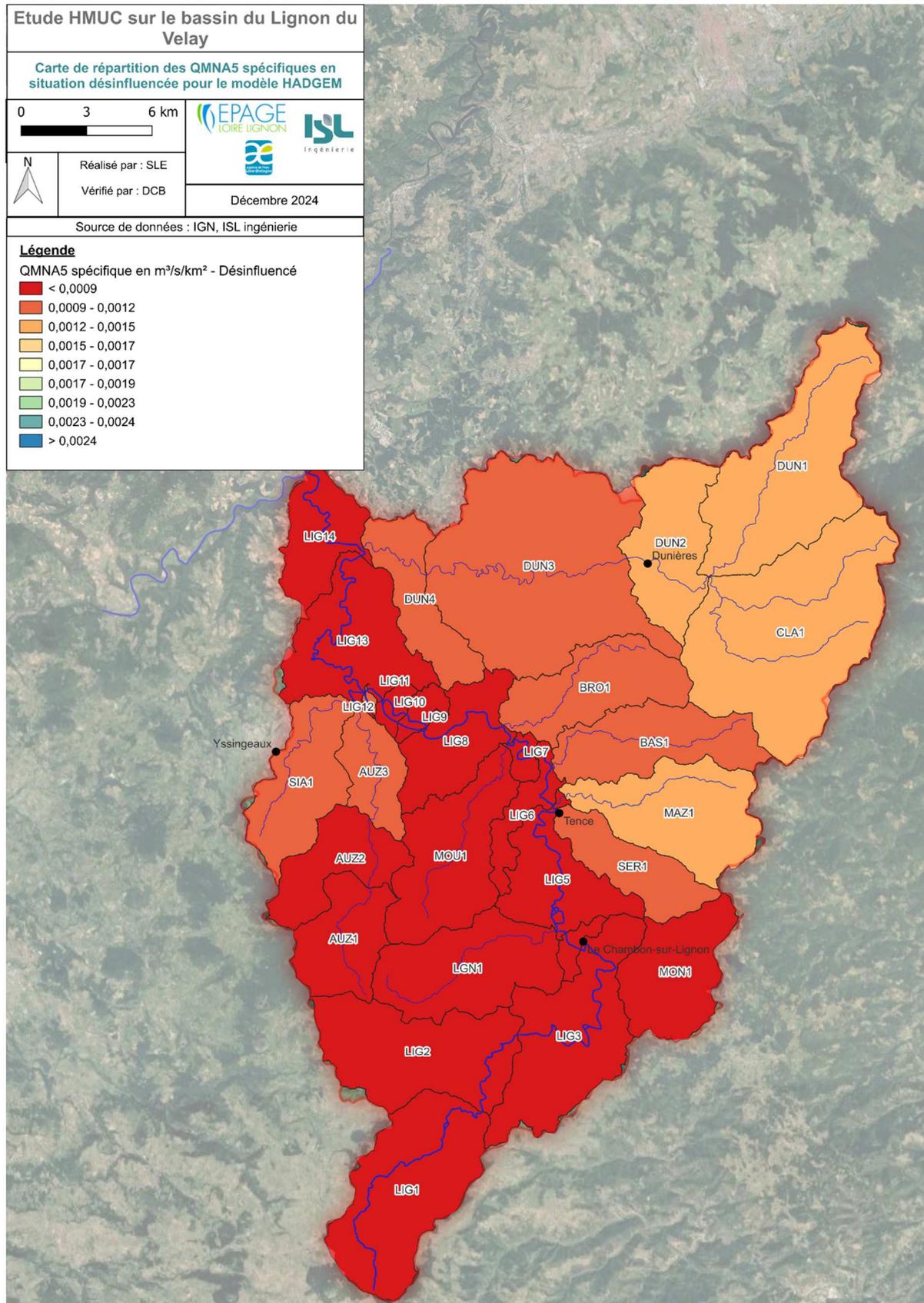


Figure 3-46. : QMNA5 désinfluencé spécifique : Etat 2050 (HADGEM)

Les mêmes observations peuvent être faites à partir des tableaux de valeurs (Tableau 3-21).

Le modèle CNRM présente des conditions proches de la situation actuelle pour le module (couleur gris clair), et plus sévères que la situation actuelle (teinte gris foncé) pour le débit d'été ; le module désinfluencé sera de l'ordre de 90 à 110 % du module actuel (moyenne de 98%), et le QMNA5 de 80 à 90% (moyenne de 83% ; sauf exceptions),

- Le modèle HADGEM présente des conditions plus sévères que la situation actuelle pour le module (teinte gris foncé), et encore plus sévères que le modèle CNRM (teinte gris très foncé) pour le débit d'été ; le module désinfluencé sera de l'ordre de 82 à 92 % du module actuel (moyenne de 87%), et le QMNA5 de 35 à 58% (moyenne de 44%).

MODULE	Désinfluenté							
	module (m3/s)			module spécifique (m3/s/km2)			rapport CNRM / Etat	rapport HADGEM / Etat
	Etat actuel	CNRM	HADGEM	Etat actuel	CNRM	HADGEM		
AUZ1	0,23	0,23	0,18	0,012	0,012	0,010	99%	78%
AUZ2	0,43	0,43	0,34	0,012	0,012	0,009	100%	79%
AUZ3	0,54	0,55	0,49	0,011	0,011	0,010	101%	90%
BAS1	0,37	0,37	0,32	0,015	0,015	0,013	100%	86%
BRO1	0,35	0,33	0,28	0,014	0,013	0,011	94%	81%
CLA1	1,10	1,05	0,90	0,016	0,016	0,013	96%	82%
DUN1	1,78	1,75	1,47	0,015	0,015	0,013	98%	83%
DUN2	2,06	2,26	1,67	0,015	0,016	0,012	109%	81%
DUN3	2,87	2,73	2,24	0,013	0,013	0,010	95%	78%
DUN4	3,03	2,82	2,31	0,013	0,012	0,010	93%	76%
LGN1	0,38	0,35	0,31	0,013	0,012	0,010	92%	80%
LIG1	0,74	0,71	0,64	0,018	0,018	0,016	96%	87%
LIG10	4,83	4,73	4,06	0,014	0,013	0,011	98%	84%
LIG11	4,84	4,74	4,07	0,014	0,013	0,011	98%	84%
LIG12	4,84	5,42	4,64	0,014	0,015	0,013	112%	96%
LIG13	5,96	5,72	4,82	0,013	0,012	0,011	96%	81%
LIG14	9,14	8,58	7,18	0,013	0,012	0,010	94%	79%
LIG2	1,31	1,26	1,13	0,017	0,016	0,015	96%	86%
LIG3	2,14	2,07	1,83	0,016	0,015	0,013	97%	86%
LIG4	2,17	2,47	2,17	0,016	0,018	0,016	114%	100%
LIG5	3,46	3,35	2,92	0,014	0,014	0,012	97%	84%
LIG6	3,90	3,78	3,28	0,014	0,014	0,012	97%	84%
LIG7	4,23	4,10	3,53	0,014	0,013	0,012	97%	84%
LIG8	4,75	4,64	3,99	0,014	0,013	0,011	98%	84%
LIG9	4,79	4,70	4,04	0,014	0,013	0,011	98%	84%
MAZ1	0,49	0,48	0,41	0,016	0,015	0,013	97%	84%
MON1	0,34	0,31	0,27	0,014	0,013	0,012	93%	81%
MOU1	0,34	0,30	0,24	0,011	0,010	0,008	90%	72%
SER1	0,29	0,23	0,20	0,018	0,014	0,012	80%	68%
SIA1	0,28	0,30	0,29	0,012	0,012	0,012	104%	103%

MODULE	Désinfluenté							
	QMNA5 (m3/s)			QMNA5 spécifique (m3/s/km2)			rapport CNRM / Etat	rapport HADGEM / Etat
	Etat actuel	CNRM	HADGEM	Etat actuel	CNRM	HADGEM		
AUZ1	0,04	0,04	0,01	0,002	0,002	0,001	88%	35%
AUZ2	0,08	0,07	0,03	0,002	0,002	0,001	88%	36%
AUZ3	0,10	0,09	0,05	0,002	0,002	0,001	89%	49%
BAS1	0,06	0,05	0,03	0,002	0,002	0,001	96%	53%
BRO1	0,06	0,05	0,03	0,002	0,002	0,001	86%	50%
CLA1	0,19	0,16	0,08	0,0028	0,0024	0,0013	85%	45%
DUN1	0,33	0,29	0,15	0,0029	0,0025	0,0013	88%	45%
DUN2	0,39	0,37	0,18	0,0028	0,0026	0,0013	93%	45%
DUN3	0,52	0,46	0,23	0,0024	0,0021	0,0010	90%	44%
DUN4	0,54	0,48	0,23	0,0023	0,0020	0,0010	88%	43%
LGN1	0,05	0,04	0,02	0,0016	0,0013	0,0006	82%	39%
LIG1	0,07	0,06	0,03	0,0018	0,0015	0,0007	83%	39%
LIG10	0,62	0,57	0,29	0,0017	0,0016	0,0008	92%	47%
LIG11	0,62	0,57	0,29	0,0017	0,0016	0,0008	93%	47%
LIG12	0,63	0,51	0,37	0,0018	0,0014	0,0010	81%	58%
LIG13	0,86	0,74	0,36	0,0019	0,0016	0,0008	86%	42%
LIG14	1,47	1,26	0,61	0,0021	0,0018	0,0009	86%	41%
LIG2	0,14	0,11	0,05	0,0018	0,0015	0,0007	82%	38%
LIG3	0,23	0,19	0,09	0,0017	0,0014	0,0007	83%	40%
LIG4	0,24	0,24	0,12	0,0017	0,0017	0,0009	102%	52%
LIG5	0,42	0,36	0,19	0,0018	0,0015	0,0008	87%	45%
LIG6	0,50	0,42	0,22	0,0018	0,0016	0,0008	85%	45%
LIG7	0,54	0,47	0,24	0,0018	0,0015	0,0008	86%	45%
LIG8	0,61	0,53	0,28	0,0018	0,0015	0,0008	87%	46%
LIG9	0,62	0,54	0,29	0,0017	0,0015	0,0008	88%	46%
MAZ1	0,08	0,07	0,04	0,0027	0,0023	0,0012	84%	46%
MON1	0,04	0,03	0,01	0,0015	0,0012	0,0006	80%	40%
MOU1	0,06	0,05	0,02	0,0019	0,0015	0,0007	80%	35%
SER1	0,04	0,03	0,02	0,0025	0,0021	0,0012	85%	48%
SIA1	0,05	0,05	0,03	0,0023	0,0021	0,0011	91%	47%

Tableau 3-21 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : Module désinfluenté (en haut), et QMNA5 désinfluenté (en bas) en m3/s

3.4.2 PRELEVEMENTS ET REJETS

Le Tableau 3-22 ci-après résume les principaux résultats à retenir par thématique à l'échelle du territoire, dont l'évolution Etat actuel / Etat futur (2050).

		Actuel	2050	
Prélèvement AEP		Etat actuel : année moyenne	Etat futur (2050) : année moyenne	Variation à l'échelle du territoire
AEP	Prélèvement AEP (hors agriculture et industrie)	13,19 Mm ³ /an	12,65 Mm ³ /an	-4%
	TOTAL AEP (export BV)	12,0 Mm ³ /an	11,85 Mm ³ /an	-1,3%
	- dont besoin St-Etienne Métropole	10,2 Mm ³ /an	10,32 Mm ³ /an	+1,2%
	TOTAL AEP (BV)	2,4 Mm ³ /an	2,1 Mm ³ /an	-12,5%
	TOTAL prélèvements AEP (y compris agriculture et industrie)	14,35 Mm ³ /an*	13,95 Mm ³ /an	-3%
Agriculture	Prélèvement total agriculture sur le milieu	758 000 m ³ /an	674 000 m ³ /an	-11%
	- dont prélèvement lié à l'abreuvement du bétail	582 000 m ³ /an	478 000 m ³ /an	-18%
	- dont prélèvement irrigation	151 000 m ³ /an	183 000 m ³ /an	+21%
	Prélèvement agriculture AEP	930 000 m ³ /an	1 070 000 m ³ /an	+15%
	Prélèvement agriculture TOTAL	1,69 Mm ³ /an	1,74 Mm ³ /an	+3%
Industrie	Prélèvement industriel sur le milieu	52 000 m ³ /an	69 000 m ³ /an	+33%
	Prélèvement industriel AEP	223 000 m ³ /an	206 000 m ³ /an	-8%
	Prélèvement industriel TOTAL	275 000 m ³ /an	275 000 m ³ /an	-0%
Evaporation plan d'eau	Evaporation liée au plan d'eau Lavalette	0,98 Mm ³ /an	1,06Mm ³ /an (1,04 à 1,09 Mm ³ /an)	+8%
	Evaporation liée aux plans d'eau (hors Lavalette)	0,3 Mm ³ /an	0,34 Mm ³ /an (0,33 à 0,35 Mm ³ /an)	+9%
TOTAL prélèvements (hors évaporation)		15,16 Mm ³ /an	14,70 Mm ³ /an	-3%
TOTAL prélèvements (y compris évaporation)		16,4 Mm ³ /an	16,1 Mm ³ /an	-2%
Rejet lié aux STEP		1,5 Mm ³ /an	1,5 Mm ³ /an	+0%
Bilan Prélèvements/Rejet		14,9 Mm ³ /an	14,6 Mm ³ /an	-2%
*: 14,35 Mm ³ /an estimé sur la période complète [2011;2022] ; 14,9 Mm ³ /an estimé sur la période [2018;2022]				

Tableau 3-22 : Synthèse des données de rejet/prélèvement : évolution entre Etat actuel et Etat 2050

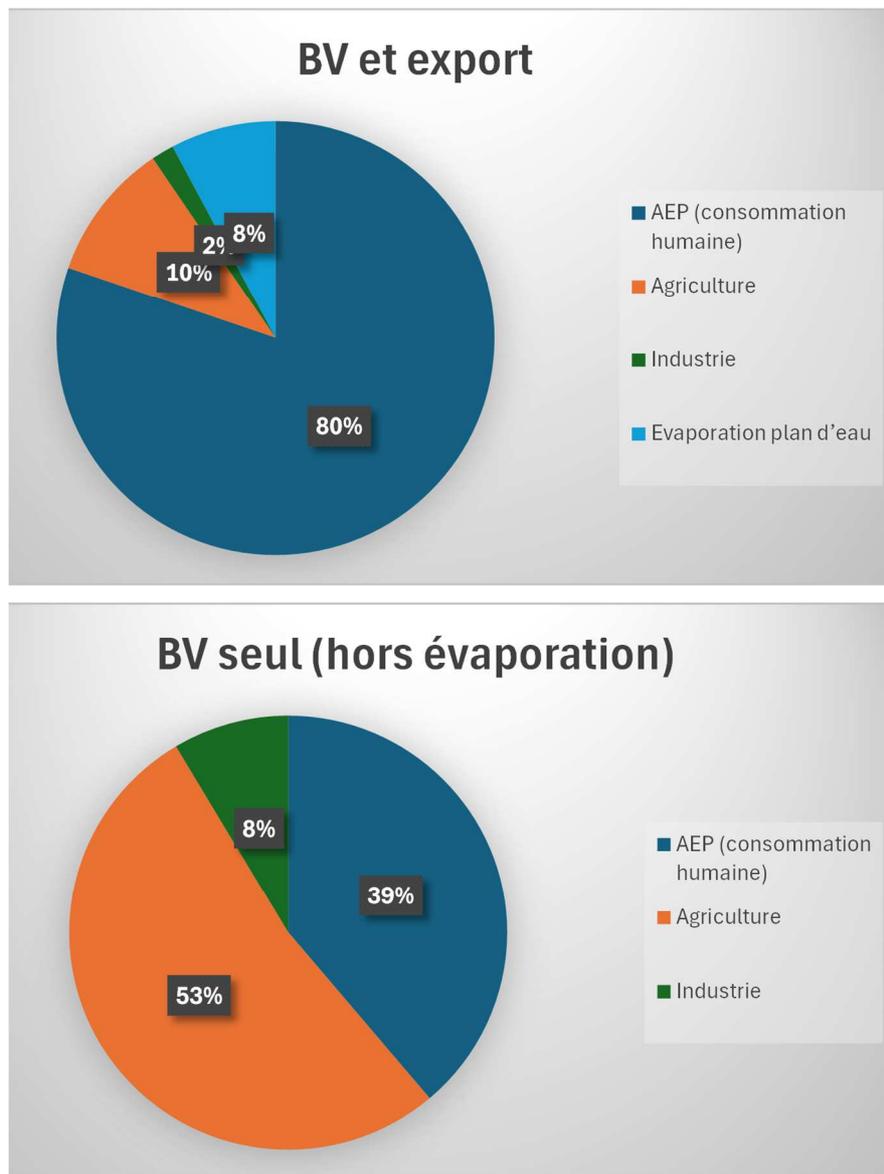


Figure 3-47. : Bilan de prélèvements sur le bassin du Lignon : y compris avec les exports (en haut), uniquement sur le bassin et hors évaporation (en bas)

La détermination de la période de basses eaux sera réalisée en Phase 4 : l'analyse du bilan sur la période de basses eaux sera donc effectuée en Phase 4.

On remarque que :

- Pour l'alimentation en eau potable :
 - Sur le BV, le gain concernant la population permanente (-100 000 m³) est compensé (et même légèrement dépassé) par la hausse de la consommation de la population saisonnière (+140 000 m³) ;
 - Le prélèvement (export) en direction de St-Etienne Métropole devrait connaître une légère hausse (+120 000 m³) dû à un report des prélèvements du Furan sur le Lignon, malgré l'amélioration du rendement du réseau (de 6% : -600 000m³),
 - Au global, le prélèvement (export hors BV) devrait connaître une légère baisse (- 1,3% ; soit -150 000 m³),
 - Le prélèvement agricole sur le réseau AEP connaîtra une hausse (+ 140 000 m³),
 - Le prélèvement industriel sur le réseau AEP connaîtra une baisse (-17 000 m³),

- Au final, l'amélioration du rendement des réseaux permet une tendance significative à la baisse des prélèvements AEP sur la zone d'étude (-550 000 m³/an, dont une moitié sur le BV, et une autre moitié à partir de la Chapelette) ; à ce volume s'ajoute un gain estimé à -600 000 m³/an sur le réseau de St-Etienne Métropole).
- Pour les industries, les baisses de prélèvements pour les industries en place permettent de compenser l'ajout d'une nouvelle industrie à horizon 2050 à l'échelle du territoire,
- Pour l'agriculture : alors que l'on constate une baisse des prélèvements sur le milieu (-11%), on constate une hausse (+15%) sur le réseau AEP, principalement liée à l'abreuvement,
 - Abreuvement : la réduction importante du cheptel (surtout vaches laitières) et la hausse de consommation en lien avec le changement climatique conduit au global à une baisse de l'abreuvement sur le milieu mais à un report sur le réseau AEP (tout particulièrement en période estivale),
 - Bâtiment d'exploitation : la réduction importante du cheptel (surtout vaches laitières) conduit à la réduction du nombre de bâtiment d'exploitation et à leur consommation,
 - Irrigation : une hausse est constatée (20%), liée à l'augmentation de surface (10%) et des besoins (10%).

Malgré la légère hausse des besoins pour l'alimentation en eau potable de la population (principalement saisonnière) et des besoins de l'agriculture, l'augmentation des phénomènes d'évaporation sur les plans d'eau et la retenue de Lavalette et une stabilisation des besoins industriels, le bilan à l'horizon 2050 montre plutôt une tendance à la baisse des prélèvements sur la zone d'étude, principalement du fait de l'amélioration du rendement des réseaux.

3.4.3 EVOLUTION DES INCIDENCES

Sur la base de l'évolution estimée des usages, les différentes simulations sont exploitées pour identifier les secteurs où le stress hydrique sera augmenté par rapport à la situation actuelle.

L'évolution des volumes liés aux usages entre l'état actuel et l'état futur a été effectuée selon la méthodologie suivante :

- Utilisation des fichiers de calcul de l'état actuel ;
- Application des hypothèses d'évolution avec saisonnalité ou non ;
- Intégration des différents types de prélèvement ou usage dans le fichier de création des chroniques GESRES ;
- Création de deux chroniques GESRES : une de prélèvement et une de rejet ;
- Intégration de ces deux chroniques dans le modèle.
- Le pas de temps de calcul, et donc des données d'entrée et de sortie, est journalier. La méthode d'injection des données est identique à celle expliquée dans les phases 1 et 2 ; il a juste été appliqué les hypothèses à ces chroniques.

A noter que les impacts du changement climatique sur les milieux seront quantifiés et localisés par grands secteurs du bassin, dénommés unités de gestion, dont le regroupement sera discuté et validé en Phase 4 de l'étude.

3.4.3.1 Débits influencés des cours d'eau

Sur la Figure 3-48 et la Figure 3-51, on observe clairement la dégradation des conditions pour le débit moyen spécifique et le débit d'étiage (QMNA5) spécifique, entre la situation actuelle, le scénario futur CNRM et le scénario futur HADGEM.

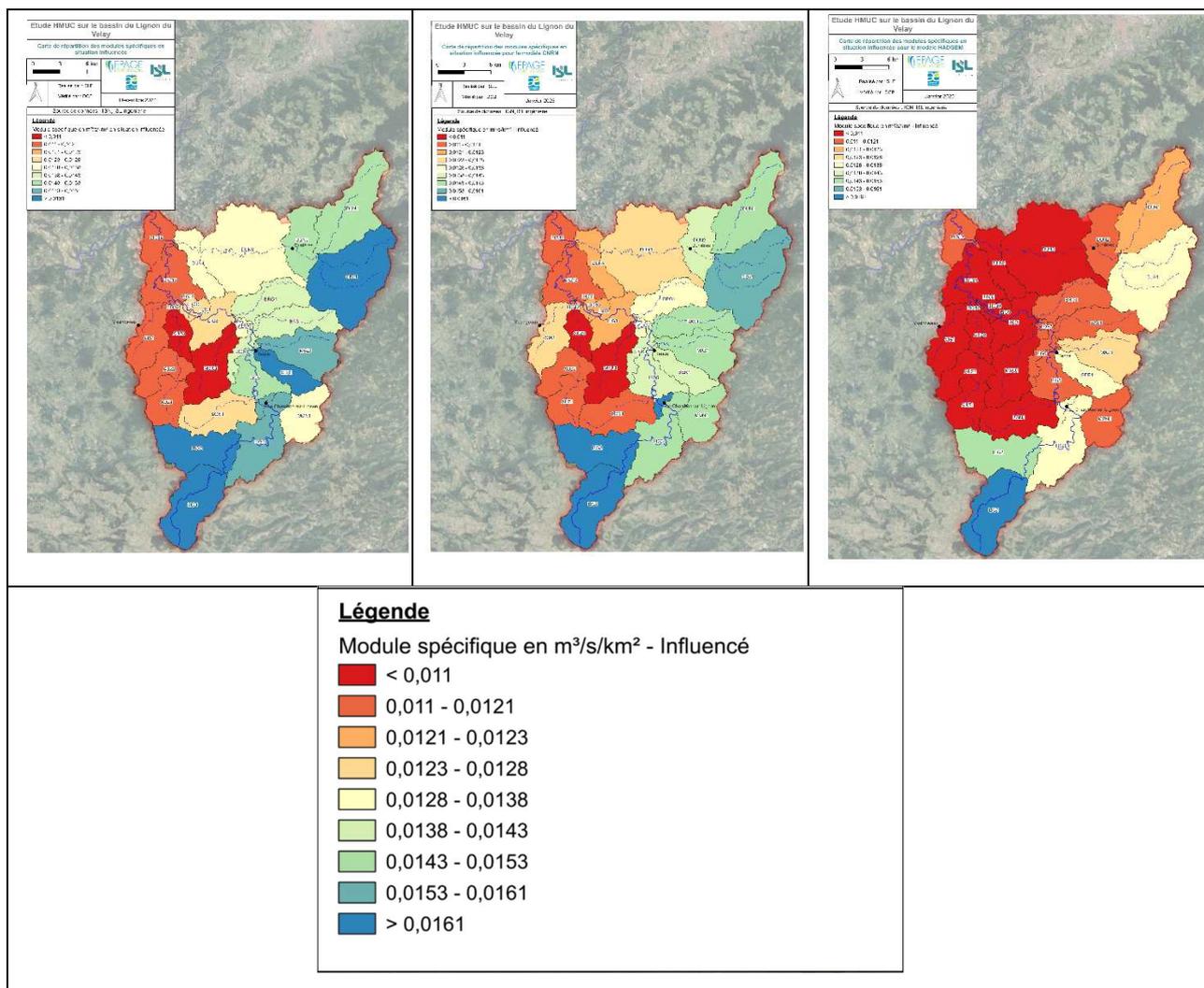
Les deux simulations climatiques conduisent à deux gammes de résultat :

- La simulation « médiane » (Scénario 1), intégrant le couplage climatique CNRM, aboutit à :
 - Une légère baisse des valeurs du module (-2 %),

- Une baisse du QMNA5 (-17 %)
- La simulation « pessimiste » (Scénario 2), intégrant le couplage climatique HadGEM, conduit à :
 - Une baisse significative des modules (-19%)
 - Une forte baisse des QMNA5 (-68%)

Sur la Figure 3-48 on observe clairement la différence pour le débit moyen (module) spécifique :

- Les conditions avec le modèle CNRM (au milieu) sont proches des conditions actuelles (à gauche),
- Entre les deux modèles futurs : les conditions avec le modèle HADGEM (à droite) sont bien plus sévères que celles avec le modèle CNRM (au milieu), sur environ 50% du BV (notamment sur la Ligne, l’Auze, le Mousse, la Siaulme, le Lignon aval Lavalette et l’aval du bassin de la Dunière) : couleur rouge plus étendue, représentative d’un module spécifique plus faible ($< 11 \text{ l/s/km}^2$).



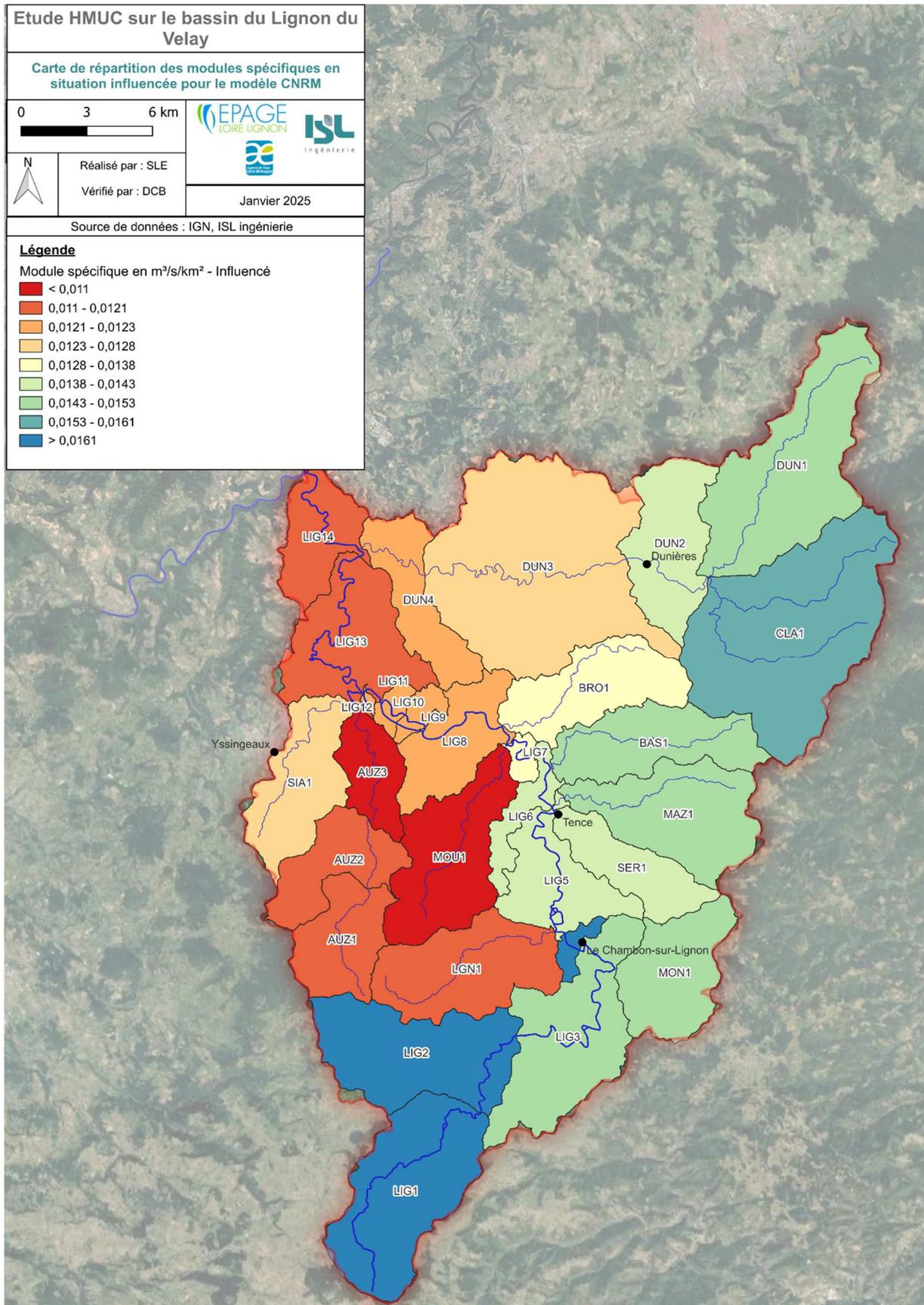


Figure 3-49. : Module influencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)

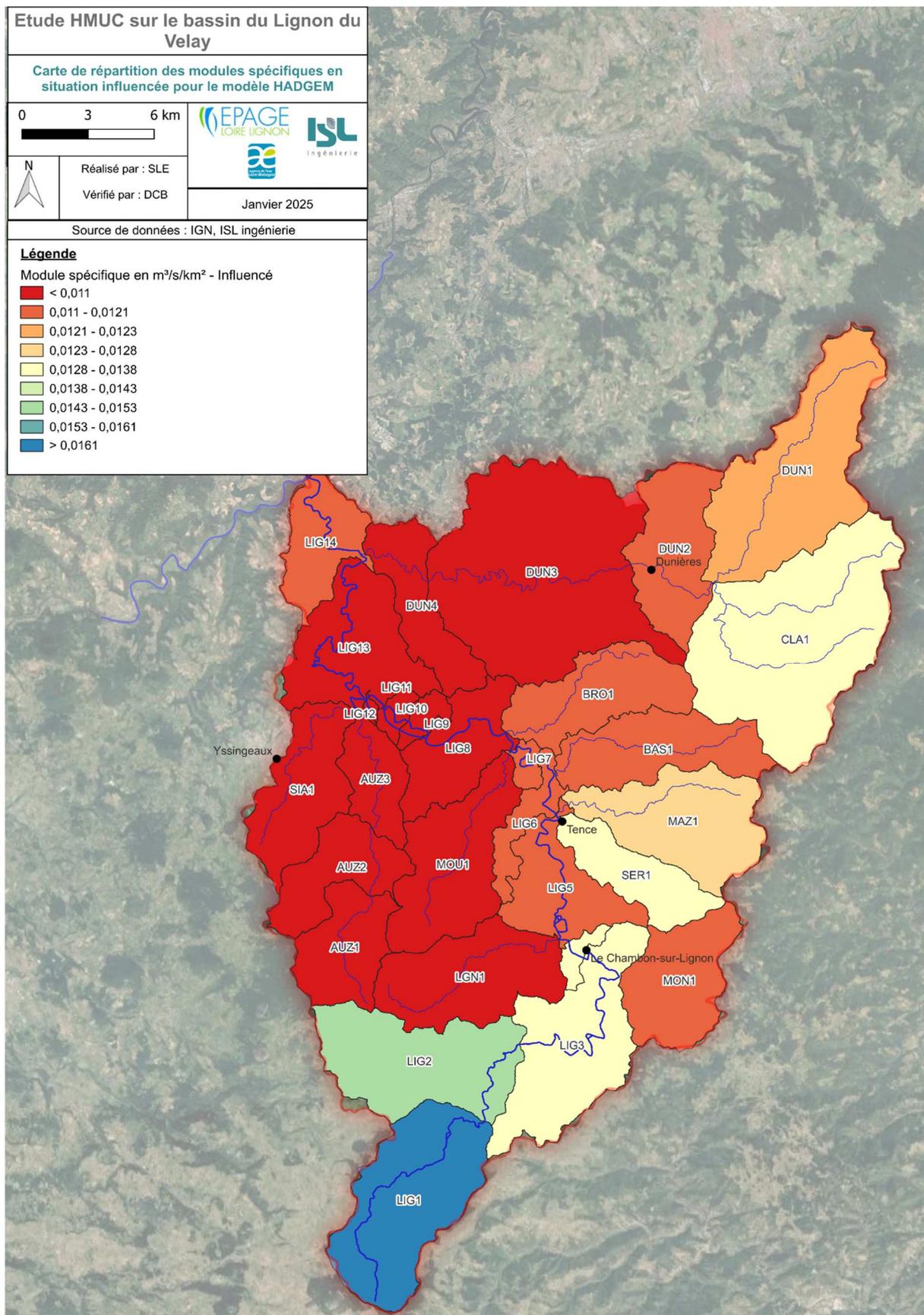


Figure 3-50. : Module influencé spécifique : Etat 2050 (HADGEM)

Sur la Figure 3-51, on observe clairement la différence pour le débit d'étiage (QMNA5) :

- Les conditions avec le modèle CNRM (au milieu) sont plus sévères que les conditions actuelles (à gauche), avec un débit spécifique qui passe de 1 à 0,5 l/s/km² sur le Lignon aval Lavalette,
- Entre les deux modèles futurs : les conditions avec le modèle HADGEM (à droite) sont bien plus sévères que celles avec le modèle CNRM (au milieu) : couleur rouge plus étendue, représentative d'un module spécifique plus faible : environ 50% du bassin se retrouve avec un débit spécifique inférieur à 0,9 l/s/km² et 50 % avec un débit spécifique inférieur à 0,3 l/s/km².

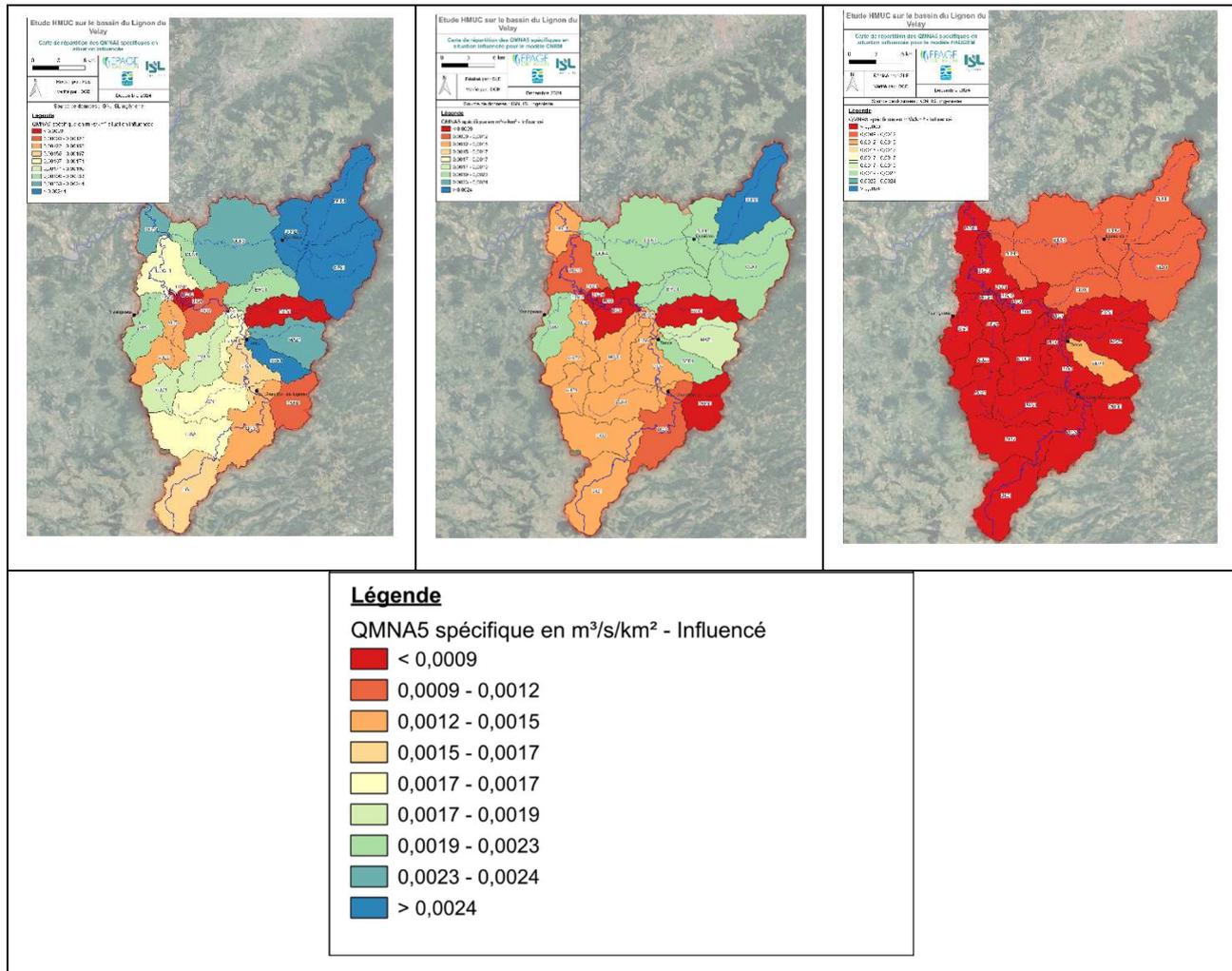


Figure 3-51. QMNA5 influencé spécifique : Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM)

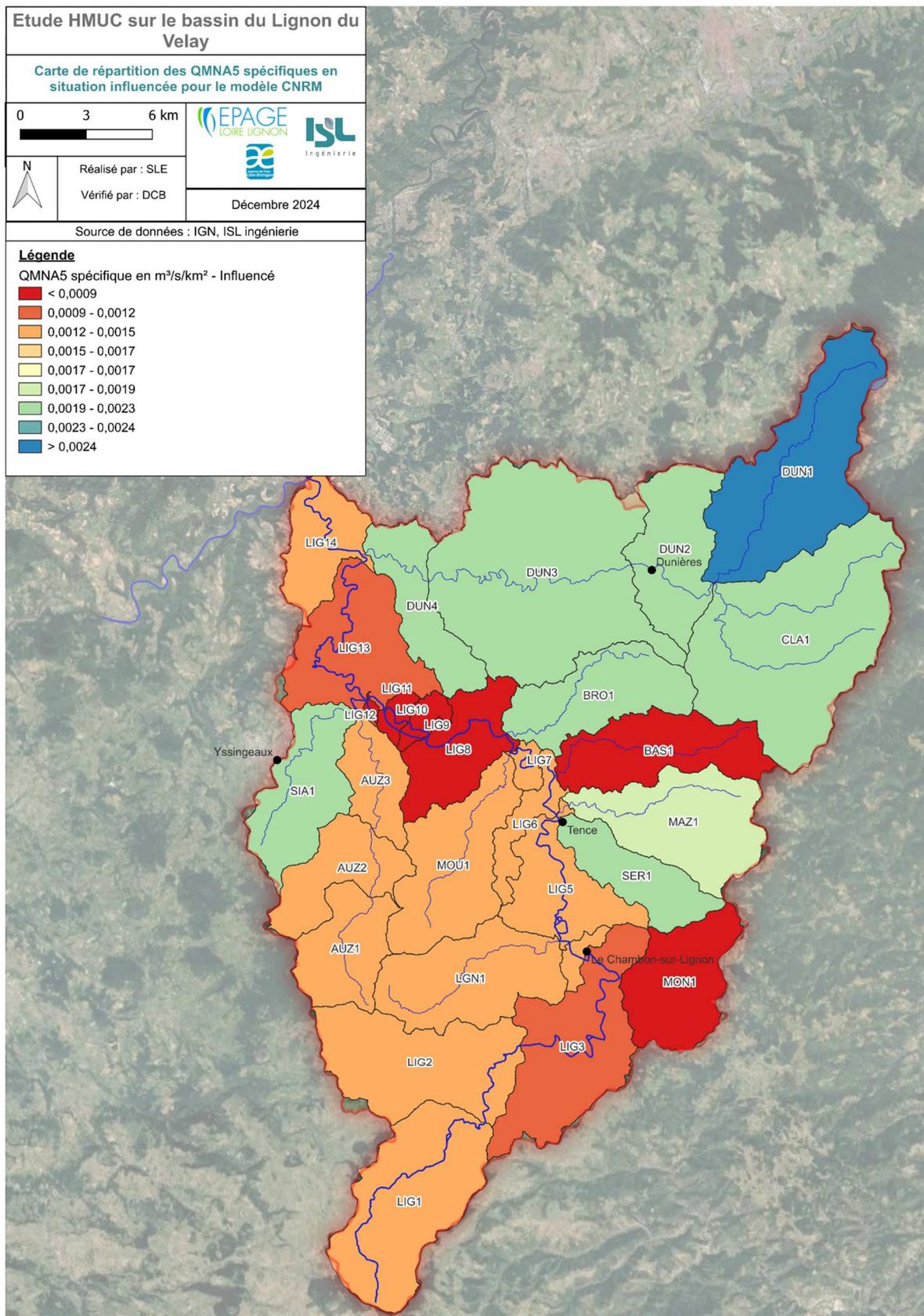


Figure 3-52. QMNA5 influencé spécifique : Etat 2050 (CNRM)

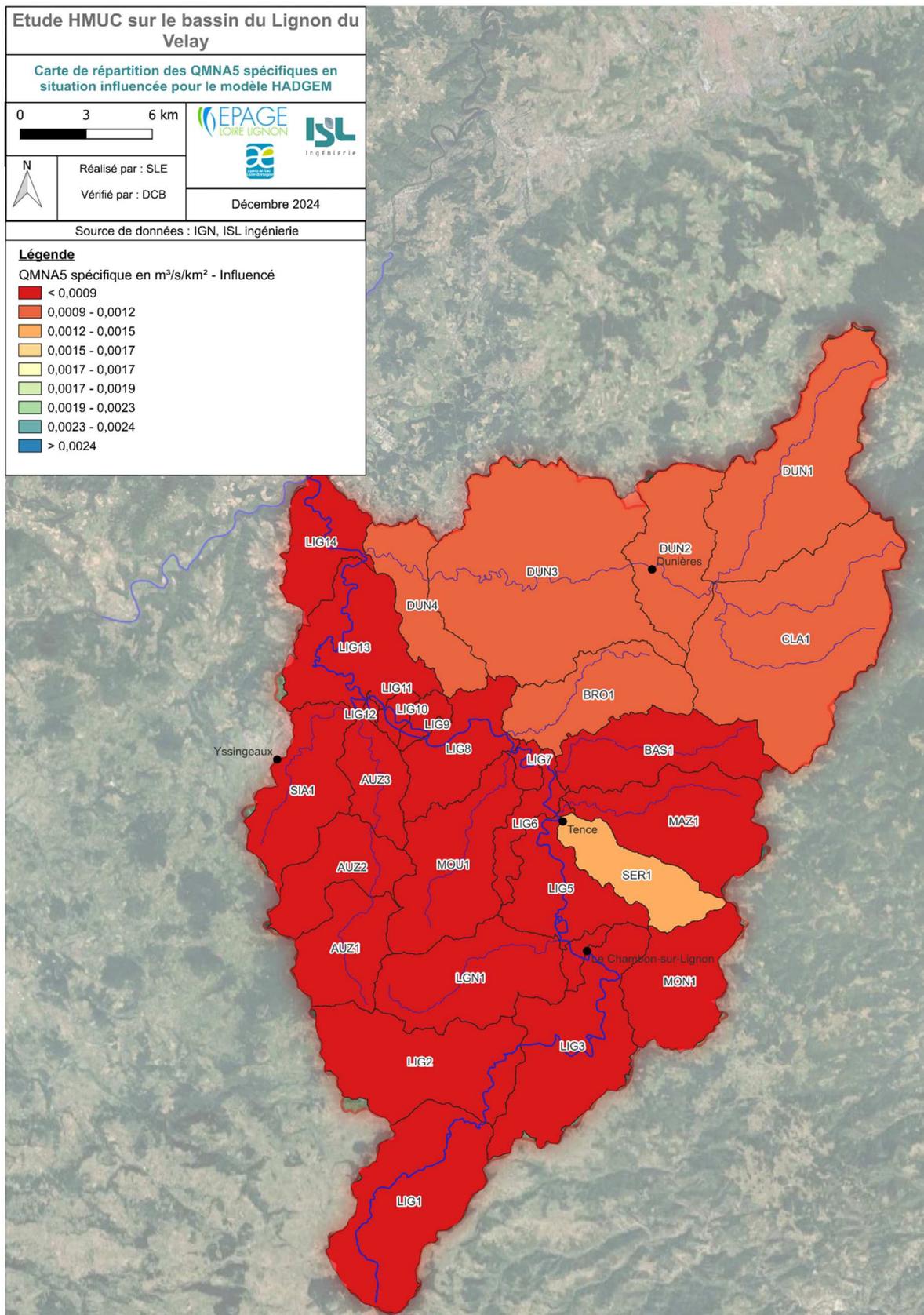


Figure 3-53. QMNA5 influencé spécifique Etat 2050 (HADGEM)

MODULE	Influencé							
	module (m3/s)			module spécifique (m3/s/km2)			rapport CNRM / Etat actuel	rapport HADGEM / Etat actuel
	Etat actuel	CNRM	HADGEM	Etat actuel	CNRM	HADGEM		
AUZ1	0,22	0,22	0,16	0,012	0,011	0,009	98%	73%
AUZ2	0,40	0,41	0,31	0,011	0,011	0,008	103%	77%
AUZ3	0,51	0,53	0,40	0,010	0,011	0,008	104%	78%
BAS1	0,36	0,36	0,30	0,014	0,014	0,012	100%	83%
BRO1	0,35	0,33	0,28	0,014	0,013	0,011	95%	79%
CLA1	1,09	1,05	0,87	0,016	0,016	0,013	96%	80%
DUN1	1,77	1,74	1,42	0,015	0,015	0,012	98%	80%
DUN2	2,06	2,00	1,62	0,015	0,014	0,012	97%	79%
DUN3	2,87	2,74	2,17	0,013	0,013	0,010	95%	76%
DUN4	3,03	2,89	2,32	0,013	0,012	0,010	95%	77%
LGN1	0,38	0,35	0,31	0,013	0,012	0,010	92%	80%
LIG1	0,74	0,72	0,66	0,018	0,018	0,016	98%	89%
LIG10	4,37	4,32	3,60	0,012	0,012	0,010	99%	82%
LIG11	4,37	4,32	3,60	0,012	0,012	0,010	99%	82%
LIG12	4,38	4,32	3,60	0,012	0,012	0,010	99%	82%
LIG13	5,42	5,38	4,45	0,012	0,012	0,010	99%	82%
LIG14	8,58	8,40	7,91	0,012	0,012	0,011	98%	92%
LIG2	1,30	1,25	1,11	0,017	0,016	0,014	96%	86%
LIG3	2,11	2,04	1,80	0,015	0,015	0,013	97%	86%
LIG4	2,14	2,44	1,83	0,015	0,017	0,013	114%	85%
LIG5	3,42	3,32	2,87	0,014	0,014	0,012	97%	84%
LIG6	3,85	3,75	3,21	0,014	0,014	0,012	97%	83%
LIG7	4,19	4,06	3,46	0,014	0,013	0,011	97%	83%
LIG8	4,31	4,26	3,56	0,012	0,012	0,010	99%	82%
LIG9	4,35	4,29	3,58	0,012	0,012	0,010	99%	82%
MAZ1	0,47	0,47	0,39	0,015	0,015	0,013	99%	82%
MON1	0,32	0,34	0,26	0,014	0,015	0,011	107%	82%
MOU1	0,33	0,30	0,24	0,011	0,010	0,008	90%	71%
SER1	0,28	0,23	0,22	0,017	0,014	0,013	81%	79%
SIA1	0,29	0,29	0,23	0,012	0,012	0,009	103%	78%

QMNA5	Influencé							
	QMNA5 (m3/s)			QMNA5 spécifique (m3/s/km2)			rapport CNRM / Etat actuel	rapport HADGEM / Etat actuel
	Etat actuel	CNRM	HADGEM	Etat actuel	CNRM	HADGEM		
AUZ1	0,03	0,03	0,00	0,002	0,001	0,000	85%	9%
AUZ2	0,05	0,06	0,01	0,001	0,002	0,000	118%	29%
AUZ3	0,07	0,07	0,02	0,001	0,001	0,000	111%	32%
BAS1	0,02	0,02	0,01	0,001	0,001	0,000	93%	41%
BRO1	0,05	0,05	0,03	0,002	0,002	0,001	88%	49%
CLA1	0,18	0,15	0,08	0,0027	0,0023	0,0011	84%	42%
DUN1	0,32	0,29	0,14	0,0028	0,0025	0,0012	88%	42%
DUN2	0,39	0,33	0,16	0,0027	0,0023	0,0012	85%	42%
DUN3	0,52	0,47	0,22	0,0024	0,0021	0,0010	90%	43%
DUN4	0,55	0,49	0,23	0,0023	0,0021	0,0010	90%	43%
LGN1	0,05	0,04	0,02	0,0017	0,0014	0,0007	83%	41%
LIG1	0,07	0,05	0,02	0,0016	0,0013	0,0006	82%	35%
LIG10	0,33	0,18	0,02	0,0009	0,0005	0,0001	53%	7%
LIG11	0,34	0,16	0,04	0,0010	0,0004	0,0001	45%	10%
LIG12	0,32	0,17	0,01	0,0009	0,0005	0,0000	52%	3%
LIG13	0,76	0,46	0,14	0,0017	0,0010	0,0003	60%	18%
LIG14	1,67	1,09	0,65	0,0024	0,0015	0,0009	65%	39%
LIG2	0,13	0,10	0,05	0,0017	0,0013	0,0006	78%	36%
LIG3	0,21	0,16	0,07	0,0015	0,0012	0,0005	79%	34%
LIG4	0,22	0,19	0,08	0,0016	0,0014	0,0005	89%	35%
LIG5	0,40	0,32	0,15	0,0017	0,0013	0,0006	81%	38%
LIG6	0,47	0,37	0,18	0,0017	0,0014	0,0007	79%	38%
LIG7	0,51	0,41	0,19	0,0017	0,0013	0,0006	80%	38%
LIG8	0,32	0,17	0,01	0,0009	0,0005	0,0000	53%	4%
LIG9	0,32	0,18	0,02	0,0009	0,0005	0,0001	56%	6%
MAZ1	0,07	0,06	0,02	0,0024	0,0019	0,0008	78%	33%
MON1	0,03	0,02	0,00	0,0012	0,0009	0,0001	75%	8%
MOU1	0,05	0,04	0,02	0,0018	0,0014	0,0005	82%	31%
SER1	0,04	0,03	0,02	0,0024	0,0021	0,0013	85%	55%
SIA1	0,05	0,05	0,02	0,0022	0,0020	0,0007	90%	31%

Tableau 3-23 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : Module influencé (en haut), et QMNA5 influencé (en bas)

Les mêmes observations peuvent être faites à partir des tableaux de valeurs (Tableau 3-23).

- Le modèle CNRM présente des conditions proches de la situation actuelle pour le module (couleur gris clair), et plus sévères que la situation actuelle (teinte gris foncé) pour le débit d'étiage ; le module influencé sera de l'ordre de 90 à 110 % du module actuel (moyenne de 98%), et le QMNA5 de 70 à 90% (moyenne de 79% ; sauf exceptions),
- Le modèle HADGEM présente des conditions plus sévères que la situation actuelle pour le module (teinte gris foncé), et encore plus sévères que le modèle CNRM (teinte gris très foncé) pour le débit d'étiage ; le module sinfluencé sera de l'ordre de 75 à 89 % du module actuel (moyenne de 81%), et le QMNA5 de l'ordre de 8 à 42% (moyenne de 30% ; sauf exceptions).

3.4.3.2 Taux d'impact hydrologique

Les taux d'impact hydrologiques (entre débits désinfluencés et débits influencés) ont été recalculés pour les deux scénarios futurs à l'horizon 2050.

Il convient de garder à l'esprit que ce taux d'impact se fait par rapport à une hydrologie différente (hydrologie future selon les 2 scénarios considérés pour le changement climatique) : l'impact des prélèvements peut être plus faible, mais il y aura quand même moins d'eau dans le cours d'eau.

Les Figure 3-54 et Figure 3-55 représentent le taux d'impact au mois sec quinquennal (QMNA5), pour la situation actuelle et la situation en 2050 pour les deux scénarios (CNRM et HADGEM).

Par rapport à la situation actuelle, on constate que pour le module (débit moyen annuel), les 2 scénarios 2050 sont relativement proches de la situation actuelle (hormis quelques sous-bassins) : les valeurs dans le Tableau 3-24 apparaissent en gris clair.

MODULE	Rapport influencé/désinfluencé			QMNA5	Rapport influencé/désinfluencé		
	Etat actuel	CNRM	HADGEM		Etat actuel	CNRM	HADGEM
AUZ1	96%	95%	90%	AUZ1	78%	75%	21%
AUZ2	94%	96%	91%	AUZ2	61%	81%	49%
AUZ3	94%	97%	81%	AUZ3	68%	85%	44%
BAS1	97%	98%	94%	BAS1	39%	38%	30%
BRO1	99%	100%	97%	BRO1	96%	98%	95%
CLA1	100%	100%	97%	CLA1	97%	97%	90%
DUN1	99%	100%	97%	DUN1	98%	98%	92%
DUN2	100%	89%	97%	DUN2	98%	89%	92%
DUN3	100%	100%	97%	DUN3	101%	101%	98%
DUN4	100%	103%	101%	DUN4	101%	103%	100%
LGN1	101%	101%	101%	LGN1	105%	107%	111%
LIG1	101%	102%	103%	LIG1	92%	90%	82%
LIG10	91%	91%	89%	LIG10	53%	31%	8%
LIG11	90%	91%	88%	LIG11	55%	27%	12%
LIG12	90%	80%	78%	LIG12	51%	32%	3%
LIG13	91%	94%	92%	LIG13	89%	62%	38%
LIG14	94%	98%	110%	LIG14	114%	86%	107%
LIG2	99%	99%	99%	LIG2	93%	88%	87%
LIG3	99%	99%	98%	LIG3	91%	86%	77%
LIG4	99%	99%	84%	LIG4	92%	81%	62%
LIG5	99%	99%	98%	LIG5	95%	88%	81%
LIG6	99%	99%	98%	LIG6	94%	87%	80%
LIG7	99%	99%	98%	LIG7	94%	87%	79%
LIG8	91%	92%	89%	LIG8	53%	32%	5%
LIG9	91%	91%	89%	LIG9	52%	33%	6%
MAZ1	96%	98%	94%	MAZ1	90%	83%	64%
MON1	95%	110%	96%	MON1	78%	74%	16%
MOU1	99%	99%	97%	MOU1	92%	95%	82%
SER1	97%	99%	113%	SER1	99%	99%	113%
SIA1	101%	100%	77%	SIA1	97%	96%	64%

Tableau 3-24 : Comparaison Etat actuel /Etat 2050 (CNRM) / Etat 2050 (HADGEM) : ratio Module influencé / désinfluencé (à gauche), et QMNA5 influencé / désinfluencé (à droite)

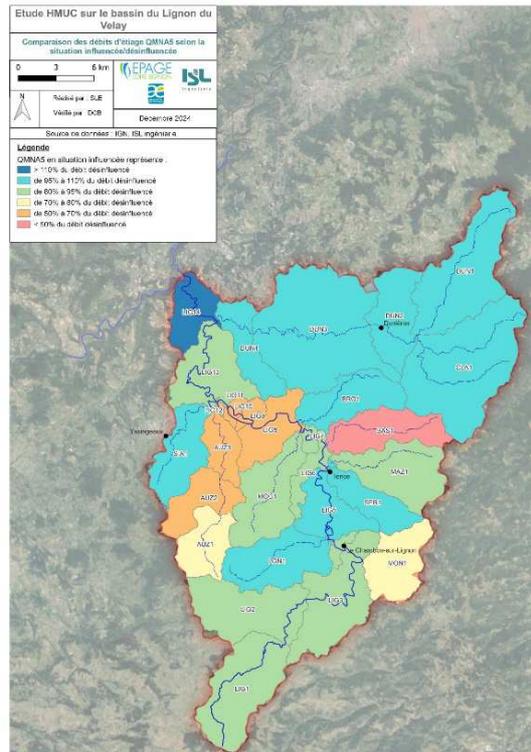


Figure 3-54. : Etat actuel : Carte de l'impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé

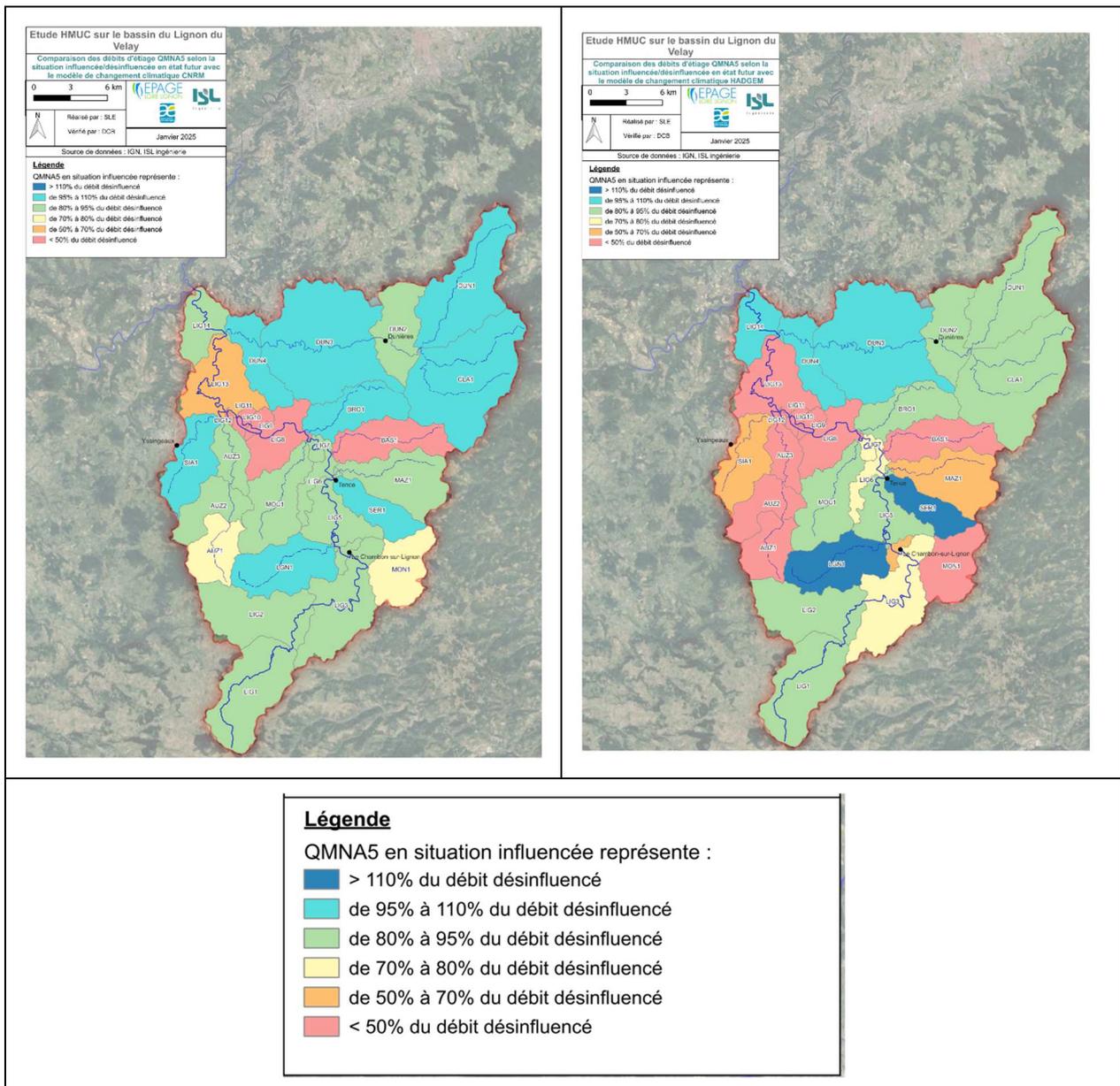


Figure 3-55. : Etat 2050 (Scénario 1 et 2) : Carte de l' impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé

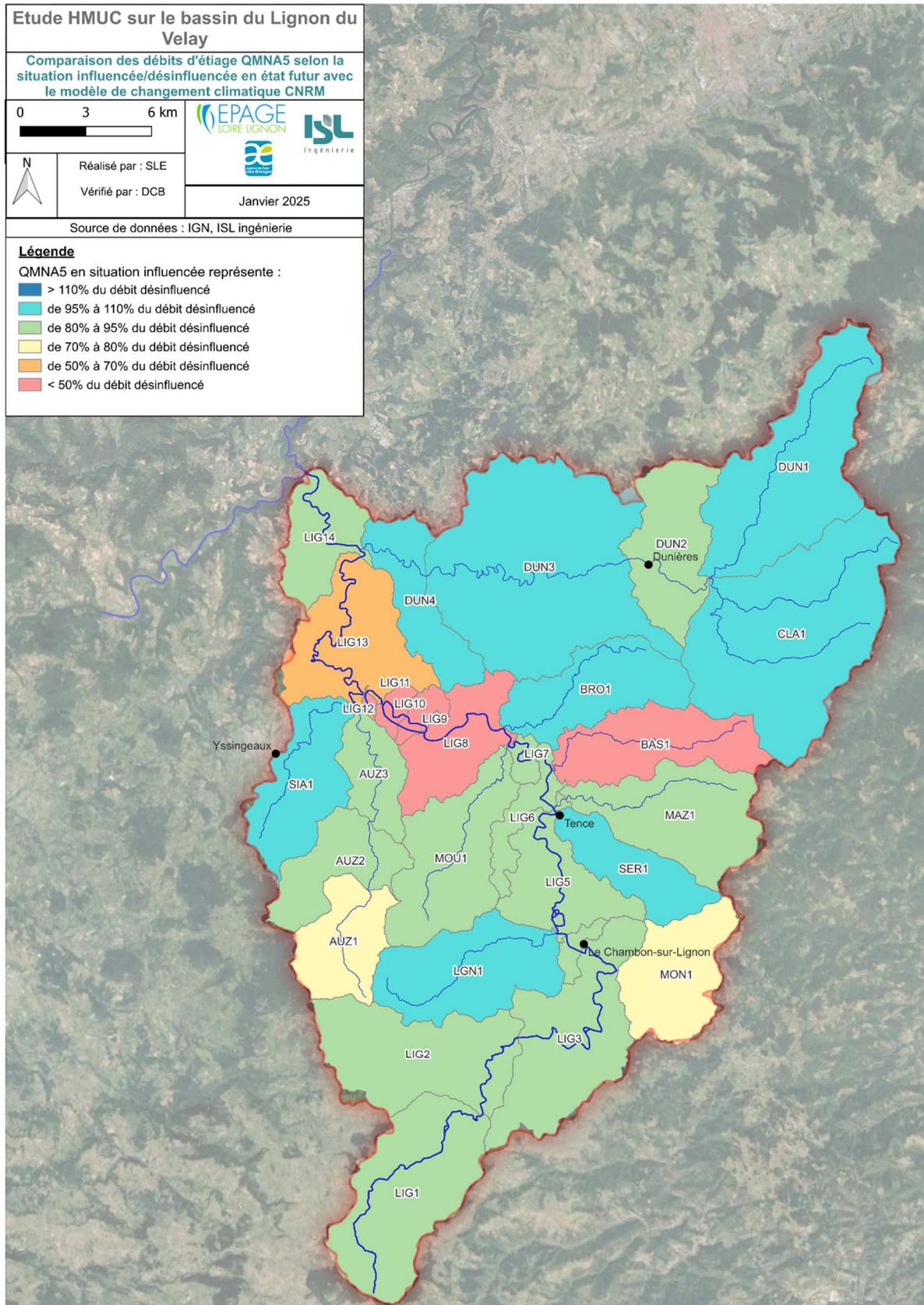


Figure 3-56. : Etat 2050 (Scénario 1 : CNRM) : Carte de l' impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé

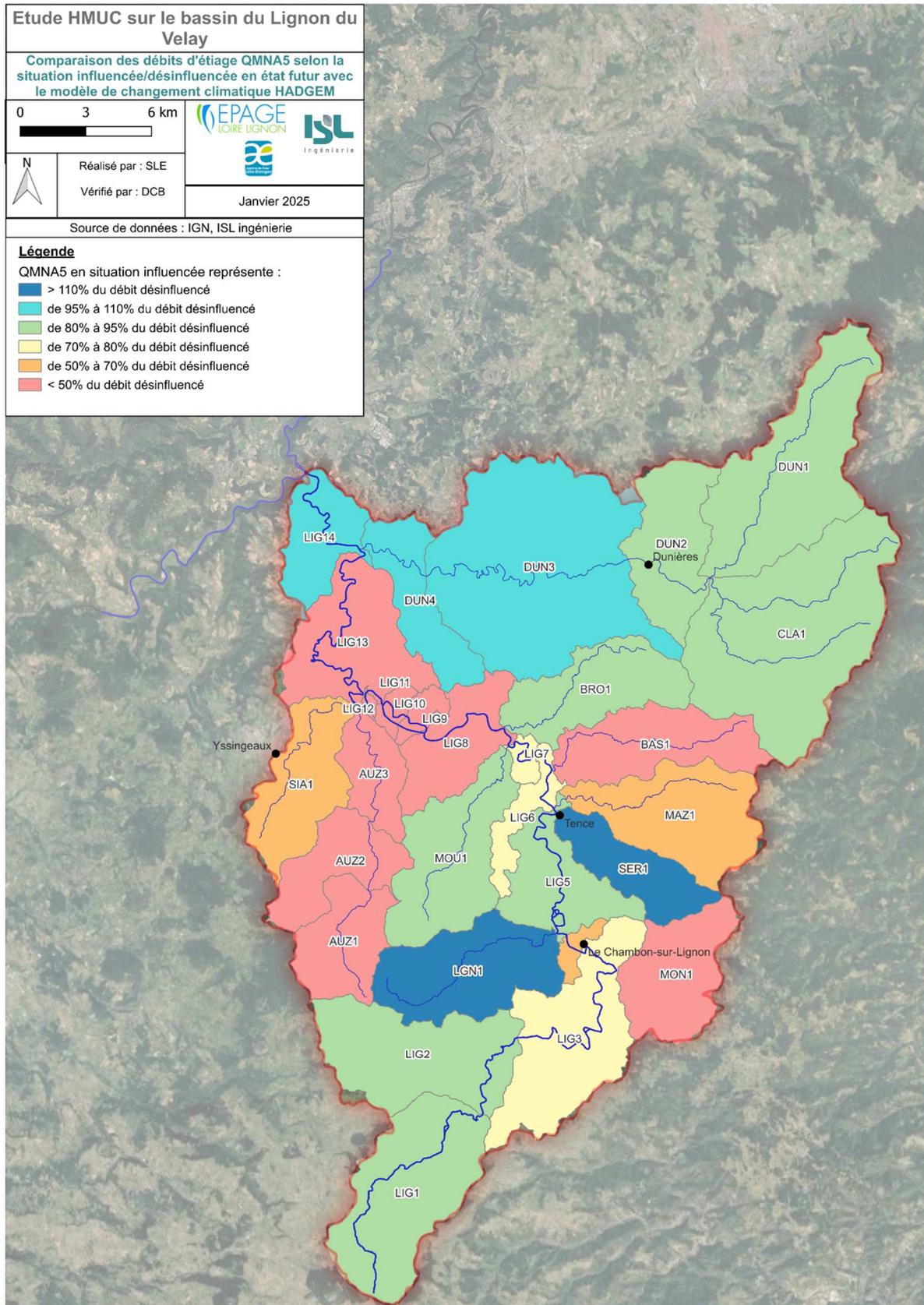


Figure 3-57. : Etat 2050 (Scénario 2 : HADGEM) : Carte de l' impact des usages anthropiques sur la ressource : ratio QMNA5 influencé / QMNA5 désinfluencé

Par rapport à la situation actuelle, pour le QMNA5, on constate :

- Une aggravation des taux d'impact sur l'ensemble du territoire. La situation pour le scénario HADGEM est encore plus sévère que pour le scénario CNRM.
- Pour le scénario CNRM (2050) :
 - Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Monastier et l'Auze amont (en jaune),
 - Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette et le Basset (en orange et rouge)
- Pour le scénario HADGEM (2050) :
 - Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon médian (LIG4), ainsi que Mazeaux et Sialme (jaune et orange),
 - Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette, le Monastier, l'Auze et le Basset (en rouge)
- En aval de Lavalette, les débits influencés sont faibles (QMNA5 de 0,170 m³/s selon CNRM, et de 0,020 à 0,040 m³/s selon HADGEM ; soit seulement 50% à 7% des débits actuels) du fait des prélèvements importants en amont de la retenue (malgré une baisse de l'ordre de - 4%/actuellement), et surtout de la réduction de l'hydrologie (-2 à -17% du module et -13 à -56% du débit QMNA5) et de l'augmentation de l'évaporation (+9%/ état actuel),
- Inversement, sur certains cours d'eau (Lignon amont, Dunière, Clavarine, Lignon en aval de la Dunière par exemple), l'impact anthropique est faible ou atténué par l'apports d'affluent,
- Sur certains cours d'eau, l'impact anthropique qui était très faible en situation actuelle évolue vers un soutien de débit en raison de rejets qui deviennent un apport important au cours d'eau (Ligne). Pour le Sérigoule (pas de rejet), le classement pour le modèle HADGEM n'est pas significatif, lié aux incertitudes de calculs (3l/s de différence).

3.4.3.3 Cas de l'impact potentiel sur l'usage hydroélectricité

Concernant l'usage hydroélectricité sur le bassin versant, il est délicat de se prononcer sur l'impact du changement climatique, puisque celui-ci est à estimer au cas par cas selon les caractéristiques des installations : fil de l'eau/ barrage capacitif, débit d'équipement (comparativement au module), saisonnalité des turbinés (comparativement aux débits mensuels sous influence climatique), variation de la chute, ... :

- Pour les installations au fil de l'eau et en particulier les basses chutes, la tendance hydrologique est plutôt baissière (module et débits mensuels : modérée pour le scénario CNRM, importante pour le scénario HADGEM), mais la hauteur de chute peut augmenter du fait des bas débits et ainsi compenser dans le productible la diminution des apports,
- Pour le barrage capacitif de Lavalette, l'évaluation serait plus complexe ; certes, lors de l'année 2022, le productible a été très faible par rapport à une année normale (perte de production de 80%), mais cela est dû en grande partie au soutien d'étiage qui avait été assuré (débit sortant > débit entrant qui était non mesuré à cette époque) ; il est difficile et il serait hasardeux de se prononcer sans simulation.

RTE a publié en février 2022 un rapport de prévisions à l'échelle nationale qui évalue 6 mix futurs décarbonés, à l'horizon 2050. Cette évaluation intègre le changement climatique (chapitre 8 du rapport RTE).

Les hypothèses sur le climat correspondent à des simulations climatiques réalisées par Météo-France sur deux scénarios : trajectoire RCP4.5 (intermédiaire) et RCP8.5 (trajectoire d'émissions très élevées).

L'hypothèse concernant la capacité hydroélectrique installée est une légère augmentation du parc hydroélectrique hors station de pompage/turbinage (STEP) par rapport à aujourd'hui : +1GW d'ici à 2050.

L'hypothèse prise pour les usages est que les prélèvements dans les rivières ne sont pas modifiés (ce qui modifieraient artificiellement les débits).

« À l'horizon 2050, le productible hydraulique annuel moyen estimé est globalement équivalent à celui d'aujourd'hui (une soixantaine de térawattheures) dans les deux trajectoires climatiques considérées, malgré une hausse très légère de la capacité installée (de l'ordre de 1 GW d'ici à 2050, hors STEP) » Source RTE.

Le productible annuel moyen simulé est globalement équivalent à celui d'aujourd'hui (environ 60 TWh), avec des variations importantes d'une année sur l'autre (50 à 75 TWh actuellement). En revanche, la distribution est différente dans l'année : moindre remplissage des réservoirs à la fin de l'automne ; apports plus importants en fin d'hiver / début de printemps.

4 CONCLUSION

La Phase 3 de l'étude HMUC du Lignon du Velay a pour objectif d'étudier le volet prospectif : ce volet décrit l'évolution prévisible des différents usages (prélèvements et rejets), et des conditions climatiques futures à horizon 2050.

La projection à l'horizon 2050 des besoins et des prélèvements à partir de l'évolution de la démographie et des activités consommatrices est réalisée à partir de la bibliographie, des bases de données disponibles et en partenariat avec les acteurs.

Il convient de garder à l'esprit que dans le cadre de l'étude HMUC, il est illusoire d'envisager reproduire précisément les prélèvements et rejets journaliers en raison des incertitudes fortes de ces données observées, voire le plus souvent de leur inexistence, comme on l'a vu dans les phases précédentes du projet.

Ainsi, on cherchera principalement à représenter les ordres de grandeur aux pas de temps mensuel ou annuel pour leur évaluation.

Les résultats obtenus sont donc à interpréter en tenant compte des incertitudes importantes sur les valeurs réelles de prélèvements, rejets et ressources naturelles et en gardant à l'esprit la grande variabilité de certains paramètres (climat, hydrologie, usages). Ainsi, même si les volumes ou débits sont fournis avec une précision relative (au m³ ou au l/s près), c'est uniquement pour faciliter les comparaisons entre les chiffres (situation actuelle / situation future) et il faut plutôt retenir les ordres de grandeur d'évolution.

Pour la même raison, concernant l'attente parfois soulevée de pouvoir identifier les situations de pics de tensions entre débits les plus faibles et plus fortes demandes en eau (fréquence de retour, intensité), il est rappelé que les données fournies sont la plupart du temps à l'échelle annuelle, que nous avons mensualisées (avec le peu d'informations fournies) ; pour les calculs, on a travaillé à l'échelle journalière (pour que le modèle puisse fonctionner et fournir des statistiques) mais il paraît illusoire de vouloir en déduire des conclusions à cette échelle de temps en termes de gestion. Ce n'est pas l'objectif de l'étude HMUC, ni du modèle. Comme prévu, l'échelle temporelle reste mensuelle : à cette échelle, on connaît les situations en tension voire les situations où les prélèvements sont ou seront excessifs.

A l'échelle du territoire, à l'horizon 2050, les tendances qui ont été prises en compte concernant les besoins annuels des différents usages de l'eau sont les suivantes :

- Une baisse des besoins pour l'AEP d'environ -0,55 Mm³ (soit -4% ; liée à l'amélioration des réseaux principalement),
- Une stabilisation des besoins industriels (installation d'une nouvelle activité : +17 000 m³, compensée par la réduction des besoins pour celles en place),
- Une légère hausse (+ 36 000 m³) des besoins liés à l'agriculture (élevage) ; diminution des cheptels mais hausse des besoins unitaires en lien avec le changement climatique),
- Une augmentation des besoins en eau pour l'irrigation de l'ordre de +32 000 m³ (+20% ; augmentation de surface irriguée et des besoins unitaires en lien avec le changement climatique),
- Une augmentation du phénomène d'évaporation au droit des plans d'eau et de la retenue du barrage de Lavalette du fait de l'effet du changement climatique (+8% ; +120 000 m³),
- Une baisse des besoins, tous usages confondus, de 0,46 Mm³ (-3%).

Malgré la légère hausse des besoins pour l'alimentation en eau potable de la population (principalement saisonnière) et des besoins de l'agriculture, l'augmentation des phénomènes d'évaporation sur les plans d'eau et la retenue de Lavalette et une stabilisation des besoins industriels, **le bilan à l'horizon 2050 montre plutôt une tendance à la baisse des prélèvements sur la zone d'étude, principalement du fait de l'amélioration du rendement des réseaux.**

Concernant le climat, le modèle hydrologique permet de simuler le changement climatique à horizon 2050. Sachant qu'il existe de fortes incertitudes, deux simulations hydro-climatiques ont été retenues dans l'étude HMUC afin de proposer deux estimations des débits naturels futurs sur le territoire : un scénario « moyen » et un scénario « pessimiste ».

Le changement climatique, du fait de l'élévation de température et de la baisse des précipitations (l'incertitude est forte sur ce paramètre et notamment la répartition des pluies dans l'année), entrainera une augmentation des phénomènes d'évapotranspiration. Globalement, les pluies efficaces et donc l'alimentation des cours d'eau devraient diminuer.

Ces simulations convergent vers une baisse des débits notamment en période de basses eaux.

Pour donner des ordres de grandeur, à l'horizon 2050, les baisses pourraient être de :

- -2 à -17% sur le débit moyen naturel (module), entre le scénario CNRM (modéré) et HADGEM (pessimiste),
- -13 à -56 % sur le débit d'étiage naturel quinquennal, entre le scénario CNRM (modéré) et HADGEM (pessimiste).

Dans ces conditions, l'hydrologie des cours d'eau serait fortement modifiée en comparaison de la situation actuelle.

Concernant l'usage hydroélectricité sur le bassin versant, il est délicat de se prononcer sur l'impact du changement climatique, puisque celui-ci est à estimer au cas par cas selon les caractéristiques des installations : fil de l'eau/ barrage capacitif, débit d'équipement (comparativement au module), saisonnalité des turbinés (comparativement aux débits mensuels sous influence climatique), variation de la chute, ... Contrairement à certaines idées reçues, le changement climatique n'entraîne pas systématiquement pour toutes les installations une baisse de la production hydroélectrique.

Le croisement des besoins en eau futurs et des débits potentiels naturels 2050 montre une situation globale se dégradant pour les cours d'eau : le taux d'impact hydrologique (entre débits désinfluencés et débits influencés) sera plus sévère à l'horizon 2050. Dans ces conditions, la diminution de certains prélèvements (AEP, agriculture : élevage) ne permettrait pas de compenser les baisses de débits attendues en étiage du fait du réchauffement climatique.

- Pour le scénario CNRM (2050) :
 - Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Monastier et l'Auze amont,
 - Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette et le Basset,
- Pour le scénario HADGEM (2050) :
 - Le taux d'impact « fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon médian (LIG4), ainsi que Mazeaux et Sialme,
 - Le taux d'impact « très fort » au QMNA5 apparaît en situation 2050 sur le Lignon en aval Lavalette, le Monastier, l'Auze et le Basset,

A horizon 2050, les deux simulations climatiques montrent que concernant les débits influencés :

- La simulation « médiane » (Scénario 1), intégrant le couplage climatique CNRM, aboutit à :
 - Une légère baisse des valeurs du module (-2 %),

- Une baisse du QMNA5 (-17 %)
- La simulation « pessimiste » (Scénario 2), intégrant le couplage climatique HadGEM, conduit à :
 - Une baisse significative des modules (-19%)
 - Une forte baisse des QMNA5 (-68%).

A cela s'ajouteront les problématiques d'échauffement des eaux et la qualité de certains cours d'eau sera de plus en plus dépendante de la qualité des rejets qu'ils reçoivent.

Ce bilan alimentera la quatrième phase de l'étude qui consistera à définir des Volumes Potentiellement Mobilisables, volumes qui tiennent compte de la préservation du bon fonctionnement des milieux, en situation actuelle et future. Ces valeurs permettront une réflexion sur les possibilités de prélèvements pour les usages anthropiques, en situation actuelle et future (et les éventuelles adaptations à envisager).

ANNEXE 1 HYPOTHESES USAGES FUTURS

AEP

AEP	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Source de données / organisme contacté	Evolution 2050 : proposition envisagée	Commentaire	Justification des hypothèses à apporter (sources, dire d'expert, atelier concertation, hypothèse retenue sur autre territoire, ...)
Population permanente	BV Lignon / échelle communale	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	INSEE, SCOT, Réunions concertation	+0,08%/an (soit +2% en 25 ans = poursuite de la tendance d'évolution 2010-2021 (moyenne sur le BV) répartie uniformément	Proposition initiale (ISL) : tendance INSEE (+0,0012%/an)	D'après les 2 réunions de concertation : - il est proposé de retenir une valeur intermédiaire entre INSEE et SCOT, - Tendance INSEE (échelle départementale ; stabilisation : +0,0012%/an) jugée sous-estimée à l'échelle du BV du Lignon, - Tendance des SCOT jugée surestimée (+0,4 à +0,9%/an : parfois un peu ancien et choix 'politique'), - et variabilité intra-SCOT très forte
Population saisonnière	BV Lignon			INSEE (hébergement touristique), référent tourisme Département Haute-Loire (base de données touristiques régionale APIDAE, outil Flux Vision Tourisme)	+1,8 %/an sur les Communes touristiques, Croissance réduite sur période estivale (capacités d'accueil limitées), plutôt élargissement de la période (avant/après saison), Consommation population saisonnière : 150 l/j/hab	Référent Tourisme : fréquentation touristique de la Haute-Loire est à la hausse : +250 000 nuitées touristiques /an pour 6 millions de nuitées environ en 2024. Vérification (en cours) : possibilité de mise à disposition des données détaillées par Commune : distinction « lits marchands » (hôtels, meublés, campings...) et « lits non-marchands » (résidences secondaires) ; Vérification (en cours) : données RB&B a priori inclus	Référent Tourisme
Consommation par habitant	BV Lignon	% d'évolution		Gestionnaires AEP du Lignon, Réunions concertation	-0,4%/an entre 2020 et 2050 : 100 → 90 l/hab./j. = minimum nécessaire (boisson, repas et toilette)		Validé lors des 2 réunions de concertation
Rendement des réseaux	BV Lignon	% d'évolution		Eau France SDAEP Haute-Loire, Réunions concertation	Amélioration par zone pour atteindre un rendement moyen pondéré de 82% en 2050	Amélioration réseaux : classés « bon » selon critères Agence de l'Eau (75% et 85% en 2040)	Validé lors des 2 réunions de concertation
Transferts d'eau inter-bassins	BV Lignon et hors BV			St-Etienne Métropole, INSEE, SCOT	St-Etienne-Métropole : +0,047%/an (prélèvement sur Lignon : +0,3% en 2030, +1,2% en 2050) Connexion récente du secteur Mazeaux et Basset au Syndicat de Montregard	2050 : estimation difficile selon SEM (pas d'estimation disponible de la part de St-Etienne) SEM propose de reprendre résultats de l'étude HMUC LRA : mais pas de résultats avant 2025 Dans ces conditions, scénario tendanciel estimé par nos soins avec les hypothèses : population (+0,4%/an (SCOT)), consommation (-1,2%/an) pour passer de 123l/j/hab (RPQS) à 90 (objectif réunion concertation), rendement réseau (+0,24%/an pour passer de 82% (RPQS) à 87 % (objectif réunion concertation), prélèvement Lavalette/Furan (+1,1%/an, pour passer de 60/40% à 80/20%) ; Rq : avec ces hypothèses, les objectifs du plan Eau (-10% entre 2024 et 2030) ne serait pas atteints (-3,5% en 2030 ; -14% en 2050)	Dire d'expert (pas d'estimation disponible de la part de St-Etienne Métropole ; estimation étude HMUC LRA pas disponible avant 2025)
Autres							

Rejets (assainissement)

Rejets (assainissement) + industrie	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Source biblio/ organisme contacté	Evolution 2050 : proposition envisagée	Commentaire	Justification des hypothèses à apporter (sources, dire d'expert, atelier concertation, hypothèse retenue sur autre territoire, ...)
Rejets	BV Lignon		Moyenne 2018-2022	DDT, Communes, Réunions concertation	Suit l'évolution de la population	Pas de nouveau projet de construction de STEP (pas de nouveau point de rejet)	Validé lors des 2 réunions de concertation

Agriculture (élevage)

Agriculture (abreuvement, exploitation)	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Source biblio	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Commentaire	Justification des hypothèses à apporter (sources, dire d'expert, atelier concertation, hypothèse retenue sur autre territoire, ...)
Exploitation Vaches laitières (UGB)	6 sous-groupes		Moyenne 2018-2022	DRAAF (fiches territoriales RGA), Evaluation des besoins en eau de l'agriculture sur le territoire du SAGE Loire en Rhône-Alpes à l'horizon 2050 (étude complémentaire à l'étude HMUC), Chambre Agriculture, Réunions concertation, Référent Agriculture (Chambre Agri)	Evolution UGB : -2%/an (laitière), 0%/an (allaitante)	Attente avis Référent Agriculture (Chambre Agri)	Validé lors des 2 réunions de concertation
Exploitation Vaches allaitantes et autres (UGB)	6 sous-groupes sur le BV Lignon	% d'évolution du nombre d'exploitation					
Cheptel (UGB)	6 sous-groupes sur le BV Lignon	% d'évolution du nombre d'UGB					
Consommation par UGB	BV Lignon						
Part de consommation issue de l'AEP	BV Lignon			Proposition scénario modéré : +10 % par rapport à l'actuel (surtout en été) +10% annuel : 0% en hiver, +8% au printemps et en automne, +24% en été	Baisse ressources naturelles → report sur réseau AEP ; et augmentation contraintes qualité/sanitaire	Validé lors des 2 réunions de concertation	
Autre							

Agriculture (irrigation)

Agriculture (irrigation)	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Source biblio	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Commentaire	Justification des hypothèses à apporter (sources, dire d'expert, atelier concertation, hypothèse retenue sur autre territoire, ...)	
Surface Agricole Utile	BV Lignon	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	Chambre d'agriculture, DRAAF (fiches territoriales RGA), ADEME, Agri 2050, ..., SCOT	Tendance actuelle est conservée (-0,2%/an)		Validé lors des 2 réunions de concertation	
Assolement (évolution du type de culture)		Type de culture			Cultures de substitution	Adaptations (telles que le choix variétal) à prévoir Augmentation modérée du maraîchage	Validé lors des 2 réunions de concertation	
Pourcentage de surfaces irriguées						Proposition : +10 % par rapport à l'actuel	Représente une augmentation modérée de la surface occupée par l'irrigation (maraîchage, fruits rouges) car surface réduite actuellement Irrigation prairie : pas envisagée Absence de projets de nouveaux prélèvements (forage) ou de nouveau prélèvement ou régularisation / en substitution AEP	Validé lors des 2 réunions de concertation
Pratiques d'irrigation		Type				Pratiques inchangées (Développement des cultures sous serres et micro-irrigation)		Validé lors des 2 réunions de concertation
		% d'évolution				Augmentation volume eau nécessaire (besoin en m ³ /ha/an) : + 10% en 2050	Hypothèse état actuel (année normale / année sèche) : Fruits rouges/ Maraîchage plein champ : 2500 à 3000 m ³ /ha/an (prélevé sur 3 mois), Maraîchage sous serre : 6000 à 7000 m ³ /ha/an prélevé sur 4 mois.	Validé lors des 2 réunions de concertation
		Période irrigation				Avec même clé de répartition		Etude HMUC LRA
Autre								

Industrie

Industrie	Echelle spatiale	Unité	Référence temporelle	Source biblio	Evolution 2050 (scénario modéré et sévère) : Proposition envisagée	Commentaire	Justification des hypothèses à apporter (sources, dire d'expert, atelier concertation, hypothèse retenue sur autre territoire, ...)
Activité industrielle	BV Lignon	% d'évolution	Moyenne 2018-2022	Questionnaires Industries, référente CCI, SDAEP, Appels téléphoniques Industriels	Une nouvelle industrie future envisagée ; Industries existantes : cf. ci-dessous		Validé lors des 2 réunions de concertation
Consommation unitaire en eau	BV Lignon	% d'évolution			Industries existantes : En général, stabilisation ou croissance de l'activité (difficile voire impossible à quantifier) ; Consommation en eau au cas par cas selon industrie (tableau sera fourni en annexe) : consommation constante (laiterie), économies variable (-15 à -20% envisageable (salaison) ; voire -25 à -50% (recyclage plastique) ; 1 seul cas d'augmentation potentielle estimée (+25% : golf)	Au cas par cas selon industrie mais en majorité croissance de l'activité et économie supplémentaire d'eau (Incitations institutionnelles et progrès technologiques) Avis CCI à demander	Dire d'expert, suite à questionnaires individuels et échanges téléphoniques

ANNEXE 2 INDUSTRIES

	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel / économie d'eau
Gerentes	Laiterie-fromagerie	80 personnes	Araules	110 000 m ³ /an env (400 à 420 m ³ /j)	1 captage en rivière (pour refroidissement : cst) ; eau filtrée et désinfectée ; se rabat sur AEP si restriction (étiage) 25 000 m ³ /an env. ;	Refroidissement Lavage/rinçage/passe à l'eau (machines) 30 000 m ³ /an env. économie d'eau (-25% depuis 2017) Ouvrage de stockage (60m ³) dans l'usine (2022)	Prélèvements mensuels fournis. Besoin : 400 à 500 m ³ /j ; Besoins à peu près constant (léger pic pour laiterie au printemps)	2022 (été-automne), nov. 2023 ; arrêt prélèvement sur cours d'eau en période d'arrêt	Etude en cours sur réutilisation des eaux (mais actuellement Décret pas sorti) : représenterait 50m ³ /j Viser consommation constante (2050)

	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel / économie d'eau
Golf de Chambon-sur-Lignon	Golf	Surface : 70ha dont green (1ha), départ (1ha) fairway (15ha)	Chambon-sur-Lignon	Néant	20 000 m ³ /an env (17 à 24 000) ; à partir d'étangs alimentés par ruissellement ; période remplissage : par les précipitations + récupération EP	Arrosage	Arrosage printemps-été-automne (8 mois/an), variable selon les années	Volume suffisant avec restrictions d'usage appliquées ; Green : fragile si absence d'arrosage ; économie d'eau réalisées (coupure quand précipitations ; sonde d'humidité du sol) ; restrictions/interdiction par arrêté préfectoral	Arrosage green + économe ; recherche d'un site de stockage supplémentaire ; Utilisation d'autres graminées moins consommatrice : pas applicable (hors budget)

	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel / économie d'eau
Souchon d'Auvergne	Salaison, charcuterie	3000 à 5000t/an ; 150 salariés	St-Maurice-de-Lignon	100% sur réseau : 30 000 m ³ /an	Néant	Réduction de consommation réalisée : refroidissement compresseur (chaud/froid) pour séchage + nettoyage des ateliers de production (nuit)	Prélèvements mensuels fournis (consommation assez régulière)	Conductivité de l'eau : impacte purges des installations et refroidissement ; exigences de qualité réglementaires	Mise en place compteur + relevé hebdomadaire (suivi de la consommation en temps réel) ; recherche d'optimisation et veille technique pour de nouvelles technologies : -15% consommation envisageable (2050)
Salaison du Lignon	Salaison, charcuterie	8200t/an ; 222 salariés (internet)	St-Maurice Lignon	100% sur réseau : 51 000 m ³ /an env.	Néant	Nettoyage + refroidissement (2 sites)	Consommation assez régulière ; un léger pic en été (refroidissement)	Arrêtés sècheresse : risque de restriction à l'avenir	-15 à -20% consommation envisageable (2050)

	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel économie d'eau /
Brocélian de ALH	Salaison, charcuterie	1600 t/an ; 30 salariés	Yssingeaux	100% sur réseau (7000 à 8400m ³ /an) ; économie d'eau depuis 10 ans ; Renovation système froid : 4000m ³ depuis 2015	Néant	Lavage (5j/7)	Prélèvements mensuels fournis (consommation régulière)		
Les Monts de la Roche	Salaison, charcuterie (saucisson)	500 t/an	Tence	100% sur réseau (2000m ³ /an)	Néant	Nettoyage machines	Prélèvements mensuels non fournis (consommation régulière)		
SEMAD Jeune Loire	Abattoirs		Yssingeaux (limite BV prélèvement réseau BV)	100% sur réseau		Depuis 2019 ?			

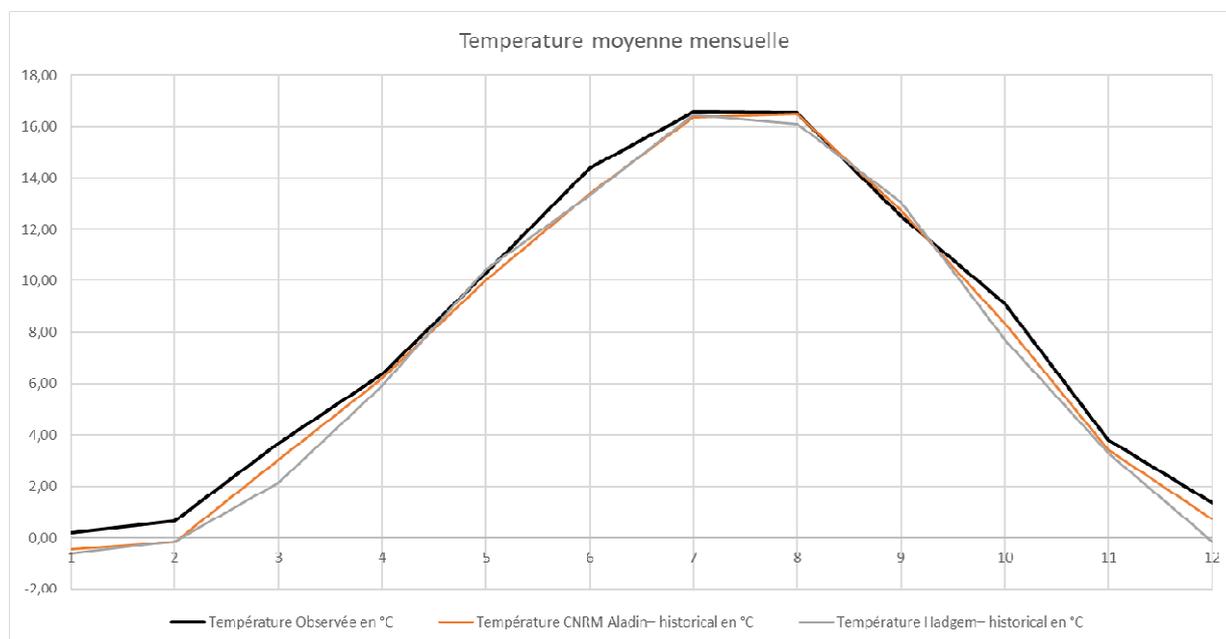
	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel économie d'eau
SAS STB Teyssier	Salaison, charcuterie	1300t/an ; 60 salariés ; Baisse activité	St-Agrève (prélèvement hors BV)	250 à 2500 m ³ /an	1 forage + 1 retenue (100m ³) ; prélèvement : 14 000 m ³ /an env.	Nettoyage (5j/7) et process (refroidissement autoclavage process charcuterie, etc..) ; Rénovation système froid (mars 2015) : - 6000m ³	Prélèvements mensuels fournis	Prb alimentation sur forage (ponctuelles et limitées)	
Pichon	Salaison, charcuterie	8 salariés (n'a pas souhaité répondre au questionnaire)	Raucoules	626 m ³ en 2019 ; 544 m ³ en 2021 ; (RPQS Raucoules ; abonné non domestique)		Lavage			
Entreprise MJ	Recyclage	30 employés	Ste Sigolène	Pas besoin d'eau industrielle ; essentiellement eau pour sanitaire		Station de traitement (arrosage en circuit fermé ; rejet dans réseau EU)			

	Activité	Quantitatif (tonne production, nombre de salariés, ...)	Commune	Prélèvement sur réseau	Prélèvement sur milieu	Utilisation de l'eau / économies réalisées	Variation annuelle	Difficultés rencontrées éventuelles	Projet éventuel / économie d'eau
SAS 43 RG	Recyclage plastique (depuis 2022)		Tence	sur réseau AEP si besoin (4320 m ³ /an)	1 forage (6480 m ³ /an) + récupération EP (cuve de 600m ³ ; toiture : 2800 m ²) : assez équilibré		Besoin : 10500 m ³ /an (1,2 m ³ /h constant 24h/24)		-25 à -50% consommation envisageable (2050)

ANNEXE 3 TEMPERATURE MOYENNE MENSUELLE INTERRANUELLE

Station de Mazet

Mois	Température Observée en °C	Température CNRM Aladin–historical en °C	Température Hadgem–historical en °C
1	0,19	-0,5	-0,60
2	0,66	-0,2	-0,15
3	3,68	3,0	2,14
4	6,36	6,2	5,89
5	10,29	10,0	10,44
6	14,40	13,4	13,33
7	16,58	16,4	16,46
8	16,53	16,5	16,10
9	12,50	12,7	13,07
10	9,12	8,3	7,70
11	3,82	3,4	3,29
12	1,34	0,7	-0,13



Station de Saint-Romain

Mois	Température Observée en °C	Température CNRM Aladin–historical en °C	Température Hadgem–historical en °C
1	1,36	0,3	0,01
2	1,94	0,5	0,53
3	5,02	4,3	3,15
4	7,81	7,1	6,88
5	11,88	10,8	11,45
6	16,05	14,4	14,30
7	18,05	17,3	17,40
8	17,96	17,4	17,11
9	13,83	13,4	13,91
10	10,47	9,0	8,44
11	4,95	4,2	3,93
12	2,45	1,3	0,43

