

SAGE NESTE ET RIVIÈRES DE GASCOGNE

**Projections hydroclimatiques :
impact de la mise à jour des
projections Explore2
et contenus des fichiers de données**

Version finale

Version du 05 août 2025



SOMMAIRE

Table des figures	2
Avant-propos.....	3
Avertissement.....	3
A retenir.....	4
Principaux enseignements des nouvelles simulations	5
Données mises à disposition	6
Introduction.....	7
1. Description des fichiers de données de débits.....	8
2. Projections climatiques : généralités et méthodologie	12
3. Nouveautés par rapport à la note « Hydrologie du futur » réalisée en 2023	20
4. Résultats Explore2-Climat.....	22
5. Résultats des projections hydroclimatiques.....	29
Références	35
Annexes.....	37

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1. CHAÎNE DE MODELISATION EXPLORE2 : DU CLIMAT AUX DEBITS « NATURELS » FUTURS (SOUBEYROUX ET AL. 2020)	13
FIGURE 2. RESULTATS DES PROJECTIONS CLIMATIQUES EXPLORE2 SUR LE TERRITOIRE DU SAGE NRG. GRAPHIQUE EAUEA PRODUIT DANS LE CADRE DE L'ETUDE NME AEAG.	15
FIGURE 3. PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNEES SUR 30 ANNEES GLISSANTES (CENTREES), EN MOYENNE SUR LE TERRITOIRE DU SAGE NRG.	15
FIGURE 4. TEMPERATURES SUR LE TERRITOIRE D'APRES LES 17 PROJECTIONS DRIAS/EXPLORE2-CLIMAT, MOYENNEES SUR 20 ANNEES GLISSANTES (CENTREES). LE TRAIT GRIS HORIZONTAL EST REPRESENTE POUR ILLUSTRER LA NOTION DE « NIVEAU DE RECHAUFFEMENT », ICI PAR EXEMPLE +2.1°C PAR RAPPORT A 1976-2005, EN MOYENNE SUR LE TERRITOIRE CORRESPOND EN FONCTION DES MODELES A DES PERIODES DE 20 ANS CENTREES ENTRE 2035 ET 2065 ENVIRON (TRAITS GRIS VERTICAUX POINTILLES).	17
FIGURE 5. LA TRAJECTOIRE DE RECHAUFFEMENT DE REFERENCE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (MINISTERE TERRITOIRES ECOLOGIE LOGEMENT 2024) FIXE DIFFERENTS NIVEAUX DE RECHAUFFEMENT PAR RAPPORT A 1900-1930, EN MOYENNE SUR LA FRANCE METROPOLITAINE. LES HORIZONS TEMPORELS SONT INDICATIFS. FIGURE ADAPTEE DE SOUBEYROUX ET AL. (2024).	17
FIGURE 6. VARIATIONS DE PRECIPITATIONS (AXE HORIZONTAL) ET VARIATIONS DE TEMPERATURES (AXE VERTICAL) PREVUES PAR LES 17 PROJECTIONS EXPLORE2-CLIMAT, A L'HORIZON 2035-2064 (GAUCHE) ET « TRACC 2050 » (DROITE) PAR RAPPORT A LA PERIODE DE REFERENCE 1976-2005. LES ECHELLES SONT LES MEMES SUR LES DEUX GRAPHIQUES. CHAQUE SYMBOLE CORRESPOND A UNE PROJECTION CLIMATIQUE DIFFERENTS (A CHAQUE FORME CORRESPOND UN MODELE DE CLIMAT GLOBAL ET A CHAQUE COULEUR UN MODELE DE CLIMAT REGIONAL).	18
FIGURE 7. VARIATIONS DE L'ETP (AXE HORIZONTAL) ET VARIATIONS DE PRECIPITATIONS (AXE VERTICAL) PREVUES PAR LES 17 PROJECTIONS CLIMATIQUES EXPLORE2, A L'HORIZON « TRACC 2050 » PAR RAPPORT A LA PERIODE DE REFERENCE 1976-2005.	24
FIGURE 8. IDEM QUE LA FIGURE 7 MAIS POUR LA TRACC 2100 PAR RAPPORT A 1976-2005.	24
FIGURE 9. IDEM QUE LA FIGURE 7 MAIS UNIQUEMENT POUR LE BASSIN VERSANT DE LA NESTE EN AMONT DE LA PRISE D'EAU DU CANAL DE LA NESTE.	25
FIGURE 10. BOITES A MOUSTACHES (LEGENDE A DROITE) DES VARIATIONS DE TEMPERATURE SUR LA NESTE AMONT (HAUT) ET SUR LA GASCogne (BAS) A CHAQUE SAISON (DJF = DECEMBRE, JANVIER, FEVRIER, ETC.) ET EN MOYENNE ANNUELLE, SUR LA BASE DES 17 MODELES DE CLIMAT EXPLORE 2 A L'HORIZON DE LA TRACC 2050 PAR RAPPORT A 1976-2005.	27
FIGURE 11. IDEM QUE LA FIGURE 10 MAIS POUR LES VARIATIONS DES CUMULS D'ETP (GAUCHE) ET DES CUMULS DE PRECIPITATIONS (DROITE).	28
FIGURE 12. QMNA MOYENS (GAUCHE) ET MODULES (DROITE) ISSUS DES SIMULATIONS GR4J REALISEES A PARTIR DES PROJECTIONS DE 3 MODELES EXPLORE2-CLIMAT. DONNEES BASEES SUR LA SOMME DES DEBITS SIMULES SUR CHACUNE DES 6 RIVIERES DE GASCogne CONSIDEREES.	30
FIGURE 13. VARIATIONS DE DEBITS SAISONNIERS (DJF = DECEMBRE, JANVIER, FEVRIER, ... ETC.) MOYENS PREVUS PAR LES MODELES GRSD ET SMASH SUR LA NESTE A SARRANCOLIN AUX HORIZONS « TRACC 2050 » (GAUCHE) ET TRACC 2100 (DROITE) PAR RAPPORT A LA REFERENCE 1976-2005. LES BOITES A MOUSTACHE SONT REALISEES A PARTIR DE 17x2 = 34 VALEURS MOYENNES.	34
FIGURE 14. RESULTATS DES PROJECTIONS EXPLORE2 EN TERMES DE VCN30 ET DE MODULES AUX HORIZON TRACC 2050 (HAUT) ET TRACC 2100 (BAS) PAR RAPPORT A 1976-2005 SUR LA NESTE A SARRANCOLIN, SUR LA BASE DES MODELES HYDROLOGIQUES GRSD (GAUCHE) ET SMASH (GRSD).	34
FIGURE 15 : ENCART ISSU DU RAPPORT DRIAS2020 DE METEO-FRANCE, PAGE 18 (SOUBEYROUX ET AL. 2020).	37

AVANT-PROPOS

Ce document constitue une mise à jour de la note « Hydrologie du futur » réalisée en 2023 dans le cadre des travaux du SAGE Neste et rivières de Gascogne. Il intègre les avancées récentes du projet Explore2 ainsi que les résultats d'une étude menée par l'Agence de l'eau Adour-Garonne portant sur la définition d'un nouveau modèle économique de soutien d'étiage.

Il présente des éléments méthodologiques, les nouveautés liées à la mise à jour des jeux de données climatiques et hydrologiques, une analyse des résultats issus des dernières projections, ainsi qu'un éclairage sur les différences avec les travaux précédents. L'ensemble s'inscrit désormais dans le cadre de la TRACC – Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique – définie au niveau national.

Ce rapport est accompagné de fichiers de données au format tableur permettant d'explorer les résultats détaillés des simulations hydroclimatiques pour la Gascogne et la Neste à Sarrancolin. Ces éléments visent à mieux outiller les acteurs du territoire pour la prise en compte du changement climatique dans la gestion de la ressource en eau.

AVERTISSEMENT

Les résultats issus des modélisations hydro-climatiques présentés dans ce rapport comportent **des incertitudes significatives qu'il convient de garder à l'esprit lors de leur interprétation.**

Pour la Gascogne, les modèles hydrologiques utilisés ont été calibrés pour analyser les étiages et les volumes écoulés moyens. **Les résultats des projections hydrologiques sur la Gascogne ne sont pas adaptés à l'étude des hautes-eaux, et ne doivent pas être utilisés pour estimer les risques de crues futures.**

De façon générale, l'évaluation d'événements hydrologiques extrêmes (crues, sécheresses intenses...) à partir de résultats de modélisations hydroclimatiques est une démarche délicate, qui nécessite de mobiliser un large éventail de modèles climatiques et hydrologiques, afin de refléter la diversité des futurs possibles.

A RETENIR

- Les connaissances scientifiques sur le climat et l'hydrologie évoluent rapidement. De nouveaux résultats issus du projet Explore2 et d'une étude conduite pour l'Agence de l'Eau Adour-Garonne amènent à actualiser **les projections climatiques et, surtout, hydrologiques sur le territoire du SAGE NRG.**
- Les nouvelles données fournissent des chroniques de **débits journaliers jusqu'en 2099** :
 - Sur les rivières de Gascogne : simulations hydrologiques réalisées avec le modèle GR4J calibré par Eaucéa, à partir de 3 modèles climatiques Explore2.
 - Sur la Neste à Sarrancolin : 68 simulations Explore2 issues de 17 modèles climatiques couplés à 4 modèles hydrologiques.
- La mise en place de la « Trajectoire de réchauffement référence pour l'adaptation au changement climatique » (TRACC) dans le cadre du Plan National d'adaptation aux changements climatiques PNACC-3 **modifie la manière de mobiliser les résultats** des modèles climatiques.
- La comparaison des nouveaux résultats (basés sur la TRACC) et les travaux antérieurs (rapport « hydrologie du futur du SAGE de 2023) **reste limitée, du fait de méthodologies et de périodes de référence différentes.**

Notons cependant que :

- Les ordres de grandeur des changements climatiques observés avec la TRACC restent cohérents avec les travaux antérieurs.
- Les projections hydrologiques, bien qu'actualisées, restent globalement en ligne avec celles **présentées dans le document « hydrologie du futur » du SAGE NRG.**

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DES NOUVELLES SIMULATIONS

Pour les rivières de Gascogne (3 modèles Explore2-Climat et 1 modélisation hydrologique GR4J-Eaucéa) :

- Les **débits d'étiage (QMNA)** et les **débits moyens estivaux** (juin à septembre) pourraient être **plus fortement réduits** que dans les estimations de 2023 issues des travaux sur l'hydrologie du futur.
- À l'horizon **TRACC 2050** :
 - Les évolutions des **modules – débits moyens annuels** – sont très incertaines, mais des **baisses allant jusqu'à -140 Mm³** cumulés sur les 6 rivières principales sont possibles.
 - Les **QMNA moyens** pourraient diminuer de **-13 % à -40 %** par rapport à la période de référence 1976–2005.
- À l'horizon **TRACC 2100** :
 - Tous les modèles convergent vers une **baisse des modules**, avec des réductions allant de **-25 Mm³ à -380 Mm³** selon les scénarios.
 - Les **QMNA moyens** pourraient diminuer de **-26 % à -67 %**.
- Dans tous les cas, **les incertitudes demeurent importantes**, quel que soit l'horizon temporel considéré.

Pour la Neste à Sarrancolin (simulations avec 17 modèles climatiques Explore2-Climat et 2 modèles hydrologiques GRSD et SMASH)

- Les scénarios TRACC 2050 et 2100 indiquent une **tendance à la baisse** :
 - des **modules annuels**,
 - des **VCN30** (débits d'étiage sur 30 jours).
- Les projections prévoient :
 - une **baisse des débits moyens en été et en automne**,
 - une **hausse des débits d'hiver**, mais qui s'amenuise avec le temps.
- Estimations des médianes des modèles GRSD et SMASH :
 - **TRACC 2050** : -1,7 m³/s (module) ; -0,8 m³/s (débit d'étiage VCN30),
 - **TRACC 2100** : -4 m³/s (module) ; -1,9 m³/s (débit d'étiage VCN30),
 - avec une **variabilité notable** entre modèles, traduisant de **fortes incertitudes**.

DONNEES MISES A DISPOSITION

Les jeux de données fournis regroupent les résultats les plus récents issus :

- du volet **hydrologique Explore2-2024** pour la Neste,
- des **simulations Explore2-Climat** couplées au modèle GR4J-Eaucéa pour la Gascogne.

Ils sont utilisables pour les analyses territoriales, **dans les limites et précautions d'usage** détaillées dans le rapport, et jusqu'à de prochaines mises à jour et/ou nouvelles recommandations nationales.

INTRODUCTION

Ce rapport s'inscrit dans le cadre du **défi 1 de la stratégie** du SAGE Neste et rivières de Gascogne, qui vise à anticiper les effets du changement climatique sur les ressources en eau du territoire. Il a pour objectif de mettre à disposition des acteurs des fichiers de données contenant les **chroniques de débits futurs les plus récentes**, modélisées pour plusieurs rivières clés du territoire, en cohérence avec les **orientations nationales relatives à la Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC)**.

Ces chroniques simulent les débits naturels journaliers de façon continue de 1976 à 2099 sur 7 points nodaux du SAGE :

- la Neste à Sarrancolin,
- la Save à Larra,
- la Gimone à Castelféus,
- l'Arrats à St-Antoine,
- le Gers à Monestruc,
- la Baïse à Nérac,
- et l'Osse à Andiran.

Chaque chronique de débits est obtenue à partir d'un **scénario climatique distinct**, donnant lieu à une trajectoire hydrologique originale. Pour les maîtres d'ouvrage, le choix de la chronique de débits à retenir dépendra de la thématique étudiée et du niveau de risque que l'on souhaite intégrer dans la planification ou les projets. Il n'y a donc pas de recommandation générale privilégiant l'une ou l'autre de ces chroniques.

Il convient par ailleurs de garder à l'esprit que ces résultats sont susceptibles d'évoluer, au gré des **avancées scientifiques** et de la **prise en compte de futurs climatiques potentiellement plus défavorables** que ceux modélisés ici.

Enfin, si des déclinaisons territoriales plus fines sont envisagées, elles nécessitent des ajustements méthodologiques ad hoc. Néanmoins, ces chroniques offrent dès à présent une **première base robuste et cohérente** pour appréhender un futur hydrologique probablement plus contraint, notamment en période d'étiage, mais aussi plus largement sur l'ensemble du cycle annuel.

Par ailleurs ce rapport fournit également :

- 1) Des éléments méthodologiques, notamment sur la notion de TRACC (Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique), les incertitudes et le choix des modèles pour couvrir la fourchette des futurs possibles
- 2) Une analyse des données les plus à jour à l'heure actuelle, sachant que des travaux sont encore en cours (projets Explore2, études portées par l'AEAG).
- 3) Des éléments de comparaison avec le rapport « hydrologie du future » de 2023 réalisé lors de la phase « Tendances et scénarios » du SAGE, sans faire une comparaison exhaustive, l'intérêt étant d'être le plus à jour des données.

1. DESCRIPTION DES FICHIERS DE DONNEES DE DEBITS

Cette partie décrit dans les grandes lignes le contenu des fichiers fournis.

Pour davantage d'informations sur les modèles climatiques, vous pouvez vous référer à la **partie 2**.

L'analyse des nouveautés par rapport à 2023 et aux éléments présentés dans le rapport *Hydrologie future* du SAGE est détaillée en **partie 3**.

Les **parties 4 et 5** présentent respectivement les résultats des projections **climatiques** (partie 4) et **hydrologiques** (partie 5).

Enfin, les **annexes** en fin de document apportent des précisions complémentaires sur les scénarios RCP ainsi que sur la **TRACC**.

1.1. Généralités

Les projections sont basées sur des modèles de climat et des modèles hydrologiques. Suivant les recommandations pour la TRACC, les projections climatiques sont basées sur le scénario d'émission de gaz à effet de serre RCP8.5 (qui ne doit pas être vu comme pessimiste, au moins dans le contexte de la TRACC et des données Explore2-Climat¹). Les projections climatiques alimentent des modèles hydrologiques qui fournissent des **débits naturels** (sans usage, donc sans apport artificiel ni prélèvement) **journaliers**.

Ces données de débits simulés par les modèles hydroclimatiques ne peuvent pas être utilisées comme prévision pour un jour donné (ex : débit à Montestruc le 27 Août 2050) ni comme estimation de débit naturel passé pour un jour en particulier (ex : débit à Sarrancolin le 11 juin 2005). **Elles ont pour objectif de donner des estimations des variations de débits à des horizons futurs par rapport à une période de référence** (ainsi, par exemple, sur le Gers à Montestruc, le modèle DRIASg prévoit une baisse de près d'environ 1m³/s en moyenne mensuelle en juin à l'horizon de la TRACC 2050 par rapport à la période de référence 1976-2005). Elles peuvent être utilisées comme **chroniques hydrologiques possibles a priori**, mais les valeurs extrêmes doivent être prises avec précaution et les incertitudes inhérentes à la modélisation ne doivent pas être négligées dans l'interprétation des résultats. Des biais existent sur les périodes historiques : le débit moyen de la période 1976-2005 diffère d'un modèle à l'autre, et peut s'écarter sensiblement des débits mesurés naturalisés².

¹ Se reporter à la partie suivante (page 10 et suivantes) et aux annexes (page 29 et suivantes) pour plus de détails sur les modèles, scénarios RCP et la TRACC.

² Débit mesuré naturalisé : débit réellement mesuré à une station hydrométrique, corrigé pour représenter les conditions naturelles, c'est-à-dire sans les effets des aménagements humains (barrages, prélèvements, rejets, etc.). Autrement dit, c'est une estimation du débit tel qu'il aurait été en l'absence d'influence anthropique sur le cours d'eau.

Les débits simulés sont uniquement des débits « naturels », c'est-à-dire résultant uniquement des **conditions climatiques et hydrologiques naturelles** du bassin versant (précipitations, évapotranspiration, etc.), **sans influence des usages et aménagements anthropiques** tels que canaux, barrages, retenues, dérivations, prélèvements ou rejets, couvrant a minima la période 1976-2099.

Les chroniques journalières peuvent être utilisées telles qu'elles mais il est conseillé d'en faire un traitement à l'aide d'indicateurs statistiques et de **comparer la période de référence 1976-2005 avec une ou plusieurs périodes « TRACC » futures** (périodes qui, par définition de la TRACC, sont différentes en fonction du modèle, cf. Annexe « TRACC et horizons temporels » page 39).

Les fichiers sont au format .csv, avec des colonnes séparées par des points-virgules, et utilisant le point décimal (nombre du type « 27.2 » et non pas « 27,2 »). Ils contiennent chacun une première colonne avec la date au format année-mois-jour, puis plusieurs colonnes avec les débits simulés en m³/s.

1.2. Fichiers pour les rivières de Gascogne

Sur le territoire de la Gascogne, les données utilisées proviennent de l'étude menée pour l'Agence de l'Eau Adour-Garonne dans le cadre du projet de « nouveau modèle économique du soutien d'étiage ». Seule une adaptation a été apportée dans le traitement des résultats afin d'intégrer explicitement la TRACC (voir partie 5.1).

Les simulations sont issues du modèle hydrologique GR4J, calé sur des **débits naturalisés** en **six points nodaux** :

- la **Save** à Larra,
- la **Gimone** à Castelférous,
- l'**Arrats** à St-Antoine,
- le **Gers** à Montestruc,
- la **Baïse** à Nérac,
- et l'**Osse** à Andiran.

Ces calages ont été réalisés en réponse aux performances jugées limitées des modèles hydrologiques Explore2 sur les données historiques, y compris lorsqu'ils sont alimentés par les données météorologiques SAFRAN. Le choix a été fait de caler les paramètres des modèles GR4J en ciblant prioritairement une bonne simulation des **débits d'étiage**, et dans une moindre mesure des **volumes annuels écoulés**. À noter que les chroniques de débits ainsi produites ne sont *a priori* pas adaptées à l'analyse des crues ou d'événements hydrologiques extrêmes.

Les résultats sont fournis dans un **fichier unique** contenant :

- une première colonne indiquant la date,
- et **18 colonnes** correspondant aux **débits naturels journaliers modélisés** (en m³/s), soit trois colonnes par station hydrométrique.

Chaque colonne est nommée selon le format suivant :

<modèle climatique>GR4J-EAUCEA<station hydrométrique>

(par exemple : *DRIAS8_GR4J-EAUCEA_LARRA0101_Save_Larra*).

Les simulations couvrent la période **1976 à 2099**. Bien que l'année 1975 ait été modélisée, elle est exclue de l'analyse, en raison des spécificités du modèle GR4J, qui nécessite de ne pas utiliser la première année de simulation.

1.3. Fichier pour la Neste à Sarrancolin

Sur la Neste à Sarrancolin, les résultats des simulations de débits naturels journaliers ont été extraits de la base de données Explore2 / DRIAS-EAU sur la période 1973-2099, en utilisant l'ensemble des modèles disponibles. Comme pour la Gascogne, le scénario RCP8.5 a été retenu pour suivre les recommandations d'Explore2 dans le cadre de la TRACC.

Les données sont mises à disposition sous la forme d'**un seul fichier** avec 69 colonnes :

- la première colonne correspond à la date (au format année-mois-jour),
- les 68 colonnes suivantes correspondent aux débits naturels simulés (en m³/s) obtenus à partir de la combinaison de 4 modèles hydrologiques différents (GRSD, SMASH, CTRIP et ORCHIDEE) et 17 modèles climatiques, soit un total de 68 simulations hydroclimatiques différentes).

Les **noms des colonnes** sont du type **<modèle de climat>_<modèle hydrologique>**, par exemple DRIAS1_GRSD avec DRIAS1 = modèle de climat utilisé³ et GRSD = modèle hydrologique. Pour les noms des 17 modèles de climat représentés ici par les numéros⁴ (DRIAS1, DRIAS2, ...) se reporter au Tableau 4 en annexes.

³ Les numéros 1 à 20 (DRIAS1, DRIAS2, etc.) **ne sont pas des noms standards, pour les noms standards simplifiés des 17 modèles de climat disponibles** se reporter au Tableau 4 en Annexe.

⁴ Notons qu'il n'y a pas de DRIAS5 ni DRIAS10 ni DRIAS13, car les modèles correspondants ont été retirés des jeux de données finaux Explore2-Climat-2022 et des simulation hydrologiques associées (jeu de données Explore2-2024)

Les résultats présentés dans la suite du rapport sont issus uniquement des **modèles hydrologiques GRSD et SMASH**, qui présentent globalement, sur la période historique, les biais les plus faibles parmi les modèles Explore2. Le modèle CTRIP peut également être utilisé pour élargir le champ des possibles et avoir une image plus complète des incertitudes. En revanche, le modèle ORCHIDEE génère parfois des résultats peu réalistes et, s'il est utilisé, l'analyse des résultats doit être effectuée avec prudence⁵.

Les modélisations Explore2 n'ont pas été réalisées avec un focus particulier sur l'étiage, elles peuvent être utilisées *a priori* aussi bien pour décrire le régime général que l'étiage ou les crues. Cependant la prudence est de mise dans l'utilisation des données, les incertitudes ne doivent pas être sous-estimées de façon générale et plus encore pour les événements rares.

⁵ Description et éléments d'évaluation des modèles sur le portail DRIAS-EAU (DRIAS-Eau 2024), voir notamment <https://www.drias-eau.fr/accompagnement/sections/304> et https://www.drias-eau.fr/document/fiches-stations-drias-eau/O/Garonne_O.pdf

2. PROJECTIONS CLIMATIQUES : GENERALITES ET METHODOLOGIE

2.1. Les modèles Explore2

Les modèles de climat sont le fruit de décennies de travaux de recherche menés au sein d'universités, de centres de recherche et de services météorologiques. Ils permettent d'effectuer des projections climatiques à partir d'hypothèses sur les concentrations futures de gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre.

Les modèles se basent sur des équations physiques décrivant les phénomènes qui se produisent dans l'atmosphère, mais également dans l'océan et à la surface terrestre.

Il existe une diversité de modèles car des choix de modélisations différents peuvent être faits, notamment sur :

- les **méthodes numériques** utilisées pour résoudre les équations,
- la manière de **découper l'atmosphère** (résolution horizontale et verticale, type de grille, etc.),
- ainsi que sur diverses **hypothèses et approximations effectuées dans les modèles**, nécessaires pour rendre les simulations réalisables dans des temps raisonnables avec les puissances de calcul disponibles.

Les modèles de climat sont ensuite comparés entre eux et évalués dans le cadre d'exercices de comparaison internationaux. Les résultats de ces exercices sont utilisés dans les rapports du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Les résultats des modèles climatiques globaux ont été utilisés pour produire des projections régionales sur l'Europe de l'Ouest (Jacob et al. 2014). Ces projections ont ensuite fait l'objet de travaux de sélection des modèles les plus adaptés pour la France et de corrections de biais (climatiques). Ces étapes ont été menées dans le cadre des projets DRIAS-2020 et Explore2 (Soubeyroux et al. 2020; Marson et al. 2024; Explore2 2023; DRIAS-Climat 2024), afin de produire des projections climatiques et hydrologiques à l'échelle nationale (Figure 1).

Dans le cadre du projet Explore2, 9 modèles hydrologiques ont été mobilisés. Ils utilisent les données climatiques corrigées pour simuler les débits naturels des rivières (c'est-à-dire sans usages ni prélèvements) sur un grand nombre de stations hydrométriques réparties sur le territoire métropolitain (DRIAS-Eau 2024; 2023; Sauquet et al. 2023).

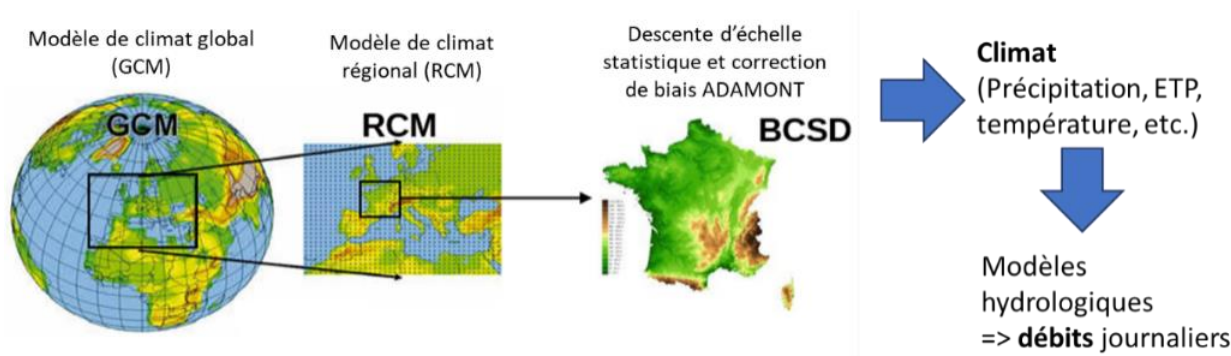


FIGURE 1. CHAÎNE DE MODELISATION EXPLORE2 : DU CLIMAT AUX DEBITS « NATURELS » FUTURS (SOUBEYROUX ET AL. 2020)

2.2. Effectuer un choix parmi les modèles disponibles : approche « narrative »

A l'échelle de la France métropolitaine 17 couples de modèles de climat DRIAS/Explore2 (associant un modèle global et un modèle régional, cf. Figure 1) sont disponibles⁶. Cette variété de modèles permet d'appréhender au moins une partie des **incertitudes associées aux projections climatiques**.

Les projections sont également disponibles sous différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, appelés scénarios RCP (issus du 5^{ème} rapport du GIEC). Parmi eux, le scénario **RCP8.5** est celui qui semble le **plus cohérent avec les tendances actuelles** et les **engagements climatiques mondiaux**, au moins jusqu'à l'horizon 2040–2070. Ce scénario est d'ailleurs le **seul adapté à la TRACC** (cf. Annexe 0 pour plus de détails, et partie suivante).

Les 17 projections climatiques disponibles représentent ainsi 17 futurs climatiques possibles. Cependant, il n'est pas réaliste de mobiliser l'ensemble de ces projections dans les analyses territoriales, car chaque scénario climatique implique des modélisations supplémentaires (hydrologiques, agricoles, socio-économiques, etc.), ce qui multiplie considérablement le nombre de cas à étudier.

Ainsi, il est nécessaire de réduire le nombre de projections climatiques **en conservant cependant une bonne représentation de la fourchette des futurs climatiques possibles**. Cette approche est appelée l'approche « narrative » (Marson et al. 2024).

Par exemple, au niveau national (France métropolitaine), 4 projections climatiques ont été sélectionnées pour l'échéance 2071–2100. A l'échelle des territoires, les choix de projections climatiques contrastées peuvent cependant différer de la sélection nationale, qui repose sur des moyennes climatiques à l'échelle de la France entière et uniquement pour l'horizon « fin de siècle » (2071–2100).

⁶ Le jeu de données utilisé est celui recommandé pour la TRACC et utilisé pour les projections hydrologiques Explore2 : il s'agit du jeu de 17 modèles de climat « Explore2-Climat-2022 » avec correction de biais par la méthode ADAMONT (Verfaillie et al. 2017)

Des familles de narratifs sont également proposés pour l'horizon « fin du siècle » de la TRACC (Soubeyroux et al. 2024; 2025).

Choix effectué pour l'étude AEAG (nouveau modèle économique du soutien d'étiage):

Dans le cadre de l'étude réalisée pour l'Agence de l'eau Adour-Garonne sur le nouveau modèle économique du soutien d'étiage (NME AEAG) 3 modèles de climat ont été sélectionnés. Ce choix s'est appuyé sur la base des variations de précipitations et d'évapotranspiration potentielle (ETP) prévues entre les périodes 1981-2010 et 2040-2069.

Les 3 modèles retenus sont :

- **DRIASg HadGEM/CCLM** : forte hausse des ETP et baisse des précipitations, il représente le scénario le plus sec,
- **DRIAS 8 Nor-ESM/HIRAM** : proche de la médiane des modèles en termes de variations d'ETP et de précipitations,
- et **DRIAS14 HadGEM/ALADIN** : hausse modérée des ETP et hausse des précipitations ; il représente le scénario le plus humide.

Ces 3 modèles ont alors été utilisés pour effectuer des **simulations hydrologiques à l'aide du modèle GR4J** sur les rivières de Gascogne. Concernant la Neste, ce sont les modèles hydrologiques Explore2 (GRSD et SMASH) qui ont été mobilisés.

La Figure 2 présente les variations moyennes des variables climatiques (ETP et précipitations) entre 2040-2069 et 1981-2010 pour ces trois modèles, tandis que la Figure 3 illustre les tendances en termes d'évolutions des précipitations.

Dans ces deux figures, il apparaît que les modèles DRIAS14 et DRIASg encadrent bien la fourchette des futurs possibles, en représentant respectivement les scénarios les plus humides et plus secs.

Soulignons que la sélection du modèle DRIAS15 est généralement déconseillé (car il tend à sous-estimer les hausses de température et d'ETP futures et à être trop humide), bien qu'il ait été conservé dans l'ensemble Explore2.

Modèles utilisés précédemment pour le SAGE Neste et Rivières de Gascogne :

Dans les travaux antérieurs réalisés dans le cadre du SAGE NRG, les modèles retenus étaient :

- DRIASg, également utilisé dans l'étude NME de l'AEAG
- DRIAS12, pour travailler sur les scénarios extrêmes (DRIAS14 n'était pas disponible à l'époque),
- et DRIAS7 en tant que modèle « médian », car il produisait des résultats en termes de conséquences hydrologiques proches de la médiane des modèles (avec simulations hydrologiques SIM2-2021).

Cette différence dans la sélection des modèles climatiques (entre les travaux antérieurs effectués dans le cadre du SAGE et la mise à jour présentée ici) n'est donc pas sans impact sur les résultats, mais cela doit être relativisé au vu des incertitudes importantes.

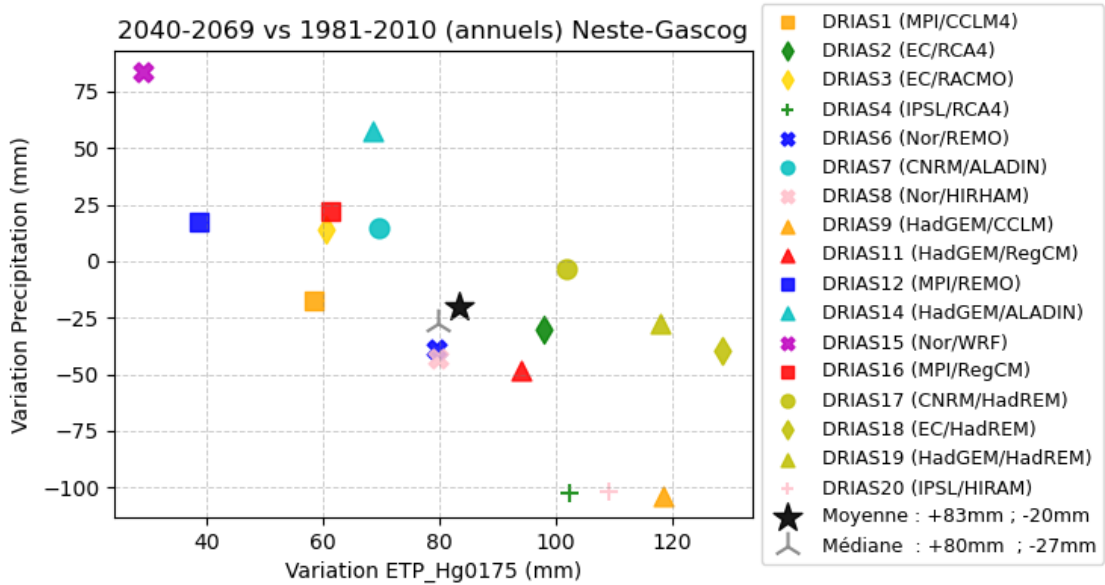


FIGURE 2. RESULTATS DES PROJECTIONS CLIMATIQUES EXPLORE2 SUR LE TERRITOIRE DU SAGE NRG. GRAPHIQUE EAUCEA PRODUIT DANS LE CADRE DE L'ETUDE NME AEAG.

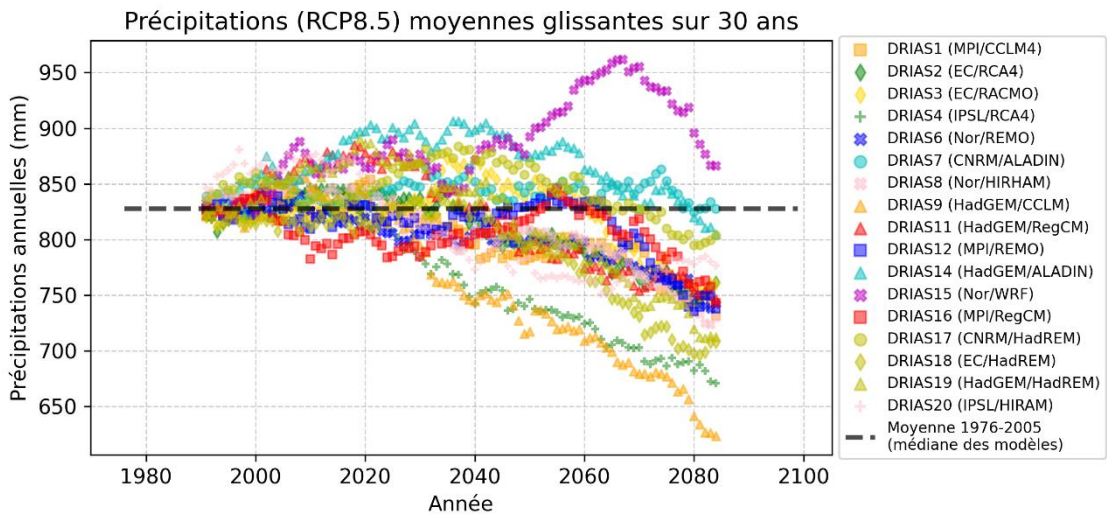


FIGURE 3. PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNEES SUR 30 ANNEES GLISSANTES (CENTREES), EN MOYENNE SUR LE TERRITOIRE DU SAGE NRG.

2.3. La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)

Les projections climatiques sous le scénario RCP8.5 prévoient chacune une vitesse de réchauffement différente, en raison des diverses sources d'incertitudes liées à la modélisation.

Ainsi, pour une période donnée, la France se situe dans une fourchette de réchauffement moyen, et il en va de même pour les territoires. Par exemple, pour l'horizon 2035-2064, sur le territoire du SAGE NRG cette fourchette s'étend de +1,6°C à +2,9°C par rapport à la période 1976-2010.

Plutôt que d'étudier cette plage de réchauffement à un horizon temporel fixe, une approche alternative consiste à se positionner à un **niveau de réchauffement donné**.

Concrètement, pour chaque projection, on identifie la période à laquelle ce niveau de réchauffement est atteint. Par exemple, une augmentation moyenne de +2,1 °C par rapport à 1976-2005, qui peut survenir à des dates différentes selon les modèles.

La Figure 4 illustre ce principe pour le territoire du SAGE NRG avec le niveau de réchauffement de +2,1°C par rapport à 1976-2005.

La TRACC est définie de façon similaire : elle se base sur des niveaux de réchauffement, mais avec des moyennes sur l'ensemble de la France métropolitaine.

Cette approche par niveaux de réchauffement est celle qui a été adoptée dans le 3^{ème} Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-3). Ce dernier recommande l'utilisation de la *trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique* (TRACC) dans tous les documents de planification publiques⁷ (Ministère Territoires Ecologie Logement 2024).

Cette trajectoire (Figure 5) définie à l'échelle de la France Métropolitaine se base sur les résultats des travaux du GIEC pour la sélection des niveaux de réchauffement. Les horizons temporels associés sont indicatifs⁸ et peuvent être considérés comme « probables » au vu des politiques actuelles. Toutefois, ils ne doivent en aucun cas être interprétés comme des certitudes, compte tenu des incertitudes liées aux émissions de gaz à effets de serre, à la modélisation climatique et à la variabilité interne du climat.

⁷ La mesure 23 du PNACC-3 est : « *Intégrer progressivement la trajectoire de réchauffement de référence [TRACC] dans tous les documents de planification publique* ».

⁸ Il ne s'agit pas des horizons temporels dans les simulations mobilisées (qui sont différentes pour chaque simulation, comme indiqué précédemment), mais d'une *estimation* approximative de l'horizon temporel auquel le niveau de réchauffement devrait advenir.

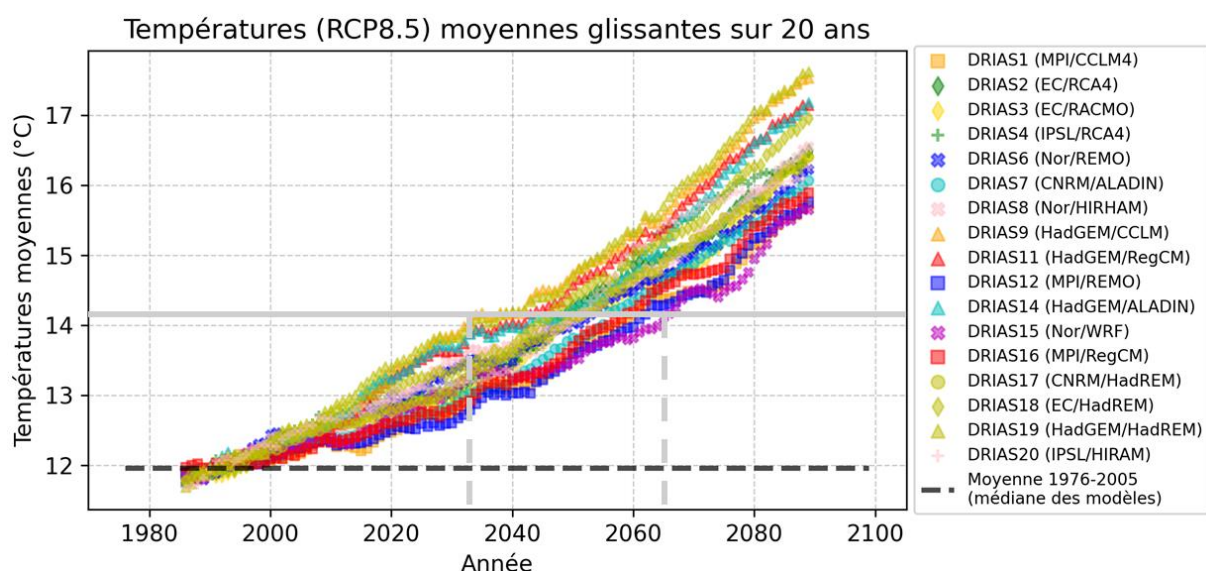


FIGURE 4. TEMPÉRATURES SUR LE TERRITOIRE D'APRÈS LES 17 PROJECTIONS DRIAS/EXPLORE2-CLIMAT, MOYENNES SUR 20 ANNÉES GLISSANTES (CENTRÉES). LE TRAIT GRIS HORIZONTAL EST REPRÉSENTÉ POUR ILLUSTRER LA NOTION DE « NIVEAU DE RECHAUFFEMENT », ICI PAR EXEMPLE $+2.1^{\circ}\text{C}$ PAR RAPPORT À 1976-2005, EN MOYENNE SUR LE TERRITOIRE CORRESPOND EN FONCTION DES MODÈLES À DES PÉRIODES DE 20 ANS CENTRÉES ENTRE 2035 ET 2065 ENVIRON (TRAITS GRIS VERTICAUX POINTILLÉS).

Par rapport à 1900-1930 – France métropolitaine



FIGURE 5. LA TRAJECTOIRE DE RECHAUFFEMENT DE RÉFÉRENCE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (MINISTÈRE TERRITOIRES ÉCOLOGIE LOGEMENT 2024) FIXE DIFFÉRENTS NIVEAUX DE RECHAUFFEMENT PAR RAPPORT À 1900-1930, EN MOYENNE SUR LA FRANCE MÉTROPOLITAINE. LES HORIZONS TEMPORELS SONT INDICATIFS. FIGURE ADAPTÉE DE SOUBEYROUX ET AL. (2024).

Les principaux résultats issus de l'approche TRACC sur la France sont présentés dans un rapport de Météo-France (Soubeyrou et al. 2024). La méthodologie de calcul ainsi que les données associées sont disponibles sur le portail DRIAS-Climat (DRIAS-Climat 2023).

L'annexe 0 du présent rapport précise, pour chaque modèle de climat DRIAS/Explore2, les périodes de temps correspondant à la TRACC. Cela inclut notamment les 3 modèles de climat mobilisés ici : DRIAS9, DRIAS8 et DRIAS14).

Dans la suite du document et malgré le caractère indicatif des horizons de la TRACC, nous utiliserons la terminologie « TRACC 2050 » pour désigner le niveau de réchauffement correspondant à $+2.7^{\circ}\text{C}$ par rapport à 1900-1930, soit $+2.1^{\circ}\text{C}$ par rapport à 1976-2005, en moyenne sur la France métropolitaine.

A noter que l'approche TRACC n'exclut pas le recours à des « narratifs climatiques », c'est-à-dire à une sélection de modèles contrastés à un horizon donné (Soubeyrou et al. 2025), pour illustrer la diversité des trajectoires possibles.

2.4. Effets de l'approche TRACC par rapport à un horizon temporel fixe

La Figure 6 permet de visualiser les différences entre les deux approches :

- À gauche, les résultats pour l'horizon fixe 2035–2064, où chaque modèle peut avoir atteint un niveau de réchauffement différent à cette date.
- À droite, les résultats selon l'approche TRACC 2050, où les modèles sont comparés à un même niveau de réchauffement (+2,1 °C en moyenne sur la France par rapport à 1976–2005), indépendamment de la date à laquelle ce niveau est atteint.

Sans surprise, en raison de l'alignement sur un même niveau de réchauffement, l'approche TRACC conduit à une dispersion plus faible des projections de température : les valeurs s'échelonnent entre environ +1,9 °C et +2,3 °C sur le territoire NRG. Cette variation résulte principalement du fait que la TRACC est définie à l'échelle nationale (cf. Tableau 5 de l'annexe 0), ce qui peut différer des valeurs locales. Sur le territoire NRG, la médiane des projections atteint ainsi environ +2,2 °C.

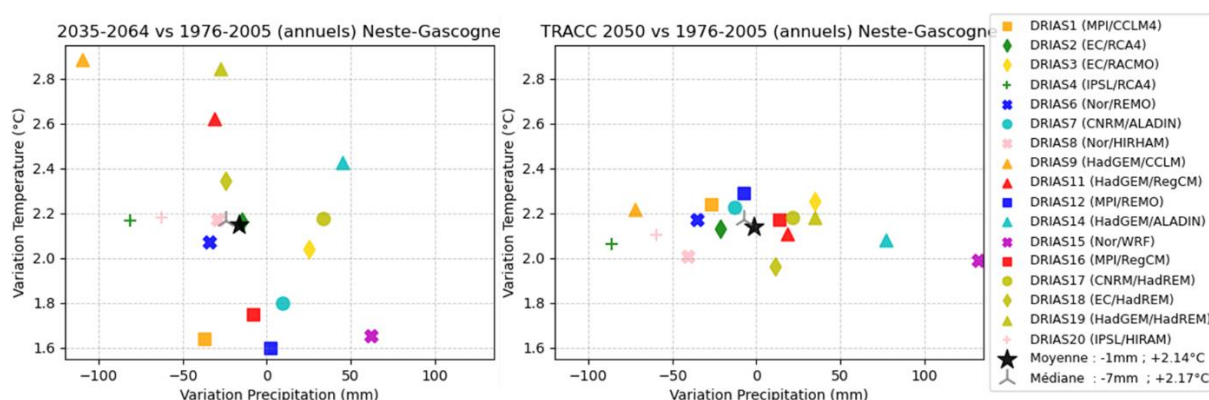


FIGURE 6. VARIATIONS DE PRÉCIPITATIONS (AXE HORIZONTALE) ET VARIATIONS DE TEMPÉRATURES (AXE VERTICALE) PRÉVUES PAR LES 17 PROJECTIONS EXPLORE2-CLIMAT, À L'HORIZON 2035-2064 (GAUCHE) ET « TRACC 2050 » (DROITE) PAR RAPPORT À LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE 1976-2005. LES ÉCHELLES SONT LES MÊMES SUR LES DEUX GRAPHIQUES. CHAQUE SYMBOLE CORRESPOND À UNE PROJECTION CLIMATIQUE DIFFÉRENTE (À CHAQUE FORME CORRESPOND UN MODÈLE DE CLIMAT GLOBAL ET À CHAQUE COULEUR UN MODÈLE DE CLIMAT RÉGIONAL).

En revanche, les écarts entre modèles sur les précipitations annuelles restent importants, quelle que soit l'approche retenue. Cependant, l'approche TRACC modifie légèrement la position relative de certains modèles, notamment les modèles extrêmes :

- DRIAS9 qui présentait la baisse de précipitations la plus marquée à l'horizon fixe, devient le **deuxième** plus sec avec l'approche TRACC ;
- DRIAS14 reste le modèle le plus humide (hors DRIAS15, comme mentionné précédemment).
- DRIAS8, qui apparaissait « médian » pour les précipitations à l'horizon 2035–2064, devient **plus sec que la médiane** dans l'approche TRACC 2050. (Figure 6).

La partie suivante approfondit ces différences en comparant les résultats issus du jeu de modèles actualisé (incluant l'approche TRACC) avec les données antérieurement mobilisées dans le cadre du SAGE, qui reposaient uniquement sur des horizons fixes.

3. NOUVEAUTES PAR RAPPORT A LA NOTE « HYDROLOGIE DU FUTUR » REALISEE EN 2023

3.1. Ce qui a changé

Les premiers travaux menés dans le cadre du SAGE NRG sur le climat et l'hydrologie du futur ont été effectués en 2023. Depuis, le projet Explore2 a connu des avancées significatives, entraînant plusieurs évolutions importantes dans les données désormais disponibles :

- Le jeu de modèles climatiques Explore2 a été actualisé, avec l'ajout de nouveaux modèles ;
- Un nombre conséquent de modèles hydrologiques supplémentaires a été intégré à la base de données ;
- Le modèle hydrologique SIM2 a fait l'objet d'une mise à jour importante.

Par ailleurs, comme mentionné précédemment la **TRACC** (trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique) **pose depuis 2024 un nouveau référentiel national** (Ministère Territoires Ecologie Logement 2024; Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion de territoires 2024; DRIAS-Climat 2023).

De plus, sur le territoire de la Gascogne, des difficultés ont été identifiées concernant la capacité des modèles hydrologiques Explore2 (utilisant la météorologie historique SAFRAN) à reproduire les débits mesurés naturalisés aux stations des **rivières de Gascogne**. **En réponse, des modèles GR4J ont été spécifiquement calés sur ces stations et mobilisés pour produire des projections hydro-climatiques plus représentatives**. Ces travaux ont été effectués par le bureau d'études Eaucéa dans le cadre de l'étude sur le « Nouveau modèles économique du soutien d'étiage » portée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, et se basent sur une sélection de 3 modèles de climat (parmi les 17 disponibles dans Explore2). Cette sélection pourrait être élargie à l'avenir si nécessaire.

3.2. Les conséquences pour le territoire du SAGE

Ces évolutions ont été présentées lors des réunions publiques de janvier 2024 qui se sont tenues à Auch et à Arreau. **Elles expliquent certaines différences entre les résultats du rapport « hydrologie du futur » de 2023 et ceux présentés dans le présent document**. Ces écarts s'expliquent par plusieurs facteurs :

- Des jeux de modèles de climat différents ont été mobilisés ;
- Des modèles hydrologiques différents :

- Les nouvelles simulations s'appuient sur le modèle GR4J calé par Eaucea sur les rivières de Gascogne, en remplacement du modèle SIM2-2021 utilisé dans les travaux antérieurs ;
- sur la Neste à Sarrancolin, les résultats des modèles Explore2 actuels remplacent ceux issus des travaux antérieurs (Sauquet et al. 2022);
- Des points de simulation différents pour l'hydrologie : par exemple, les simulations GR4J-Eaucéa (issues de l'étude NME de l'AEAG) sont centrées sur le **Gers à Montestruc**, alors que le rapport 2023 s'appuyait sur le **Gers à Layrac** ;
- Des périodes de référence et futures différentes :
 - Le rapport 2023 s'appuyait sur la période 1981–2010 comme référence et sur l'horizon fixe 2040–2069 ;
 - Le présent rapport adopte la **TRACC** comme approche, avec une période de référence 1976–2005 et un futur calé sur le niveau de réchauffement correspondant à la TRACC 2050 (+ 2.1°C en moyenne en France métropolitaine par rapport à 1976-2005)

Il ne serait pas pertinent d'établir une comparaison détaillée entre ces deux jeux de résultats, en raison de différences méthodologiques profondes. Par exemple, comparer une variation entre 1981-2010 et 2040-2069 avec une variation entre 1976-2005 et la TRACC 2050 n'a pas de véritable sens.

En revanche, il est possible d'observer que les **grands ordres de grandeurs des changements attendus restent cohérents, ce qui est rassurant : la science avance mais jusqu'ici les grandes lignes demeurent.**

Ces différences n'invalident pas les analyses et rapports précédents, qui reposaient sur les meilleures données disponibles à l'époque. Elles **soulignent néanmoins les incertitudes inhérentes à la modélisation hydroclimatique et que les résultats dépendent étroitement :**

- du choix de modèles hydrologiques et climatiques,
- du choix des périodes de référence et de projection
- du choix méthodologique adopté (approche TRACC ou non).

Les futurs hydroclimatiques possibles sont multiples et varient avec l'avancée des connaissances, mais aussi en fonction de choix effectués pour la mobilisation des données.

4. RESULTATS EXPLORE2-CLIMAT

4.1. Tendances générales : médiane des modèles de climat

Quelles différences entre la TRACC et les résultats DRIAS-2020 présentés dans le rapport « Hydrologie du futur » (2023), en moyenne annuelle en considérant la médiane des modèles ?

Globalement, que ce soit à l'échelle nationale ou sur le territoire du SAGE NRG, les différences entre les jeux de modèles de climat sont faibles en termes de médianes des projections :

- Le changement de période de référence (1976–2005 au lieu de 1981–2010),
- Le passage d'un horizon temporel fixe (2040–2069) à une approche par niveau de réchauffement (TRACC),

ont peu d'impact sur les résultats globaux (Tableau 1).

Les tendances restent similaires :

- Températures : hausse de l'ordre de +2.1 à +2.2°C selon la médiane des modèles
- Evapotranspiration potentielle (ETP) : augmentation d'environ +80 mm
- Précipitations : incertitudes très importantes, avec une légère tendance à la baisse (plus faible dans l'approche TRACC, mais peu significative au vu des différences d'un modèle à l'autre).

Pour information, la TRACC 2100 donne des résultats très proches de la médiane des projections DRIAS-2020 pour la période 2070-2099 (Tableau 1, colonnes 2070-2099 et TRACC 2100). La principale différence concerne la température : **la TRACC 2100 présente une hausse plus faible que les 12 modèles DRIAS-2020**, ce qui s'explique par la manière dont cette trajectoire est définie.

En résumé, **les grandes tendances du changement climatique restent stables**, et les projections issues de la TRACC ne s'éloignent pas significativement des projections DRIAS-2020 **à horizons 2040-2069 et 2070-2099**. Il faut toutefois garder à l'esprit que les incertitudes restent importantes, notamment en ce qui concerne les précipitations, ce qui justifie une analyse approfondie de la variabilité entre modèles (cf. partie suivante).

TABLEAU 1. COMPARAISON DES PROJECTIONS CLIMATIQUES ISSUES DES MODELES DE CLIMATS DRIAS-2020 ET UTILISEES DANS LE RAPPORT HYDROLOGIE FUTURE DE 2023 ET DES SIMULATIONS EXPLORE2-CLIMAT LES PLUS RECENTES (ET MOBILISEES DANS CE RAPPORT COMME BASE DES SIMULATIONS HYDROLOGIQUES MISES A JOUR). LES DIFFERENCES SIGNIFICATIVES SONT EN GRAS (LES ECARTS SUR LES PRECIPITATIONS MEDIANES NE SONT PAS SIGNIFICATIFS CAR LES INCERTITUDES SONT TRES IMPORTANTES).

	Rapport « hydrologie du futur » de 2023		Ce rapport basé sur la TRACC	
Nombres de modèles de climat et RCP	12 modèles, RCP 8.5		17 modèles, RCP 8.5	
Période de référence Médiane des modèles sur la période (réf.)	1981-2010 Température : 12.2°C Précipitations : 820 mm ETP : 770 mm		1976-2005 Température : 12.0°C Précipitations : 828 mm ETP : 764 mm	
Période future	2040-2069	2070-2099	« TRACC 2050 »	« TRACC 2100 »
Médiane température future (variation / réf.)	14.3°C (+2.1°C)	16.1 °C (+3.9°C)	14.2°C (+2.2°C)	15.5°C (+3.5°C)
Médiane précipitations futures (variation / réf.)	798 mm (-22 mm)	740 mm (-80 mm)	821 mm (-7 mm)	758 mm (-70 mm)
Médiane ETP futures (variation / réf.)	844 mm (+74 mm)	920 mm (+150 mm)	844 mm (+ 80 mm)	904 mm (+140 mm)

4.2. Moyennes annuelles et choix des modèles

Cette partie présente la diversité des projections issues des 17 modèles Explore2-Climat, en particulier les précipitations et l'ETP (cf. Figure 7).

- A l'horizon TRACC 2050, les projections montrent une évolution de l'ETP comprise entre environ +20 mm et +100 mm (entre +50 mm et +100mm en excluant le modèle DRIAS15), par rapport à a période 1976-2005.
- A l'horizon TRACC 2100, la quasi-totalité des modèles (sauf DRIAS14) prévoient une baisse des précipitations annuelles (variations de +15mm à -140 mm), associée à une hausse de l'ETP marquée (de +100 mm à +750 mm par rapport à la période 1976-2005).

Ces résultats, représentés dans la Figure 7 et la Figure 8 montrent que les incertitudes restent élevées à long terme.

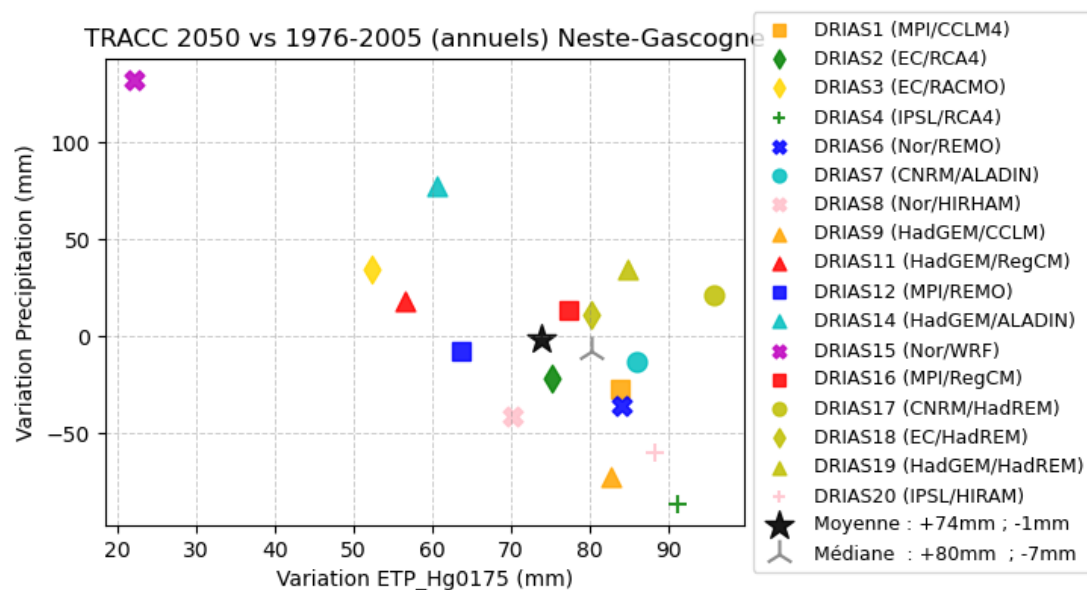


FIGURE 7. VARIATIONS DE L'ETP (AXE HORIZONTAL) ET VARIATIONS DE PRECIPITATIONS (AXE VERTICAL) PREVUES PAR LES 17 PROJECTIONS CLIMATIQUES EXPLORE2, A L'HORIZON « TRACC 2050 » PAR RAPPORT A LA PERIODE DE REFERENCE 1976-2005.

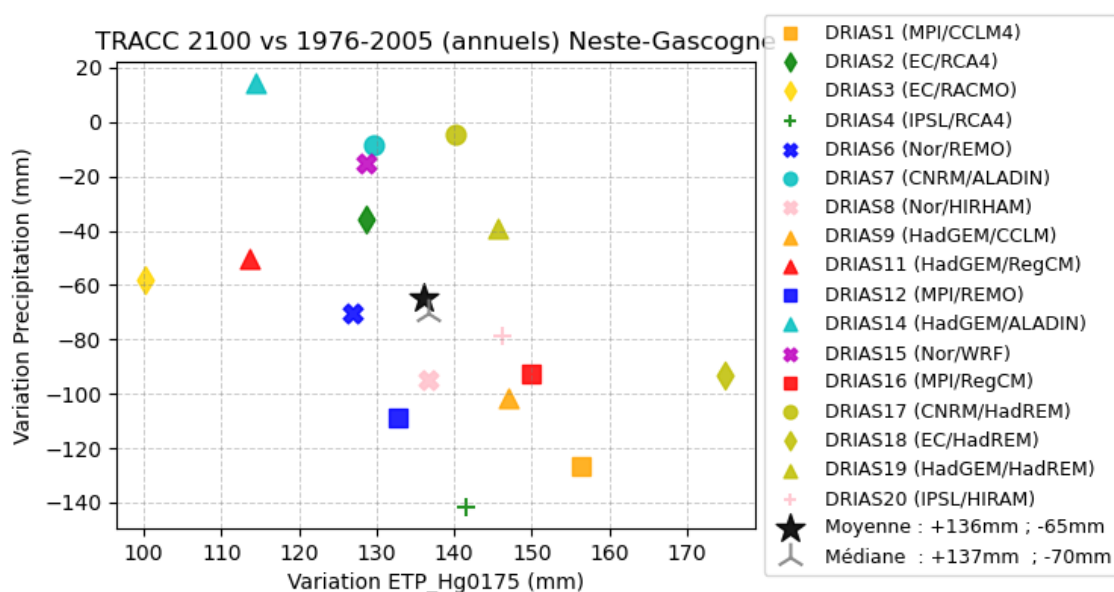


FIGURE 8. IDEM QUE LA FIGURE 7 MAIS POUR LA TRACC 2100 PAR RAPPORT A 1976-2005.

À noter que ces moyennes annuelles, calculées sur l'ensemble du territoire du SAGE – malgré que le bassin de la Neste ait peu d'impact sur ces moyennes au vu de sa faible surface - **masquent des disparités territoriales** :

- Sur la **Gascogne**, les projections sont proches de la moyenne du territoire : précipitations incertaines et légèrement en baisse (médiane à -5 mm) et hausse de l'ETP (médiane à +82 mm).
- Sur le bassin versant de la **Neste amont** (en amont de la prise d'eau du canal à Sarrancolin), les résultats sont plus contrastés :

- Température : hausse plus marquée (médiane à +2,42 °C)
- ETP : hausse légèrement plus modérée (+71 mm), mais avec des incertitudes importantes (+50 mm à +120 mm)
- Précipitations : baisse plus nette (médiane –41 mm), avec 13 modèles sur 17 indiquant une diminution (de 0 à –210 mm).

Ces résultats sont détaillés dans la Figure 9, dédiée au bassin versant de la Neste.

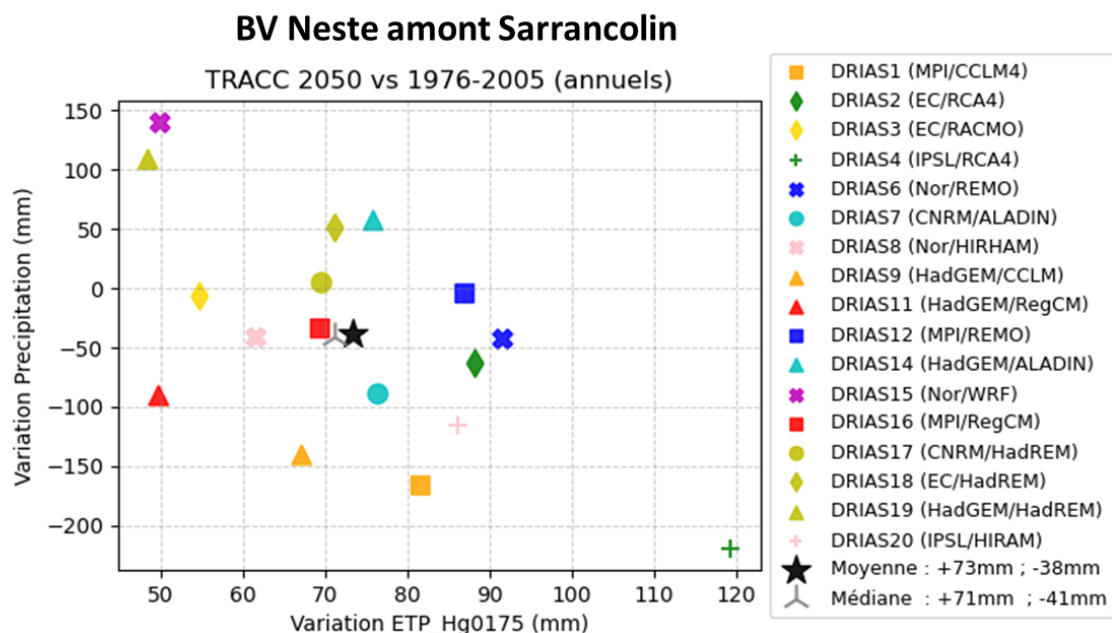


FIGURE 9. IDEM QUE LA FIGURE 7 MAIS UNIQUEMENT POUR LE BASSIN VERSANT DE LA NESTE EN AMONT DE LA PRISE D'EAU DU CANAL DE LA NESTE.

Remarques sur le choix des modèles de climat retenus pour les simulations hydrologiques GR4J :

Trois modèles ont été sélectionnés dans le cadre de l'étude AEAG sur le soutien d'étiage. Ils ont été retenus en raison de leur représentativité et de la disponibilité des simulations hydro-climatiques associées. Les résultats hydrologiques GR4J sont dès à présent mis à disposition pour la CLE NRG, et présentent des contrastes significatifs sur le territoire :

- **DRIAS14 (HadGEM/ALADIN) :**
 - **modèle le plus humide** sur la Gascogne à l'horizon TRACC 2050,
 - forte hausse de précipitations,
 - une hausse d'ETP annuelle parmi les plus modérées,
 - modèle humide mais plutôt équilibré sur la Neste,

➔ Il représente un futur climatique « humide » pour le territoire ;
- **DRIAS9 (HadGEM/CCLM) :**
 - baisse marquée des précipitations et hausse d'ETP supérieure à la médiane des modèles sur la Gascogne,

- modèle parmi les plus secs sur la Neste, avec une hausse d'ETP légèrement inférieure à la médiane

→ Il représente un futur climatique « sec » pour le territoire ;

- DRIAS8 (Nor-ESM/HIRAM) :

- plutôt sec sur la Gascogne, avec une hausse d'ETP modérée,
- comportement proche de la médiane en précipitations sur la Neste,

→ Il représente un futur climatique « intermédiaire », « médian » pour le territoire – malgré qu'il semble moins indispensable pour le territoire du SAGE.

D'autres modèles, comme DRIAS4 (IPSL/RCA4), plus extrêmes – notamment en scénario sec sur la Neste, pourraient être mobilisés si nécessaire pour enrichir les simulations.

4.3. Contrastes saisonniers

Les analyses saisonnières révèlent des dynamiques différentes selon les territoires et selon les variables :

- Température :

- les plus fortes hausses sont prévues en été sur la Neste et en automne sur la Gascogne (cf. Figure 10).

- Évapotranspiration potentielle (ETP) :

- La hausse est la plus marquée en été, aussi bien sur la Neste que sur la Gascogne (cf. Figure 11).

- Précipitations :

- les évolutions sont **très incertaines** mais certaines tendances ressortent :
 - **hausse en hiver, surtout en Gascogne** (d'après tous les modèles sauf un sur la Gascogne) mais aussi sur la Neste (selon 12 modèles sur 17)
 - **baisse en été sur la Gascogne et en automne sur la Neste.**
 - Aux autres saisons, les incertitudes sont importantes et les variations médianes sont donc peu significatives (Figure 11).

Ces résultats sont représentés dans la Figure 10 et la Figure 11, avec des boîtes à moustaches permettant de visualiser la distribution des projections pour chaque saison.

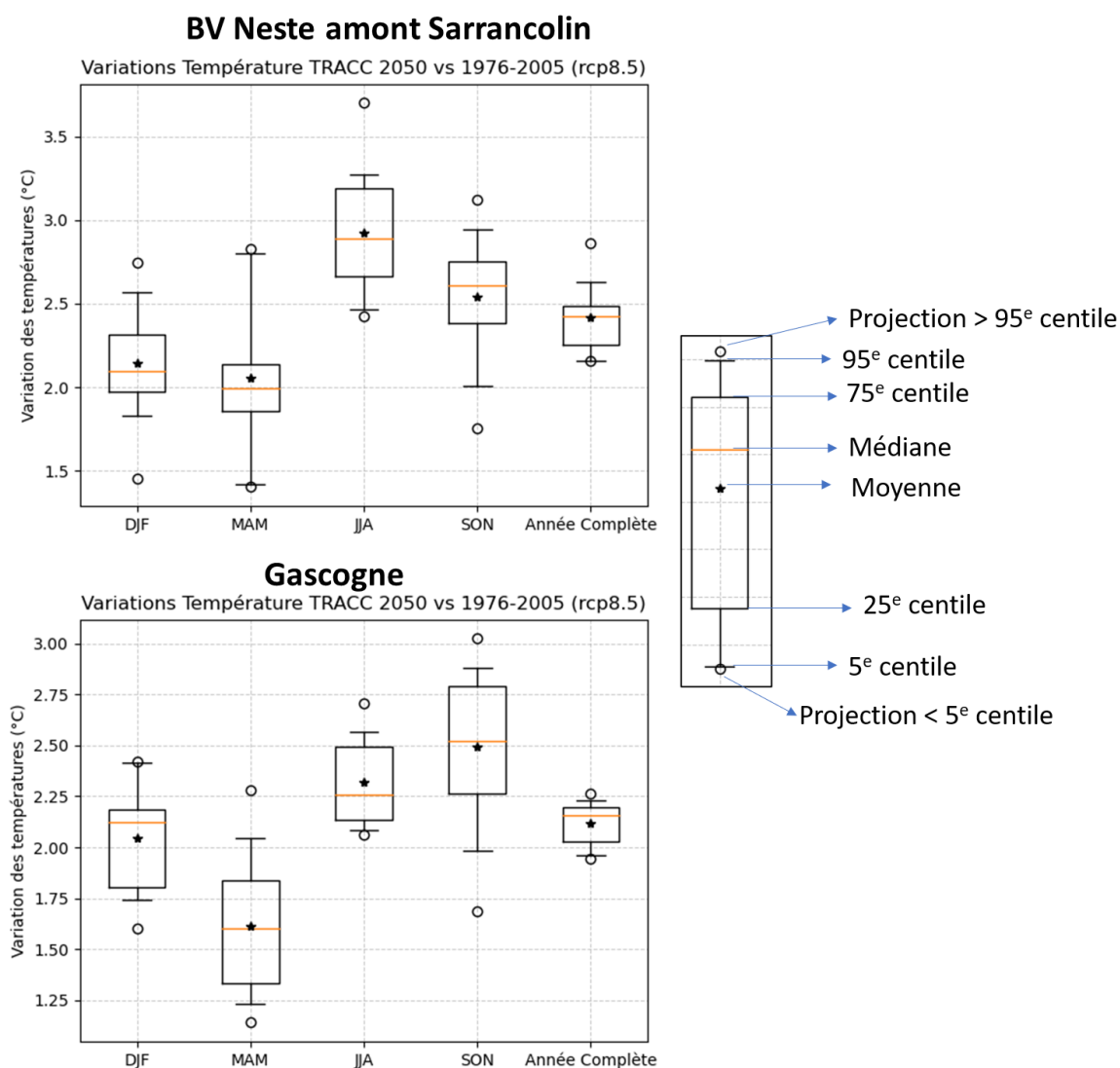
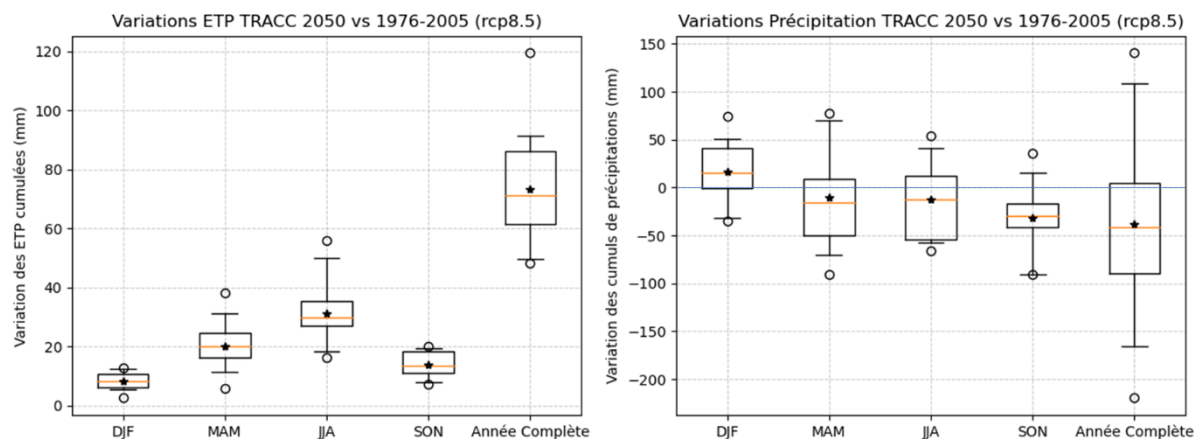


FIGURE 10. BOITES A MOUSTACHES (LEGENDE A DROITE) DES VARIATIONS DE TEMPERATURE SUR LA NESTE AMONT (HAUT) ET SUR LA GASCOGNE (BAS) A CHAQUE SAISON (DJF = DECEMBRE, JANVIER, FEVRIER, ETC.) ET EN MOYENNE ANNUELLE, SUR LA BASE DES 17 MODELES DE CLIMAT EXPLORE 2 A L'HORIZON DE LA TRACC 2050 PAR RAPPORT A 1976-2005.

BV Neste amont Sarrancolin



Gascogne

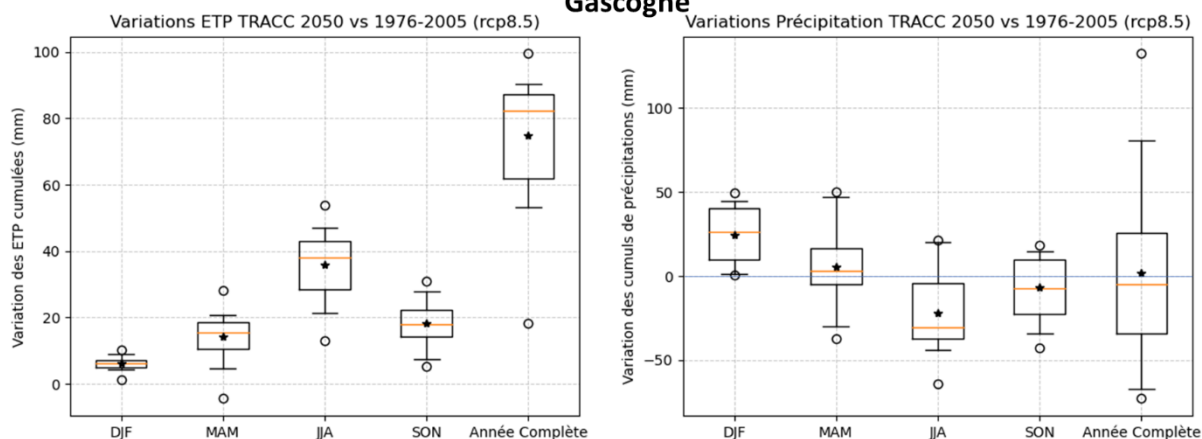


FIGURE 11. IDEM QUE LA FIGURE 10 MAIS POUR LES VARIATIONS DES CUMULS D'ETP (GAUCHE) ET DES CUMULS DE PRECIPITATIONS (DROITE).

Rappel : les résultats hydrologiques GR4J disponibles actuellement et produits dans le cadre de l'étude « nouveau modèle économique du soutien d'étiage » pour l'AEAG sont basés uniquement sur 3 modèles de climat mentionnés ci-dessus (DRIAS14, DRIAS9, DRIAS8).

5. RESULTATS DES PROJECTIONS HYDROCLIMATIQUES

5.1. A l'échelle des rivières de Gascogne

Les résultats présentés ci-après concernent la somme des débits simulés à 6 stations hydrométriques :

- la Save à Larra,
- la Gimone à Castelferrus,
- l'Arrats à St-Antoine,
- le Gers à Montestruc,
- la Baïse à Nérac,
- l'Osse à Andiran.

Remarque : les fichiers de données fournis contiennent les débits simulés **individuellement** pour chaque station (et non pas la somme des débits des 6 stations).

Les simulations, issues de l'étude NME de l'AEAG (basées sur 3 modèles de climat Explorez uniquement) indiquent une **diminution des débits d'étiage mensuels moyens** (QMNA) à horizon TRACC 2050, de l'ordre de $-0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ à $-1.4 \text{ m}^3/\text{s}$, soit une baisse d'environ -13% à -40% par rapport à la période de référence 1976-2005). Cette baisse s'accroît à l'horizon TRACC 2100 avec une diminution allant de -26% à -67% (Figure 12).

Les évolutions des modules – débits moyens annuels pluriannuels – (Figure 12) sont plus incertaines :

- A l'horizon de la TRACC 2050, un modèle prévoit une forte hausse, tandis que les autres prévoient des baisses conséquentes, allant jusqu'à environ 200 Mm^3 par an en volume écoulé annuel moyen.
- A l'horizon de la TRACC 2100, les 3 modèles indiquent une diminution, de -25 Mm^3 à -310 Mm^3 par an en volume écoulé annuel moyen.

En période estivale (juin à septembre), les incertitudes restent marquées :

- Deux modèles prévoient une baisse des volumes écoulés,
- Un modèle (DRIAS14) prévoit une hausse.
- Les baisses possibles pourraient atteindre -140 Mm^3 à horizon TRACC 2050 et jusqu'à -380 Mm^3 à horizon TRACC 2100 (sur la base des 3 modèles considérés, des baisses encore plus importantes sont possibles, car au moins un modèle de climat pourrait générer des débits d'été plus faibles).

Des résultats plus détaillés sont fournis dans :

- **TABLEAU 1** Tableau 2 : débits moyens mensuels simulés pour chaque mois de l'année sur la période de référence 1976-2005,
- Tableau 3 : variations mensuelles projetées aux horizons TRACC 2050 et TRACC 2100.

Quelques éléments notables :

- DRIAS8 et DRIAS9 : tendance à la **baisse des débits moyens mensuels entre juin et décembre**, à l'exception d'une très légère hausse inattendue en juillet selon DRIAS9).
- DRIAS14 : modèle plus humide, prévoit des baisses de débit localisées entre septembre et décembre à l'horizon TRACC 2050, et baisse généralisée d'août à janvier inclus à l'horizon 2100.

Ces résultats – notamment l'analyse mois par mois – doivent être interprétés avec précaution, en raison :

- Du nombre limité de modèles climatiques mobilisés (3 sur 17),
- De l'utilisation d'un seul modèle hydrologique (GR4J), calé principalement pour les étiages et volumes écoulés annuels,
- Des incertitudes importantes, inhérentes à la modélisation hydro-climatique.

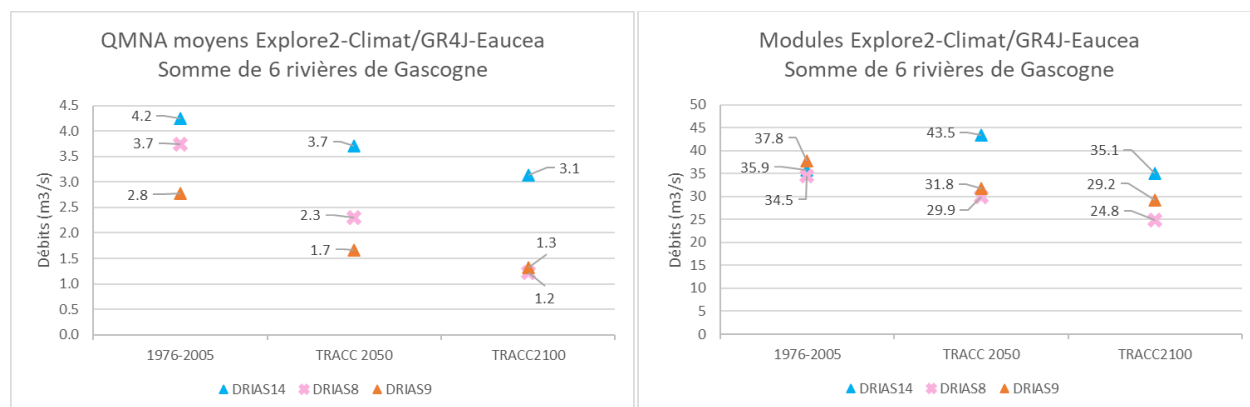


FIGURE 12. QMNA MOYENS (GAUCHE) ET MODULES (DROITE) ISSUS DES SIMULATIONS GR4J REALISEES A PARTIR DES PROJECTIONS DE 3 MODELES EXPLORE2-CLIMAT. DONNEES BASEES SUR LA SOMME DES DEBITS SIMULES SUR CHACUNE DES 6 RIVIERES DE GASCogne CONSIDEREES.

TABLEAU 2. DEBITS MOYENS (MENSUELS ET ANNUELS) MODELISES SUR LA PERIODE 1976-2005, A PARTIR DE 3 MODELES EXPLORE2-CLIMAT ET DES MODELES HYDROLOGIQUES GR4J-EAUCEA. LES RESULTATS PRESENTES SONT LA SOMME DES DEBITS DE 6 RIVIERES DE GASCOGNE.

	Débits moyens 1976-2005 (m3/s)		
	DRIAS14	DRIAS8	DRIAS9
Janvier	58.2	61.1	59.3
Février	58.8	64.9	60.4
Mars	44.7	59.2	53.3
Avril	47.0	46.3	50.4
Mai	48.4	37.7	46.6
Juin	38.1	30.1	49.6
Juillet	13.1	11.6	15.8
Août	8.8	6.1	5.5
Septembre	7.1	4.5	5.5
Octobre	13.5	9.2	11.6
Novembre	31.8	31.4	33.2
Décembre	62.2	54.2	63.6
Année	35.9	34.5	37.8

TABLEAU 3. VARIATIONS DE DEBITS MOYENS PREVUES PAR 3 MODELES DE CLIMAT EXPLORE2 ASSOCIEES AUX MODELES HYDROLOGIQUES GR4J-EAUCEA. ATTENTION, LES RESULTATS DOIVENT ETRE CONSIDERES AVEC PRECAUTION CAR NE CONCERNENT QUE 3 MODELES SUR 17, ET UN SEUL MODELE HYDROLOGIQUE, QUI A ETE CALE AVEC DES OBJECTIFS PRINCIPALEMENT EN TERMES DE DEBITS D'ETIAGES ET DE VOLUMES ECOULES ANNUELS.

	Variations de débits moyens (m3/s) par rapport à 1976-2005					
	TRACC 2050			TRACC 2100		
	DRIAS14	DRIAS8	DRIAS9	DRIAS14	DRIAS8	DRIAS9
Janvier	+5.2	+3.1	-13.5	-9.0	-12.6	-18.4
Février	+16.7	+0.1	-4.6	+19.8	-9.0	-1.0
Mars	+45.7	+0.1	+9.3	+23.5	-9.4	+6.1
Avril	+24.7	+3.6	+3.3	+8.1	-7.6	+17.3
Mai	+6.4	-6.9	-0.2	+5.7	-3.5	+1.9
Juin	+11.6	-5.2	-2.5	+1.9	-13.9	-20.1
Juillet	+5.1	-4.1	+0.3	+3.3	-6.4	-8.7
Août	+0.9	-2.3	-2.1	-1.6	-3.9	-3.4
Septembre	-1.7	-1.7	-3.3	-2.0	-2.9	-3.7
Octobre	-3.4	-4.2	-7.5	-5.9	-6.8	-8.9
Novembre	-3.2	-15.1	-13.3	-15.0	-16.0	-22.3
Décembre	-15.8	-22.1	-37.4	-35.4	-24.5	-40.3
Année	+7.6	-4.6	-6.0	-0.7	-9.7	-8.5

Les conclusions proposées ici diffèrent légèrement de celles présentées dans la phase « tendances et scénarios » du SAGE NRG, en particulier sur les volumes mensuels. L'important est de retenir l'ampleur des incertitudes et d'éviter de se focaliser sur un scénario optimiste (comme celui fourni par DRIAS14). Il est essentiel d'envisager d'autres futurs possibles, y compris plus critiques.

Les 3 chroniques proposées sur les rivières de Gascogne doivent être comprises comme trois futurs plausibles, et non comme des prévisions certaines. Par ailleurs, ces modèles ne sont pas adaptés à l'étude des crues ou des événements rares, pour lesquels il conviendrait d'utiliser :

- Un plus large éventail de modèles climatiques,
- Des modèles hydrologiques calés différemment,
- Et éventuellement d'autres modèles hydrologiques que le seul GR4J

5.2. A l'échelle de la Neste

Les simulations réalisées pour la Neste à Sarrancolin reposent sur 17 projections Explore2-Climat et 2 modèles hydrologiques Explore2 (GRSD et SMASH, également mobilisés dans l'étude NME de l'AEAG).

Tendances générales :

A l'horizon TRACC 2050 :

- 13 modèles sur 17 prévoient une baisse du module (débit moyen annuel),
- la médiane des modèles indique :
 - o une baisse d'environ $-1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le module,
 - o une baisse d'environ $-0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le débit moyen minimal annuel (étiage - VCN30)

A l'horizon TRACC 2100 :

- tous les modèles prévoient une baisse du module (débit moyen annuel),
- la médiane des modèles indique :
 - o une baisse d'environ $-4 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le module,
 - o une baisse d'environ $-1.9 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le débit moyen minimal annuel (étiage - VCN30)

Les deux modèles GRSD et SMASH ont été sélectionnés dans le cadre de l'étude sur le nouveau modèle économique de l'AEAG sur la base de leurs performances passées sur les débits d'étiage et sur le module. Pour des études de phénomènes rares ou de crues, l'utilisation d'autres modèles (comme CTRIP) en complément de GRSD et SMASH serait plus pertinente. De façon générale et plus encore pour les phénomènes extrêmes, il est essentiel de garder à l'esprit les limites et incertitudes associés aux projections hydrologiques. Rappelons que le modèle ORCHIDEE présente parfois des comportements très éloignés des observations hydrologiques réelles, ce qui incite à la prudence dans l'utilisation et l'interprétation de ses résultats.

Saisonnalité des débits :

La variabilité saisonnière est marquée :

A l'horizon TRACC 2050 (Figure 13 gauche) :

- hausse des débits moyens en hiver,
- baisse des débits en été (et dans une moindre mesure en automne),
- évolution incertaine au printemps (hausse ou baisse en fonction du modèle, médiane proche de zéro).

A l'horizon TRACC 2100 (Figure 13 droite) :

- hausse des débits moyens en hiver moins marquée,
- baisse des débits en été et en automne plus forte,
- évolution qui reste incertaine au printemps, avec une tendance plutôt à la baisse des débits

Diversité des scénarios :

Les résultats en termes de débit d'étiage (VCN30⁹ moyen) et de débit moyen annuel (module) illustrés sur la Figure 14), varient fortement selon le modèle de climat et le modèle hydrologique utilisé :

- **DRIAS4_GRSD** : plus fortes baisses de VCN30 moyens et de module,
- **DRIAS8_GRSD** : proche de la médiane des modèles à horizon TRACC 2050,
- **DRIAS3_SMASH et DRIAS3_GRSD** : proches de la médiane pour la TRACC 2100,
- **DRIAS17_SMASH** : scénario le plus optimiste à l'horizon TRACC 2100.

Les projections issues du modèle DRIAS15 (Nor-ESM/WRF) sont généralement déconseillées, en raison de divergences avec les projections climatiques globales plus récentes.

Ces éléments peuvent guider le choix des modèles à mobiliser selon les usages, mais ne constituent pas des recommandations standard. Les quatre modèles mis en exergue ici sont différents en partie de ceux sélectionnés pour l'étude AEAG (et présentés précédemment sur la Gascogne) : DRIAS9, DRIAS14 et DRIAS8. Cette analyse souligne que, comme mentionné précédemment, les 3 modèles de climat DRIAS9, DRIAS14 et DRIAS8 ne représentent pas *complètement* la fourchette des futurs possibles : des variations plus importantes ou au contraire moins marquées sont possibles *a priori*.

⁹ VCN30 : plus faible débit moyen sur 30 jours consécutifs d'une année. Le VCN30 moyens est la moyenne des VCN30 de chaque année, sur une période donnée.

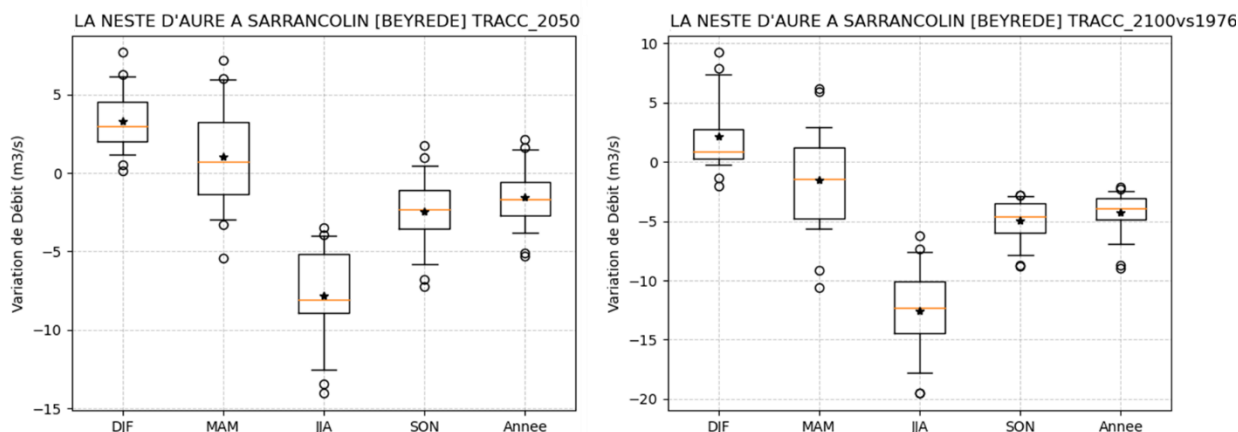


FIGURE 13. VARIATIONS DE DEBITS SAISONNIERS (DJF = DECEMBRE, JANVIER, FEVRIER, ... ETC.) MOYENS PREVUS PAR LES MODELES GRSD ET SMASH SUR LA NESTE A SARRANCOLIN AUX HORIZONS « TRACC 2050 » (GAUCHE) ET TRACC 2100 (DROITE) PAR RAPPORT A LA REFERENCE 1976-2005. LES BOITES A MOUSTACHE SONT REALISEES A PARTIR DE $17 \times 2 = 34$ VALEURS MOYENNES.

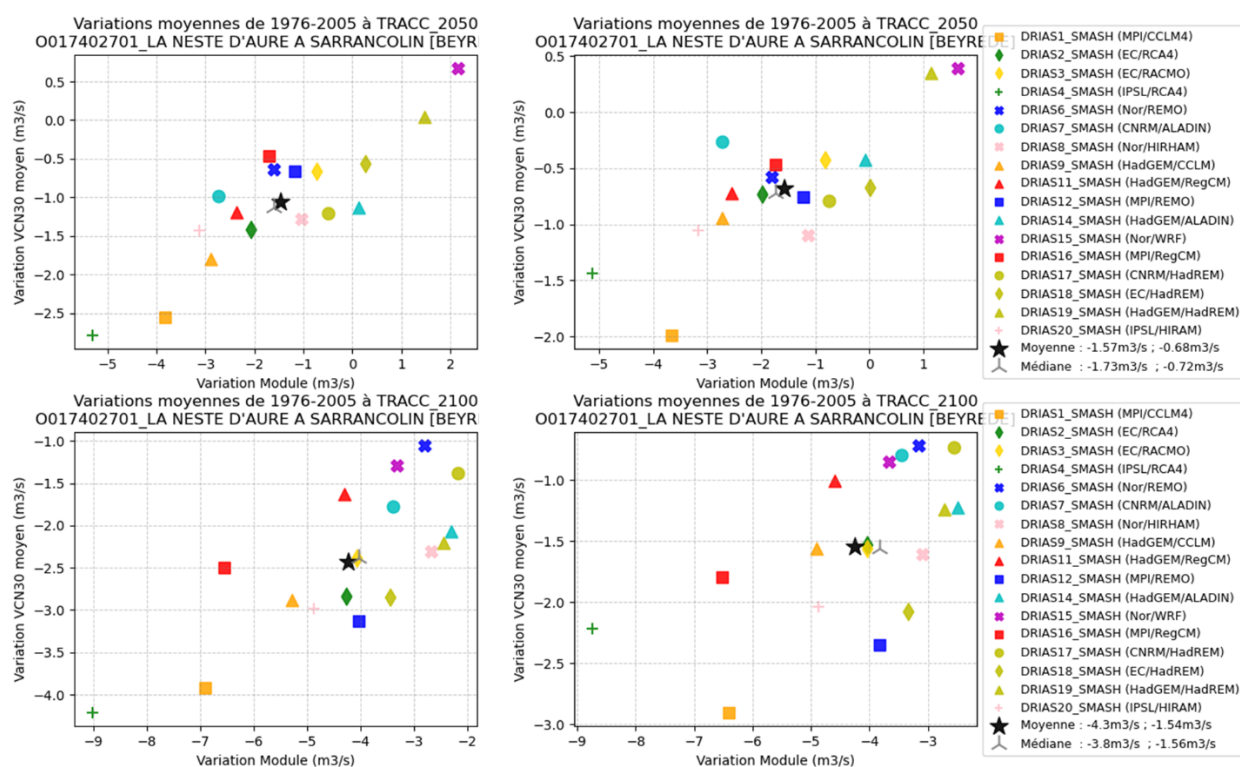


FIGURE 14. RESULTATS DES PROJECTIONS EXPLORE2 EN TERMES DE VCN30 ET DE MODULES AUX HORIZON TRACC 2050 (HAUT) ET TRACC 2100 (BAS) PAR RAPPORT A 1976-2005 SUR LA NESTE A SARRANCOLIN, SUR LA BASE DES MODELES HYDROLOGIQUES GRSD (GAUCHE) ET SMASH (DROITE).

REFERENCES

DRIAS-Climat. 2023. « La Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC) ». 2023. <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/405>.

———. 2024. « Portail DRIAS-Climat ». 2024. <https://www.drias-climat.fr/>.

DRIAS-Eau. 2023. « Les modèles hydrologiques ». DRIAS les futurs de l'eau. 2023. <https://www.drias-eau.fr/accompagnement/sections/304>.

———. 2024. « Portail DRIAS-EAU ». DRIAS les futurs de l'eau. 2024. <https://www.drias-eau.fr/>.

Escalón, Sebastián. 2022. « Le réchauffement climatique en France s'annonce pire que prévu ». CNRS Le journal. 2022. <https://lejournel.cnrs.fr/articles/le-rechauffement-climatique-en-france-sannonce-pire-que-prevu>.

Explore2. 2023. « Explore2 - les futurs de l'eau ». Le portail technique de l'OFB. 2023. <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>.

Jacob, Daniela, Juliane Petersen, Bastian Eggert, Antoinette Alias, Ole Bøssing Christensen, Laurens M. Bouwer, Alain Braun, et al. 2014. « EURO-CORDEX: New High-Resolution Climate Change Projections for European Impact Research ». *Regional Environmental Change* 14 (2): 563-78. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>.

Marson, Paola, Lola Corre, Jean-Michel Soubeyroux, et Éric Sauquet. 2024. « Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées ». Météo-France, INRAE, Institut Pierre-Simon Laplace. hal-04443633. <https://hal.inrae.fr/hal-04443633>.

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion de territoires. 2024. « Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) ». Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires. janvier 2024. <https://www.ecologie.gouv.fr/trajectoire-rechauffement-reference-ladaptation-au-changement-climatique-tracc-o>.

Ministère Territoires Ecologie Logement. 2024. « PNACC-3 ». 25 octobre 2024. <https://www.ecologie.gouv.fr/presse/presentation-du-plan-national-dadaptation-changement-climatique>.

Ribes, Aurélien, Julien Boé, Saïd Qasmi, Brigitte Dubuisson, Hervé Douville, et Laurent Terray. 2022. « An Updated Assessment of Past and Future Warming over France Based on a Regional Observational Constraint ». *Earth System Dynamics* 13 (4): 1397-1415. <https://doi.org/10.5194/esd-13-1397-2022>.

Sauquet, Eric, Philippe Le Coent, Clotaire Catalogne, Peng Huang, et Jean-Philippe Vidal. 2022. « Formulation de stratégies d'adaptation au changement climatique sur les territoires connectés au système Nests - Une étude pilote croisant trajectoires dynamiques d'adaptation et vulnérabilités ». Rapport de recherche. Inrae; Brgm; icare2. <https://hal.inrae.fr/hal-03929971>.

Sauquet, Eric, Louis Héraut, Jérémie Bonneau, Alix Reverdy, Laurent Strohmer, et Jean-Philippe Vidal. 2023. « Diagnostic des modèles hydrologiques : des données aux résultats ». Rapport Explore2. Recherche Data Gouv. doi:10.57745/ZKTYZ9. <https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/api/access/datafile/:persistentId?persistentId=doi:10.57745/ZKTYZ9>.

Soubeyroux, Jean-Michel, Sébastien Bernus, Lola Corre, Agathe Drouin, Brigitte Dubuisson, Pierre Etchevers, Viviane Gouget, et al. 2020. « Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole ». Météo-France. <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>.

Soubeyroux, Jean-Michel, Sébastien Bernus, Brigitte Dubuisson, Agathe Drouin, Thumette Madec, Fabienne Rousset, Raphaëlle Samacoïts, et al. 2025. « À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ? partie 2 ». Météo-France. <https://hal.science/hal-04991790>.

Soubeyroux, Jean-Michel, Brigitte Dubuisson, Sébastien Bernus, Raphaëlle Samacoïts, Fabienne Rousset, Michel Schneider, Agathe Drouin, Thumette Madec, Marc Tardy, et Lola Corre. 2024. « A quel climat s'adapter en France selon la TRACC? » Météo-France. hal-04797481. <https://hal.science/hal-04797481v1>.

Verfaillie, Deborah, Michel Déqué, Samuel Morin, et Matthieu Lafaysse. 2017. « The Method ADAMONT v1.0 for Statistical Adjustment of Climate Projections Applicable to Energy Balance Land Surface Models ». *Geoscientific Model Development* 10 (11): 4257-83. <https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017>.

ANNEXES

Scénarios RCP

Au sein du jeu de modèle DRIAS-2020, les travaux de Météo-France (Soubeyroux et al. 2020) montrent que le scénario d'émission de gaz à effet de serre **RCP8.5** (émissions élevées et donc hausse de températures importantes) **donne les résultats les plus proches des observations** sur la période depuis 2005 en termes de température (Figure 15 : les observations Safran présentant même une température médiane très légèrement supérieure aux projections RCP8.5). Les émissions de Gaz à effet de serre jusqu'en 2020 sont également proches de la trajectoire RCP8.5.

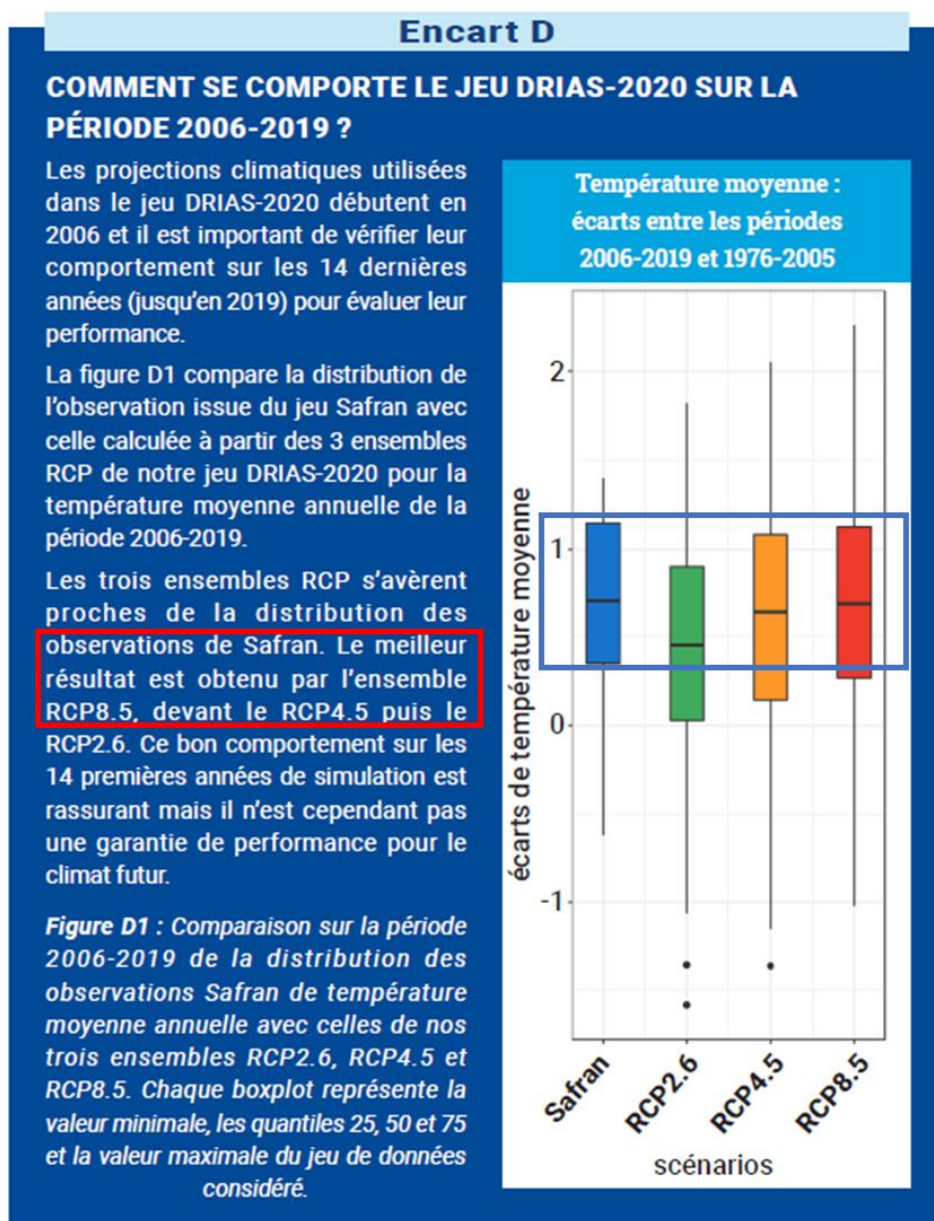


FIGURE 15 : ENCART ISSU DU RAPPORT DRIAS2020 DE METEO-FRANCE, PAGE 18 (SOUBEYROUX ET AL. 2020)

Par ailleurs, une étude scientifique récente (Escalón 2022; Ribes et al. 2022) montre que les projections climatiques EURO-CORDEX (dont sont issues les projections DRIAS et Explore2-climat) tendent à sous-estimer le réchauffement climatique en France. Ce résultat incite donc à privilégier les scénarios et/ou modèles prévoyant les hausses de températures les plus importantes.

Enfin, les engagements fermes actuels des Etats conduisent à des niveaux de réchauffement à la fin du siècle de l'ordre de +4°C en France par rapport à 1900-1930 ou encore +3.4°C par rapport à 1976-2005¹⁰ (DRIAS-Climat 2023). Les modèles DRIAS/Explore2 avec le scénario RCP8.5 sont les plus proches de ce niveau de réchauffement. En effet, à l'horizon 2071-2100, les modèles DRIAS-2020 conduisent plutôt à environ +3.9°C par rapport à 1976-2005 (médiane des modèles) mais avec des modèles en dessous et d'autre au-dessus. Les modèles avec le RCP4.5 donnent par contre des valeurs très inférieures, avec une médiane autour de +2.1°C (soit une sous-estimation du réchauffement de 1.3°C).

Cette estimation d'un réchauffement de +4°C en France par rapport à 1900-1930 est d'ailleurs à l'origine de la définition de la TRACC (trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique). Seul le scénario RCP8.5 permet d'avoir tous les modèles qui atteignent +4°C. Cette valeur de réchauffement est atteinte en fonction des modèles, à des horizons allant de 2049-2069 pour le modèle réchauffant le plus à l'échelle de la France, à l'horizon fin du siècle, 2081-2100 pour les modèles plus optimistes. En conséquence, il est recommandé dans le cadre du projet Explore2 de n'utiliser que les projections RCP8.5 pour la TRACC (à ce sujet cf. aussi partie 0 ci-après).

Remarques

- **Différence entre RCP8.5 et RCP4.5** : Jusqu'à l'horizon 2041-2070 les différences entre modèles en termes de température, d'ETP et plus encore de précipitations sont au moins aussi importantes que celles entre scénarios RCP4.5 et RCP8.5 (Soubeyroux et al. 2020, 16 Figure 5).
- **Période de référence** : Les modèles de climat DRIAS/Explore2 ont une période « historique » qui se termine en 2005, la période de référence standard est donc 1976-2005¹¹.
- **DRIAS2020 / Explore2-climat** : Une petite subtilité vient de la différence entre le jeu DRIAS-2020 et les 17 modèles DRIAS/Explore2-climat. Cependant, la médiane des projections varie peu entre les deux jeux de modèles : 10 modèles sont communs aux deux jeux. Le jeu plus récent DRIAS/Explore2 contient 7 modèles en plus (et 2 modèles en moins) par rapport à la version 2020.

¹⁰ Plus précisément, cette valeur de +3.4°C est à mi-chemin entre les politiques déjà engagées (en 2020) par les Etats et les engagements fermes des Etats en termes d'atténuation.

¹¹ Il est également possible de choisir comme référence la période plus récente 1981-2010, c'est-à-dire incluant 5 années de projections climatiques avec RCP8.5 : 2006 – 2010. Ce n'est pas le choix effectué dans cette étude qui se focalise sur la TRACC, elle-même définie par rapport à 1976-2005.

- **Atténuation** : Bien entendu, des efforts d'atténuation importants réduiront l'impact du réchauffement, et il est possible que le dérèglement climatique et ses impacts soient amoindris, notamment à l'horizon fin du siècle.

TRACC et horizons temporels

La TRACC consiste à, pour chaque modèle, se placer à l'année pour laquelle le niveau de réchauffement voulu est atteint (Soubeyroux et al. 2024; DRIAS-Climat 2023). Cela est fait non pas sur les données brutes mais sur des données lissées (méthode « spline »)

Le Tableau 4 présente pour les 17 modèles disponibles les périodes de temps auxquelles sont atteints les niveaux de réchauffement de la TRACC : périodes de 20 ans centrées sur les « années pivot » du Tableau 4, allant de l'année pivot-10 ans à l'année pivot + 9 ans (par exemple, l'année pivot 2062 correspond à la période 2052 à 2071). **Se positionner dans le cadre de la TRACC correspond alors pour chacun des modèles à retenir des périodes de temps centrées sur les années du Tableau 4 plutôt qu'une période de temps fixe pour tous les modèles** (2035-2064 par exemple pour un horizon 2050). Notons que *la TRACC étant basée sur des moyennes nationales, les niveaux de réchauffements obtenus sur le territoire du SAGE sont a priori différents.*

Pour information la correspondance entre niveaux de réchauffements nationaux et planétaires est donnée Tableau 5.

TABLEAU 4. CENTRE DES PERIODES DE TEMPS (DE 20 ANNEES) CORRESPONDANT AUX HORIZONS DE LA TRACC POUR LES 17 MODELES EXPLORE2-CLIMAT DU JEU DE DONNEES« TRACC-2023 » (DRIAS-CLIMAT 2023). EN GRAS LES 3 MODELES RETENUS POUR LES SIMULATIONS GR4J-EAUCEA SUR LES RIVIERES DE GASCOGNE DANS LE CADRE DE L'ETUDE NME AEAG.

N°	GCM/RCM	Centres des périodes de 20 ans ("année pivot")		
		TRACC 2030	TRACC 2050	TRACC 2100
DRIAS1	MPI/CCLM4	2047	2062	2089
DRIAS2	EC/RCA4	2032	2047	2072
DRIAS3	EC/RACMO	2036	2051	2076
DRIAS4	IPSL/RCA4	2033	2048	2070
DRIAS6	Nor/REMO	2036	2053	2078
DRIAS7	CNRM/ALADIN	2041	2056	2080
DRIAS8	Nor/HIRHAM	2033	2049	2075
DRIAS9	HadGEM/CCLM	2023	2037	2062
DRIAS11	HadGEM/RegCM	2026	2041	2065
DRIAS12	MPI/REMO	2048	2064	2091
DRIAS14	HadGEM/ALADIN	2024	2041	2066
DRIAS15	Nor/WRF	2046	2063	2088
DRIAS16	MPI/RegCM	2044	2059	2086
DRIAS17	CNRM/HadREM	2035	2050	2074
DRIAS18	EC/HadREM	2027	2043	2067
DRIAS19	HadGEM/HadREM	2020	2035	2059
DRIAS20	IPSL/HIRAM	2035	2049	2073

TABLEAU 5. LIGNES 1 : NIVEAUX DE RECHAUFFEMENT PLANETAIRE PAR RAPPORT A LA PERIODE PRE-INDUSTRIELLE 1850-1900. LIGNES 2 ET 3 : NIVEAUX DE RECHAUFFEMENT CORRESPONDANTS SUR LA FRANCE METROPOLITAINE PAR RAPPORT A LA PERIODE PRE-INDUSTRIELLE 1900-1930 ET PAR RAPPORT A 1976-2005. SOURCE : PORTAIL DRIAS (DRIAS-CLIMAT 2023).

Monde <i>ref 1850-1900</i>	1.5°C	2°C	3°C
Fr-Met. <i>ref 1900-1930</i>	2°C	2.7°C	4°C
Fr-Met <i>ref 1976-2005</i>	1.4°C	2.1°C	3.4°C