



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259)
a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne.



Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique pour la gestion locale de l'eau

*Diagnosis of vulnerabilities to climate
change for local water management*



Février 2025

INFORMATIONS SUR LE DOCUMENT

Code du projet	LIFE19 GIC/FR/001259
Acronyme du projet	LIFE Eau&Climat
Nom complet du projet	Supporting long-term local decision-making for climate-adapted Water Management
Action du Grant agreement	C1 : Développement et validation des outils d'aide à la décision pour les acteurs locaux
Sous-action	C1.1 : Outil et méthodologie de diagnostic des vulnérabilités locales
Livrable	D10 : Outil d'analyse des vulnérabilités
Responsable de la tâche	ACTIERRA
Auteur(s)	Chloé STAB , Eva LAFONT, Elise BOURRU et Line SARACIVA (ACTIERRA)
Coordination	Julie FABRE (indépendante)
Contributeur(s)	Stéphane SIMONET (ACTIERRA), Jean-Philippe VIDAL (INRAE), Jean-Michel SOUBEYROUX (Météo France), Anne-Paule METTOUX-PETCHIMOUTOU (Oieau), Stéphane LORIOT (EPTB Vienne), Maxime PANTAROTTO (SMEAG), Benoît ROSSIGNOL (EP Loire)
Date de publication prévue	08/2021
Date de publication actuelle	02/2025
Droit de diffusion	Diffusable

HISTORIQUE DU DOCUMENT

Version	Date	Partenaire	Révisions réalisées
V1	05/11/2021	Jean-Philippe VIDAL (INRAE), Jean-Michel SOUBEYROUX (Météo France), Anne-Paule METTOUX-PETCHIMOUTOU (Oieau)	1 ^{ère} version circulée aux partenaires
V2	13/12/2021	Stéphane LORIOT (EPTB Vienne), Maxime PANTAROTTO (SMEAG), Benoît ROSSIGNOL (EP Loire)	2 ^{ème} version circulée aux partenaires
V3	01/06/2022	Stéphane LORIOT (EPTB Vienne), Maxime PANTAROTTO (SMEAG), Benoît ROSSIGNOL (EP Loire)	3 ^{ème} version ajustée en fonction des retours partenaires
V4	18/09/2023	Youcef ABDI (ACTIERRA), Léo LENOIR (ACTIERRA)	4 ^{ème} version ajustement de la mise en forme
VF	14/02/2025	Elise BOURRU et Line SARACIVA (ACTIERRA)	Dernière version prenant en compte les RETEX des démonstrateurs

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
1 Un diagnostic territorialisé des vulnérabilités locales au changement climatique : pourquoi, pour qui et comment ?	10
1.1 Cible et objectifs	10
1.2 Concepts clés	10
1.3 Présentation de l’outil	12
1.3.1 Nature de l’outil et périmètre	12
1.3.2 Présentation des grandes étapes de la démarche	13
1.3.3 Une démarche qui appelle à une mobilisation forte des acteurs de terrain	13
1.3.4 Positionnement de la démarche	13
1.3.5 Limites constatées.....	15
1.4 Prérequis nécessaires	15
1.4.1 Compétences et outils à mobiliser	15
1.4.2 Les ressources humaines et moyens à mobiliser	16
2 Je me lance : la démarche pas à pas	17
2.1 Architecture des étapes.....	17
2.2 Etape 1. Cadrage et définition des enjeux.....	18
2.3 Etape 2. Identification des facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques.....	21
2.4 Etape 3. Choix des indicateurs de vulnérabilité.....	24
2.5 Etape 4. Evaluation des vulnérabilités.....	27
2.6 Etape 5. Synthèse et mise en forme des résultats	30
3 Convaincre pour passer à l’action : par quels moyens ?	33
3.1 Mettre en valeur les résultats et communiquer de manière engageante	33
3.2 Recommandations pour mieux adapter la communication du diagnostic de vulnérabilité afin d’inclure et de mobiliser différents acteurs	34
ANNEXES	37
Annexe 1. Les fiches techniques	37
FICHE TECHNIQUE 1 : Le choix des scénarios climatiques et socio-économiques	38
FICHE TECHNIQUE 2 : Questions guides et exemples pour élaborer la liste des impacts ciblés par le diagnostic 43	
FICHE TECHNIQUE 3 : Questions guides et exemples pour déterminer les facteurs de vulnérabilité non climatiques.....	46
FICHE TECHNIQUE 4 : Le choix des indicateurs hydroclimatiques et des données associées	48
FICHE TECHNIQUE 5 : Le choix des indicateurs non climatiques et des données associées	52
FICHE TECHNIQUE 6 : Les méthodes techniques d’évaluation des facteurs climatiques et non climatiques ..	56
FICHE TECHNIQUE 7 : Comment présenter et interpréter les résultats ?	59

Annexe 2. Les fiches de pilotage.....	62
FICHE PILOTAGE 1 : Plan de mobilisation : quels temps collectifs prévoir, avec quels acteurs, comment mobiliser ?	63
FICHE PILOTAGE 2 : La co-construction des chaînes d’impact.....	64
FICHE PILOTAGE 3 : Evaluation collective des degrés de vulnérabilité	67
Annexe 3. Les définitions du GIEC	69
Annexe 4. Les scénarios RCPs du GIEC et la TRACC	72
Annexe 5. Indicateurs disponibles sur DRIAS	73
Annexe 6. Liste des Ressources	76
Annexe 7. Autres exemples territoriaux.....	77

Glossaire:

Aléa climatique : événement météorologique ou climatique potentiellement dangereux, comme une tempête, une canicule ou une inondation.

Horizon : période de temps sur laquelle sont analysées les évolutions du climat, les impacts et les stratégies. Un horizon de changement climatique est défini par une période de 30 ans.

Facteur climatique : variations de paramètres climatiques et/ou hydrologiques (températures moyennes, régime de précipitation, période de sécheresse, etc) ou bien la survenue d'aléas climatiques (pluies torrentielles, canicule, etc) auxquels le système est exposé, tenant compte de leur nature et de leur degré d'intensité

Facteur non climatique : caractéristiques du territoire qui font qu'il sera plus ou moins affecté par un changement donné dans les conditions climatiques (artificialisation des sols, pressions de prélèvement ou de pollution, élasticité des usages...), qu'il dispose ou non d'outils et de moyens pour s'adapter.

Impact : effets (observés ou potentiels) directs ou indirects du changement climatique sur le site d'étude. Cela peut être une opportunité ou une menace pour les activités

Indicateur : agrégations temporelles calculées à partir de données quotidiennes, à différentes fréquences: mensuelles, saisonnières ou annuelles (Drias).

Vulnérabilité : La prédisposition d'un système à être affecté négativement ou positivement des changements climatiques.

EXECUTIVE SUMMARY

This report corresponds to the deliverable (D10) relating to action C1 on the *Development and validation of decision-making tools for local stakeholders* and more specifically sub-action C1.1 dedicated to the *development of a tool and methodology for assessing local vulnerabilities*.

This tool proposes a methodological approach for carrying out a territorial assessment of water-related vulnerabilities to climate change, at a local scale. Territories are invited to adapt this methodology to their own local contexts, needs and means. It is consistent with the method developed at large river basins' scale; illustrated by vulnerability maps to climate change by 2030 and 2050, and which has been implemented in most water agencies adaptation plans.

More specifically, this vulnerability assessment approach leads up to consider the available data and to translate it in terms of vulnerabilities to climate change. It makes it possible to cross-reference scientific knowledge on climate change (analysis of climatic vulnerability factors) with field data and knowledge of local sensitivity and adaptive capacity (non-climatic factors) in order to specify the needs in terms of adaptation. It combines a participatory approach (identification of themes and major vulnerability factors, assessment/validation of vulnerability levels, etc.) and technical analysis of data (climate and non-climate indicators). The approach is summarised below in 5 main steps:

1. **Framing and definition of the issues;**
2. **Identification of vulnerability factors;**
3. **Selection of vulnerability indicators;**
4. **Assessment of vulnerabilities;**
5. **Compilation and formatting of results.**

It leads to a semi-quantitative assessment of the level of vulnerability, with results illustrated either through vulnerability maps or through a more graphic representation. The participatory approach also leads to a more qualitative assessments which supplements and completes the semi-quantitative results. The results of this vulnerability assessment should then make it possible to define the priority actions for adaptation in the water sector at the level of local management entities.

This tool is illustrated by a methodological guide (the subject of this deliverable).

This guide will be amended and supplemented before being validated in its final version thanks to its implementation in three pilot areas, namely :

- The SAGE of the Sioule (EP Loire) ;
- The SAGE of the Vienne (EPTB Vienne) ;
- The SAGE of the Garonne Valley (SMEAG).

The tool will therefore be revised at the end of this demonstration and test phase, which constitutes action C1.3 of the project and is the subject of Milestone MS7.

SYNTHÈSE

Ce rapport correspond au livrable (D10) relatif à l'action C1- *Développement et validation des outils d'aide à la décision pour les acteurs locaux* et plus particulièrement la sous-action C1.1 sur le développement d'un *outil et méthodologie de diagnostic des vulnérabilités locales*.

Cet outil propose une démarche méthodologique pour mener un diagnostic territorialisé des vulnérabilités au changement climatique liées à l'eau, à l'échelle de sa gestion locale, que les territoires sont invités à prendre en main et à adapter à leurs contextes, besoins et moyens. Elle s'inspire et se veut cohérente avec la méthode d'élaboration des cartes de vulnérabilités au changement climatique des bassins versants à l'horizon 2030 et 2050, mise en œuvre dans la plupart des plans d'adaptation des agences de l'eau.

De manière plus précise, cette démarche de diagnostic des vulnérabilités invite à considérer les données disponibles et à les traduire en termes de vulnérabilités au changement climatique. Elle permet de croiser les connaissances scientifiques sur le changement climatique (analyse des facteurs de vulnérabilité climatiques) avec la connaissance du terrain et de ses fragilités (facteurs non climatiques) afin de préciser les besoins en termes d'adaptation. Elle mêle la co-construction (identification des thèmes et des grands facteurs de vulnérabilité, évaluation/validation des niveaux de vulnérabilité...) et l'analyse technique des données (indicateurs climatiques et non climatiques). La démarche est résumée ci-dessous en 5 grandes étapes :

1. **Cadrage et définition des enjeux ;**
2. **Identification des facteurs de vulnérabilité ;**
3. **Choix des indicateurs de vulnérabilité ;**
4. **Évaluation des vulnérabilités ;**
5. **Synthèse et mise en forme des résultats.**

Elle aboutit à une évaluation semi-quantitative sous la forme de scores de vulnérabilité, avec une illustration des résultats soit au travers de la réalisation de cartes de vulnérabilités, soit via une représentation plus graphique de ceux-ci. L'évaluation semi-quantitative est enrichie par une analyse qualitative issue des temps de co-construction. Les résultats de ce diagnostic des vulnérabilités doivent ensuite permettre de définir les axes prioritaires d'action pour l'adaptation dans le domaine de l'eau à l'échelle d'entités de gestion.

Cet outil se présente sous la forme d'un guide méthodologique (objet de ce présent livrable).

Ce guide a pour vocation à être enrichi avant d'être validé dans sa version définitive grâce à sa mise en œuvre sur trois territoires de SAGE pilotes, à savoir :

- Le SAGE de la Sioule (EP Loire) ;
- Le SAGE de la Vienne (EPTB Vienne) ;
- Le SAGE de la Vallée de la Garonne (SMEAG).

L'outil sera donc révisé à l'issue de cette phase de démonstration et de test, qui constitue l'action C1.3 du projet et fait l'objet du Milestone MS7.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

❖ Figures

Figure 1. Synthèse des concepts clés de la démarche	11
Figure 2. Les étapes méthodologiques de la démarche.....	13
Figure 3. Exemples de grilles d'agrégation des scores à gauche et de croisement à droite.....	28
Figure 4. Dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour les saisons estivales à l'horizon fin de siècle selon le scénario RCP8.5 (source : DRIAS-2020).....	39
Figure 5. Exemple de fiche synthétique pour un impact étudié	61
Figure 6. Exemple de modèle de chaîne d'impact	65
Figure 7. Exemples de critères de notation qualitative des facteurs non climatiques	68
Figure 8 : Evolution sur le XXIème siècle des émissions annuelles de GES au niveau mondial (en Giga tonne équivalent-CO2/an) – Sources : GIEC 2013	73

❖ Tableaux

Tableau 1. Positionnement du diagnostic des vulnérabilités vis à vis d'un bilan des connaissances sur les impacts du changement climatique et d'études d'impact ciblées : comparaison des objectifs, résultats, moyens et coûts.	14
Tableau 2. Compétences et outils à mobiliser à chaque étape de la démarche.....	16
Tableau 3. Classement des écarts de températures (tableau de gauche) et des écarts de précipitations (tableau de droite) des saisons estivales fin de siècle (2071-2100) relativement à la période historique 1976-2005	41
Tableau 4. Exemples de thèmes et d'impacts identifiés sur des bassins hydrographiques français (liste non exhaustive).....	44
Tableau 5. Exemples de facteurs de vulnérabilité non climatiques pour certains impacts.....	47
Tableau 6. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques présents sur DRIAS Climat et Eau.....	48
Tableau 7. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques potentiels (disponibles sur DRIAS) pour différents impacts.....	51
Tableau 8. Exemples d'indicateurs non climatiques par thématique	52

INTRODUCTION

Le domaine de l'eau a été précurseur dans le développement de modes de gouvernance innovants prônant une gestion de la ressource concertée et participative, avec des résultats en termes d'amélioration de la qualité de l'eau et des milieux, et la création de la gestion par bassin versant et locale de l'eau. Aujourd'hui, le secteur doit faire face à un nouveau défi qu'est le changement climatique. De grandes orientations ont été définies au niveau national (Plan National d'Adaptation au Changement Climatique PNACC2), et des plans d'adaptation au changement climatique ont été adoptés par chacune des Agences de l'eau.

Désormais les acteurs territoriaux doivent **travailler à la transposition** de ces grandes orientations à l'échelle locale, en développant **des stratégies d'adaptation** en mesure de faire face aux défis posés localement par le changement climatique pour ensuite **passer à l'action**. Ils sont donc confrontés à la nécessité de **mieux comprendre** les enjeux posés par le changement climatique sur leur territoire, pour **mieux agir**, en synergie avec les objectifs et stratégies territoriales.

Ce constat pose la nécessité de **faire évoluer les outils traditionnels de gestion de l'eau** du territoire français déclinés aux échelles de bassins et sous-bassins pour intégrer des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique dans la planification locale. Ces outils étant en général élaborés pour répondre aux problématiques actuelles (de 0 à 5 ans), de nouveaux outils doivent être développés pour donner aux gestionnaires et aux décideurs les clés **pour comprendre et anticiper la situation à un horizon plus lointain (20 à 30 ans)**.

Une démarche d'adaptation au changement climatique repose essentiellement sur deux phases :

- Le diagnostic, qui permet d'analyser les conséquences locales du changement climatique en lien avec les caractéristiques territoriales et les projections d'évolution du climat et d'hydro(géo)logie ;
- La stratégie d'adaptation et le plan d'action **permettant de limiter les impacts négatifs des évolutions climatiques et d'accroître la robustesse des systèmes socioéconomiques et naturels**.

Dans le cadre du projet LIFE Eau & Climat, deux outils ont été développés, correspondant chacun à une de ces deux phases des démarches d'adaptation.

Ce **guide méthodologique de diagnostic des vulnérabilités** liées à la gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants correspond au premier des deux outils et présente une démarche méthodologique et un cadre d'analyse, que les territoires sont invités à prendre en main et à adapter à leurs contextes, besoins et moyens.

La démarche ne comporte pas de modélisation et ne constitue pas non plus une étude d'impact, il s'agit d'une approche qui invite à considérer les données disponibles et à les traduire en termes de vulnérabilités au changement climatique. Elle invite à croiser les connaissances scientifiques sur le changement climatique avec la connaissance du terrain et de ses fragilités afin de préciser les besoins en termes d'adaptation.

1 Un diagnostic territorialisé des vulnérabilités locales au changement climatique : pourquoi, pour qui et comment ?

1.1 Cible et objectifs

Pour définir une stratégie d'adaptation, il est nécessaire de comprendre non seulement les évolutions potentielles des ressources et des usages, mais aussi d'analyser les facteurs de vulnérabilité des territoires. Ainsi certains territoires peuvent subir des conséquences plus ou moins marquées que d'autres, à évolutions climatiques et hydrologiques similaires, exprimant des degrés de vulnérabilité contrastés. Le diagnostic de vulnérabilité, en croisant l'analyse des évolutions hydroclimatiques et celle des caractéristiques territoriales, permet d'identifier des points de vigilance en termes d'adaptation et met en avant les zones et les enjeux avec les besoins les plus prégnants en termes d'adaptation au changement climatique.

Les résultats de ce diagnostic des vulnérabilités doivent donc permettre de définir les axes prioritaires d'action pour l'adaptation dans le domaine de l'eau à l'échelle d'entités de gestion.

Ce guide propose une démarche méthodologique pour mener un diagnostic territorialisé des vulnérabilités au changement climatique liées à l'eau, qui mêle une approche technique et la co-construction et la mobilisation des acteurs du territoire.

Il ne faut pas négliger le temps de prise en main de certains concepts, ni le temps de traitement de données qui peut être plus conséquent s'il s'agit d'une tâche nouvelle.

Cette méthodologie est plus adaptée à une échelle territoriale localisée : classiquement, le périmètre d'un SAGE, dont la superficie moyenne est de 2000 km². Si le territoire étudié est plus conséquent, certaines étapes de la méthodologie seront plus difficiles à appliquer.

Ce guide cible à la fois :

- ⇒ L'**animateur/le pilote** de la démarche ;
- ⇒ La **personne/structure en charge de la réalisation technique** du diagnostic.

1.2 Concepts clés

La **vulnérabilité** est une expression de la propension d'un système à subir des dommages à la suite d'un événement naturel ou anthropique. Le cadre d'analyse et le vocabulaire liés à la vulnérabilité au changement climatique, parfois appelée aussi analyse des risques, varient selon les contextes, les disciplines impliquées dans l'évaluation, et les publications. Néanmoins les concepts clés à la base de ces analyses restent les mêmes. Ils partent du principe que les dommages que peut subir un système du fait du changement climatique dépendent d'interactions complexes entre les phénomènes climatiques et les systèmes anthropiques. Les dommages subis dépendent donc de :

- **Facteurs climatiques** : Ce sont les variations de paramètres climatiques et/ou hydrologiques (températures moyennes, régime de précipitation, période de sécheresse, etc) ou bien la survenue d'aléas climatiques (pluies torrentielles, canicule, etc) auxquels le système est exposé, tenant compte de leur nature et de leur degré d'intensité. Par exemple le système peut être soumis à une évolution des températures, des pluies saisonnières, de la fréquence et de l'intensité des fortes pluies, des débits des cours d'eau, de la recharge des nappes, de la fréquence des sécheresses climatiques, etc. Ces facteurs climatiques varient en fonction des scénarios climatiques considérés.
- **Facteurs non climatiques** : Ce sont les caractéristiques du territoire qui font qu'il sera plus ou moins affecté par un changement donné dans les conditions climatiques (artificialisation des sols, pressions de prélèvement ou de pollution, élasticité des usages...), qu'il dispose ou non d'outils et de moyens pour s'adapter.

La méthode exposée dans ce guide est basée sur une approche éprouvée au niveau national et international, qui consiste à évaluer, par un scoring (établi soit à partir d'indicateurs normalisés, soit à dire d'experts, soit via la concertation des acteurs de terrain dans une approche d'adaptation basée sur les communautés), les facteurs climatiques et les facteurs non climatiques¹. Pour chaque **impact potentiel** du changement climatique (les impacts étant les conséquences – directes ou indirectes – humaines, environnementales et économiques, des évolutions (hydro)climatiques sur le territoire) on évalue ainsi un **degré de vulnérabilité** (à un horizon futur donné) en croisant l'évaluation des facteurs climatiques et non climatiques.

A noter que dans la démarche proposée, les vulnérabilités sont évaluées dans un scénario socio-économique constant. Autrement dit, ce choix revient à répondre à la question « **comment s'en sortirait-on, avec les caractéristiques du territoire d'aujourd'hui, dans le climat de demain ?** ».

Impact potentiel

*Conséquences directes ou indirectes
humaines, environnementales ou
économiques des changements climatiques*

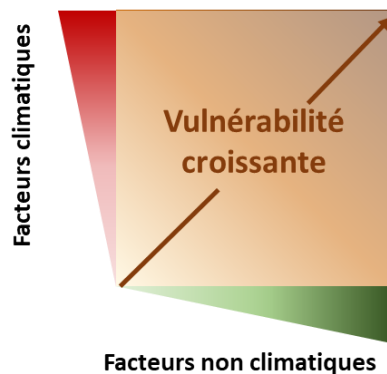


Figure 1. Synthèse des concepts clés de la démarche

¹ (ADEME, Révision 2018), (Agence de l'eau Adour-Garonne, Juin 2018), (Agence de l'eau Loire-Bretagne, Février 2017), (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2013), (GIZ, Auguste 2014).

1.3 Présentation de l'outil

1.3.1 Nature de l'outil et périmètre

Cet outil se présente comme une **méthodologie d'(auto)diagnostic des vulnérabilités au changement climatique dans le secteur de l'eau**. Il comprend :

1. La démarche pas à pas qui propose des éléments de méthode d'ordre technique ou d'animation/pilotage ;
2. Des fiches techniques et de pilotage associées aux différentes étapes du guide ;
3. Un fil rouge, exemple de mise en œuvre de la démarche (indicateurs choisis, fichier Excel illustrant les calculs effectués, exemple de fiche synthèse des résultats).

Le guide fournit un cadre d'analyse permettant à son utilisateur de structurer son approche, en (se) posant les bonnes questions, avec des exemples d'analyses concrètes. Il fournit également des indications quant à l'utilisation des données de projections climatiques et hydrologiques dans le cadre de l'exercice de diagnostic des vulnérabilités. Néanmoins il n'apporte pas de réponses détaillées adaptées à chaque territoire et ne constitue en aucun cas un outil « clé-en-main » qui produirait des analyses à partir de données entrées par son utilisateur. La mise en œuvre de cette démarche demande un travail d'appropriation amenant à une étude propre à chaque territoire en fonction des enjeux d'adaptation spécifiques, du niveau de mobilisation des acteurs, des moyens, de l'usage souhaité du diagnostic, etc.

La méthodologie présentée ici est inspirée de et se veut cohérente avec celle développée par les Agences de l'Eau ayant élaboré une cartographie des vulnérabilités au changement climatique, avec le croisement de facteurs (hydro)climatiques et non climatiques. Elle cible néanmoins une échelle de gestion, et donc des problématiques et des modes d'action face aux impacts du changement climatique, qui peuvent différer. Ainsi ce document se veut être un guide d'autodiagnostic des vulnérabilités, avec une méthodologie et des rendus à adapter en fonction des objectifs de la structure porteuse.

Données climatiques & hydroclimatiques

Cette démarche d'identification des vulnérabilités demande un accès à des données de projections climatiques et de débits et une manipulation de celles-ci. Si ces données peuvent être issues d'études locales (issues de projets de recherche pour la plupart), deux portails nationaux mettent à disposition des projections climatiques (le portail [DRIAS](#)) et hydroclimatiques (DRIAS-Eau) sur l'ensemble du territoire français métropolitain. Les données des projections hydroclimatiques sont issues du projet [EXPLORE2](#), dont l'objectif est d'actualiser les connaissances sur l'impact du changement climatique sur l'hydrologie sur la base de scénarios contrastés d'émission de gaz à effet de serre et d'un ensemble de modèles climatiques et hydrologiques².

Ce guide comprend des encadrés « DRIAS-Eau », qui présentent, à chaque étape où interviennent les projections hydroclimatiques, des lignes directrices et une aide à l'utilisation du portail et de ses données (scénarios, modèles, indicateurs disponibles, modalités de traitement, etc.³).

² Le projet Explore2 ayant débuté à la fin 2021, les données pourront être mises à disposition des territoires du projet Life E&C au fur et à mesure de leur production et validation. Dans un premier temps, les simulations issues du modèle hydrologique SIM2 de Météo-France sont d'ores et déjà disponibles.

³ A l'heure actuelle, ce contenu s'appuie sur les simulations SIM2 qui sont disponibles sur l'extension eau du portail DRIAS, et qui seront intégrées fin 2022 sur le portail DRIAS-Eau. Il sera repris et adapté en fonction des nouvelles productions de jeux de données issues du projet EXPLORE2 (2021-2024).

1.3.2 Présentation des grandes étapes de la démarche

Cette démarche de diagnostic des vulnérabilités est fondée sur le croisement de l'analyse des facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques. Elle mêle la co-construction du diagnostic (identification des thèmes et des grands facteurs de vulnérabilité, évaluation/validation des niveaux de vulnérabilité...) et l'analyse technique des données (indicateurs climatiques et non climatiques). La démarche est résumée ci-dessous en 5 grandes étapes :

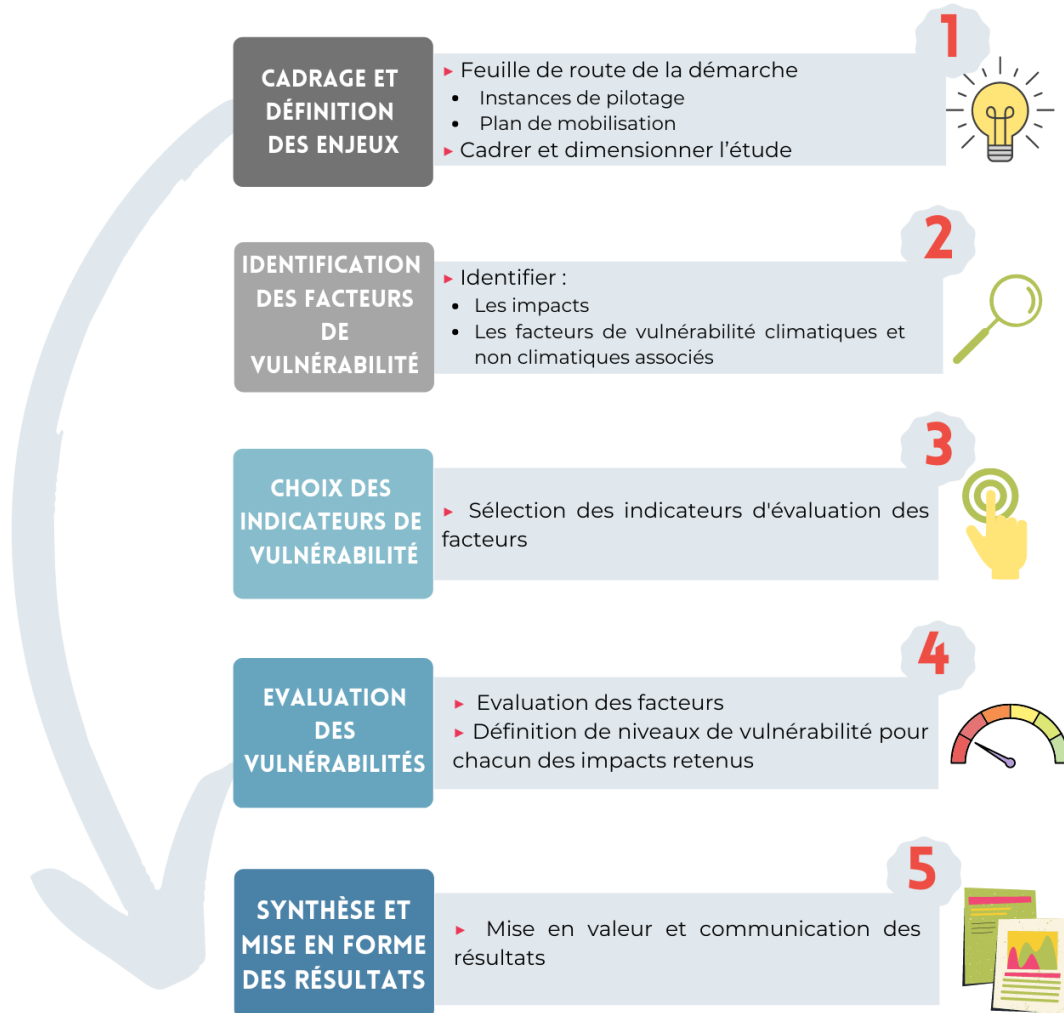


Figure 2. Les étapes méthodologiques de la démarche

1.3.3 Une démarche qui appelle à une mobilisation forte des acteurs de terrain

La réalisation du diagnostic s'ancre dans une démarche de mobilisation, en faveur d'un engagement des acteurs et des décideurs. Cette mobilisation est à la fois garante de la qualité du diagnostic (un diagnostic ancré dans les réalités territoriales) et de son appropriation, qui facilitera les étapes suivantes. La mobilisation d'une pluralité d'acteurs est en effet primordiale pour l'appropriation : un diagnostic partagé est une clé de réussite de la stratégie d'adaptation, et du passage à l'action.

L'analyse des vulnérabilités couple une approche descendante (résultats issus de modélisations et de l'analyse technique de données) avec une approche ascendante (connaissances locales du territoire). Dans ce contexte, la mobilisation des différents acteurs de terrain prend toute son importance.

1.3.4 Positionnement de la démarche

Pour évaluer les impacts du changement climatique sur un territoire et élaborer des stratégies et plans d'action d'adaptation, différentes démarches sont possibles. Elles n'ont cependant pas forcément la même ampleur, n'amènent pas aux mêmes résultats ou ne nécessitent pas le même niveau d'engagement (voir Tableau 1). La mise en œuvre de l'une de ses démarches n'exclut pas celle des autres, et leurs résultats peuvent se compléter.

Tableau 1. Positionnement du diagnostic des vulnérabilités vis à vis d'un bilan des connaissances sur les impacts du changement climatique et d'études d'impact ciblées : comparaison des objectifs, résultats, moyens et coûts.

	Bilan des connaissances	Études d'impact	Diagnostic des vulnérabilités
<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Informer sur l'état actuel des connaissances scientifiques et des impacts potentiels du changement climatique • Mettre à disposition les connaissances pour faciliter leur réutilisation éventuelle sur les territoires • Sensibiliser aux enjeux de l'adaptation 	<ul style="list-style-type: none"> • Comblent les manques de connaissance • Anticiper des enjeux non-pré-identifiés • Focus sur un impact avec modélisation des effets des actions identifiées 	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir une vue globale des différents points de vulnérabilité au CC • Territorialiser et prioriser les besoins d'adaptation • Analyser les facteurs de vulnérabilité non climatiques
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transcription des impacts identifiés en termes d'enjeux pour le SAGE • Des actions sans regret • Des actions non priorisées sauf pour des enjeux ciblés pour lesquels des études spécifiques ont été menées 	<ul style="list-style-type: none"> • Des impacts sur la ressource clairement définis • Quelques actions étudiées finement pour un ou plusieurs impacts précis 	<ul style="list-style-type: none"> • Des actions d'adaptation priorisées et territorialisées à mettre en œuvre • Pas/peu d'information sur l'efficacité potentielle des actions
<i>Moyens techniques / humains</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Valorisation de toutes les études menées sur le territoire • Mobilisation des parties prenantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation hydrologique et projections climatiques (choix des scénarios et horizons) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilisation et engagement des parties prenantes au travers d'ateliers de concertation
<i>Coût</i>	+	+++	++

Le **diagnostic de vulnérabilités** amène à une vision d'ensemble des différents points de vulnérabilité sur un territoire donné. Les besoins d'adaptation sont ainsi territorialisés et priorisés et mis en lien avec les caractéristiques intrinsèques du territoire (facteurs non climatiques). Il permet également un engagement des acteurs territoriaux.

Ce diagnostic des vulnérabilités du territoire peut également être mis en relation avec d'autres démarches. Il peut être utilisé comme un préalable à d'autres études sur la gestion des ressources en eau, comme notamment :

- Dans le **cadre de l'élaboration ou de la révision d'un SAGE**. Sur la base de ce diagnostic, le SAGE permet de décliner localement les vulnérabilités territoriales et secteurs en tension identifiés par zone d'étude.
- Dans le **cadre de l'élaboration et de la mise en œuvre de PTGE**. En effet ce diagnostic permet d'alimenter les réflexions sur l'identification des territoires prioritaires au regard de la gestion de la ressource et donc où un PTGE est nécessaire et de l'alimenter au travers d'éléments de prospective.
- Pour la réalisation **d'études prospectives** : une première phase de diagnostic prospectif sur les impacts potentiels du changement climatique doit être menée afin d'arriver à l'élaboration des scénarios tendanciel et souhaitables(s) et l'identification des actions d'adaptation à mettre en œuvre. La démarche de diagnostic des vulnérabilités peut tout à fait être employée afin de réaliser cette première phase des études prospectives. Elle s'ancre bien dans l'approche participative employée dans ce type d'études.
- Pour la **réalisation d'études de gestion quantitative (HMUC, EVP, ...)** : la phase de diagnostic de ces études ainsi que le volet climat peuvent être alimentés par ce type de diagnostic.

Toutefois, lorsque ces études ont d'ores et déjà été réalisées, elles peuvent en retour venir alimenter cette démarche de diagnostic. Celles-ci devant, bien entendu, être menées en cohérence les unes par rapport aux autres.

1.3.5 Limites constatées

L'étude de la vulnérabilité implique des jugements de valeur sur les paramètres pris en compte et sur le niveau de vulnérabilité que l'on associe à leurs valeurs. Il faut donc veiller à rester le plus transparent possible sur les hypothèses prises et exposer clairement les facteurs explicatifs du niveau de vulnérabilité de chaque territoire.

L'analyse des facteurs climatiques s'appuie également sur des projections hydroclimatiques dont les étapes de production comportent elles-mêmes des incertitudes (scénarios socio-économique⁴, TRACC (Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique), RCP⁵, modélisation climatique, modélisation hydrologique, etc.) et délivrent ainsi une estimation de ce que pourrait être le climat futur. Pour prendre en compte ces incertitudes, la méthodologie propose de sélectionner plusieurs scénarios RCP associés à un certain nombre de modèles et donc d'envisager plusieurs évolutions potentielles.

De plus, la régionalisation des modèles pour arriver à des échelles plus fines implique un niveau supplémentaire d'incertitudes. La priorisation des impacts basée sur une territorialisation fine de l'évolution des facteurs climatiques doit être considérée avec précaution ; la territorialisation des facteurs de vulnérabilité non climatiques prendra ici une importance particulière.

De plus, les résultats issus de la démarche sont à interpréter selon l'hypothèse de « continuité » du territoire qui considère la vulnérabilité en climat futur mais avec le contexte socio-économique actuel.

1.4 Prérequis nécessaires

1.4.1 Compétences et outils à mobiliser

La démarche d'évaluation des vulnérabilités au changement climatique demande de mobiliser des connaissances et données diverses. Une bonne compréhension des impacts potentiels du changement climatique et de la notion de vulnérabilité sont nécessaires, ainsi qu'une bonne connaissance du territoire et la capacité à mobiliser les parties prenantes. Les compétences techniques nécessaires relèvent de la manipulation des données, qu'elles soient climatiques ou spécifiques au territoire.

Une **mutualisation des connaissances et/ou compétences** peut être envisagée **avec des territoires voisins ou homologues et/ou des structures d'échelle infrarégionale ou régionale** afin de gagner en temps et en qualité de travail, en organisant un partage des ressources et des échanges sur les initiatives et retours d'expérience.

Pour ce qui est des aspects techniques, si les compétences ne sont pas disponibles en interne, l'équipe projet pourra faire appel à un prestataire externe (voir paragraphe suivant).

4 Pour la définition, voir Annexe 1.

5 Pour l'élaboration de son 5ème Rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a élaboré la famille de scénarios RCP (Representative Concentration Pathway). Cette famille est représentée par quatre scénarios basés sur quatre hypothèses relatives aux émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) durant le XXIème siècle (2000-2100). Voir Annexe 2.

Tableau 2. Compétences et outils à mobiliser à chaque étape de la démarche

Etape	Compétences et outils à mobiliser
1. Cadrage et définition des enjeux	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissances globales du territoire et des impacts potentiels du changement climatique • Appropriation des concepts climatiques (modèles – scénarios)
2. Identification des facteurs de vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Compréhension et appropriation des concepts de la démarche (vulnérabilité, facteurs climatiques et non climatiques...) • Connaissances sur les impacts potentiels du changement climatique • Connaissance du territoire (facteurs de vulnérabilité non climatiques)
3. Choix des indicateurs de vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance du territoire et des données disponibles • Besoin de données d'entrée (stations de suivi, etc.)
4. Evaluation des vulnérabilités	<ul style="list-style-type: none"> • Compétences en manipulation de données hydroclimatiques comme DRIAS ou EXPLORE 2 • Utilisation d'Excel • Manipulation de données cartographiques (extractions, agrégations...)
5. Synthèse et mise en forme des résultats	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie * • Infographie

* Dans le cas où une représentation cartographique des résultats serait choisie.

Au-delà des compétences techniques, la démarche demande d'identifier le réseau d'acteurs/parties prenantes à mobiliser, et de bénéficier de capacités de mobilisation et de communication.

1.4.2 Les ressources humaines et moyens à mobiliser

La démarche doit s'appuyer sur une **équipe projet restreinte** portée par une personne référente, qui pourra également s'appuyer sur un **référént technique** pour les questions relatives aux données et à la cartographie, que l'étude soit réalisée en interne ou avec l'appui d'un prestataire externe.

L'équipe projet devra également mobiliser des experts et personnes ressources, afin de mieux appréhender les enjeux climatiques par domaine d'expertise. Cette mobilisation peut s'effectuer au travers de la constitution d'un **comité technique** rassemblant des représentants des services techniques de la structure porteuse et de ses partenaires clés.

Le portage institutionnel et politique peut s'effectuer via la constitution d'un **comité de pilotage** formé par les élus et décideurs. Ceux-ci peuvent également être mobilisés à certains moments clés de la démarche, avec un degré d'implication qui variera en fonction du contexte local et de leur intérêt pour le sujet.

Le temps nécessaire pour l'ensemble du diagnostic varie en fonction du territoire, du niveau de précision recherché et du niveau souhaité de concertation avec les acteurs de territoire. Le tableau ci-dessous donne une estimation du temps à consacrer à la démarche, décomposé par étape.

2 Je me lance : la démarche pas à pas

2.1 Architecture des étapes

Chaque étape est décrite selon le même format, comprenant :

Le nom de l'étape	
Durée de l'étape Le(s) objectif(s) de l'étape	Les résultats attendus
Contenu technique	
L'encadré « technique » présentant les activités à accomplir au cours de l'étape	Les fiches techniques associées à l'étape
Pilotage de la démarche	
L'encadré « pilotage » support pour le pilotage de la démarche, présentant des éléments d'animation pour mener à bien le volet technique et mobiliser les acteurs	Les fiches animation associées à l'étape ;
Fil rouge	
Le fil rouge. ⁶	

⁶ Sera disponible dans le guide en version finale, après les tests.

2.2 Etape 1. Cadrage et définition des enjeux



Durée de l'étape : 7 à 10 jours



Objectifs de l'étape :

- Cadrer le pilotage et l'animation de la démarche
- Définir les thèmes ciblés par le diagnostic, ainsi que les différents scénarios à considérer



Résultats de l'étape :

- Une feuille de route pour la démarche
- Les axes thématiques majeurs à étudier

Contenu technique

Détermination des thématiques prioritaires à considérer sur le territoire

Il s'agit ici d'identifier et de **cibler les thématiques prioritaires vis-à-vis du changement climatique sur le territoire** étudié. Les thématiques étudiées pourront se baser sur celles déjà identifiées dans différents documents **selon leur disponibilité et leur échelle d'application**, tels que :

- Le **bilan de connaissances** sur le changement climatique et ses impacts sur le territoire ;
- L'**état des lieux / diagnostic** effectué dans le cadre du SAGE ou d'une étude pré-PTGE
- Le(s) **orientation(s) ciblée(s)** adaptation dans le SAGE ou le SDAGE ;
- Des **études de vulnérabilité et/ou d'impact** sectorielles ;
- Les études **HMUC, PGRE, EVP**, etc.

Ce recueil d'information peut également avoir lieu lors d'un atelier de lancement (voir fiche **pilotage** associée à l'étape 1).

Leur déclinaison en impacts se fera dans un second temps – au cours de l'étape 2.

Définition des limites géographiques du territoire étudié et préfiguration de l'échelle de travail

Le périmètre géographique étudié est avant tout défini par la ressource en eau considérée : il doit être **cohérent d'un point de vue hydrologique ou hydrogéologique, voire hydraulique**. Il s'agit donc de systèmes bassins ou sous-bassins versants et/ou masses d'eau souterraines liés à cette ressource en eau, ou de systèmes hydrauliques dans le cas de territoires liés à des transferts d'eau.

A noter que le périmètre étudié devra également être cohérent du point de vue des **caractéristiques socio-économiques et des usages de l'eau**. Ainsi, si les usages de l'eau sur un territoire dépendent d'un transfert depuis l'extérieur, la vulnérabilité de la ressource externe pourra être prise en compte. De même, pour les territoires d'origine des transferts, des facteurs externes au bassin pourront entrer dans l'analyse (évolution des usages, accords et contraintes de gestion, etc.).

Le découpage du territoire en différentes zones d'étude permet de **territorialiser l'évaluation de la vulnérabilité au changement climatique** en prenant en compte les hétérogénéités hydroclimatiques, d'occupation du sol,

d'usages de l'eau, etc. Le découpage doit permettre de capter ces hétérogénéités, tout en limitant le nombre de zones d'étude afin de conserver une vision d'ensemble sur les impacts du changement climatique et les stratégies à mettre en œuvre pour s'y adapter. Les principaux éléments à prendre en compte pour définir l'échelle de travail et le zonage sont :

- Les **zonages administratifs** et ceux liés à la gestion de l'eau le cas échéant (sous bassins du SAGE, commissions territoriales...);
- Les **hétérogénéités hydrogéologiques et climatiques** ;
- Les **hétérogénéités** au niveau des **grandes pressions** : usages, morphologie, qualité... ;
- Les **spécificités** de certains territoires (biodiversité spécifique, particularités au niveau de l'approvisionnement en eau, etc.) ;
- La **disponibilité des données hydroclimatiques**.

Si le territoire d'étude a déjà fait l'objet d'un découpage, que ce soit des sous-bassins d'un SAGE, d'une étude sur la gestion quantitative, sur la biodiversité, etc., il est proposé de se baser sur celui-ci, puis de vérifier si les données hydroclimatiques sont disponibles à cette échelle et si un redécoupage de certaines zones serait pertinent au vu des hétérogénéités hydroclimatiques, de pressions sur les milieux ou des spécificités territoriales. La disponibilité des données et les hétérogénéités de pression peuvent être évaluées lors de la composition de la base de données d'indicateurs climatiques et non climatiques (étape 3). Ainsi, le découpage territorial peut être affiné/ajusté au cours de la démarche.

A noter que si les données hydroclimatiques ne sont pas disponibles à une échelle suffisamment fine pour différencier des territoires hétérogènes du point de vue des pressions ou des usages, **les mêmes données hydroclimatiques peuvent être utilisées sur plusieurs zones d'étude démontrant des contrastes au niveau de la sensibilité.**

Choix de l'horizon temporel

Analyser la vulnérabilité aux évolutions climatiques futures suppose de choisir un horizon temporel. Un horizon temporel désigne une période de temps sur laquelle sont analysées les évolutions du climat, les impacts et les stratégies. A noter qu'un « horizon » de changement climatique est usuellement défini par une **période de 30 ans**. On distinguera un **horizon du proche (10-20 ans) du moyen (milieu de siècle) et du long (fin de siècle) terme**. Si l'étude de l'horizon proche permet de répondre à certaines questions de gestion de court-moyen terme, **ce sont les horizons de moyen et long termes qui permettent d'approcher et d'anticiper les impacts à venir du changement climatique**, allant de manière marquée au-delà de la variabilité climatique interannuelle.

La période choisie pour l'étude dépendra des données hydroclimatiques utilisées et de leur disponibilité. De manière générale, il est recommandé de se projeter sur **l'horizon de moyen terme**, qui permet de considérer des évolutions marquées en termes de climat et de ressources tout en conservant une certaine capacité de projection au niveau de la gestion et des stratégies d'adaptation. **L'horizon de long terme** permet de prendre en compte des évolutions plus marquées de climat, et de penser l'adaptation en termes de trajectoires de long terme. Il sera nécessaire de le considérer si des **investissements de long terme** ou des choix d'aménagement structurants rentrent en compte.

Le choix des scénarios climatiques et socio-économiques

Il s'agit ici de déterminer :

- L'horizon temporel à étudier (proche, moyen, long terme) ;
- Les simulations climatiques et hydrologiques à utiliser ;
- Le(s) scénario(s) socio-économique(s) à considérer.

A noter que ce guide a été élaboré pour évaluer la vulnérabilité du territoire actuel face au climat futur, soit avec un scénario socio-économique constant.

La détermination de tous les éléments de cette étape 1 peut prendre un temps important afin de s'appropriier les données et de sélectionner les plus pertinentes. Le traitement de données peut prendre entre 5 et 10 jours. L'ensemble de ces éléments sont détaillés dans la [Fiche Technique n°1](#).



[Fiche Technique n°1 : Le choix des scénarios](#)

Pilotage de la démarche

Définir la feuille de route du diagnostic

Afin d'établir la feuille de route du diagnostic, l'équipe projet devra avant tout préciser **les objectifs ciblés** par la démarche. Le diagnostic des vulnérabilités peut en effet être entrepris dans différents contextes et avec des objectifs qui doivent être clairement définis et formulés. Il peut viser à :

- Etablir premier bilan global pour aborder le sujet du changement climatique sur le territoire;
- Mobiliser les acteurs du territoire sur le sujet, faciliter la prise de conscience;
- Apporter des précisions plus techniques à un diagnostic déjà plutôt bien cerné, pour prioriser plus finement les besoins d'adaptation;
- Compléter l'état des lieux pour la révision du SAGE;
- ...

La feuille de route du diagnostic permettra ensuite de préciser :

- **La gouvernance** à mettre en place (équipe projet, comités technique et de pilotage, etc.) et le **plan de mobilisation** (cf. [fiche Pilotage n°1](#)). NB : dans certains cas, des commissions existantes au sein de la CLE peuvent assurer le suivi du diagnostic, dans d'autres cas on mobilisera la CLE complète. On pourra également créer un comité technique ad hoc pour l'étude, avec des membres qui font partie ou non de la CLE ;
- **Le cadrage technique** (enjeux et scénarios abordés, échelle d'étude et territorialisation...), cf. le contenu technique de l'étape ;
- **Les partenaires** à mobiliser et le recours éventuel à un appui externe.

Chacun de ces éléments sera déterminé au vu des objectifs ciblés par l'étude (degré de mobilisation et/ou d'appui technique, types d'acteurs à mobiliser, enjeux et scénarios abordés...).

Lancement du diagnostic avec les acteurs

Dans une démarche pédagogique et de mobilisation, un événement de lancement pourra être organisé (atelier de lancement ou événement de sensibilisation).

Avec qui ? Les élus, les services techniques, les acteurs de terrain, le grand public (s'il s'agit d'un événement de sensibilisation de plus grande ampleur).



[Fiche Pilotage n°1 : Plan de mobilisation : quels temps collectifs prévoir, avec quels acteurs, comment mobiliser ?](#)

2.3 Etape 2. Identification des facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques



Durée de l'étape : 15 à 20 jours



Objectifs de l'étape :

- Identifier (par thème), les impacts et les facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques associés.



Résultats de l'étape :

- Des impacts par thème couvert
- Des facteurs de vulnérabilité différenciés selon l'impact considéré

Contenu technique

Elaboration de la liste des impacts du changement climatique à considérer

Pour rappel, les impacts se définissent comme les **conséquences** – directes ou indirectes – **humaines, environnementales et économiques**, des évolutions (hydro)climatiques dues au changement climatique sur un enjeu donné : la biodiversité, les usages, l'activité économiques, la capacité à atteindre ou à maintenir le bon état des eaux, etc.

Remarque : il s'agit bien de conséquences potentielles, généralement négatives, au vu des caractéristiques actuelles du territoire. A titre d'exemple, le risque de recours massif à l'irrigation représente un impact potentiel du changement climatique au regard des caractéristiques actuelles de l'agriculture locale, et de choix d'orientations techniques et politiques. Le fait de formuler cet impact n'implique pas de considérer que le recours à l'irrigation est un impact physique, inéluctable du changement climatique, mais qu'il en est bien une conséquence potentielle, au vu des caractéristiques actuelles du territoire.

L'identification des impacts du changement climatique s'effectue à partir :

- De la **connaissance des enjeux actuels du territoire** :
 - *Est-ce qu'il y a déjà des problématiques de gestion de la ressource en eau sur le territoire ? Ces problématiques existantes sont-elles influencées par le changement climatique ? Le seraient-elles à priori dans le futur ?*
- D'un premier tour d'horizon des **projections climatiques** :
 - *Quels sont les aléas climatiques qui concernent mon territoire ? Quels sont les impacts potentiels de ces aléas ?*
 - A partir de ressources existantes sur le territoire ou bien en dehors (voir paragraphe ci-dessous sur les documents d'appui potentiels) : *Est-ce que mon territoire est concerné par cette problématique ?*

Elle s'appuie sur les documents suivants :

- Les **documents locaux d'état des lieux et de planification** pour les enjeux territoriaux spécifiques (état des lieux SAGE, PTGE...). En particulier, si une orientation ou une disposition est dédiée au changement climatique ;
- La liste des **événements climatiques du passé récent**, les évolutions climatiques et hydrologiques et les impacts constatés ;
- Le **bilan des connaissances** sur le changement climatique, à l'échelle du territoire ou à une échelle plus large ;

- Les **Plans d'Adaptation au Changement Climatique** des Agences de l'eau qui visent à fournir un appui aux plans locaux dans ce domaine.

Ce travail permet d'aboutir à une première liste d'impacts exhaustive, impacts qu'il conviendra de sélectionner et/ou regrouper pour l'étude.



[Fiche Technique n°2 : Questions guides et exemples pour élaborer la liste des impacts ciblés par le diagnostic](#)

Détermination des facteurs de vulnérabilité pour chaque impact

Après avoir identifié les impacts il s'agit de définir, pour chacun d'entre eux, les facteurs de vulnérabilité hydroclimatiques et non climatiques entrant en jeu.

Les facteurs de vulnérabilité (hydro)climatiques correspondent aux variations climatiques significatives (événements extrêmes, modification des moyennes climatiques...) auxquelles le système est exposé.

Les facteurs climatiques étant déjà abordés lors de l'état des lieux des projections climatiques nécessaire à l'élaboration de la liste des impacts, il s'agit ici de préciser les paramètres climatiques et hydrologiques qui entrent en compte : *quels types d'événements climatiques peuvent être à l'origine de l'impact en question ? Qu'est-ce qui est important ici : la saisonnalité, l'intensité, la fréquence la longueur des événements ? Y a-t-il une période de l'année particulièrement sensible (une période de remplissage des réservoirs, un pic d'attractivité touristique, un mois clé dans le cycle de vie d'une espèce endémique/emblématique, une sensibilité forte des cultures majoritaires...)* ?

Ainsi, pour un même type d'impact, les facteurs hydroclimatiques à prendre en compte pourront varier en fonction du territoire.

A titre d'exemple, pour l'impact « difficulté à maintenir les équilibres quantitatifs superficiels », les analyses de vulnérabilités sur les bassins Rhône Méditerranée, Loire-Bretagne et Adour-Garonne ont considéré des facteurs différents, correspondant à des réalités régionales différentes : débits d'étiage uniquement en Loire Bretagne, débits d'étiage et débits de printemps/été en Rhône Méditerranée, débits d'été – automne en Adour-Garonne.

Les facteurs de vulnérabilité non climatiques correspondent aux caractéristiques intrinsèques d'un territoire qui le rendent plus ou moins fragile vis-à-vis d'un facteur climatique donné.

L'analyse des vulnérabilités non climatiques du territoire au climat qualifie la proportion dans laquelle le territoire exposé est susceptible d'être affecté par les évolutions du climat et de l'hydrologie.

Cette vulnérabilité intrinsèque au territoire peut être d'origine anthropique (sols imperméabilisés, pression démographique, populations fragiles, ruptures de continuité...) ou naturelle (biodiversité fragile, topographie accidentée, pente des cours d'eau, nature des sols...). **Elle est inhérente à ses caractéristiques physiques, écologiques, socio-économiques et d'occupation du sol.**



[Fiche Technique n°3 : Questions guides et exemples pour déterminer les facteurs de vulnérabilité non climatiques](#)

Pilotage de la démarche

A l'issue de cette étape, l'équipe projet doit arriver à :

- Des impacts clairement formulés, en cohérence avec l'objectif de l'étude qui résulte de divers choix :
 - Etudier la gestion de l'eau au sens strict ou élargir aux impacts socioéconomiques ;
 - Travailler sur une thématique spécifique ou couvrir le plus large possible ;
 - Etc.
- Une liste d'un nombre raisonnable d'impacts sélectionnés ;
- Des chaînes d'impacts formalisées (voir [Fiche Pilotage n°2](#)).

Une chaîne d'impact est un outil de représentation et de synthèse qui sert à mieux comprendre et prioriser les facteurs responsables des vulnérabilités dans le système étudié. Pour un impact étudié, elle se compose des facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques présentant des liens de causalité avec l'impact. Cette représentation synthétique des facteurs climatiques et non climatiques de leurs liens de cause à effet constitue un support intéressant de co-construction du diagnostic.

Importance des acteurs de terrain

L'identification des impacts prioritaires et des facteurs de vulnérabilité requiert l'implication des acteurs de terrain afin de recueillir les informations de diagnostic les plus pertinentes, qu'elles soient techniques ou qualitatives.

A cette étape de la démarche, un atelier de co-construction avec des acteurs techniques et de terrain peut permettre de :

- 1) Valider la liste d'impacts et leurs regroupements et/ou faire émerger de nouveaux impacts ;
- 2) Préciser les facteurs de vulnérabilité et leurs liens avec les impacts ;
- 3) Recueillir de l'information qualitative et localisée : sur du retour d'expérience (du vécu), sur la sensibilité des usages et des milieux, sur la territorialisation fine des vulnérabilités.



[Fiche Animation n°2 : La co-construction des chaînes d'impact](#)

En amont de ce type d'atelier, la réalisation **d'entretiens qualitatifs** avec une liste ciblée d'acteurs peut être envisagée. Visant des acteurs clés sectoriels ayant si possible une bonne acculturation au sujet du changement climatique, ces entretiens peuvent nourrir le diagnostic par un retour d'expérience sur des événements passés et une projection sur les sensibilités du territoire face aux évolutions climatiques.

2.4 Etape 3. Choix des indicateurs de vulnérabilité



Durée de l'étape : 20 à 40 jours



Objectifs de l'étape :

- Choisir, pour chaque impact, les indicateurs permettant d'évaluer les facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques ;
- Définir les simulations hydroclimatiques à utiliser et préciser l'échelle de travail.



Résultats de l'étape :

- Des indicateurs sur lesquels s'appuyer pour l'évaluation de la vulnérabilité
- Un zonage d'étude affiné

Contenu technique

Choix des indicateurs

Il s'agit maintenant de définir des indicateurs représentatifs des deux types de facteurs de vulnérabilité, permettant de les objectiver et de la spatialiser et, in fine, d'évaluer des niveaux de vulnérabilité par impact et par zone d'étude territoriale.

Si le choix des indicateurs sera particulier à chaque territoire, il est recommandé de suivre les quelques mêmes principes de base :

- **En nombre limité** : limiter le nombre d'indicateurs climatiques différents permet d'éviter des effets de compensation ou de perte d'information ;
- **Données homogènes sur le territoire** : les données utilisées pour évaluer le niveau de vulnérabilité des différents sous-territoires d'étude doivent être homogènes sur l'ensemble du territoire, afin de limiter les biais et d'appuyer la solidité des résultats. Lorsqu'il existe des données plus précises sur un ou des sous territoires, ces données ne doivent pas nécessairement être écartées de l'étude, il s'agirait plutôt de prendre en compte ces connaissances de manière plus qualitative (dans les fiches de synthèse des résultats par exemple) ;
- **Utiliser des données qui aient une résolution spatiale correspondant aux besoins**, c'est-à-dire qui permette de différencier les différents sous-territoires d'étude ;
- **Privilégier des données issues de processus** de collecte, traitement et étude **largement acceptés**, afin d'appuyer la solidité et l'acceptabilité des résultats.

Les **indicateurs climatiques** peuvent être issus de données climatiques (T, PR, ETP, ...) et hydro(géo)logiques (indicateurs de débits, recharge des nappes, niveaux d'eau...).

La sélection des indicateurs doit permettre d'évaluer les variables climatiques et/ou hydrologiques d'importance pour chacun des impacts considérés. **Diverses sources de données** sont possibles : 1. des **exercices locaux spécifiques** (études prospectives ou études d'impact par exemple) ; 2. Ou de l'existant fourni au niveau national via le **portail DRIAS Eau et les données Explore 2**. [L'annexe 6](#) indique la liste des ressources disponibles. La **fiche**

technique n°4 donne des précisions sur l'utilisation de ces données et fournit des informations détaillées sur des exemples d'indicateurs ainsi que les données sources et leur utilisation/ traitement.



Fiche Technique n°4 : Le choix des indicateurs hydroclimatiques et des données associées

Les **indicateurs non climatiques** peuvent être issus de différents types de données :

- Données sur les **milieux** (type de sol, zones protégées, réservoirs de biodiversité, etc.) ;
- Données **d'occupation du sol** ;
- Données **d'état des lieux** issues de **l'analyse de données d'observation ou de modélisation** (pressions quantitatives et qualitatives, pressions hydromorphologiques, obstacles à l'écoulement, érosion...) ;
- Données sur les **usages de l'eau** (BNPE, ARS, chambre d'agri, exercices locaux de recensement...) : types d'usages, volumes prélevés, volumes consommés, données socio-économiques, etc.

Remarque : il faut penser ici à la manière dont les indicateurs seront agrégés/traités spatialement.

- *Si l'on considère comme indicateur un **niveau de pression** (quantitative, qualitative, etc.) sur la ressource ou sur un sous bassin versant : quel va être l'indicateur ?*
- *Est-ce qu'il s'agira de la présence ou non de tronçons /masses d'eau avec une pression forte ? Du pourcentage du linéaire avec une pression forte ? De la moyenne pondérée du niveau de pression sur tout le linéaire ?...*

Ce mode d'agrégation aura forcément un impact sur la manière d'évaluer la vulnérabilité et sur le sens que l'on pourra donner aux scores obtenus.



Fiche Technique n°5 : Le choix des indicateurs non climatiques et des données associées

Ajustement/validation de l'échelle de travail

L'échelle de travail et le découpage du territoire en plusieurs zones d'études auront été définis en première approche lors du cadrage. Néanmoins la définition des facteurs et indicateurs de vulnérabilité pourra amener à **modifier ou affiner le découpage** afin de prendre en compte des **hétérogénéités territoriales au niveau de certains facteurs de sensibilité**, par exemple.

Pilotage de la démarche

Dans cette étape, l'accent doit être mis sur la **représentativité** et la **qualité des indicateurs** de vulnérabilité définis. Il convient également d'anticiper la manière dont ils seront agrégés dans l'étape suivante.

Il est nécessaire de confronter ce travail à une expertise technique (comité technique, partenaires techniques, consultation d'experts...) afin de le faire valider.

Comité technique

Avec qui ? Les services techniques

Le but étant de valider :

- 1) Le choix des indicateurs pour représenter et évaluer les facteurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques.
- 2) Le zonage de l'étude, pour qu'il rende compte des hétérogénéités du territoire tout en considérant la disponibilité des données.

2.5 Etape 4. Evaluation des vulnérabilités



Durée de l'étape : 20 à 40 jours



Objectifs de l'étape :

- Evaluer les niveaux de vulnérabilité par zones sur la base des indicateurs climatiques et non climatiques



Résultats de l'étape :

- Un score de vulnérabilité par zone d'étude et par impact, pour chaque scénario hydroclimatique

Contenu technique

Il s'agit d'attribuer à chaque zone d'étude et pour chaque impact (ou regroupement d'impacts, cf. étape 1) un score « climatique », basé sur l'évaluation des indicateurs climatiques, et un score « non climatique », basé sur l'évaluation des indicateurs non climatiques, puis de croiser ces scores afin d'évaluer les degrés de vulnérabilité par impact.

Etablir des échelles de notation pour les indicateurs climatiques et non climatiques

Afin d'établir des échelles de notation pertinentes, selon les cas, différentes approches sont envisageables. Elles peuvent s'appliquer aux facteurs climatiques comme aux facteurs non climatiques. NB : si la méthode d'attribution des scores doit être la même pour l'ensemble des impacts/facteurs, elle pourra être différente entre les facteurs climatiques et les facteurs non climatiques, les choix devant être rigoureusement justifiés et documentés.

Les échelles de notation seront basées sur la quantification des indicateurs sélectionnés et peuvent être établies via :

- une **estimation** faite par des experts sollicités pour l'exercice, et/ou en collaboration avec des techniciens ayant une bonne connaissance du territoire (comité technique par exemple). Elle peut s'appuyer sur des critères scientifiques, des seuils de vulnérabilité connus (vulnérabilité d'une espèce donnée à partir d'un certain seuil de température, volumes annuels nécessaires au remplissage des réservoirs, ...), ou encore sur une estimation plus qualitative par les experts techniques.
- le **traitement quantitatif** des indicateurs de vulnérabilité climatiques et non climatiques : pour passer de données quantifiées à l'attribution de scores sur une échelle de notation, on peut passer par la normalisation des données à partir des min et max observés/modélisés, ou par une classification à intervalles égaux. A noter que la classification à intervalles égaux est applicable si le territoire est divisé en un nombre suffisant de zones d'étude. Elle peut être intéressante si l'étude vise notamment à prioriser les besoins d'adaptation.
- une **analyse qualitative** du degré de vulnérabilité des indicateurs grâce à l'attribution participative de scores sur la base des informations quantitatives analysées dans les étapes précédentes. Cette méthode est davantage adaptée à des indicateurs non climatiques. L'intérêt de cette approche porte sur l'appropriation de la méthode et la mobilisation des parties prenantes dans l'attribution des scores de vulnérabilité au travers de la réalisation d'un atelier de travail participatif. La **fiche pilotage n°3** présente une proposition d'atelier d'évaluation collective des degrés de vulnérabilité.

Agrégation d'indicateurs et/ou de scores

Si les scores climatiques ou non climatiques peuvent être établis à partir d'un indicateur unique, ils peuvent également résulter de la combinaison de plusieurs scores basés chacun sur un indicateur. Différentes méthodes sont envisageables pour combiner les scores :

- Les scores peuvent s'additionner (une pondération peut être envisagée) ;
- Les scores peuvent se multiplier (une pondération peut être envisagée) ;
- Le score final peut correspondre au plus élevé des scores intermédiaires calculés.

Fiche Technique n°6 : Les méthodes techniques d'évaluation des facteurs climatiques et non climatiques

Croiser les scores climatiques et non climatiques pour obtenir un score de vulnérabilité

Il s'agit ici de l'étape finale de l'évaluation de la vulnérabilité. Le niveau de vulnérabilité pour chaque impact ou groupe d'impacts sera obtenu **en croisant les scores climatiques et non climatiques**. Ce croisement peut se faire selon un **arbre de décision prédéfini**, ou selon une **agrégation arithmétique ou géométrique**.

A noter que l'on pourra également simplement placer les impacts sur une grille de croisement entre facteurs climatiques et non climatiques, sans attribuer de score de vulnérabilité à chacun des impacts. Cette représentation permet de visualiser les vulnérabilités les plus marquées, sans intégrer un effet seuil de score.

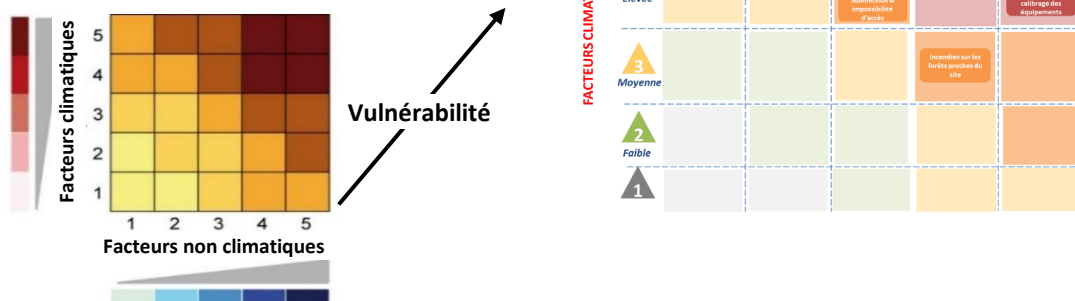


Figure 3. Exemples de grilles d'agrégation des scores à gauche et de croisement à droite

Traitement des différents scénarios hydroclimatiques

Les scores climatiques sont attribués pour chacun des scénarios considérés. On obtient alors autant de valeurs possibles de la vulnérabilité qu'il y a de scénarios hydroclimatiques. Il est recommandé de considérer l'ensemble de la gamme des évaluations ainsi obtenues tout au long de l'analyse, pour faire une synthèse et un traitement de l'information à la fin de l'exercice. On pourra ainsi représenter la gamme des résultats possibles, une moyenne, le scénario du pire, etc., en fonction des objectifs de l'exercice. Ces considérations sont reprises en détails dans la **fiche technique n° 7**.

Fiche Technique n°7 : Comment présenter et interpréter les résultats ?

Pilotage de la démarche

Le choix des méthodes utilisées pour attribuer des scores aux facteurs climatiques et non climatiques et, in fine, des scores de vulnérabilité par impact et par zone d'étude, doit être rigoureusement justifié et documenté. Ce choix dépendra de plusieurs facteurs :

- Les objectifs prioritaires de l'étude (sensibiliser, mobiliser, évaluer finalement les vulnérabilités, prioriser les besoins d'adaptation, ...)
- La disponibilité des données et/ou de l'expertise sur le territoire ;
- Les moyens alloués à l'étude, qu'ils soient techniques ou pour l'organisation de la participation des acteurs.

Quelles que soient les méthodes choisies pour attribuer les scores climatiques et non climatiques, une **étape de travail participatif** est fortement recommandée, a minima pour l'attribution des scores de vulnérabilité. Ce travail participatif peut prendre différentes formes, récapitulées dans le tableau ci-dessous et détaillées dans la **Fiche Pilotage n°3**.

Comment évaluer les degrés de vulnérabilité ?	Organiser une session de travail technique sur le choix des méthodes de notation et d'agrégation	Valider les choix faits sur les méthodes de notation et d'agrégation, et en expliquer les résultats lors d'un comité technique	Evaluer collectivement , en atelier, les niveaux de vulnérabilités
Avec qui ?	Les services techniques, des experts thématiques (comité technique ou élargi)		Les services techniques et les acteurs du territoire (atelier participatif)
Quels résultats ?	Des méthodes de notation et d'agrégation des indicateurs par impact établies et validées. Les scores de vulnérabilité associés seront calculés en chambre.		Des scores de vulnérabilité « à dire d'expert » établis et validés.

NB : Chaque échelle/méthode d'évaluation doit pouvoir être justifiée : il est donc important de veiller à la traçabilité des choix techniques effectués.



[Fiche Pilotage n°3 : Evaluation collective des degrés de vulnérabilité](#)

2.6 Etape 5. Synthèse et mise en forme des résultats



Durée de l'étape : 5 à 10 jours



Objectifs de l'étape :

- Analyser et mettre en forme les résultats ;
- Pouvoir communiquer sur les résultats de vulnérabilité obtenus.



Résultats de l'étape :

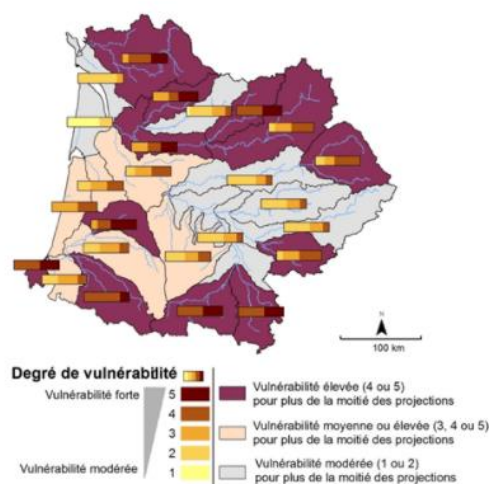
- Des cartes de vulnérabilité du territoire, découpé en zones d'étude auxquelles sont attribuées des scores de vulnérabilité et définies pour un enjeu donné ;
- Et/ou une fiche synthétique présentant les résultats sous forme graphique

Contenu technique

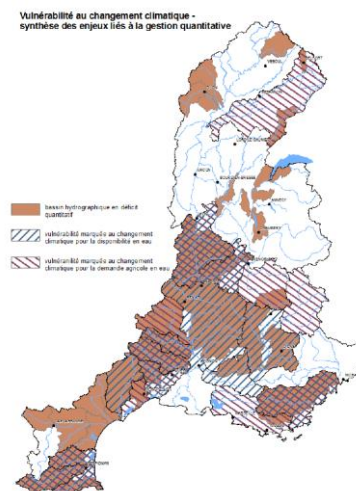
Il s'agit ici de choisir un ou des modes de représentation des résultats en fonction des objectifs, du public ciblé, etc. Ce guide propose deux modes de représentation : les cartes et les fiches synthétiques.

La **représentation cartographique** constitue un mode de communication attractif car visuel et synthétique. Elle est particulièrement intéressante si l'objectif est de territorialiser les vulnérabilités, pouvant illustrer des contrastes forts entre territoires/zones et ainsi d'exprimer une priorité d'action pour les territoires les plus vulnérables demandant un passage à l'action plus rapide et des actions plus ambitieuses.

La démarche ayant permis de territorialiser le diagnostic, les degrés de vulnérabilité pour différents impacts peuvent être cartographiés. Des cartes représentant les facteurs climatiques ou les facteurs non climatiques peuvent aussi permettre de communiquer sur l'analyse et d'expliquer les résultats obtenus en termes de degrés de vulnérabilité. Différents choix peuvent être faits pour traiter l'incertitude liée à l'utilisation de plusieurs scénarios pour les facteurs climatiques.



Vulnérabilité « biodiversité – cours d'eau », bassin Adour Garonne



Carte croisée sur les vulnérabilités de la disponibilité en eau et de la demande en eau agricole

Dans le cas où l'objectif serait plutôt d'encourager l'ensemble des actions volontaires sur le territoire, les cartes pourraient se révéler moins mobilisatrices comparé à d'autres modes de communication. En effet, les cartes représentant certaines zones comme « moins vulnérables », ceci pourrait représenter un frein à la mobilisation de certains acteurs.

Les **fiches synthétiques** permettent de présenter les vulnérabilités locales étudiées par thème, par impact ou par sous bassin/zone d'étude : caractérisation des impacts étudiés, liste des facteurs de vulnérabilité, résultats de l'évaluation du degré de vulnérabilité, et informations plus qualitatives sur l'analyse des facteurs de vulnérabilité. Pour les territoires souhaitant s'affranchir de cartographie mais aussi pour prendre en compte des éléments qualitatifs de l'analyse de vulnérabilité ou des particularités à une échelle plus fine que le zonage d'étude, les résultats peuvent être synthétisés par des graphes, des tableaux, des points importants rassemblés dans des fiches synthétiques, qu'elles soient différenciées par thématiques (une fiche par impact ou par thème) ou par zone d'étude.

NB : les deux modes de représentation des résultats proposés ici peuvent très bien se substituer l'un à l'autre ou bien être envisagés comme complémentaires suivant les choix des éléments représentés (thèmes, impacts, etc.) – chacun apportant des informations différentes mais pertinentes



[Fiche Technique n°7 : Comment présenter et interpréter les résultats ?](#)

Pilotage de la démarche

Il s'agit ici de choisir un ou des modes de représentation des résultats en fonction des objectifs, du public ciblé, etc. Ce guide propose deux types de modes de représentation :

- Les **cartes de vulnérabilité**, particulièrement intéressantes pour territorialiser les besoins d'adaptation et pour illustrer des contrastes forts entre différentes zones du territoire ;
- Des **fiches des synthèses** présentant les vulnérabilités locales par thème, par impact ou par zone, permettant de s'affranchir éventuellement de la cartographie mais aussi d'affiner la nature du message délivré.

La communication des résultats de l'étude doit également prendre en compte les incertitudes liées aux scénarios climatiques et socio-économiques. Si ces incertitudes peuvent paraître démobilisatrices, elles sont néanmoins à considérer comme partie intégrante de l'information apportée par l'étude. La manière dont on communiquera sur les incertitudes dépendra du message que l'on souhaite faire passer, il faut veiller dans tous les cas à ne pas les occulter.

Comité technique

Restitution technique préalable à la plénière de restitution du diagnostic afin de valider les résultats finaux.

Plénière de restitution

Présenter et faire le bilan du diagnostic et en tirer les enseignements pour l'adaptation (facteurs de vulnérabilité, impacts/zones prioritaires, manque de connaissance, etc.)

Avec qui ? Les services techniques, les élus, acteurs de terrain et le grand public éventuellement.



Partie 4 du corps du guide « Convaincre pour passer à l'action »

3 Convaincre pour passer à l'action : par quels moyens ?

3.1 Mettre en valeur les résultats et communiquer de manière engageante

La mise en œuvre du diagnostic de vulnérabilité nécessite un accompagnement important en termes de **communication, d'information et de sensibilisation des acteurs du bassin** pour garantir l'appropriation des concepts et des impacts liés au changement climatique, et à terme, voir évoluer les pratiques et les politiques en place vers la mise en œuvre de stratégies et d'actions d'adaptation ambitieuses, à la hauteur des défis posés par le changement climatique pour la gestion de l'eau et des milieux aquatiques.

Or la prise en compte des impacts du changement climatique dans la planification rencontre plusieurs barrières, qu'une stratégie de communication efficace peut participer à lever.

Selon la manière de communiquer sur le changement climatique et les connaissances des auditeurs sur le sujet, le discours peut devenir anxiogène et paralysant face à des constats qui semblent insurmontables. De plus, l'information à propos des changements climatiques est souvent cadrée de manière négative par l'utilisation notamment des termes tels que *combattre, lutter, se battre* contre les changements.

Or, la démonstration de l'efficacité de cette stratégie est peu convaincante (au regard de l'adoption d'attitudes et de comportements écoresponsables, par exemple) incitant ainsi à s'intéresser à d'autres types de stratégies **cadrées de manière positive**.

C'est pourquoi il est important d'utiliser des supports de communication et un discours **positif** (dans la mesure du possible) afin d'engager et de mobiliser les acteurs sur ces problématiques et ainsi encourager le passage à l'action.

Ainsi, il s'agira de :

- **Faire en sorte que les acteurs impliqués comprennent et s'approprient les enjeux** du diagnostic :
 - Avec des données concrètes et de proximité qui leur parlent ;
 - *Exemple : diminution (cm) du niveau de plan d'eau sur une période restreinte / augmentation de la période (jours/mois) durant laquelle le lit des cours d'eau est à sec...*
 - Avec des illustrations qui leur permettent une identification.

- **Véhiculer un message solide et convainquant malgré les fortes incertitudes liées aux données climatiques :**
 - Expliquer l'intérêt d'utiliser plusieurs modèles, et comment cela permet d'éviter une forme de mal-adaptation ;
 - Montrer la robustesse des modèles en présentant des runs de modèles sur des périodes passées, et montrer que le modèle génère des tendances proches des données historiques observées ;
 - Expliquer et justifier le choix de niveau de réchauffement de la TRACC ou du forçage radiatif (scénario RCP 8.5 ou autre).

- **Faire apparaître les opportunités pour le territoire** à s'engager dans l'action :
 - Parce que c'est possible et qu'on le fait déjà ;
 - *Exemple : reprendre les actions menées sur le territoire, notamment par les SDAGE ou SAGE existants, ou bien des actions ponctuelles au niveau local impactantes ou structurantes.*

- Parce que cela peut s'inscrire dans les politiques existantes ;
- Parce qu'il y a des bénéfices à en tirer pour le territoire et pour eux ;
 - *Exemple de bénéfices : un milieu résilient, sain et préservé permet d'augmenter l'attractivité du territoire et la qualité de vie meilleure pour les riverains ; préservation d'une ressource vitale en qualité et en quantité ...).*
 - *Mettre en avant des mesures aux bénéfices multiples, comme améliorer un rejet qui a des impacts positifs à court terme pour améliorer l'état du cours d'eau, mais également anticiper la baisse du débit et diminuer le coût de traitement de l'eau potable.*
- **Sortir d'un discours anxigène** en connectant très vite les impacts et enjeux à la capacité d'action et la recherche d'opportunités.
- **Rendre compréhensible le diagnostic avec des éléments concrets**, qui ont du sens pour l'auditoire, en équilibrant les données analytiques (chiffres, graphiques, indicateurs) et les données émotionnelles (photos, illustrations).

La communication des résultats du diagnostic est une étape clé pour **convaincre et amorcer l'action**.

3.2 Recommandations pour mieux adapter la communication du diagnostic de vulnérabilité afin d'inclure et de mobiliser différents acteurs

Afin de mettre en place une communication efficace autour du diagnostic des vulnérabilités face au changement climatique, il convient de :

- **Élargir les cibles** à une diversité d'acteurs touchés sur le territoire par l'évolution de la ressource en eau ;
- Se poser la question des **supports les mieux adaptés**, envisager de nouveaux outils (internet, réseaux sociaux...) sans oublier la modération de ces nouveaux médias ;
- Bâtir une **stratégie, un plan de communication** autour d'un argumentaire commun qui "raconte une histoire", même pour des publics déjà impliqués (élus par exemple). Ce sera le fil rouge fédérateur de cette communication ;
- **Vulgariser**, travailler sur les idées préconçues qu'il faut identifier et "détricoter", et y intégrer des moments conviviaux pour faire passer les messages, notamment par l'émotionnel.

La limite majeure de la mise en œuvre de la communication reste le manque de temps et le financement des actions :

- Il ne faut pas hésiter à démultiplier les actions, mais aussi à mutualiser et à jouer sur la complémentarité des compétences ;
- L'identification des "relais" peut favoriser le passage de l'information (élus plus fortement impliqués, scolaires vs parents, noyaux fédérateurs) qui joueront le rôle de porte-parole, d'ambassadeurs.

De façon plus précise, sont présentés ci-après **4 grands principes** permettant de mettre en place une communication impactante et motrice sur le diagnostic du territoire dans un contexte de changement climatique.

1) **RETENIR L'ATTENTION DE L'AUDITEUR EN CONNECTANT LE DIAGNOSTIC A L'ACTION**

Un principe clé pour ne pas adopter un discours anxiogène dans une présentation des résultats est de systématiquement mettre en perspective les éléments de diagnostic, qui peuvent certes être négatifs, avec les opportunités d'action, qui elles s'inscrivent dans une démarche positive.

Les recommandations suivantes pourront être adoptées :

- Traduire la liste des impacts prioritaires en une liste de thèmes pour un bénéfice précis ;
- Mettre en avant les bénéfices socio-économiques possibles : renforcer l'adaptation du territoire et/ou améliorer sa robustesse, son attractivité, son cadre de vie, protéger son économie, assurer la sécurité des personnes.

2) L'APPROPRIATION DU DIAGNOSTIC PAR L'EXPLICATION

Pour sensibiliser les auditeurs d'une présentation d'un tel diagnostic, il s'agira de s'adresser à la fois au cerveau analytique (la logique, les données scientifiques, objectives, factuelles et les indicateurs) et au cerveau émotionnel (les valeurs, les images, les sentiments au sens large).

Les principes suivants pourront être suivis :

- Expliquer la démarche (notamment la notation) en s'appuyant sur la thématique sur laquelle le chargé de mission est le plus solide ou sur laquelle la collectivité est engagée. Expliquer comment ont été notées les facteurs climatiques actuels et futurs ainsi que les facteurs non climatiques ;
- Choisir des illustrations qui mettent en scène le territoire, des photos anciennes ou actuelles du territoire pour favoriser l'identification ;
- Choisir des indicateurs et des graphiques simples et concrets qui ont du sens pour l' élu (par ex. arrêté sécheresse, nombre de morts pendant la canicule de 2003, effet des pollutions sur le nombre d'espèces...);
- Présenter la fiche de synthèse des résultats du diagnostic.

3) MONTRER QU'IL EST POSSIBLE D'AGIR

Un objectif de communication sera de montrer que l'action est possible mais aussi que le territoire ne part pas de zéro.

Pour ce faire, les messages clés suivants pourront être présentés :

- Le changement climatique ne fait, en général, qu'exacerber des fragilités déjà existantes sur le territoire : s'en occuper est vraiment sans regret car cela augmente la robustesse aujourd'hui ;
- C'est pourquoi le territoire mène déjà des actions qui contribuent à l'adaptation (poursuivre en citant un exemple sur la thématique retenue dans la séquence pédagogie) ;
- « D'autres actions sont possibles » : citer des exemples d'actions réalistes pour le territoire et insérer ces actions dans les cadres opérationnels existants.

4) MONTRER QU'IL Y A DES BÉNÉFICES À AGIR

Enfin, il s'agira de prendre de la hauteur par rapport aux actions et mettre en avant les bénéfices de l'action, en termes de robustesse, d'attractivité, de cadre de vie, de compétitivité du territoire...

Le discours devra montrer :

- Des bénéfices pour le territoire et les habitants en cohérence avec la politique actuelle ;
- Des bénéfices possibles pour les décideurs (valorisation de leur action, etc.).
- Ces recommandations s'inscrivent bien dans un objectif de sensibilisation et d'engagement des décideurs sur la question de l'adaptation au changement climatique. Il s'agira, selon les cas, de :
- Changer leur perception sur le changement climatique ;

- Les sensibiliser sur la nécessité de l'adaptation au changement climatique.

ANNEXES

Annexe 1. Les fiches techniques



FICHE TECHNIQUE 1 : Le choix des scénarios climatiques et socio-économiques

• Quel horizon temporel choisir ?

Analyser la vulnérabilité aux évolutions climatiques futures suppose de choisir un horizon temporel. On distinguera un horizon dit proche (10-20 ans) du moyen (milieu de siècle) et du long (fin de siècle) terme. A noter qu'un « horizon » de changement climatique est défini par une période de 30 ans. Si l'étude de l'horizon proche permet de répondre à certaines questions de gestion de court-moyen terme, ce sont les horizons de moyen et long termes qui permettent d'approcher et d'anticiper les impacts à venir du changement climatique, allant de manière marquée au-delà de la variabilité climatique interannuelle.

La période choisie pour l'étude dépendra des données hydroclimatiques utilisées et de leur disponibilité. De manière générale, il est recommandé de se projeter sur l'horizon de moyen terme, qui permet de considérer des évolutions marquées en termes de climat et de ressources tout en conservant une certaine capacité de projection au niveau de la gestion et des stratégies d'adaptation. L'horizon de long terme permet de prendre en compte des évolutions plus marquées de climat, et de penser l'adaptation en termes de trajectoires de long terme. Il sera nécessaire de le considérer si des investissements de long terme ou des choix d'aménagement structurants rentrent en compte.

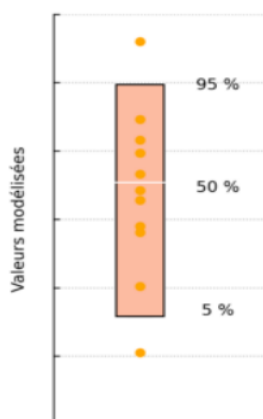
• Sélectionner les simulations climatiques et hydrologiques

Il s'agira ici de choisir les simulations qui seront utilisées pour évaluer les facteurs hydroclimatiques. Par simulation, on entend une projection de l'évolution des facteurs climatiques et hydroclimatiques basée sur le choix de scénarios d'émission de gaz à effet de serre, de modèle(s) climatique(s) (incluant la régionalisation) et de modèle(s) hydrologique(s).

Choix de simulations individuelles :

Il n'est pas toujours possible de traiter une grande quantité de données, qui demande des moyens de calcul importants, pour les études d'impact, notamment celles qui impliquent la création d'un modèle d'effet (hydrologique, nival, urbain, etc.). En cas de difficulté de dimensionnement, il est souvent souhaitable de choisir quelques simulations judicieusement sélectionnées qui permettront d'atteindre les objectifs de recherche : il peut s'agir de situations sévères (sécheresse, précipitations extrêmes, augmentation ou baisse significative de la température).

Choix d'une représentation :



Les principales sources d'incertitude associées aux projections climatiques sont celles liées aux modèles climatiques et aux scénarios d'émission. L'utilisation d'une approche multi-modèles permet de représenter la dispersion des signaux climatiques modélisés et d'obtenir une meilleure estimation du climat futur.

La représentation probabiliste est utilisée pour exprimer la plage de variance des valeurs simulées pour un ensemble de prévisions climatiques. On utilisera la médiane, qui représente la grande majorité des données (50 % des valeurs supérieures et 50 % des valeurs inférieures), et les 5e et 95e centiles, qui représentent une part des extrêmes de l'ensemble, correspondant aux seuils en dessous desquels se situent 5 % et 95 % des valeurs.

Représentation de l'incertitude montrant les valeurs des simulations individuelles (points), la valeur médiane multi-modèles (ligne en gras) et la plage de centiles estimée à 90 % (barre colorée)

Il est ainsi vivement recommandé de prendre en compte plusieurs simulations, couvrant une large gamme de futurs hydroclimatiques possibles. On peut considérer par exemple :

- Une approche multi-modèles (plusieurs modèles climatiques et au moins 2 modèles hydrologiques) pour au moins deux scénarios RCP (4.5 et 8.5) (pour plus de détails voir annexe 4) ;
- Une approche multi-modèles en ne prenant en compte que le modèle le plus pessimiste avec le scénario RCP 8.5 et un modèle « médian » dans la distribution des projections pour le scénario RCP 4.5, ou une simulation pessimiste, une simulation médiane, et une simulation optimiste, afin d'optimiser la dispersion du changement climatique simulé tout en limitant le volume de données traitées.
- Il existe un nouveau jeu de données avec la TRACC. Les données disponibles peuvent être limitées par rapport à celles qui sont disponibles sur la précédente modélisation DRIAS, et elles ne concernent que les données climatiques (pas les données hydroclimatiques).

• **Quel(s) modèle(s) choisir ?**

Pour faciliter le choix des modèles climatiques, deux indicateurs climatiques représentatifs du comportement des modèles sont analysés :

- ΔT : écart de la température moyenne (sur 30 ans) par rapport à une période de référence (1976 - 2005) ;
- ΔP : écart relatif des précipitations (sur 30 ans) par rapport à une période de référence (1976 - 2005).

Il convient ensuite d'évaluer ces indicateurs pour chacun des modèles individuellement, à la fréquence annuelle et saisonnière pour le(s) horizon(s) souhaité(s).

Il est possible de représenter les résultats sous forme d'un diagramme 2D ($\Delta T / \Delta P$) (voir Figure 4). Ce graphique présente la dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et de températures (ordonnées). Et ceci pour une saison donnée de la fin du siècle selon le scénario RCP8.5. Le symbole utilisé est représentatif du modèle climatique global utilisé comme forçage et la couleur est fonction du modèle climatique régional mis en œuvre. Les 5e et 95e centiles de l'ensemble, ainsi que la médiane sont représentés par des lignes en pointillé.

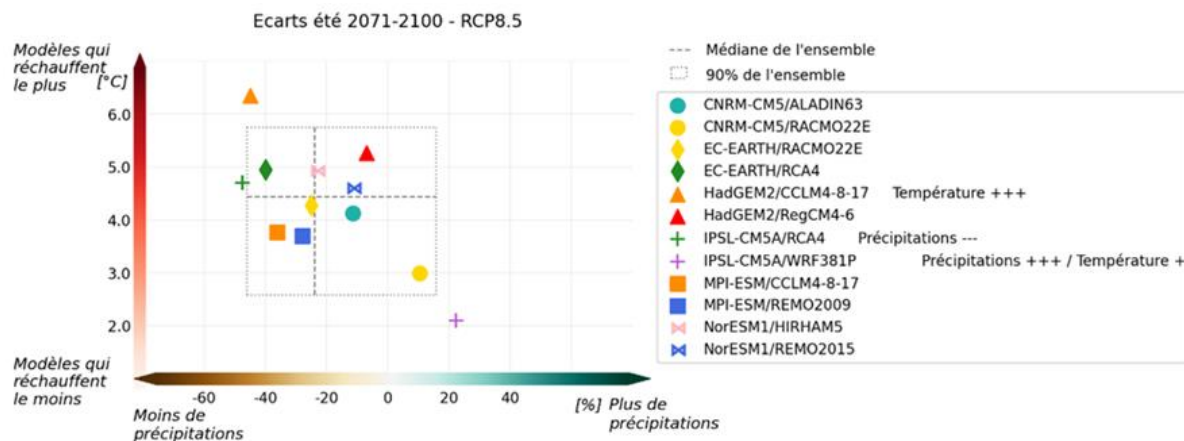


Figure 4. Dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour les saisons estivales à l'horizon fin de siècle selon le scénario RCP8.5 (source : DRIAS-2020).

Encadré DRIAS-Eau/Explore2

Quels horizons disponibles ?

- Proche : 2021-2050
- Moyen : 2041-2070
- Long : 2071-2100

Les RCPs et modèles disponibles et lesquels choisir ?

A l'heure actuelle, les simulations hydrologiques disponibles dans DRIAS-Eau sont issues uniquement du modèle hydrologique SIM2 de Météo-France ; modèle à base physique (échelle de la France) et intégrant :

- **Le modèle Surfex-Isba** produisant un bilan d'eau et d'énergie à **résolution 8 km sur la France** (variables de sortie : évapotranspiration réelle (cumulée), humidité du sol (indice SWI), équivalent en eau du manteau neigeux (indice SWE), drainage gravitationnel (cumulé) et ruissellement (cumulé)) ;
- **Le modèle hydrogéologique Modcou**, assurant le routage de l'eau et calculant les débits en **853 points de simulation** correspondant à des stations de la banque hydro.

Les modèles climatiques disponibles, ainsi que les scénarios RCPs associés à chacune des simulations sont présentés dans la figure ci-dessous :

GCM	RCM	Correction simul atmosphérique	Modèle Hydro	Scénarios	Périodes disponibles	Variables
CNRM-CM5	ALADIN63	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1951-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
MPI-ESM	CCLM4-8-17	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1950-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
HadGEM2	RegCM4-6	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, — , RCP2.6	1970-2099	5 [2D] 1[Nb Pt]
EC-EARTH	RCA4	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1970-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
IPSL-CM5A	WRF381P	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, —	1951-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
Nor-ESM1	REMO2015	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, — , RCP2.6	1950-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
MPI-ESM	REMO2009	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1970-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
HadGEM2	CCLM4-8-17	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, —	1950-2099	5 [2D] 1[Nb Pt]
EC-EARTH	RACMO22E	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1950-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
IPSL-CM5A	RCA4	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, —	1970-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
CNRM-CM5	RACMO22E	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, RCP2.6	1950-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]
Nor-ESM1	HIRHAM5 v3	ADAMONT-France	SIM2	RCP8.5, RCP4.5, —	1951-2100	5 [2D] 1[Nb Pt]

* Les scénarios RCP sont quatre scénarios de référence de l'évolution du forçage radiatif sur la période 2006-2300. Pour en savoir plus, vous pouvez vous référer à la [page DRIAS](#).

Dans le portail Draix un classement des modèles par variable (température et précipitations) sous forme de tableau et une vision 2D (delta T/ delta P) permettant de caractériser les modèles à la fois sur les températures et sur les précipitations.

Le lien ci-dessous permet d'accéder à tous les graphiques de la fin du siècle (2071-2100) par rapport à 1976-2005 pour les 3 scénarios d'émission :

[Fiche pour le RCP8.5](#) - Scénario sans politique climatique

[Fiche pour le RCP4.5](#) - Scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂.

[Fiche pour le RCP2.6](#) - Scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂.

Classement des modèles par variable : exemple saison estivales

RCP 8.5 Ecart de température JJA (2071-1000) – (1976 - 2005)

Modèles	Delta
HadGEM2 / CCLM4-8-17	6,4 °C
HadGEM2 / RegCM4-6	5,3 °C
EC-EARTH / RCA4	5,0 °C
NorESM1 / HIRHAM5	4,9 °C
IPSL-CM5A / RCA4	4,7 °C
NorESM1 / REMO2015	4,6 °C
EC-EARTH / RACMO22E	4,3 °C
CNRM-CM5 / ALADIN63	4,1 °C
MPI-ESM / CCLM4-8-17	3,8 °C
MPI-ESM / REMO2009	3,7 °C
CNRM-CM5 / RACMO22E	3,0 °C
IPSL-CM5A / WRF381P	2,1 °C
5 ^e centile	2,6 °C
Médiane	4,4 °C
95 ^e centile	5,8 °C

Modèles qui réchauffent le plus

Modèles qui réchauffent le moins

RCP 8.5 Ecart de précipitation JJA (2071-1000) – (1976 - 2005)

Modèles	Delta
IPSL-CM5A / RCA4	-48 %
HadGEM2 / CCLM4-8-17	-45 %
EC-EARTH / RCA4	-40 %
MPI-ESM / CCLM4-8-17	-36 %
MPI-ESM / REMO2009	-28 %
EC-EARTH / RACMO22E	-25 %
NorESM1 / HIRHAM5	-23 %
CNRM-CM5 / ALADIN63	-11 %
NorESM1 / REMO2015	-11 %
HadGEM2 / RegCM4-6	-7 %
CNRM-CM5 / RACMO22E	11 %
IPSL-CM5A / WRF381P	22 %
5 ^e centile	-46 %
Médiane	-24 %
95 ^e centile	16 %

Moins de précipitations

Plus de précipitations

Tableau 3. Classement des écarts de températures (tableau de gauche) et des écarts de précipitations (tableau de droite) des saisons estivales fin de siècle (2071-2100) relativement à la période historique 1976-2005

Les deux modèles climatiques régionaux (CCLM4-8-17 et RegCM4-6) poussés par HadGEM2 sont ceux qui prévoient le climat le plus chaud pendant la saison estivale de la fin du siècle, avec jusqu'à +6,4°C par rapport à la référence 1976-2005. La paire de modèles HadGEM2 / CCLM4-8-17 et la paire de modèles RCM RCA4 prévoient l'assèchement climatique le plus spectaculaire, au-delà de -40 %.

Dans le cadre du scénario d'émission RCP8.5, la paire de modèles IPSL-CM5A / WRF381P prévoit la plus faible augmentation de température de +2,1°C et la plus forte augmentation des précipitations estivales à la fin du siècle de +2%.

L'ensemble SIM2/DRIAS-2020 est constitué de 42 simulations climatiques : 12 simulations sur la période historique (1970-2005) et 12 projections sur le scénario RCP8.5, 10 pour le RCP4.5 et 8 pour le RCP2.6.

Des spécifications sur les modèles disponibles et les choix possibles seront intégrées ici.

• Quel scénario socio-économique choisir ?

L'analyse de la vulnérabilité au changement climatique tient compte de facteurs climatiques et de facteurs non climatiques. Les facteurs climatiques étant projetés à horizon moyen ou long terme, plusieurs choix sont possibles pour le(s) scénario(s) socio-économique(s) déterminant les facteurs non climatiques :

- **Économie constante** : la sensibilité des territoires est évaluée en considérant leur situation socio-économique, politique, démographique présente. Ce choix permet de poser la question : « **Comment nous en sortirions-nous aujourd'hui avec le climat potentiel de demain ?** ».
- **Scénario tendanciel** : la sensibilité des territoires est évaluée en construisant un scénario dit tendanciel au même horizon temporel que les scénarios climatiques. Le nombre et la complexité des variables prises en compte dans le scénario tendanciel (démographie, surfaces irriguées, activités économiques, économies d'eau, restauration écologique de cours d'eau, etc.) varie d'un exercice à l'autre. Ce choix permet de tenir compte de tendances lourdes (telles que la démographie) et/ou déjà fortement engagées (dans les plans d'action à court terme par exemple), néanmoins il multiplie les hypothèses et les incertitudes.

- **Scénarios contrastés** : l'utilisation de scénarios contrastés permet d'évaluer l'impact de différentes trajectoires socio-économiques possibles (incluant différentes stratégies et actions d'adaptation) sur les niveaux de vulnérabilité.

Dans ce guide, l'hypothèse d'économie constante est choisie : la vulnérabilité non climatique des territoires est évaluée par rapport à leur situation politique et économique présente, face à des hypothèses de changement climatique futur.

Quelles combinaisons possibles des scénarios climatiques et socio-économiques ?

Ce guide présente une démarche comprenant une unique combinaison des scénarios climatiques et socio-économiques, qui est le choix de l'économie constante sous scénarios de changement climatique. Cette option facilite le calcul de la vulnérabilité non climatique future, limitant les hypothèses à formuler quant à l'évolution à venir du contexte. Néanmoins elle ne prend ni en compte les très probables évolutions socio-économiques aggravantes comme l'augmentation démographique (pour certaines régions) et ni les actions d'adaptation favorables qui seraient entreprises.

Pour prendre en compte ces limites, une autre option pourrait consister à croiser deux scénarios climatiques (RCP 4.5 et 8.5) avec deux scénarios socio-économiques (scénario tendanciel et un scénario d'adaptation). Comme évoqué plus haut, ces scénarios socio-économiques plus complexes peuvent être élaborés selon divers modalités, comme par exemple :

- *Un scénario tendanciel avec évolution du climat ou sans évolution climatique. Comme évoqué, cette approche demande la définition d'un certain nombre d'hypothèses, nécessitant un travail bibliographique et la disponibilité de ressources.*
- *Un scénario tendanciel dit « Business as Usual » donnant un aperçu des conséquences d'un développement du territoire sur les modes de fonctionnement actuels, intégrant les perspectives d'évolution des conditions climatiques et de croissance démographiques et un scénario « souhaitable » (voie alternative avec application du programme de mesures) ;*
- *Des scénarios à moyen et long termes, etc.*

FICHE TECHNIQUE 2 : Questions guides et exemples pour élaborer la liste des impacts ciblés par le diagnostic



- **Questions guides**

Dans un premier temps il s'agit de référencer les impacts de manière la plus large et la plus exhaustive possible afin d'envisager tous les champs des possibles.

Questions guide pour l'identification des impacts :

- ✓ *Quels sont les activités, milieux, ressources les plus dépendants des conditions climatiques ?*
- ✓ *Quelles sont les **évolutions observées** du climat et de l'hydrologie **ces dernières décennies** ? Ces évolutions ont-elles eu un impact significatif sur le territoire ? Quels sont les acteurs / secteurs / milieux naturels qui ont été les plus impactés ? Est-il fortement probable que ces **évolutions constatées soient accentuées** dans le futur ?*
- ✓ *Quels ont été les **événements** climatiques et hydrologiques les plus marquants (crues, sécheresses, canicules, etc.) ?*
 - *Comment ces évènements ont-ils eu un impact sur le territoire ?*
 - *Quels **impacts socio-économiques** avez-vous observés dans le passé à la suite de ces événements climatiques (par exemple, perte de rendement, coupures d'eau, etc.) ?*
 - *Pensez-vous qu'ils seront susceptibles d'être **plus intenses** ou bien **plus fréquents** dans le futur ?*
- ✓ *Au regard de la littérature scientifique et de ce qui est observé sur d'autres territoires (avec un climat comparable à ce qui est attendu dans le futur) : quels **impacts peu ou pas encore présents** pourraient survenir dans le futur ?*

Pour la définition de chaque impact, il s'agit de se poser les questions : *Est-ce que la formulation est claire est sans ambiguïtés ? Qu'est-ce qui est en jeu ici ?*

- **Première priorisation et/ou regroupements d'impacts**

Ensuite, une première priorisation et/ou des regroupements d'impacts peuvent être envisagés. Pour aboutir à une liste d'impacts à évaluer, il est question de faire des choix afin de border le travail et l'analyse :

- **Combien d'impacts étudier par thème ? Combien d'impacts considérer en tout ?**
- **Par rapport à quel périmètre d'action veut-on faire le diagnostic ?**

Exemples :

- *Atteinte des objectifs de bon état des masses d'eau à l'échelle du SAGE.*
- *Objectif de partage des volumes d'eau.*
- *Va-t-on aller jusqu'à des mesures pour baisser la vulnérabilité des usages au manque d'eau ? ou s'arrêter à la distribution des volumes d'eau ?*

• Exemples de thèmes et d'impacts

Tableau 4. Exemples de thèmes et d'impacts identifiés sur des bassins hydrographiques français (liste non exhaustive)

Thématiques	Evolutions hydroclimatiques	Exemple d'impacts associés	Exemples d'impacts sur les usages
Biodiversité des milieux aquatiques et humides	<ul style="list-style-type: none"> ↗Températures ↘Débits ↗ Variabilité des débits 	<ul style="list-style-type: none"> • Déséquilibres, développement d'espèces invasives • Baisse de la capacité à accueillir des espèces endémiques/emblématiques • Baisse de la richesse spécifique • Dégradation des habitats • Perte générale de biodiversité • Augmentation de la température de l'eau • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte d'attractivité touristique • Perte de diversité des espèces aquatiques et diminution des activités de pêche • Limitation des usages récréatifs • ...
Gestion qualité	<ul style="list-style-type: none"> ↗Températures ↘Débits ↗Fréquence/intensité des crues 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité de l'eau • Hausse du coût de l'épuration • Augmentation du risque d'eutrophisation • Augmentation de la température de l'eau • Risque de mobilisation accrue des polluants • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte générale de biodiversité • Diminution des rendements agricoles • Perturbation des activités de loisir et de pêche • Baisse de l'attractivité touristique • Augmentation de la fréquence des interdictions de baignade • Hausse du coût de l'épuration et de l'accès à l'eau potable • Arrêt ou ralentissement du fonctionnement des usines de traitement de l'eau potable • ...
Gestion quantitative	<ul style="list-style-type: none"> ↘Débits ↗ Variabilité des débits ↗Evapotranspiration ↘Précipitations 	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse du prix de l'eau • Surexploitation des ressources • Déséquilibre quantitatif structurel • Hausse des débits d'étiage • Augmentation de la fréquence de restrictions en étiage • Difficulté de remplissage/maintien en eau des plans d'eau/barrage • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse des tensions et conflits d'usages • Conflits sur l'approvisionnement en eau pour la consommation et les usages domestiques • Recours massifs à l'irrigation impactant les milieux et les autres usages anthropiques • Carences en eau pour l'irrigation des cultures • Pénuries d'eau pour l'aquaculture • Difficultés d'abreuvement du bétail • Arrêt temporaire du fonctionnement des industries hydroélectriques

			<ul style="list-style-type: none"> • Hausse du coût de transport par l'eau (navigation fluviale) • Baisse de l'enneigement et donc de la capacité du territoire à accueillir des usages associés à la neige et aux régimes niveaux • ...
Risques	↗Fréquence/intensité des pluies et des crues	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des dommages aux biens et aux personnes • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Pertes de rendements agricoles / destruction des récoltes • Arrêt temporaire du fonctionnement des industries • Destruction des réseaux d'eau potable et d'assainissement • ...
Bilan hydrique des sols	↗Evapotranspiration ↘Précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de l'assèchement des sols • Impact sur les fonctionnalités générales des sols (vie microbienne, absorption, stockage, restitution) • Salinisation des sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de la capacité à accueillir certaines cultures très sensibles à l'assèchement du sol • Baisse des rendements agricoles • Baisse de la capacité à accueillir des espèces endémiques/emblématiques • ...

FICHE TECHNIQUE 3 : Questions guides et exemples pour déterminer les facteurs de vulnérabilité non climatiques



Questions guide pour *identifier les facteurs* de vulnérabilité non climatiques :

- ✓ Le territoire est-il fortement **anthropisé** ? Les sols sont-ils imperméables ? Cela a-t-il déjà conduit à une évacuation des eaux difficile ?
- ✓ Le territoire fait-il l'objet d'une grande **affluence touristique** selon les saisons ? Cette affluence est-elle bien gérée ? A-t-elle des impacts négatifs sur l'environnement / la demande en eau / la qualité de l'eau ?
- ✓ Subit-il une forte pression anthropique / pollution qui le rend d'autant plus sensible aux aléas climatiques ? Augmentation des volumes prélevés annuellement ? Selon les saisons /mois ?
- ✓ La démographie a-t-elle évolué ces 20 dernières années ? Positivement, négativement ?
- ✓ La zone présente-t-elle une **biodiversité** remarquable ? L'équilibre des écosystèmes du territoire est-il conservé ?
- ✓ Le territoire étudié possède des **fragilités** qui le rende plus sensible aux aléas climatiques (topographie, géographie, sols) ?
- ✓ Possède-t-il des **caractéristiques spécifiques** uniques à protéger (flore / faune endémique, site remarquable...) ?

Tableau 5. Exemples de facteurs de vulnérabilité non climatiques pour certains impacts

Impacts	Exemples de facteurs de vulnérabilité non climatiques
Baisse de la capacité à accueillir des espèces endémiques / emblématiques	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptures de continuité entravant l'évolution des aires de distribution • Pressions hydromorphologiques • Qualité de l'eau • Présence d'un grand nombre d'espèces endémiques / emblématiques • Taux d'urbanisation
Hausse du coût de l'épuration Augmentation du risque d'eutrophisation	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité physique des cours d'eau à l'eutrophisation (cours d'eau rectifiés, plans d'eau, absence de ripisylve, ...) • Niveau d'investissement récent dans l'épuration • Pollutions liées aux activités anthropiques • Présence de fortes pentes
Difficultés d'approvisionnement en eau potable	<ul style="list-style-type: none"> • Des réseaux d'approvisionnement défectueux / fragiles • Des réseaux communaux sur captages non interconnectés, des habitations et ERP isolés sur captages privés • Niveau de pression des prélèvements sur les ressources superficielles et souterraines • Compétitivité sur les usages
Destruction des réseaux d'eau potable et d'assainissement Augmentation des dommages aux biens et aux personnes	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau d'artificialisation des sols (urbanisation et voirie) • Densité de population et de concentration d'activités économiques, de patrimoine culturel et/ou environnemental • Niveau d'anticipation des événements extrêmes (système de gestion de crise mis en place ?) • Occupation des plaines inondables et lits majeurs • Résilience des infrastructures / bâtiments
Baisse de la capacité à accueillir certaines cultures très sensibles à l'assèchement du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau de Réserve Utile des sols agricoles (RU) • Niveau d'assèchement actuel des sols agricoles dans la période printemps-été • Efficacité des pratiques de gestion des sols agricoles • Dégradation du sol • Topographie et nature du sol
Baisse de l'attractivité touristique Augmentation de la fréquence des interdictions de baignade	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à la présence de composés polluants, de cyanobactéries, etc. dans l'eau • Capacité d'autoépuration des cours d'eau • Tendance à l'eutrophisation • Dépendance de l'économie du territoire au tourisme lié à l'eau/ à la neige • Importance des activités de loisir/tourisme dépendantes de l'eau/neige

FICHE TECHNIQUE 4 : Le choix des indicateurs hydroclimatiques et des données associées



Quels types d'indicateurs choisir ?

Les chaînes d'impacts auront permis de définir, de manière qualitative, les facteurs climatiques/hydrologiques pour chacun des impacts traités. Il s'agit à cette étape de définir les indicateurs qui permettront d'objectiver et de spatialiser ces facteurs (hydro)climatiques.

Si des **études d'impact ou bien des études prospectives (récentes) ont déjà été menées sur le territoire**, il convient d'utiliser en priorité ces données.

Les indicateurs peuvent être issus principalement de deux types de variables, à savoir :

1. **Les données climatiques et/ou agro climatiques** : Température (T), Précipitations (PR), Evapotranspiration (ETP) ;
2. **Les données hydrologiques ou hydrogéologiques** notamment pour les enjeux quantitatifs : Débit minimum consécutifs sur 30 jours avec une certaine période de retour (VCN30), débit moyen mensuel (QMNA) ou débits mensuels/annuels, niveaux piézométriques, équivalent en eau du manteau neigeux, ...

Tableau 6. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques présents sur DRIAS Climat et Eau

Facteurs (hydro)climatiques	Indicateurs
<ul style="list-style-type: none"> ↗ Températures moyennes annuelles/saisonniers ↗ Températures minimales annuelles/saisonniers ↗ Températures maximales annuelles/saisonniers ↗ Vagues de chaleur ↗ Evapotranspiration 	<ul style="list-style-type: none"> • Températures moyennes, minimales, maximales annuelles, saisonnières, mensuelles... • Nombre de jours de forte chaleur ou de vagues de chaleur • Température maximale journalière • Evapotranspiration potentielle annuelle, saisonnière, mensuelle...
<ul style="list-style-type: none"> ↘ Pluviométrie annuelle ↘ Précipitations estivales ↘ Précipitations saisonnières/ mensuelles (sur un mois clé pour un enjeu donné, par exemple) ↗ Intensité et/ou fréquence des sécheresses ou pluies extrêmes ↘ Equivalent en eau de manteau neigeux 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumul de précipitations sur la période (annuel, saisonnier, mensuel) • Précipitations quotidiennes moyennes • Périodes de sécheresse • Humidité spécifique moyenne journalière • Nombre de jours de fortes précipitations et/ou de précipitations extrêmes • Humidité moyenne du sol (SWI) (saisonniers, mensuelle) ou nombre de jours de sol sec (SWI<0,4) • Equivalent en eau du manteau neigeux au 1er mai (SWE)
<ul style="list-style-type: none"> ↘ Débits d'été ↘ Faibles débits cumulés (sur plusieurs jours consécutifs) ↘ Longueur de l'été ↘ ou ↗ des débits de crue ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Débit moyen mensuel d'été de récurrence 2 ans ou 5 ans • Débits mensuels, saisonniers, ... • Débit minimal enregistré sur X jours consécutifs • Débit moyen journalier maximal sur X jours consécutifs

Ces données peuvent provenir de deux sources principales :

1. Des **exercices locaux spécifiques** (études prospectives ou études d'impact par exemple) ;
2. Ou de l'existant fourni au niveau national via le **portail DRIAS-Climat et Eau (voir annexe 5) et les données Explore2**.

Ces données sont issues de projections climatiques et hydrologiques. Dans les deux cas, des questions se sont posées au regard des couples de modèles climatiques/hydrologiques à considérer (selon l'étendue des possibilités), reste à déterminer pour ces modèles les indicateurs et données à analyser en fonction de leur disponibilité.

Quelles données pour les indicateurs (hydro)climatiques à utiliser ?

Avant d'extraire et/ou d'utiliser les données, certains points doivent être discutés au regard du niveau de « finesse » des données, des agrégations/estimations potentielles de données à réaliser, de la représentativité des modèles :

- Echelle de disponibilité des simulations climatiques vs. zonage de l'étude : si celles-ci diffèrent, quelles données attribuer à chacune des zones d'étude ? ;
- Les simulations hydrologiques sont disponibles en différents points du réseau hydrographique : il convient a priori d'utiliser des données correspondant à un point de simulation à l'exutoire des bassins versants. Dans le cas où ce point de simulation ne serait pas disponible, il conviendra de choisir d'autres données permettant d'approcher les évolutions des débits sur le bassin versant (points plus en amont/aval, moyenne des différents points en amont sur le bassin, extrapolations...);
- Faut-il appliquer un filtre supplémentaire au choix des simulations utilisées (vis-à-vis de critères d'évaluation des modèles, par exemple) ?

Il convient également d'avoir en tête que, dans l'étape suivante, il est question d'évaluer les facteurs climatiques pour déterminer leur influence sur la vulnérabilité du territoire. La disponibilité des données va aussi influencer la manière dont on va évaluer les facteurs. Il existe plusieurs approches possibles pour évaluer les indicateurs climatiques associés, à savoir :

1. **L'approche par « deltas »** qui met en avant l'évolution de l'indicateur entre sa valeur sur la période de référence et celle pour l'horizon choisi : Cette méthode mesure la vulnérabilité au regard du degré d'évolution attendu de l'indicateur, si l'évolution est forte cela risque d'accroître la vulnérabilité. Elle peut néanmoins masquer le fait que le territoire soit d'ores et déjà fortement vulnérable à un facteur climatique, du fait de fortes pressions par exemple.
2. En étudiant les **valeurs absolues** des indicateurs : Il s'agira ici de comparer les vulnérabilités en climat présent (période de référence) puis en climat futur (à l'horizon choisi). Avec cette approche des valeurs absolues, on se place dans la continuité du vécu, le risque est d'occulter certains impacts non vécus aujourd'hui mais qui pourraient être bien réels sous changement climatique.
3. Une **approche intermédiaire** : En effet, comme explicité, ces deux méthodes présentent des limites. Il pourrait être envisagé d'adapter la méthode selon le contexte et l'impact étudié. Par exemple l'approche par delta pourrait être complétée par l'étude des valeurs absolues pour un facteur pour lequel le territoire est déjà fortement vulnérable (ce que l'on sait déjà car déjà observé).

Encadré DRIAS-Eau/Explore 2

**Comment sélectionner et prendre en main les modèles du territoire diagnostiqué sur l'interface DRIAS ?
Expliquer comment y avoir accès, comment les télécharger, les manipuler, quels modèles choisir.**

Un rapport de valorisation SIM2 sera publié sur la partie
[démonstrateur DRIAS Eau](#) très prochainement.

Des exemples d'utilisation des indicateurs disponibles sur DRIAS sont présentés dans le Tableau 7 ci-dessous.

Pour plus d'information, vous pouvez vous référer au Livre Blanc également développé dans le cadre du projet LIFE Eau&Climat.

Tableau 7. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques potentiels (disponibles sur DRIAS) pour différents impacts

Thème	Impacts du changement climatique	Indicateurs (hydro)climatiques
Biodiversité des milieux aquatiques et humides	<ul style="list-style-type: none"> • Déséquilibres, développement d'espèces invasives • Baisse de la capacité à accueillir des espèces endémiques/emblématiques • Baisse de la richesse spécifique • Dégradation des habitats • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔT • $\Delta VCN30$ • ΔETR • ΔPR • ΔSWI
Gestion quantitative	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés d'approvisionnement en eau • Hausse des tensions et conflits d'usages • Hausse du Prix de l'eau • Surexploitation des ressources • Recours massif à l'irrigation • Déséquilibre quantitatif structurel • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • $\Delta VCN30$ • $\Delta QMNA2$ ou $\Delta QMNA5$ • $\Delta Qmens$ • $\Delta Qsais$ • ΔETR • ΔPR • ...
Risques	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des dommages aux biens et aux personnes • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔPR (extrêmes) • $\Delta QJ95$
Gestion qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité de l'eau • Hausse du coût de l'épuration • Augmentation du risque d'eutrophisation • Augmentation de la fréquence des interdictions de baignade • Risque de mobilisation accrue des polluants • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔT • $\Delta VCN30$ • $\Delta QMNA2$ ou $\Delta QMNA5$ • $\Delta QJ5$
Bilan hydrique des sols	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de l'assèchement des sols • Baisse de la capacité à accueillir certaines cultures très sensibles à l'assèchement du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔETR • ΔPR • ΔSWI
Enneigement	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'enneigement et donc de la capacité du territoire à accueillir des usages associés à la neige et aux régimes nivaux 	<ul style="list-style-type: none"> • ΔSWE • ΔPR automne/hiver/printemps

* Δ : ce symbole signifie « delta » et illustre la variation d'un paramètre entre sa valeur de référence (période 1975-2005) et sa valeur estimée pour un horizon et scénario donnés. Si le résultat est >0 c'est que ce paramètre a subi une augmentation et dans le cas contraire une diminution.

FICHE TECHNIQUE 5 : Le choix des indicateurs non climatiques et des données associées



Tableau 8. Exemples d'indicateurs non climatiques par thématique

Thème	Impacts du changement climatique (dont sur les usages)	Facteurs de vulnérabilité non climatique	Indicateurs de vulnérabilité non climatiques
Biodiversité des milieux aquatiques et humides	<ul style="list-style-type: none"> • Modification des aires de répartition du fait des élévations de température, • Déséquilibres, développement d'espèces invasives • Baisse de la capacité à accueillir des espèces • Baisse de la richesse spécifique • Affaiblissement de la végétation • Dégradation des zones humides • Dégradation des habitats • Perte d'attractivité touristique • Impact sur la pêche et la diversité des espèces aquatiques • Limitations des usages récréatifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'une biodiversité particulière (considérée comme difficilement « remplaçable » par une autre) • Peu de capacités d'adaptation (ruptures de continuité, peu de refuges thermiques, pressions sur le milieu, etc.) • Niveau d'altération de l'hydromorphologie des cours d'eau : plus il est élevé, moins les milieux aquatiques remarquables garderont de capacité intrinsèque d'adaptation. • Dépendance de l'activité touristique à l'égard de la biodiversité du milieu • Dépendance des espèces aquatiques à l'égard de la qualité de l'eau • Dépendance vis-à-vis des utilisations récréatives de l'eau, 	<p>Pour la biodiversité liée aux cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Part du linéaire de cours d'eau classé en ZNIEFF I et de zones Natura 2000 présentes sur le territoire • Part de la surface du secteur classée en ZNIEFF I, Natura 2000 et potentiellement humide • Part du linéaire de cours d'eau soumis à un risque d'altération morphologique fort à très fort (indice SYRAH-CE) • OU Pourcentage du linéaire en RNROE (non-respect des objectifs environnementaux) – altérations hydromorphologiques et obstacles à l'écoulement • Part du linéaire de cours d'eau classé Réservoir biologique • Part du linéaire de cours d'eau constituant un axe migratoire • Nombre d'espèces menacées/endémiques sur le territoire • Nombre de réservation touristique annulé • Nombre de jours de restriction pour les usages récréatifs
Disponibilité en eau	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés d'approvisionnement en eau • Hausse des tensions et conflits d'usages • Hausse du prix de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau de pression et d'impact des prélèvements d'eau sur les ressources superficielles et souterraines • Dépendance de la population à l'égard de la ressource en eau locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Pourcentage de linéaire de cours d'eau (des masses d'eau) concerné par chacun des niveaux d'impact des pressions de prélèvement • Débit ou volume consommé/QMNA5 (qualifiées sous différents niveaux d'impact)

Thème	Impacts du changement climatique (dont sur les usages)	Facteurs de vulnérabilité non climatique	Indicateurs de vulnérabilité non climatiques
	<ul style="list-style-type: none"> • Surexploitation des ressources • Recours massif à l'irrigation • Déséquilibre quantitatif structurel • Carences en eau pour l'irrigation des cultures • Pénurie d'eau pour l'aquaculture • Impacts sur les espèces aquatiques • Pertes de rendement agricole • Difficultés d'abreuvement du bétail • Perturbation des activités de pêche • 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacités techniques de pilotage de l'irrigation • Capacités techniques d'approvisionnement en eau • Sensibilité des espèces au déficit hydrique • Sensibilité des cultures au manque d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissements pour la conservation de l'eau • Bilan hydrique pour les besoins en eau des cultures • Usage de sources alternatives d'approvisionnement en eau • Nombre d'agriculteurs formés aux techniques d'irrigation améliorées
Evènements extrêmes : Inondations, crues torrentielles, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la fréquence des évènements extrêmes augmentant le risque de ruissellement et de coulées de boues • Destruction/dégradation des infrastructures et bâtiments • Relogement/relocalisation d'activités en lien avec l'augmentation et l'élargissement des zones à risque • Augmentation de la pollution des milieux • Prolifération potentielle de maladies hydriques • Erosion des sols • Pertes de rendements agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau d'artificialisation des sols (urbanisation et voirie) • Importance des pentes mises en culture (si ruissèlement) • Densité de population et de concentration d'activités économiques, de patrimoine culturel et/ou environnemental • Système d'alerte/ de gestion • Capacité de relogement des habitants • Sensibilisation de la population à la présence de risques • Système d'assurance • Capacité hospitalière 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicateur : Territoires à Risque d'inondation (TRI) • Répartition des zones inondables liées aux débordements de cours d'eau, ruissellements urbains ou agricoles, remontées de nappes, ou crues des torrents de montagne. • Dépenses consacrées à la protection contre les inondations • Densité de population en zone à risque • Densité d'activités ou part économique des activités situées en zone à risque • Disponibilité de réseaux alternatifs d'évacuation de l'eau • Nombre d'arrêts des industries dus à des évènements extrêmes • Proportion de personnes atteintes de maladies chroniques ou sévères • Pourcentage de la population décédée ou affectée par les évènements extrêmes

Thème	Impacts du changement climatique (dont sur les usages)	Facteurs de vulnérabilité non climatique	Indicateurs de vulnérabilité non climatiques
	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt temporaire du fonctionnement des industries • Destruction des réseaux d'eau potable et d'assainissement 		<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité des politiques et plans de gestion des risques (multirisques ou un risque en particulier) • Existence d'un système de surveillance/d'alerte • Proportion des logements assurés contre un ou plusieurs risques
<p>Niveau trophique des eaux</p> <p>Capacité d'autoépuration des milieux aquatiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'eutrophisation des eaux lié à des conditions plus favorables (élévation de température et baisse des débits) • Baisse de l'attractivité touristique • Augmentation de la fréquence des interdictions de baignade • Risque de mobilisation accrue des polluants • Baisse de l'attractivité touristique • Augmentation des baissions en refroidissement • Fragilisation des ouvrages 	<ul style="list-style-type: none"> • Morphologie des cours d'eau propice à des blooms algaux : pente, débit, ensoleillement, obstacles à l'écoulement etc. : • Sensibilité liée aux ouvrages (seuils ou barrages) • Sensibilité liée à la présence de plans d'eau à proximité du cours d'eau • Sensibilité liée aux surlargeurs du cours d'eau • Sensibilité liée à l'ombrage sur le cours d'eau • Qualité des eaux / Rejets dans le milieu • Sensibilité des espèces aquatiques à la qualité de l'eau • Dépendance vis-à-vis des utilisations récréatives de l'eau, 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité liée aux ouvrages : croisement entre taux d'étagement et la pente du lit du cours d'eau • Sensibilité liée à la présence de plans d'eau : taux de plans d'eau (SYRAH) • Sensibilité liée aux surlargeurs : taux de surlargeurs • Sensibilité liée à l'ombrage : croisement entre le taux de végétation (bande de 10m) et le rang de Strahler • Sensibilité physique globale de chaque tronçon : part du linéaire à sensibilité forte à l'eutrophisation (+ croisement qualité) • Nombre d'espèce aquatique en danger
Enneigement	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'enneigement et donc de la capacité du territoire à accueillir des usages associés à la neige et aux régimes nivaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau d'ancrage des activités liées au ski • Importance des apports niveaux au débit 	<ul style="list-style-type: none"> • Part des écoulements de surfaces liée à un écoulement nival plus ou moins dégradé, • Part des surfaces de communs supports de stations de ski. • Nombre moyen de jours avec chutes de neige pendant les mois d'hiver • Importance économique du ski

Thème	Impacts du changement climatique (dont sur les usages)	Facteurs de vulnérabilité non climatique	Indicateurs de vulnérabilité non climatiques
Bilan hydrique des sols / Sécheresse des sols	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de l'assèchement des sols • Baisse de la capacité à accueillir certaines cultures très sensibles à l'assèchement du sol • Baisse des rendements agricoles • Baisse de la capacité à accueillir des espèces endémiques/emblématiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Réserve Utile des sols agricoles (RU) • Niveau d'assèchement actuel des sols agricoles dans la période printemps-été • Sensibilité des cultures au manque d'eau • Savoir-faire sur les systèmes d'irrigation • Pratiques culturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Déficit de RU : % des sols agricoles sur RU très faible à faible (par exemple <100mm) • Le niveau d'assèchement s'exprime par l'écart : P-ETP (printemps-été) • Fréquence des périodes de sécheresse • Besoins en eau des cultures • Caractéristiques du sol (nature) • Nombre d'agriculteurs pratiquant des techniques améliorées de gestion des sols comme les nouvelles techniques de labour • Pourcentage de revenu disponible pour investir dans de nouvelles variétés de cultures

FICHE TECHNIQUE 6 : Les méthodes techniques d'évaluation des facteurs climatiques et non climatiques



Une échelle allant de 1 (vulnérabilité plus faible) à 5 (vulnérabilité plus forte) peut être utilisée, par exemple.

- **Evaluation des facteurs climatiques et non climatiques**

- **Avec une normalisation à partir des min et max observés/modélisés :**

La normalisation est utilisée pour ramener différentes variables sur une échelle commune, de 0 à 1, le minimum observé/modélisé correspondant à un score de 0, le maximum observé/modélisé à un score de 1.

$$\text{Valeur normalisée} = \frac{\text{valeur} - \text{min}}{\text{max} - \text{min}}$$

es scores normalisés ainsi obtenus (un nombre décimal compris entre 0 et 1) peuvent ensuite être redimensionnés entre le score minimum (1) et le score maximum (5) de l'échelle de notation :

$$\text{Score redimensionné} = \text{Score min} + \text{Valeur normalisée} \times (\text{score max} - \text{score min})$$

Enfin, le score redimensionné sera arrondi à l'entier le plus proche.

- **Avec une classification à intervalles égaux :**

L'ensemble des valeurs considérées dans l'étude est pris en compte. Les seuils de valeurs entre différents scores sont établis pour obtenir une répartition équilibrée des scores entre les zones d'étude.

NB : cette méthode est applicable si le territoire est divisé en un nombre suffisant de zones d'étude. Elle peut être intéressante si l'étude vise notamment à prioriser les besoins d'adaptation.

*Exemple pour la **vulnérabilité non climatique** de la biodiversité liée aux cours d'eau :* utilisation du zonage ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) de type I. La vulnérabilité est fonction de la part de linéaire de cours d'eau classée en ZNIEFF de type I, selon la grille ci-dessous :

Score de vulnérabilité non climatique	Part du linéaire de cours d'eau classée en ZNIEFF I
1	Moins de 4 %
2	4 à 5 %
3	5 à 10 %
4	10 à 15 %
5	Plus de 15 %

Méthode de calcul du score « ZNIEFF I » en fonction de la part du linéaire de cours d'eau classée en ZNIEFF de type I

- **A dire d'experts**, par exemple : un changement climatique est « fort » quand la baisse des débits est de plus de XX%.

Cette évaluation peut se baser sur une **estimation** faite par des experts sollicités pour l'exercice, et/ou en collaboration avec des techniciens ayant une bonne connaissance du territoire (comité technique par exemple). Elle peut s'appuyer sur des critères scientifiques, des seuils de vulnérabilité connus (vulnérabilité d'une espèce donnée à partir d'un certain seuil de température, volumes annuels nécessaires au remplissage des réservoirs, ...), ou encore sur une estimation plus qualitative par les usagers.

Score de vulnérabilité climatique	$\Delta QMNA2$
1	> -10%
2	-10 à -25%
3	-25 à -40%
4	-40 à -50%
5	< -50%

Exemple de la méthode de calcul des scores d'exposition par zone d'étude pour l'indicateur « disponibilité en eau » à partir des projections d'évolution de QMNA2

Autres exemples :

Pour la vulnérabilité climatique de la biodiversité liée aux cours d'eau, ce sont principalement les paramètres de température et de bas débits qui pourront avoir un impact. Un score de 1 à 3 est donné aux paramètres ΔT et $\Delta VCN30$ selon la grille suivante :

Score	ΔT	$\Delta VCN30$
1	< 2°C	> -5%
2	2 – 2,5°C	-5 à -30%
3	> 2,5°C	< -30%

Exemple de méthode de calcul des scores « température » et « bas débits »

Ensuite, le score de vulnérabilité climatique liée aux milieux aquatiques est obtenu en croisant le score pour ΔT et le score pour $\Delta VCN30$ selon la grille suivante :

3	3	4	5
2	2	3	4
1	1	2	3
T/VCN	1	2	3

Score de vulnérabilité climatique liée aux milieux aquatiques obtenu par croisement des scores « température » et « bas débits »

Remarque : la classification peut aussi faire intervenir du dire d'expert combiné à une normalisation et à une classification à intervalles égaux. Ici pour classer l'indicateur « Réserve utile des sols agricoles », on a déterminé, à dire d'experts, un seuil de 100 mm définissant une réserve utile « faible », puis le score a été établi par une classification à intervalles égaux.

Exemple du calcul du score de vulnérabilité non climatique liée à l'assèchement des sols, dont l'indicateur est la réserve utile des sols agricoles. Ici le seuil de 100mm pour la réserve utile est défini à dire d'experts.

Score de vulnérabilité non climatiques liée à l'assèchement des sols	% sols agricoles sur RU < 100 mm
1	< 15 %
2	15 – 30 %
3	30 – 45 %
4	45 – 60 %
5	> 60 %

Méthode de calcul du score « déficit de réserve utile » en fonction du pourcentage de sols agricoles ayant une réserve utile (RU) inférieure à 100 mm

FICHE TECHNIQUE 7 : Comment présenter et interpréter les résultats ?



Des cartes de vulnérabilités : pour qui ? dans quel(s) objectif(s) ?

Territoires concernés : les territoires fortement contrastés et/ou souhaitant mettre en avant une priorisation d'actions d'adaptation.

Objectifs :

L'intérêt de la représentation cartographique est qu'elle constitue un mode de communication attractif car visuel et synthétique. Elle est particulièrement intéressante si l'objectif est de territorialiser les vulnérabilités, pouvant illustrer des contrastes forts entre territoires/zones et ainsi d'exprimer une priorité d'action pour les territoires les plus vulnérables demandant un passage à l'action plus rapide et des actions plus ambitieuses.

Comment :

Les vulnérabilités peuvent être cartographiées pour différents impacts (si l'on souhaite mettre l'accent sur des impacts en particulier, présentant des résultats spécifiques) ou pour le cumul des impacts (si les résultats par impact sont assez homogènes).

NB : la cartographie peut aussi porter sur des résultats intermédiaires notamment les facteurs non climatiques. Elle peut également viser à faire une synthèse globale des grands enjeux sous forme de cartes communicantes (grandes zones selon les enjeux, localisation de points chauds de sensibilité, d'usages ou de pressions fortes localisées (une station d'épuration, un point sensible pour la qualité/quantité, un barrage...)).

Limites éventuelles :

Dans le cas où l'objectif serait plutôt d'encourager l'ensemble des actions volontaires sur le territoire, les cartes pourraient se révéler moins mobilisatrices comparé à d'autres modes de communication. En effet, les cartes représentant certaines zones comme « moins vulnérables », ceci pourrait représenter un frein à la mobilisation de certains acteurs.

Production de fiches synthétiques

Territoires concernés : Tout type de territoire.

Objectifs : Présenter de façon synthétique les vulnérabilités locales étudiées par thème, par impact ou par sous bassin/zone d'étude.

Contenu de ces fiches :

- La **caractérisation des impacts** étudiés ;
- La liste des **facteurs de vulnérabilité** (climatiques et non climatiques) ;
- Des **informations plus qualitatives** sur l'analyse de ces facteurs ;
- Les **résultats de l'évaluation du degré de vulnérabilité**. Les scores de vulnérabilité peuvent être représentés de différentes manières, sous forme de tableau contenant les scores, sous forme graphique, etc ;
- Eventuellement **une ou des cartes présentant les facteurs de vulnérabilité** (pour ceux particulièrement importants car responsables du niveau de vulnérabilité attendu) ;

- Des **focus** sur des spécificités territoriales, des retours d'expérience de terrain, des verbatim issus d'entretiens ou d'ateliers, etc. Ces informations sont plus qualitatives et plus localisées mais sont autant d'éléments utiles pour la communication autour du diagnostic, de la mobilisation et pour l'élaboration d'un plan d'actions par la suite.

Comment traiter l'incertitude liée aux projections hydroclimatiques ?

Comme évoqué dans la fiche technique n°6, il est recommandé d'attribuer autant de scores climatiques que de scénarios utilisés, et de croiser chacun de ces scores avec le score non climatique, aboutissant ainsi à autant de scores de vulnérabilité que de scénarios hydroclimatiques retenus. Si ces incertitudes peuvent paraître démobilisatrices, elles sont néanmoins à considérer comme partie intégrante de l'information apportée par l'étude. Elles peuvent montrer :

- Une forte incertitude sur le sens du signal, ou sur le niveau de vulnérabilité : on privilégiera alors sans doute l'observation, l'acquisition de connaissances et les mesures d'adaptation à faible regret ;
- Une convergence vers un fort niveau d'exposition aux aléas climatiques ;
- Une convergence vers un niveau élevé de vulnérabilité malgré une dispersion relative des projections hydroclimatiques (du fait de scores non climatiques élevés), soulignant des fragilités territoriales marquées qui appellent à des actions fortes d'adaptation.

La manière dont on communiquera sur ces incertitudes dépendra du message que l'on souhaite faire passer. Il sera possible de :

- Communiquer sur les **résultats moyens** si l'objectif principal est **d'alerter, de sensibiliser**, et/ou si les **incertitudes ont peu d'impact sur le type d'actions** d'adaptation à mettre en place par la suite.
- Communiquer sur le scénario « du pire », sur un médian, ou encore sur un pire et un meilleur.
- Choisir de montrer toute la gamme des résultats (sous des formes graphiques qui seront détaillées plus bas) pour montrer dans quel cas on se trouve : est-ce qu'il y a une convergence des résultats ou au contraire une grande disparité, etc.

Vulnérabilité au changement climatique pour l'axe thématique Biodiversité des milieux aquatiques et humides

IMPACT : Baisse de la richesse spécifique de la biodiversité remarquable des milieux aquatiques et humides.

- Le degré de vulnérabilité est calculé en distinguant les linéaires de cours d'eau et les zones classées surfaciques.
- Le degré final attribué à chaque territoire est la valeur maximale des deux traitements.

Facteurs de vulnérabilité non climatiques

- Présence d'une biodiversité particulière
- Peu de capacités d'adaptation intrinsèques (ruptures de continuité, peu de refuges thermiques, pressions sur le milieu, etc.)
- Niveau d'altération de l'hydromorphologie des cours d'eau



Tableau ou graphique de résultats

Focus sur les particularités du territoire

Ex. Les lacs de la façade littorale: des milieux de plus en plus vulnérables

Le CC vient accentuer les pressions anthropiques déjà à l'œuvre sur ces territoires : modification de l'usage des sols et des modes de consommation de l'espace, développement urbain et touristique, pollution... La gestion des usages risque de devenir conflictuelle et les tensions pourraient être exacerbées.

Facteurs de vulnérabilité climatique

- ΔT
- $\Delta VCN30$
- ΔPR



Tableau ou graphique de résultats

Détail des scores de vulnérabilité **pour l'impact / thématique considéré(e)**

- Tableau ou graphique de résultats
- Commentaires

Zones	Niveau de vulnérabilité	Score non climatique	Score climatique	Vulnérabilité
Zone 1	Moyenne	1		
Zone 2	Modérée	2		
Zone 3	Moyenne	3		
Zone 4	Elevée	3		

Scores de vulnérabilité par sous-bassin

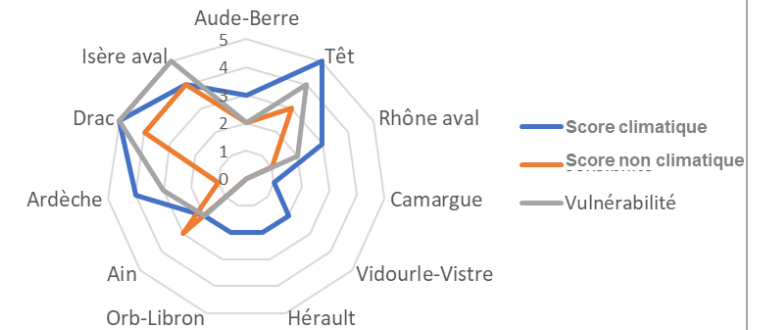


Figure 5. Exemple de fiche synthétique pour un impact étudié

Annexe 2. Les fiches de pilotage

FICHE PILOTAGE 1 : Plan de mobilisation : quels temps collectifs prévoir, avec quels acteurs, comment mobiliser ?



Le plan de mobilisation est à construire en fonction du contexte, du niveau initial d'engagement des acteurs sur la problématique du changement climatique, des autres démarches en cours, etc. En effet si un engagement des acteurs est indispensable à la bonne réussite de la démarche, il faudra veiller à articuler les temps de mobilisation avec d'autres démarches liées le cas échéant, pour éviter la « surmobilisation » et s'assurer de la cohérence des démarches sur un même territoire. Le tableau ci-dessous est présenté à titre indicatif.

Qui ?	Pourquoi ?	Comment ?	Quand ?
Les élus	<ul style="list-style-type: none"> Assurer un portage politique de l'adaptation Convaincre pour passer à l'action 	<ul style="list-style-type: none"> Acte engageant* Visites de terrain** Formations aux notions, enjeux et méthodes liés à l'adaptation Plénières 	<ul style="list-style-type: none"> Au lancement A la restitution
Les services techniques	<ul style="list-style-type: none"> Garantir la qualité du diagnostic Appropriation du diagnostic en transversalité Faciliter le passage à l'action 	<ul style="list-style-type: none"> Acte engageant Co-construction 	<ul style="list-style-type: none"> A chaque étape du diagnostic
Les acteurs de terrain (acteurs économiques, associations...)	<ul style="list-style-type: none"> Garantir la qualité du diagnostic et son appropriation Faciliter le passage à l'action, trouver des porteurs de projet 	<ul style="list-style-type: none"> Co-construction 	<ul style="list-style-type: none"> Au lancement A certaines étapes clés A la restitution
Le grand public	<ul style="list-style-type: none"> Informé Nourrir le portage politique Convaincre pour passer à l'action 	<ul style="list-style-type: none"> Plénières 	<ul style="list-style-type: none"> Au lancement A la restitution

*En communication engageante, les participants sont acteurs, ils ne sont pas passifs/récepteurs d'une information qui vise à les convaincre. La réalisation d'un acte préparatoire engageant facilite le changement d'attitude.

**Ex : le principe des Climatours avec des visites de terrain destinées aux professionnel·les pour découvrir la prise en compte des enjeux climatiques de manière concrète, permettant ainsi d'échanger autour d'un lieu, d'un thème et d'un acteur.

Afin d'atteindre le niveau d'engagement visé, différentes voies de mobilisation sont à prendre en considération et à mettre en place tout au long de la démarche afin de maintenir la dynamique, en plus des différents temps de co-construction prévus dans la démarche de diagnostic.

Les événements « grand public »

Ces événements permettent d'élargir la dynamique sur le territoire, et dans certains cas de nourrir le diagnostic. Ainsi, au lancement de la démarche, un événement grand public peut participer à davantage **donner de la visibilité au sujet**, ce qui peut également participer à **engager les acteurs techniques et les élus** dans la démarche. Il peut prendre la forme d'un **événement de sensibilisation** à la thématique climat, avec une première « prise de température » du niveau de conscience au sein du grand public. Un événement de mobilisation attractif et festif peut attirer une certaine attention médiatique et concourir à la mobilisation des élus. A la restitution de la démarche, ce type d'événement concourt à la sensibilisation, à la diffusion de l'information et au passage à l'action. Il peut nourrir la réflexion ultérieure sur les stratégies et actions d'adaptation, et/ou préparer le terrain pour des actions visant des changements de comportement citoyens (économies d'eau, par exemple).

FICHE PILOTAGE 2 : La co-construction des chaînes d'impact



Quels participants impliquer pour la construction de chaînes d'impacts ?

- Des experts du territoire (élu.e.s, chercheurs et chercheuses, expert.e.s thématiques...), à impliquer quelle que soit la thématique abordée ;
Exemples : les élu.e.s des collectivités territoriales, l'Agence Régionale de la Biodiversité (ARB), l'Agence Régionale de la Santé (ARS), l'Agence Locale de l'Energie, FranceAgriMer, les Agences de l'Eau, les comités départementaux et régionaux du Tourisme, INRAE, le BRGM, des Instituts techniques agricoles (Arvalis, etc.), des associations environnementales locales, etc.
- Les services techniques (au sein de l'organisme porteur et des partenaires) ;
Exemple : Les services eau et assainissement (pour l'Alimentation en Eau Potable) et services espaces verts (arrosage) de la collectivité, etc.
- Des acteurs de terrain (par thématique).
Exemple : les gestionnaires de parcs naturels, de réserves, etc., les associations environnementales locales (FNE, etc.), Les chambres d'agriculture et autres organisations professionnelles agricoles dont les syndicats d'irrigants, les professionnels de la pêche, du tourisme, les industriels, les observatoires de la biodiversité, les exploitants des réseaux d'eau et d'assainissement, les associations d'usagers, etc.

Proposition de déroulé de l'animation :

SESSION	FORMAT
Présentation des objectifs de l'atelier et de la méthodologie utilisée	Plénière
Rappel des ressources utilisées et présentation du premier listing des impacts Discussion : redéfinition, suppression et/ou ajout d'impacts	Groupes de travail par thématique étudiée
Définition des facteurs de vulnérabilité (climatiques et non climatiques) et présentation de ceux pré-identifiés Discussion : redéfinition, suppression et/ou ajout	
Formation des chaînes d'impact : relier les facteurs de vulnérabilité et les impacts associés.	
Restitution des résultats (synthèse) et discussion	Plénière

NB : cette proposition de déroulé a vocation à définir le contenu global de la journée. Les méthodes d'animation, l'articulation entre les différents temps, la composition et/ou rotation des groupes de travail etc., sont à déterminer au cas par cas en fonction du contexte et des objectifs spécifiques.



Afin d'aider à la détermination des facteurs de vulnérabilité, les questions listées dans la Fiche Technique : *Détermination des facteurs de vulnérabilité* peuvent être reprises.

Quel support pour cette animation ?

Le travail sur les chaînes d'impacts peut s'effectuer soit sur des chaînes préfigurées, soit vierges, soit à partir d'éléments à mettre dans l'ordre avec possibilité d'en rajouter.

Celui-ci peut s'effectuer aussi bien lors d'un atelier en présentiel avec une répartition des acteurs en groupe thématique de travail, qu'en visioconférence grâce à un outil d'intelligence collective (avec un tableau blanc)

Ce type d'atelier est particulièrement important afin de recueillir de l'information qualitative et localisée : sur du retour d'expérience (du vécu), sur la sensibilité des usages et des milieux, sur la territorialisation fine des vulnérabilités. On peut, par exemple, demander aux participants de localiser sur une carte du territoire les points particulièrement sensibles, ou les pressions les plus importantes.

Questions guides à destination de chaque groupe thématique :

- Que se passe-t-il déjà sur le territoire ? Quelles sont les difficultés déjà rencontrées ?
- En quoi le changement climatique pourrait aggraver les choses ?
- Quelles sont les caractéristiques du territoire qui font qu'il est particulièrement (ou non) touché par cet impact ?
- Avec l'intensification des évolutions climatiques, l'activité/le milieu/l'objectif de gestion considéré pourrait-il arriver à un point de rupture ? Pouvez-vous préfigurer la fréquence d'un aléa climatique, ou une intensité, correspondant à ce point de rupture ?
- Quelles sont les stratégies en place (s'il y en a) ou en projet pour y faire face ?

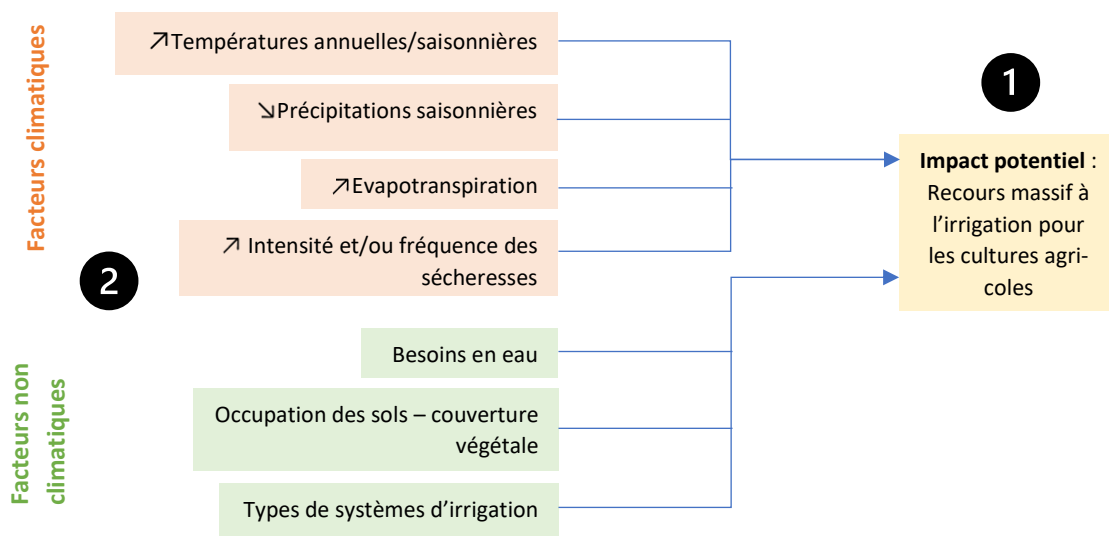
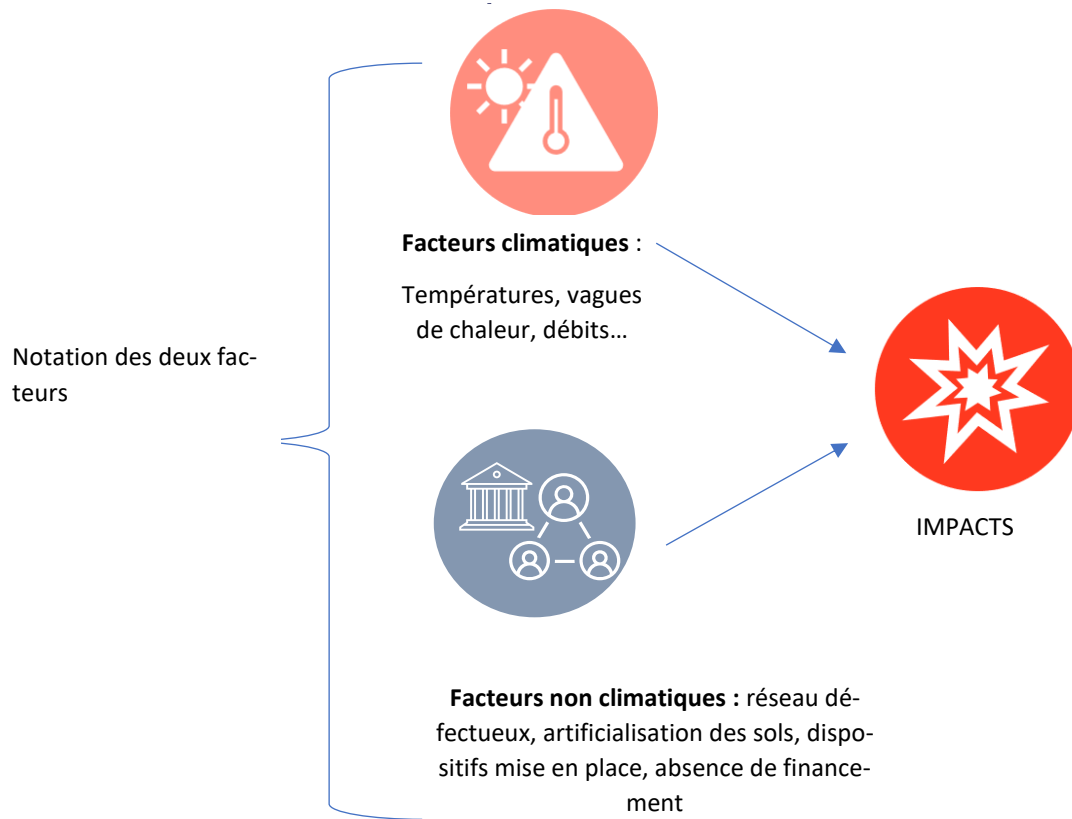


Figure 6. Exemple de modèle de chaîne d'impact

Fiche à imprimer comme support aux participants de l'atelier.



FICHE PILOTAGE 3 : Evaluation collective des degrés de vulnérabilité

- **Possibilité N°1 : session de travail** technique de co-construction des méthodes de notation et d'agrégation

Avec qui ? Les services techniques, des experts thématiques

Déroulé (points clés) :

- Rappel sur les chaînes d'impact développées faisant le lien avec les indicateurs de vulnérabilité à noter
 - Présentation des différentes approches de construction des échelles de notation et d'agrégation possibles
 - Pour chaque impact étudié : mise en avant des options de notation et d'agrégation envisageables et co-construction avec les services techniques pour arriver à une méthode partagée par tous
- Animation : Travail sur les impacts par groupe thématique avec un leader identifié. Chaque groupe possède l'ensemble des informations d'analyse disponibles (ressources identifiées) et doit proposer une méthode de notation (et si besoin d'agrégation).*

Quels résultats ? Des méthodes de notation et d'agrégation des indicateurs par impact établies et validées.

Les scores de vulnérabilité associés seront calculés à la suite de l'atelier.

- **Possibilité N°2 : comité technique** pour valider les méthodes de notation et d'agrégation.

Avec qui ? Les services techniques, des experts thématiques

Déroulé (points clés) :

Dans cette option, l'équipe projet se chargerait d'établir les échelles de notation et les méthodes d'agrégation nécessaires pour chaque impact étudié et présenterait ces choix lors d'une réunion du comité technique. L'ensemble de ces choix seraient ainsi discutés, pour validation à la suite de cette réunion.

Quels résultats ? Des méthodes de notation et d'agrégation des indicateurs par impact validés.

Les scores de vulnérabilité associés seront calculés à la suite de ce comité.

NB : pour les options 1 et 2, des allers retours sur les méthodes de notation et d'agrégation peuvent également avoir lieu à la suite des sessions de travail avant d'arriver à une validation finale des choix.

- **Possibilité N°3 : atelier participatif** de notation qualitative des facteurs non climatiques

Avec qui ? Les services techniques et les acteurs du territoire

Déroulé (points clés) :

- Présentation des chaînes d'impact développées en lien avec les indicateurs (non climatiques) à noter
- Présentation de l'analyse quantitative et qualitative des facteurs non climatiques
- Validation de questions guides ou de principes de base pour la notation qualitative (à partir de quels critères établit-on les scores ? qu'est-ce qui correspondra à un score faible, à un score élevé ?...)
- Notation des facteurs de vulnérabilité non climatiques pour chaque impact et chaque zone d'étude et discussion commune pour arriver à un score global par zone d'étude.

Quels résultats ? Des scores de vulnérabilité « à dire d'expert » établis et validés.

Grille d'évaluation des facteurs non climatiques

Gravité	Urgence	Extension	Capacité d'adaptation
0 : non affecté	0 : impact lointain ou incertain	0 : effets localisés	1 : incapacité de s'adapter sans une nette amélioration des moyens/des techniques /dispositions /autres...
1 : affecté	1 : déjà palpable OU les solutions demandent un temps de préparation	1 : effets étendus	0 : en mesure de s'adapter si les actions nécessaires sont identifiées
2 : sévèrement affecté			
Score de vulnérabilité non climatique = Gravité + Urgence + Extension + Capacité d'adaptation			

Figure 7. Exemples de critères de notation qualitative des facteurs non climatiques

Point de vigilance

Il est important avant ou au début de chaque atelier d'introduire les termes abordés durant l'atelier via exercices, formation ou partage d'information afin qu'ils soient bien compris et intégrés par les acteurs. Cela facilitera la tenue de l'atelier et permettra une prise de décisions éclairée. Nous vous conseillons également d'imprimer les glossaires et de les disposer sur les tables d'atelier en libre consultation.

Annexe 3. Les définitions du GIEC

Les définitions ci-dessous sont directement extraites de la traduction française officielle du Glossaire annexé aux 4^{ème} et 5^{ème} rapports du GIEC, 2007 et 2014.

Adaptation

Initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. Dans les systèmes humains, le processus d'ajustement au climat réel ou prévu et à ses effets, afin de modérer les dommages ou d'exploiter les opportunités bénéfiques. Dans les systèmes naturels, le processus d'ajustement au climat réel et à ses effets ; l'intervention humaine peut faciliter l'ajustement au climat prévu et à ses effets. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée. Citons à titre d'exemple l'édification de digues le long des cours d'eau ou des côtes et le remplacement des plantes fragiles par des espèces résistant aux chocs thermiques.

Capacité d'adaptation

Ensemble des capacités, des ressources et des institutions d'un pays ou d'une région lui permettant de mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces.

Changement climatique

le changement climatique est la modification dans l'état du climat qui peut être identifié (par exemple, en utilisant des tests statistiques) par des changements dans la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui perdure pendant une longue période, généralement des décennies ou plus longtemps

Le changement climatique peut être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes tels que les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques et les changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres.

On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des « changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

Degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs (par exemple la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer).

Climat

Au sens étroit du terme, le climat désigne en général « le temps moyen » ou, plus précisément, se réfère à une description statistique fondée sur les moyennes et la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (la période conventionnelle de calcul, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans).

Les quantités concernées sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est l'état, y compris une description statistique, du système climatique.

Modèle climatique

Représentation numérique du système climatique fondée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et sur leurs processus d'interaction et de rétroaction et qui tient compte de la totalité ou d'une partie de ses propriétés connues.

Le système climatique peut être représenté par des modèles d'une complexité variable : autrement dit, pour une composante ou une combinaison de composantes donnée, on peut définir un spectre ou une hiérarchie de modèles différents par certains aspects tels que le nombre de dimensions spatiales, le degré de représentation explicite des processus physiques, chimiques ou biologiques ou le degré d'inclusion de paramétrisations empiriques. Les modèles de la circulation générale couplés atmosphère océan (MCGAO) fournissent une représentation d'ensemble du système climatique, qui est une des plus complètes du spectre actuellement disponible. Une évolution se dessine vers des modèles plus complexes à chimie et biologie interactives (voir chapitre 8 du rapport du Groupe de travail I).

Les modèles climatiques sont des outils de recherche pour l'étude et la simulation du climat et servent aussi à des fins opérationnelles, notamment pour les prévisions climatiques mensuelles, saisonnières et interannuelles.

Prévision climatique

Une prévision climatique est le résultat d'une tentative d'estimation (à partir d'un état donné du système climatique) de l'évolution réelle du climat à l'avenir, aux échelles saisonnière, interannuelle voire décennale par exemple. Comme il est possible que l'évolution future du système climatique soit fortement influencée par les conditions initiales, de telles prévisions sont, en général, de nature probabiliste.

Projection climatique

Projection de la réaction du système climatique à des scénarios d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols ou à des scénarios de forçage radiatif, fondée généralement sur des simulations par des modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par le fait qu'elles sont fonction des scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés, qui reposent sur des hypothèses concernant, par exemple, l'évolution socio-économique et technologique à venir. Or, ces hypothèses peuvent se réaliser ou non, et sont donc sujettes à une forte incertitude.

Résilience

La capacité des systèmes sociaux, économiques et écologiques interconnectés à faire face à un événement, une tendance ou une perturbation dangereux, en réagissant ou en se réorganisant de manière à maintenir leur fonction essentielle, leur identité et leur capacité à s'adapter.

Scénario climatique

Une description plausible de la manière le climat futur peut se développer, basée sur un ensemble cohérent de hypothèses sur les forces motrices clés (par exemple, le taux de changement technologique (CT), les prix) et les relations. Notez que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais qu'ils sont utilisés pour fournir une vue des implications des développements et des actions.

Scénario d'émissions

Une représentation vraisemblable de l'évolution future des émissions de substances radiatif actives (par exemple, les gaz à effet de serre (GES) ou les aérosols), basée sur un ensemble d'hypothèses cohérentes et homogènes sur les forces motrices (telles que le développement démographique et socio-économique, l'évolution technologique, l'énergie et l'utilisation des sols) et leurs principales relations. Les scénarios de concentration, dérivés des scénarios d'émission, sont souvent utilisés comme données d'entrée d'un modèle climatique pour calculer des projections climatiques.

Les *scénarios de concentration*, découlant des scénarios d'émissions, servent de données initiales aux modèles climatiques pour le calcul des projections climatiques. Le GIEC a présenté en 1992 (GIEC, 1992) un ensemble de scénarios d'émissions qui lui ont servi à établir des projections climatiques (GIEC, 1996). Ces scénarios d'émissions ont été appelés scénarios IS92. Dans le rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (Nakicenovic et Swart, 2000), de nouveaux scénarios d'émissions, appelés *scénarios SRES*, ont été publiés, dont certains ont notamment servi de base pour les projections climatiques présentées dans les chapitres 9 à 11 du rapport publié par le GIEC en 2001 (GIEC, 2001) et les chapitres 10 et 11 du rapport publié en 2007 (GIEC, 2007). De nouveaux scénarios d'émissions associés au changement climatique, à savoir les quatre *profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)*, ont été mis au point pour la présente évaluation du GIEC, mais indépendamment de celle-ci.

Scénario socio-économique

Scénario qui décrit l'évolution future en ce qui concerne la population, le produit intérieur brut et d'autres facteurs socio-économiques permettant de mieux cerner les conséquences du changement climatique.

Sensibilité

Cette notion de sensibilité ne doit pas être confondue avec celle de sensibilité du climat, qui fait l'objet d'une définition distincte.

Le degré auquel un système ou une ressource est affecté, de manière négative ou positive, par la variabilité du climat ou le changement climatique. L'effet peut être direct (par exemple, un changement dans le rendement des cultures en réponse à un changement dans la moyenne, la gamme ou la variabilité de la température) ou indirect (par exemple, les dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations)

Vulnérabilité

La prédisposition d'un système à être affecté négativement. La vulnérabilité englobe une variété de concepts et d'éléments, dont la sensibilité ou la susceptibilité à subir des dommages et le manque de capacité à faire face et à s'adapter.

Annexe 4. Les scénarios RCPs du GIEC et la TRACC

Dans la perspective de l'élaboration de son 5^{ème} Rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a élaboré la famille de scénarios RCP (Representative Concentration Pathway). Cette famille est représentée par quatre scénarios basés sur quatre hypothèses relatives aux émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) durant le XXI^{ème} siècle (2000-2100).

Définition des scénarios RCP

Ainsi, chaque scénario RCP donne une variante jugée probable du climat qui résultera du niveau d'émissions de GES choisi comme hypothèse de travail. Les quatre scénarios sont :

- RCP 8.5 : C'est un scénario qui consiste à maintenir les activités actuelles en relation avec les émissions de GES en augmentation au rythme actuel. C'est le **scénario le plus pessimiste** dans la mesure où rien n'est fait pour réduire les GES ;
- RCP 6.0 : C'est un **scénario intermédiaire** qui correspond à des engagements en termes de réduction des émissions de GES qui permettront la stabilisation de ces émissions d'ici la fin du XXI^{ème} siècle à un niveau moyen (720 ppmv (partie par million en volume)) ;
- RCP 4.5 : C'est un **scénario intermédiaire** qui correspond à des engagements en termes de réduction des émissions de GES plus importants que celles du RCP 6.0 qui permettraient la stabilisation de ces émissions d'ici la fin du XXI^{ème} siècle à un niveau faible (580 ppmv) ;
- RCP 2.6 : C'est un scénario qui correspond à des engagements significatifs en termes de réduction des émissions de GES qui permettront la stabilisation de ces émissions d'ici la fin du XXI^{ème} siècle à un niveau faible (430 ppmv). Cela nécessiterait de passer par un pic d'émission en 2030 et d'atteindre la neutralité carbone.

Les scénarios socio-économiques sont élaborés sur la base de données à l'échelle mondiale qui représentent l'évolution de l'activité humaine en termes de i) croissance économique, ii) croissance démographique, iii) approvisionnement énergétique, iv) transfert de technologie, v) taux de déforestation, vi) applicabilité du protocole de Montréal et ses amendements, vii) mondialisation, etc.

Ainsi, l'évolution sur le XXI^{ème} siècle de la concentration moyenne de GES dans l'atmosphère est très variable en fonction de ces scénarios. A l'horizon 2100, elle se situerait entre 430 ppm pour le RCP 2.6 et 1230 ppm pour le RCP 8.5. Par ailleurs, à l'horizon 2030, la très comparable pour l'ensemble des scénarios socioéconomiques, voisine de 460 ppm, soit une augmentation de l'ordre de 25 % par rapport à l'an 2000 (370 ppmv).

La figure qui suit représente l'évolution des émissions annuelles de GES au niveau mondial en Giga tonne équivalent-CO₂/an) en fonction des différents scénarios.

TRACC :

La **TRACC** (Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique) définit plusieurs **niveaux de réchauffement** pour anticiper et planifier l'adaptation au changement climatique en France.

- **+2 °C (scénario optimiste)** : il correspond à un respect strict des objectifs de l'**Accord de Paris**. Les impacts sont modérés, mais nécessitant tout de même des mesures d'adaptation. L'évolution du climat est encore gérable avec des ajustements progressifs.
- **+2,7 °C (scénario intermédiaire)** : il reflète une trajectoire probable si les efforts de réduction des émissions continuent mais restent insuffisants. Il y a une augmentation des événements extrêmes (sécheresses, canicules, inondations). Les transformations importantes sont nécessaires dans l'aménagement du territoire, la gestion de l'eau et l'agriculture.

- **+4 °C et plus (scénario pessimiste)** : les émissions restent élevées sans mesures drastiques. Présence de transformations climatiques majeures avec des conséquences sévères : stress hydrique extrême, feux de forêts fréquents, montée rapide du niveau de la mer. L'adaptation est très difficile, nécessitant des changements radicaux dans tous les secteurs (biodiversité, urbanisme, infrastructures).

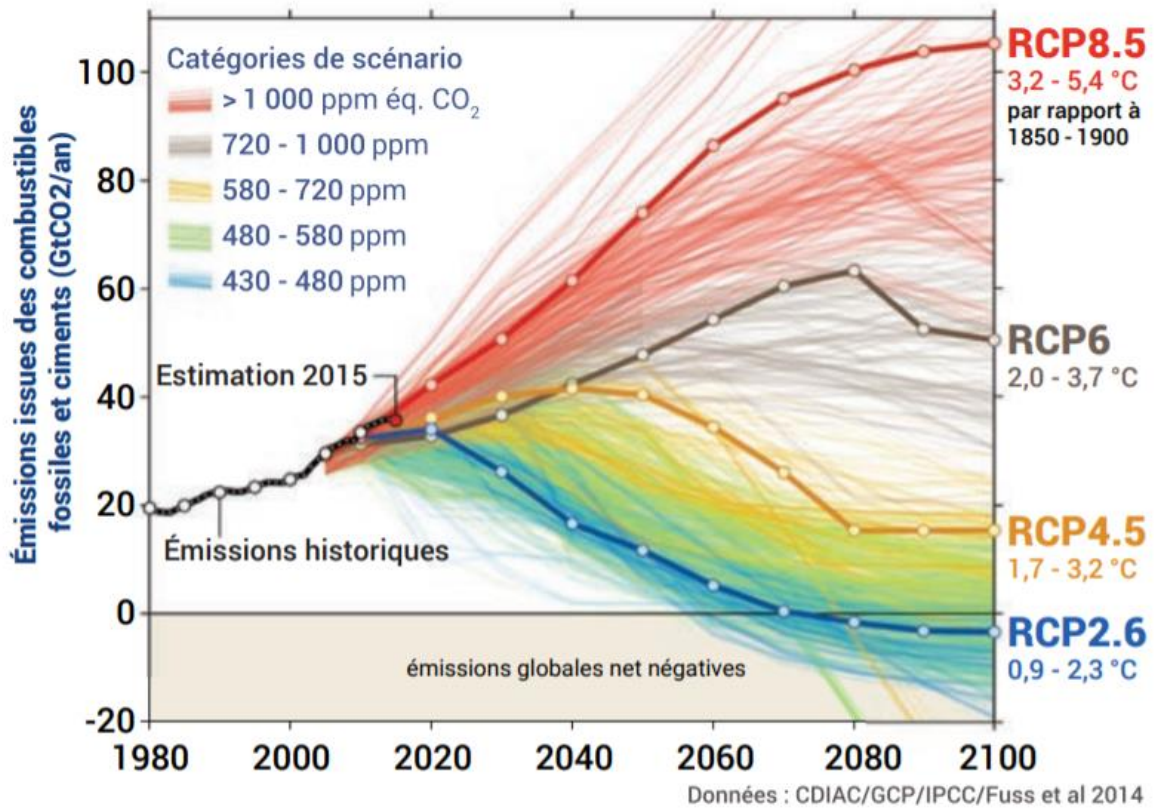


Figure 8 : Evolution sur le XXI^{ème} siècle des émissions annuelles de GES au niveau mondial (en Giga tonne équivalent-CO₂/an) – Sources : GIEC 2013

Annexe 5. Indicateurs disponibles sur DRIAS

Les indicateurs sont calculés à partir de données quotidiennes pour des périodes mensuelles, saisonnières (DJF, MAM, JJA, SON) ou annuelles. Pour une période de N jours (i=1,N), on note :

- TN_i température minimale quotidienne du jour i
- TX_i température maximale quotidienne du jour i
- $TM_i = \frac{(TN_i + TX_i)}{2}$ température moyenne quotidienne du jour i
- TNR_i température minimale quotidienne de référence du jour i (calculée sur la période de référence)
- TXR_i température maximale quotidienne de référence du jour i (calculée sur la période de référence)
- RR_i précipitations quotidiennes du jour i

Indicateurs de température :

- **Température moyenne** [°C] :

Moyenne des températures moyennes quotidiennes de la période $TM = \sum_{i=1}^N \frac{TM_i}{N}$

- **Température minimale** [°C] :

Moyenne des températures minimales quotidiennes de la période $TN = \sum_{i=1}^N \frac{TN_i}{N}$

- **Température maximale** [°C] :

Moyenne des températures maximales quotidiennes de la période $TX = \sum_{i=1}^N \frac{TX_i}{N}$

- **Amplitude thermique** [°C] :

Moyenne des amplitudes thermiques quotidiennes de la période $A = \sum_{i=1}^N \frac{(TX_i - TN_i)}{N}$

- **Extrême chaud de la température maximale quotidienne** [°C] :

90ème centile des TX_i

- **Extrême froid de la température maximale quotidienne** [°C] :

10ème centile des TX_i

- **Extrême froid de la température minimale quotidienne** [°C] :

10ème centile des TN_i

- **Extrême chaud de la température minimale quotidienne** [°C] :

90ème centile des TN_i

- **Nombre de jours anormalement chauds** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TX_i \geq TXR_i + 5^\circ\text{C}$

- **Nombre de jours anormalement froids** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TN_i \leq TNR_i - 5^\circ\text{C}$

- **Nombre de nuits anormalement chaudes** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TN_i \geq TNR_i + 5^\circ\text{C}$

- **Nombre de jours d'une vague de chaleur** [jours] :

Nombre de jours où $TX_i \geq TXR_i + 5^\circ\text{C}$ dans une séquence de plus de 5 jours consécutifs

- **Nombre de jours d'une vague de froid** [jours] :

Nombre de jours où $TN_i \leq TNR_i - 5^\circ\text{C}$ dans une séquence de plus de 5 jours consécutifs

- **Nombre de jours de gel** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TN_i \leq 0^\circ\text{C}$

- **Nombre de jours sans dégel** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TX_i \leq 0^\circ\text{C}$

- **Nombre de journées estivales** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TX_i > 25^\circ\text{C}$

- **Nombre de jours de forte chaleur** [jours]

Nombre de jours pour lesquels $TX_i > 35^\circ\text{C}$

- **Nombre de nuits tropicales** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $TN_i > 20^\circ\text{C}$

- **Degré-jours de chauffage** [°C] :

Cumul sur la période des écarts négatifs au seuil de 17°C par la température quotidienne moyenne : $DG17 = \sum_{i=1}^N (17 - TM_i)$ si $TM_i < 17^\circ\text{C}$

- **Degré-jours de climatisation** [°C] :

Cumul sur la période des dépassements du seuil de 18°C par la température quotidienne moyenne : $DG18 = \sum_{i=1}^N (TM_i - 18)$ si $TM_i > 18^\circ\text{C}$

Indicateurs de précipitation :

- **Cumul de précipitations** [mm] :

Cumul sur la période des précipitations $RRC = \sum_{i=1}^N RR_i$

- **Précipitations quotidiennes moyennes** [mm/jour] :

Moyenne des précipitations quotidiennes de la période $RRM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RR_i$

- **Nombre de jours de pluie** [jours] :

N_w = Nombre de jours pour lesquels $RR_i \geq 1$ mm

- **Précipitations moyennes des jours pluvieux** [mm/jour] :

RRM = Moyenne des précipitations des jours de pluie : $RRP = \frac{1}{N_w} \sum_{i=1}^N RR_i$ si $RR_i \geq 1$ mm/j

- **Nombre de jours de fortes précipitations** [jours] :

Nombre de jours pour lesquels $RR_i \geq 20$ mm

- **Fraction des précipitations quotidiennes intenses** [%] :

$F_{90} = 100 * (\sum_{i=1}^N RR_i \text{ si } RR_i \geq RR_{90}) / (\sum_{i=1}^N RR_i)$ avec RR_{90} = 90ème centile des précipitations annuelles

- **Période de sécheresse** [jours] :

Max [Nombre de jours consécutifs pour lesquels $RR_i < 1$ mm]

- **Nombre maximum de jours pluvieux consécutifs** [jours] :

Max [Nombre de jours consécutifs pour lesquels $RR_i \geq 1$ mm]

- **Précipitation quotidienne intense** [mm] :

90ème centile des précipitations totales annuelles

- **Précipitation quotidienne extrême** [mm] :

99ème centile des précipitations totales annuelles

- **Nombre de jours de précipitations extrêmes** [jours] :

Nombre de jour où les précipitations quotidienne dépassent le 99ème centile des précipitation totales de la période considérée.

La liste complète est disponible sur le [volet accompagnement](#) du site Drias.

Annexe 6. Liste des Ressources

Sources d'informations pour compléter / aider à définir les indicateurs de vulnérabilité.

Où trouver les facteurs climatiques présents et à venir sur mon territoire ? Où trouver les données climatiques et hydrologiques associées ?

- Projections climatiques (températures, évapotranspiration, précipitations saisonnières) et hydrologiques (débits mensuels, le module, le QMNA2, et le VCN30) d'Explore 2070 - à l'échelle de sous bassins
- Explore2 : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>
- Site de l'ONERC : <https://www.ecologie.gouv.fr/observatoire-national-sur-effets-du-rechauffement-climatique-onerc>
- DRIAS : <http://www.drias-climat.fr/> et pour le volet eau DRIAS-Eau : <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/312>
- Données météorologiques: diagnostics climatiques territorialisés CERDD / Météo France
- L'outil TACCT qui s'appuie sur la BDD GASPARE
- Site "climat" de Météo France qui fournit notamment des bilans climatiques localisés http://climat.meteofrance.com/cgt_climat2/bilans_climatiques
- Outil CACTUS - activité eau - pour définir des impacts / conséquences possibles du CC
- Projet CLIMSEC, Impacts du changement climatique sur la sécheresse et l'eau du sol, (Météo-France, 2011)
- Etude sur la vulnérabilité du bassin Loire-Bretagne au changement climatique (2017)
- Etude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau (2013).

Où trouver les facteurs de vulnérabilité non climatique de mon territoire d'étude ?

- Site des Agences de l'eau
- Le Schéma Régional de la Ressource en Eau (Conseil régional PACA, 2010)
- Projet « Garonne 2050 » (Agence de l'eau Adour-Garonne, 2013)
- Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse – Bilan des connaissances (Agence de l'eau RMC, 2012)
- Étude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau (Agence de l'eau RMC, 2013)
- L'eau douce menacée – Îles du Pacifique (PNUE, 2012)
- Rapport « Hydrologie DOM » (Projet Explore 2070, MEEDE, 2012)
- Projet RexHyss (GICC, 2009)

Annexe 7. Autres exemples territoriaux

A venir à la suite de la phase de test de l'outil par les territoires partenaires du LIFE Eau & Climat

Références bibliographiques

- ADEME. (Révision 2018). *Diagnostiquer l'impact du changement climatique sur un territoire - Guide méthodologique*. ADEME Editions.
- Agence de l'eau Adour-Garonne. (Juin 2018). *Impacts du changement climatique sur l'eau : quelles vulnérabilités des territoires en Adour-Garonne ?*
- Agence de l'eau Loire-Bretagne. (Février 2017). *Réalisation des cartes de vulnérabilité au changement climatique sur le bassin Loire-Bretagne*.
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. (2013). *Etude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau*.
- Alterre Bourgogne, C.-U. d. (Avril 2016). *Rapport final du projet HYCCARE Bourgogne*.
- BASSIN RHONE-MEDITERRANEE. (Novembre 2020). *Anticiper le changement climatique pour une gestion équilibrée de la gestion des ressources en eau. Prospective appliquée aux Plans de gestion de la Ressource en Eau (PGRE) et autres projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE)*.
- Etablissement Public-Loire. (2017). *Bilan es connaissances des impacts du changement climatique sur les SAGE SIOULE-ALLIER AVAL*.
- GIZ. (Auguste 2014). *The Vulnerability Sourcebook - Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*.
- Météo-France. (s.d.). Récupéré sur Drias-les futurs du climat: <http://www.drias-climat.fr/>
- Office International de l'Eau. (Mai 2019). *Actes du Séminaire national SAGE 2018 – SAGE & adaptation au changement climatique*. Office International de l'Eau (OIEau).

Index des tableaux et figures

Tableaux

Tableau 1. Positionnement du diagnostic des vulnérabilités vis à vis d'un bilan des connaissances sur les impacts du changement climatique et d'études d'impact ciblées : comparaison des objectifs, résultats, moyens et coûts.	14
Tableau 2. Compétences et outils à mobiliser à chaque étape de la démarche.....	16
Tableau 3. Classement des écarts de températures (tableau de gauche) et des écarts de précipitations (tableau de droite) des saisons estivales fin de siècle (2071-2100) relativement à la période historique 1976-2005	41
<i>Tableau 4. Exemples de thèmes et d'impacts identifiés sur des bassins hydrographiques français (liste non exhaustive).....</i>	<i>44</i>
Tableau 5. Exemples de facteurs de vulnérabilité non climatiques pour certains impacts	47
Tableau 6. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques présents sur DRIAS Climat et Eau.....	48
Tableau 7. Exemples d'indicateurs (hydro)climatiques potentiels (disponibles sur DRIAS) pour différents impacts.....	51
Tableau 8. Exemples d'indicateurs non climatiques par thématique	52

Figures

Figure 1. Synthèse des concepts clés de la démarche	11
Figure 2. Les étapes méthodologiques de la démarche.....	13
Figure 3. Exemples de grilles d'agrégation des scores à gauche et de croisement à droite	28
Figure 4. Dispersion des simulations individuelles de l'ensemble DRIAS-2020 selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour les saisons estivales à l'horizon fin de siècle selon le scénario RCP8.5 (source : DRIAS-2020).....	39
Figure 5. Exemple de fiche synthétique pour un impact étudié	61
<i>Figure 6. Exemple de modèle de chaîne d'impact.....</i>	<i>65</i>
Figure 7. Exemples de critères de notation qualitative des facteurs non climatiques	68
Figure 8 : Evolution sur le XXIème siècle des émissions annuelles de GES au niveau mondial (en Giga tonne équivalent-CO2/an) – Sources : GIEC 2013.....	73