

**Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est
Evaluation prospective à milieu et fin de siècle et
proposition d'actions**

Etape 2 - Analyse des zones à risque ou déficitaires

Rapport de l'étape 2.1 : Modélisations à milieu de siècle et
restitution des ateliers territoriaux



Version : 03

Date : 15 septembre 2022

Vérification des documents IMP411

Numéro du projet : 19S0852N

Intitulé du projet : Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est - Evaluation prospective 2030-2050 et proposition d'actions

Intitulé du document : Etape 2 - Analyse des zones à risque ou déficitaires – Rapport de l'étape 2.1 : Modélisation à milieu de siècle et restitution des ateliers territoriaux
--

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	NICOLAI Sophie RIGAUDIERE Pierre	RIGAUDIERE Pierre	22/02/2022	Version initiale
2	NICOLAI Sophie RIGAUDIERE Pierre CHEVALIER Anne	RIGAUDIERE Pierre	25/07/2022	Version corrigée
3	NICOLAI Sophie RIGAUDIERE Pierre CHEVALIER Anne	RIGAUDIERE Pierre	15/09/2022	Version finale

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	7
1.1 Contexte et objectifs de l'étude	7
1.2 Identification et organisation du présent rapport	8
2. MODELISATION HYDROLOGIQUE AVEC MIKE HYDRO BASIN SUR LES 13 ZONES HOMOGENES	9
2.1 Contexte	9
2.2 Présentation de Mike Basin : principes et fonctionnalités	9
2.2.1 Préambule – Principes généraux	9
2.2.2 Le noyau hydrologique « NAM »	10
2.2.3 L'intégration des usages dans Mike Basin	14
2.3 Présentation de la démarche	15
2.3.1 Approche générale	15
2.3.2 Développement et exploitation des modèles	16
2.3.3 Construction et calage des modèles hydrologiques.....	17
2.3.4 Les simulations réalisées : présentation et objectifs	18
2.4 Présentation générale des fiches de résultats	19
2.4.1 Préambule	19
2.4.2 Tableau de synthèse	19
2.4.3 Partie « calage ».....	19
2.4.4 Partie « simulations et projections ».....	20
2.5 Analyse des calages des différents modèles	23
2.6 Analyse des simulations et projections réalisées avec les différents modèles	27
2.6.1 Commentaires des résultats obtenus sur chaque zone homogène	27
2.6.2 Commentaires généraux sur les tendances constatées	53
2.6.3 Comparaison avec la bibliographie	55
3. PRESENTATION GENERALE DES ATELIERS	57
3.1 Préambule	57
3.2 Déroulement type des ateliers territoriaux	57
4. LES DIAGNOSTICS PAR ZONES PRESENTES LORS DES ATELIERS TERRITORIAUX.....	58
4.1 Objectif des documents	58
4.2 Contenu	58
5. LA SYNTHESE DES ATELIERS TERRITORIAUX	59

5.1	Comptes rendus	59
5.2	Restitution générale synthétique	59
5.3	Synthèse des points marquants et/ou les plus souvent évoqués lors des ateliers	62

Table des illustrations

Figure 1 : Secteurs sélectionnés pour l'étape 2 de l'étude initiale (Suez Consulting, 2021)	8
Figure 2 : Schéma conceptuel de Mike Hydro Basin	9
Figure 3 : La Prise en compte des usages de l'eau dans Mike Hydro Basin	10
Figure 4 : Schéma de principe du module NAM de MIKE11 (1).....	11
Figure 5 : Schéma de principe du module NAM de MIKE11 (2).....	12
Figure 6 : Représentation de deux niveaux d'aquifères dans NAM.....	14
Figure 7 : Représentation schématique de l'architecture de Mike Hydro Basin.....	15
Figure 8 : Illustration des processus pris en compte par la modélisation	16
Figure 9 : Structure des modèles Mike Hydro River mis en œuvre sur chaque zone homogène.....	17
Figure 10 : Vue générale de la partie « calage » (exemple de la Zone Homogène 24)	21
Figure 11 : Vue générale de la partie « simulations et projections » (exemple de la Zone Homogène 18, scénario 8.5 « avec usages »).....	22

Table des tableaux

Tableau 1 : Paramètres de calage du modèle pluie débit NAM	13
Tableau 2 : Simulations hydrologiques mises en œuvre sur chaque zone homogène	18
Tableau 3 : Synthèse sur la qualité globale des différents calages obtenus	23
Tableau 4 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH8 : Aube amont	28
Tableau 5 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH9 : Blaise	30
Tableau 6 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH22 : Marne amont	32
Tableau 7 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH33 : Saulx et Ornain.....	34
Tableau 8 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH6 : Aisne Amont	36
Tableau 9 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH18 : Meuse amont.....	38
Tableau 10 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH24 : Meuse aval	40
Tableau 11 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH23 : Meurthe	42
Tableau 12 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH26 : Moselle amont	44
Tableau 13 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH27 : Moselle aval.....	46
Tableau 14 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette.....	48
Tableau 15 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH19 : Ill amont.....	50
Tableau 16 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH20 : Nappe du Rhin.....	52
Tableau 17 : Synthèse de l'évolution des débits et des recharges mensuels à l'horizon 2050	54
Tableau 18 : Résultats des études d'impact du changement climatique sur les ressources en eau du Grand Est	56
Tableau 19 : Programmation des différents ateliers	57

Table des annexes

ANNEXE 1 Résultats des modélisations hydrologiques réalisées sur les 13 zones homogènes (Fiches de synthèse) 67	67
ANNEXE 2 Fiches diagnostic présentées lors des ateliers	69
ANNEXE 3 Fiches thématiques utilisées pour l'animation des ateliers	71
ANNEXE 4 Comptes-rendus des ateliers	73

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

La région Grand-Est couvre une superficie de plus de 57000 km², et intègre de nombreuses ressources en eau à enjeux majeurs, tant superficielles (Rhin, Meuse, Moselle, Seine, Marne) que souterraines (nappe phréatique rhénane, nappe de la craie, Grès du Trias inférieur, ...).

Sur ce territoire, la thématique « gestion quantitative » n'a pas été historiquement un objectif stratégique – malgré les nombreux usages utilisateurs – du fait d'une ressource relativement abondante en comparaison d'autres secteurs du territoire national (sud de la France, zones de socles de l'ouest de la France, ...). Néanmoins, les sécheresses constatées ces dernières années, notamment en 2018 et 2019, et les nombreuses restrictions d'usages qu'elles ont entraînées, ont replacé la thématique quantitative au cœur des politiques de gestion de l'eau.

Par ailleurs, il est attendu que les épisodes de tension sur la ressource constatés ces dernières années soient amenés à se poursuivre, voire s'intensifier, dans les prochaines années/décennies du fait des changements climatiques.

Dans ce cadre, la Région Grand Est, de par sa compétence « animation et concertation dans le domaine de la gestion et la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques », mais aussi de son rôle dans le pilotage du Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), souhaite anticiper les risques de déséquilibres futurs par le lancement d'une étude prospective dédiée à la thématique quantitative sur son territoire.

L'objectif transversal de cette étude est d'anticiper les déséquilibres quantitatifs sur le territoire régional, de manière à permettre l'adaptation des usages et ainsi limiter les impacts des épisodes de sécheresse actuels et futurs. Pour ce faire, l'étude, qui a vocation à alimenter les SDAGE Rhin Meuse et Seine Normandie, doit :

- **Identifier et caractériser les ressources superficielles et souterraines disponibles,**
- **Prendre en compte l'ensemble des besoins en eau** (AEP, industrie et artisanat, hydroélectricité, agriculture et aquaculture, navigation, loisirs...),
- **Découper le territoire en secteurs homogènes du point de vue des bilans Besoins – Ressources**, de manière à identifier clairement :
 - Les secteurs dont les ressources hydriques sont déficitaires et/ou le seront aux horizons 2030 et 2050,
 - Les enjeux économiques induits par le manque d'eau,
 - Les risques de concurrence pouvant exister entre ces usages et les nécessités d'arbitrage.
 - **Proposer, sur une dizaine de secteurs prioritaires représentatifs**, des stratégies argumentées sur les aspects techniques, économiques, environnementaux permettant de répondre aux situations critiques mise en évidence

Pour répondre à ces objectifs, l'étude s'organise en deux étapes successives, dont le contenu est décrit ci-dessous :

- **Etape 1 – Etat des lieux**
 - Synthèse de la bibliographie et des bases de données existantes,
 - Définition de zones homogènes du point de vue de la ressource,
 - Analyse de l'adéquation entre ressources et besoins,
 - Identification de 13 zones critiques étudiées plus en détail à l'étape 2.

- **Etape 2 – Analyse de 13 zones à risque ou déficitaires et définition d'un plan d'action :**
 - Estimation des économies d'eau à réaliser pour satisfaire l'ensemble des besoins,
 - Evaluation de la vulnérabilité des territoires / entreprises / filières agricoles,
 - Proposition de solutions pour adapter les usages aux évolutions probables de la disponibilité des ressources :
 - ▷ Proposition de mesures de restauration de la fonctionnalité des écosystèmes
 - ▷ Evaluation des possibilités d'optimisation des systèmes existant (stockage, réalimentation de cours d'eau, recharge de nappe, ...),
 - ▷ Pistes de répartition des ressources entre les usagers,
 - ▷ Identification de nouvelles ressources pouvant être mobilisées,
 - Définition des indicateurs de suivi des ressources et des besoins.

1.2 Identification et organisation du présent rapport

Pour mémoire, les treize zones homogènes sélectionnées lors de l'étape 1 du projet pour une analyse détaillée sont les suivantes :

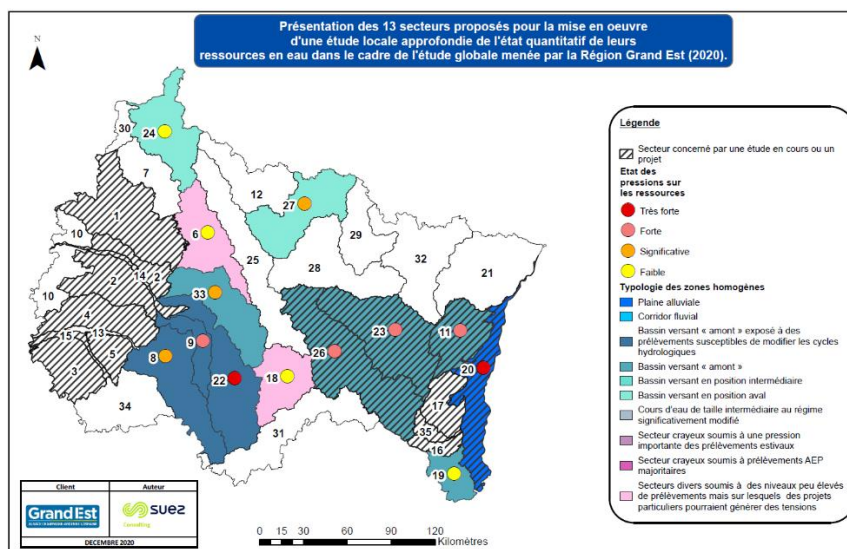


Figure 1 : Secteurs sélectionnés pour l'étape 2 de l'étude initiale (Suez Consulting, 2021)

Le présent document constitue le **premier rapport de l'étape 2 « Analyse des zones à risques ou déficitaires »**. Il a pour objectif de préciser les tensions et les besoins, en préliminaire à l'établissement des programmes d'action spécifiques aux 13 zones à risque identifiées lors de l'étape 1, présentés dans un rapport spécifique.

Les points abordés sont les suivants :

- **Présentation de la modélisation hydrologique réalisée avec le logiciel Mike Basin :**
 - ▷ Présentation du logiciel,
 - ▷ Présentation des calages,
 - ▷ Analyse des simulations réalisées,
- **Restitution des ateliers territoriaux réalisés entre juin et décembre 2021 :**
 - ▷ Présentation des supports,
 - ▷ Restitution synthétique des ateliers.

2. MODELISATION HYDROLOGIQUE AVEC MIKE HYDRO BASIN SUR LES 13 ZONES HOMOGENES

2.1 Contexte

Les bilans hydrologiques réalisés dans le cadre de l'étape 1 du projet relèvent - en dépit d'une vigilance particulière apportée au calage des paramètres et à l'analyse des ordres de grandeurs des différents termes – d'une démarche très simplifiée.

Afin d'apporter un regard plus complet et plus détaillé, ainsi que des éléments d'analyse nouveaux, une modélisation hydrologique Pluie-Débit est mise en œuvre sur les zones homogènes retenues pour l'étape 2. Cette modélisation est déployée à l'aide du code de calcul Mike Hydro Basin, développé par le Danish Hydraulic Institute et présenté ci-après.

2.2 Présentation de Mike Basin : principes et fonctionnalités

2.2.1 Préambule – Principes généraux

Mike Hydro Basin est un outil d'aide à la décision basé sur une interface géographique (SIG), permettant de conduire des analyses sur les thématiques de la gestion intégrée de la ressource en eau, de la planification et de la gestion de la ressource à l'échelle du bassin versant. Il a été développé pour permettre les analyses, puis les arbitrages relatifs au partage de la ressource en eau à différentes échelles de bassin versant (locale, nationale, internationale). Il est particulièrement adapté à l'analyse de scénarios (hydrologiques ou relatifs aux usages) permettant d'éclairer la prise de décision sur les thématiques de gestion de l'eau.

MIKE Hydro Basin est basé sur une représentation mathématique du bassin versant défini par son réseau hydrographique, son régime hydrologique et les aménagements régulant les stocks et les flux d'eau.

MIKE Hydro Basin permet de représenter sous la forme de branches et de nœuds toutes les caractéristiques de la distribution de la ressource en eau : réseau hydrographique, sous-bassins versants, usagers, réservoirs, centrales hydroélectriques et canaux d'amenée....

Il permet de décrire les demandes en eau multisectorielles (eau domestique, eau industrielle, eau agricole, hydroélectricité, navigation, environnement...) ainsi que des règles de priorité entre chacune de ces utilisations.

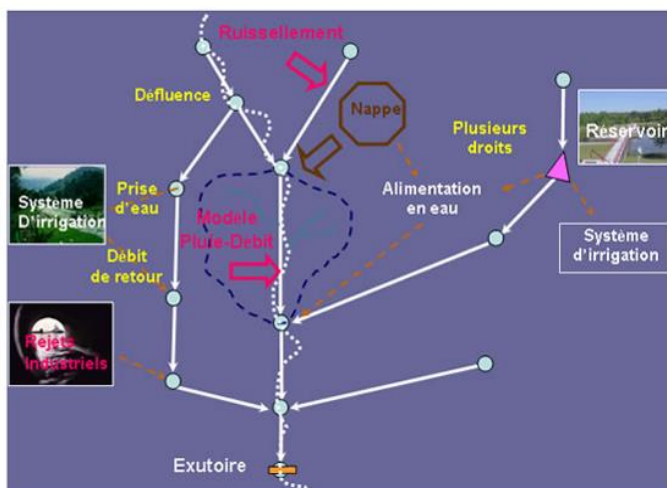


Figure 2 : Schéma conceptuel de Mike Hydro Basin

Dans le cadre de la démarche entreprise ici, Mike Hydro Basin présente l'avantage de :

- Séparer l'écoulement global entre sa **composante souterraine** et sa **composante surfacique** ;
- Reconstituer le **débit surfacique** ;
- Reconstituer le **débit souterrain** et accéder à la reconstitution des niveaux de nappe de manière adimensionnelle,

- Prendre en compte **la relation nappe / rivière** sans pour autant développer une modélisation « lourde » des aquifères souterrains,
- Offrir une **grande flexibilité quant à la prise en compte des usages** : le modèle intègre directement dans ses fonctionnalités la description et la prise en compte des usages de l'eau à l'échelle du bassin versant, et permet donc de représenter les prélèvements associés dans une rivière, une nappe ou un réservoir.

Mike Hydro Basin permet de spécifier un nombre illimité d'utilisateurs de l'eau et de décrire pour chacun d'eux les prélèvements et les rejets réalisés **tout en différenciant l'origine ou, la destination (superficielle / souterraine)**. Il offre également la possibilité de décrire des barrages, retenues ou réservoirs et de représenter leurs consignes de gestion.

De manière générale dans le modèle, un usager est connecté au réseau hydrographique par un lien d'alimentation (supply flow connection) et par un lien de restitution (return flow connection). Quel que soit l'usage concerné, le modèle permet de spécifier les débits/volumes prélevés/restitués, mais aussi de définir des modalités de consommation (y compris les pertes associées), afin de calculer directement des débits/volumes.

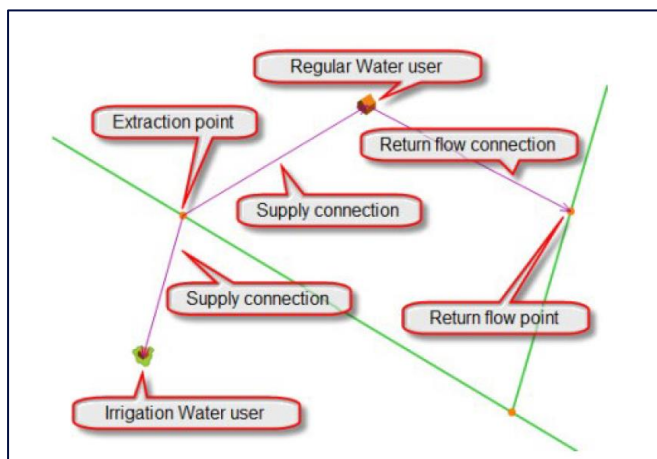


Figure 3 : La Prise en compte des usages de l'eau dans Mike Hydro Basin

- Être **peu gourmand en données d'entrée pour les modèles hydrologiques** : l'un des principaux avantages de l'utilisation du modèle pluie-débit NAM au sein de Mike Hydro Basin est qu'il nécessite relativement peu de données d'entrée. Les données nécessaires sont les précipitations et l'évaporation potentielle.

2.2.2 Le noyau hydrologique « NAM »

Le module hydrologique NAM constitue le cœur du modèle Mike Hydro Basin (NAM est l'abréviation danoise de Nedbor-Afstromings-Model ou "Modèle pluie-débit", module du code de calcul MIKE11, développé par le Danish Hydraulic Institute).

NAM est un modèle conceptuel du volet terrestre du cycle hydrologique. Il **permet de simuler les processus pluie-ruissellement à l'échelle d'un bassin versant**, NAM est un modèle du type « **conceptuel-déterministe** », exigeant peu de données d'entrée.

NAM peut être mis en œuvre en tant qu'outil indépendant ou alimenter un modèle hydraulique ou un modèle Mike Hydro Basin. Le même outil permet ainsi de traiter le cas d'un bassin versant unitaire ou d'un ensemble complexe de sous bassins versants alimentant un réseau hydrographique.

Le modèle NAM fonctionne en tenant compte simultanément du niveau d'eau de cinq réservoirs distincts interconnectés, qui caractérisent les éléments du bassin versant :

- Le manteau neigeux (si le module « neige » est activé),
- La surface du sol,
- La zone racinaire,
- Un premier niveau de réservoir d'eaux souterraines,
- Un deuxième niveau de réservoir d'eaux souterraines.

Les données d'entrée du modèle sont les suivantes :

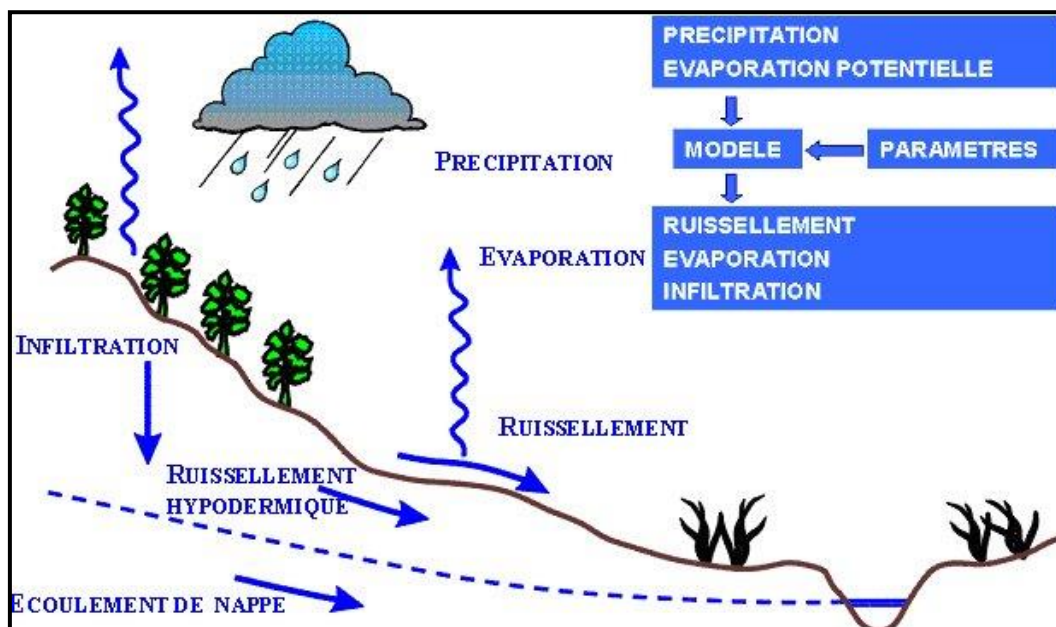
- Précipitations,
- Évapotranspiration potentielle,
- Enregistrements hydrométriques pour caler le modèle,
- Températures (utilisées par le module « neige » uniquement).

A partir des données introduites, le modèle permet d'accéder à divers résultats :

- Les débits de ruissellement,
- La hauteur d'eau disponible dans les divers réservoirs,
- Ainsi que certaines informations sur le cycle hydrologique telles que la variation temporelle du taux d'humidité du sol et la recharge des eaux souterraines.

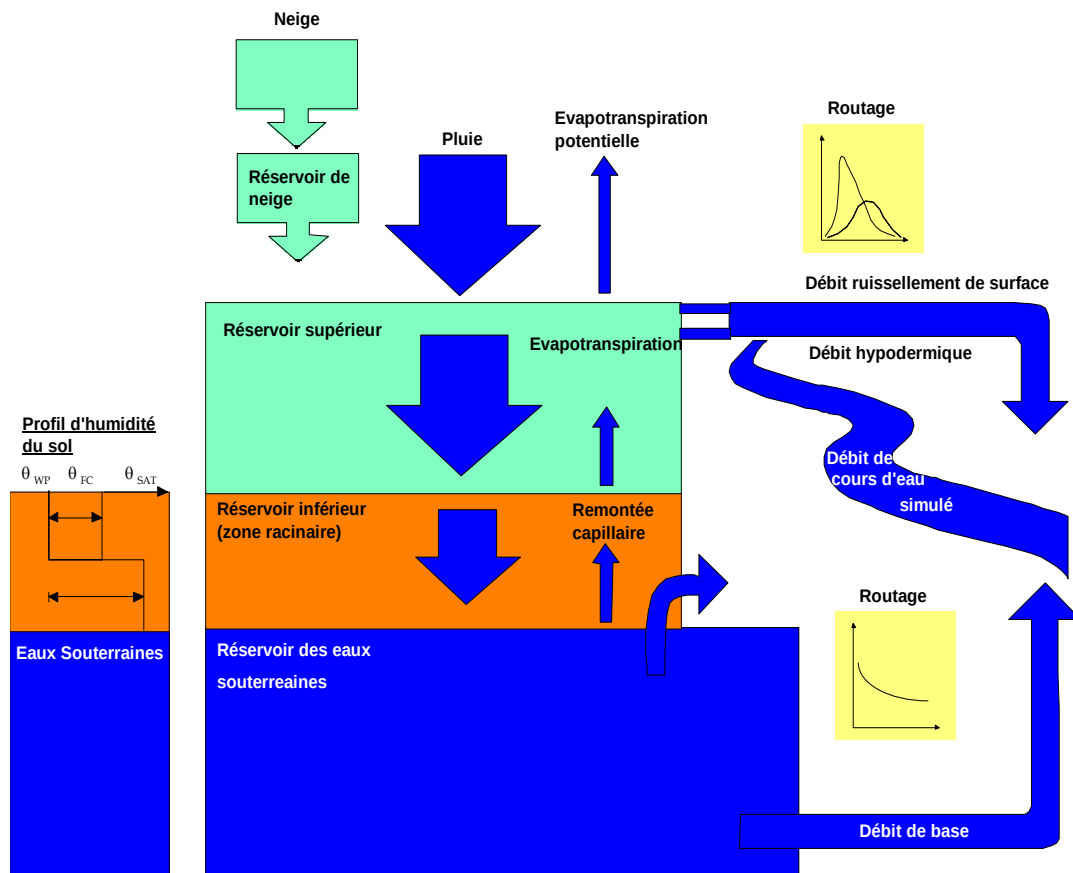
La Figure 4 représente les divers processus hydrologiques modélisés par NAM.

Figure 4 : Schéma de principe du module NAM de MIKE11 (1)



La figure précédente est traduite plus conceptuellement par la Figure 5 :

Figure 5 : Schéma de principe du module NAM de MIKE11 (2)



On retiendra du modèle NAM qu'il est classiquement constitué d'une mise en cascade de réservoirs, représentant :

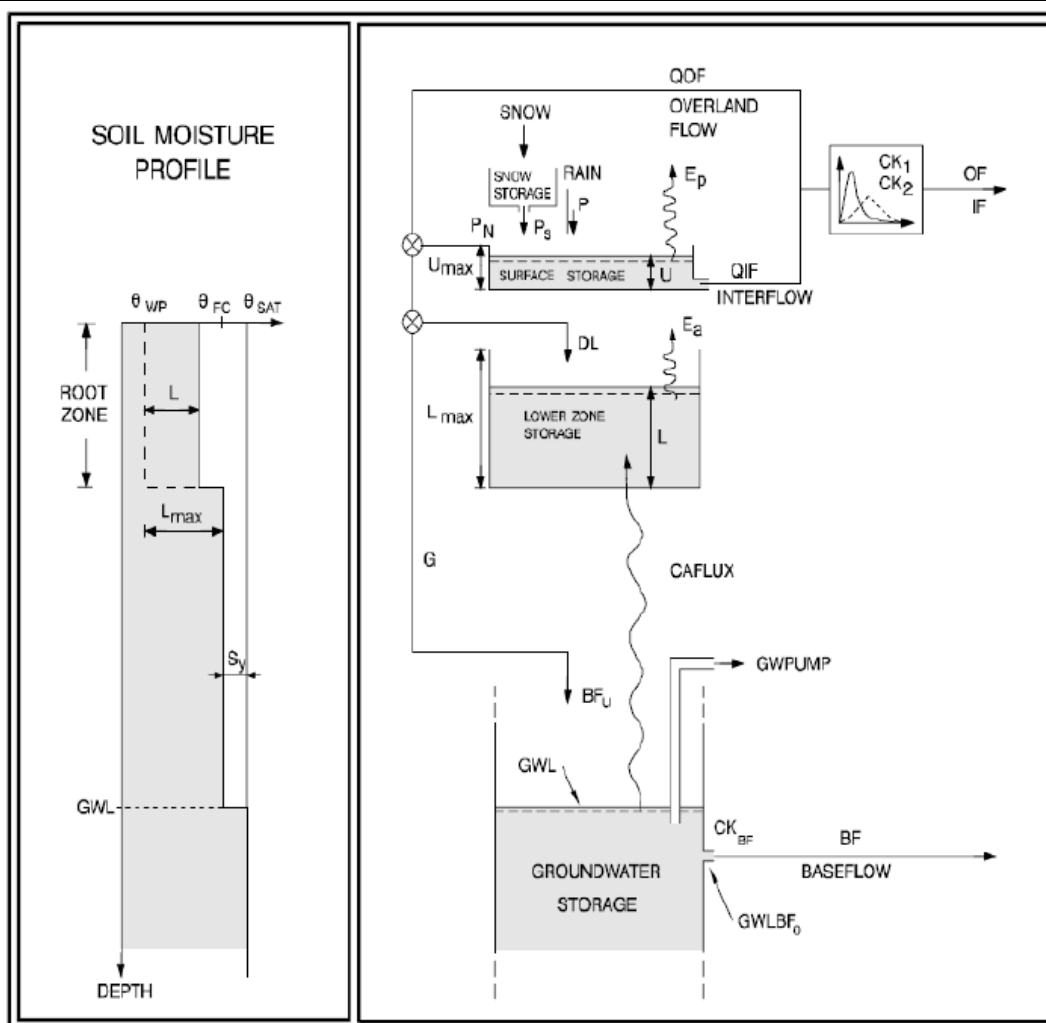
- Le stock neigeux et ses variations (si le module « neige » est activé),
- Le stockage en surface (dépression topographique, creux, ...),
- Le stockage dans la zone racinaire du sol,
- Le stockage profond dans la nappe souterraine.

L'évaluation des phénomènes d'infiltration dans le sol et de percolation dans la nappe profonde permet de définir les relations entre ces différents réservoirs. La vidange de ces réservoirs s'effectue par une exfiltration lente du réservoir représentant la nappe profonde mais aussi par un ruissellement dit « hypodermique » des premiers réservoirs de surface.

Les principaux paramètres utilisés pour le calage de la modélisation hydrologique sont récapitulés dans le Tableau 1, qui fournit également un schéma conceptuel détaillé du modèle.

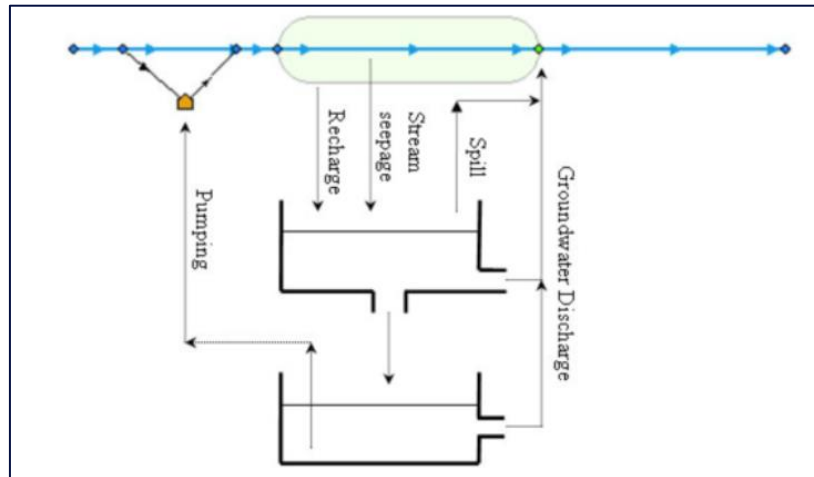
Tableau 1 : Paramètres de calage du modèle pluie débit NAM

Nom	Description	Unité
Réservoirs de surface et zone racinaire		
U_{max}	Stockage maximum en surface	mm
L_{max}	Profondeur du réservoir racinaire	mm
CKOF	Coefficient de ruissellement à saturation totale du sol	Sans dimension
CKIF	Constante de temps ($\approx$ temps de concentration du bassin)	Heures
CK1,2	Constante de temps de l'overflow	Heures
TOF	Valeur seuil pour l'overflow	Sans dimension
TIF	Valeur seuil pour l'interflow	Sans dimension
Réservoir(s) souterrain(s)		
TG	Valeur seuil d'humidité du sol (L/L _{max}) pour laquelle la nappe se recharge	Sans dimension
CKBF	Constante de temps de récession de la nappe en période sèche Dans le cas d'un couplage avec Mike Hydro Basin, le réservoir souterrain est décrit par un double réservoir linéaire (nappe peu profonde – Nappe profonde) ayant chacun leur propre constante de temps	Heures



Pour pouvoir coupler NAM avec un modèle Mike Hydro Basin et être capable d'intégrer les prélèvements et rejets souterrains, il est nécessaire de décrire deux niveaux d'aquifère représentés par un empilement de réservoirs linéaires, comme illustré sur la Figure 6 :

Figure 6 : Représentation de deux niveaux d'aquifères dans NAM



Pour chaque réservoir il convient alors de renseigner :

- Une **constante de temps** (équivalent du paramètre du CKBF du tableau précédent),
- Des **éléments de « pseudo-géométrie »** qui sont à relier très grossièrement avec le volume global des nappes considérées et leurs marnages :
 - ▷ Un niveau initial dans chaque réservoir à considérer au début du calcul,
 - ▷ Un niveau de « sortie » (niveau jusque auquel la nappe peut se vidanger),
 - ▷ Un niveau de « fond », pour l'aquifère souterrain uniquement, au-dessous duquel on considère que ce réservoir est vide ;

Des conditions initiales peuvent être définies. Elles portent sur les grandeurs suivantes :

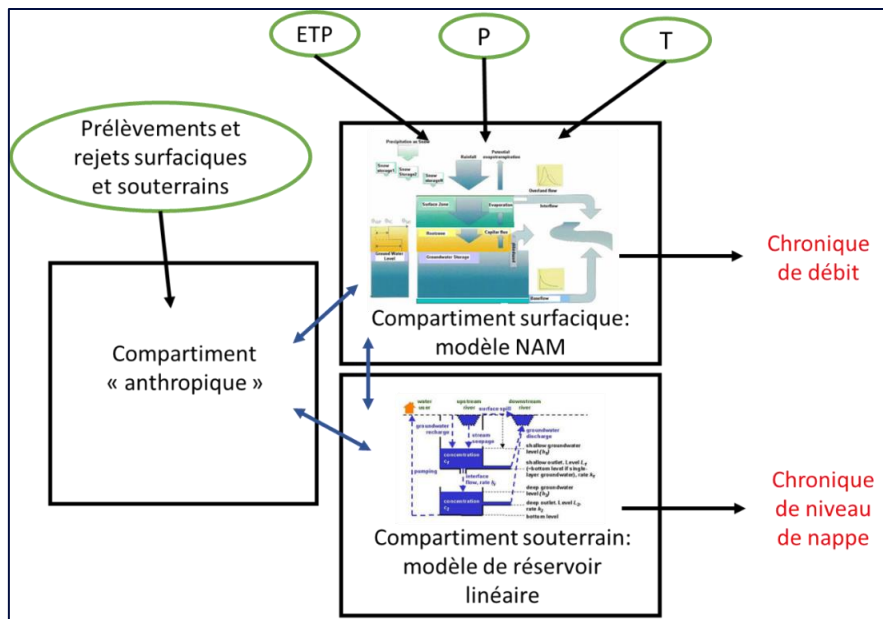
- U/U_{max} et L/L_{max} : niveaux de stockage en surface et racinaire initiaux,
- QOF, QIF, BF: overflow, interflow et baseflow initiaux (m³/s).

2.2.3 L'intégration des usages dans Mike Basin

Le modèle hydrologique NAM Pluie-Débit, une fois construit, est intégré au sein d'un modèle Mike Hydro Basin permettant de prendre en compte les usages de l'eau et de réaliser ainsi un forçage anthropique. Chaque modèle Mike Hydro Basin se décompose ainsi en différents compartiments fonctionnels interconnectés par l'architecture du logiciel et représentés sur la Figure 7 :

- **Compartiment surfacique** : tous les phénomènes surfaciques, en addition du ruissellement hypodermique sont décrits par une modélisation NAM (module intégré au logiciel) ;
- **Compartiment souterrain** : les phénomènes souterrains sont décrits par un modèle de réservoir linéaire ;
- **Compartiment anthropique** : les prélèvements et rejets sont associés, selon qu'ils sont surfaciques ou souterrains, à l'un ou l'autre de ces modèles.

Figure 7 : Représentation schématique de l'architecture de Mike Hydro Basin



2.3 Présentation de la démarche

2.3.1 Approche générale

A l'aide du logiciel *Mike Hydro Basin*, nous réalisons dans le cadre de ce projet des modélisations :

- **Globales** : chacune des zones homogènes analysées est représentée comme une entité spatiale homogène unique et ne permet pas de décrire le débit en tout point de son emprise, mais uniquement au niveau de l'exutoire.
- **Conceptuelles**, ce qui signifie qu'elles cherchent à représenter les processus physiques décrivant les relations pluie-débit-eau souterraine. Le ruissellement, l'infiltration, le stockage de nappe et les échanges nappe-rivière sur le territoire étudié, font partie des processus représentés.
- **Intégrant les usages de l'eau**, qu'ils soient surfaciques ou souterrains. La prise en compte des prélèvements et rejets souterrains dans la modélisation permet de reproduire de manière plausible les effets de ces derniers sur la ressource en eau superficielle et souterraine ;

Pour reconstituer les débits nécessaires aux analyses, la modélisation employée s'appuie sur des données liées :

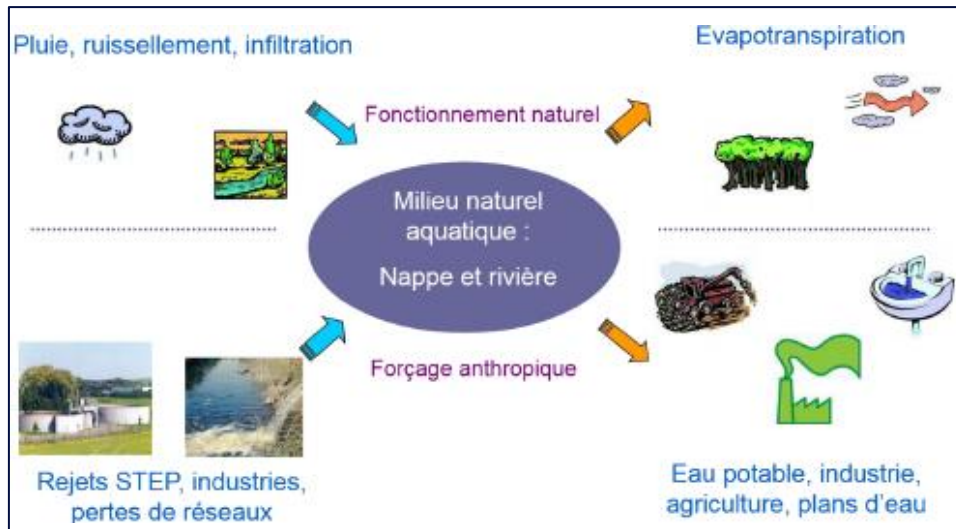
- Au **climat** (Précipitations et évapotranspiration) ;
- Aux **usages de l'eau** (prélèvements et rejets surfaciques et souterrains).

Ainsi, à partir d'un modèle hydrologique correctement calé sur une période passée, on est en mesure de disposer, en connectant ou en déconnectant le forçage anthropique (voir Figure 8) :

- **De chroniques désinfluencées des prélèvements et rejets à différents horizons temporels (période actuelle / 2030 / 2050)** : cela permet de visualiser uniquement l'impact des paramètres hydrométéorologiques sur les écoulements et/ou les niveaux de nappe. Cela permet également de définir les quantités de débits susceptibles d'être fournies par le milieu sans impact des usages ;

- De chroniques influencées par les prélèvements et rejets aux mêmes horizons temporels : dans ce cas, on est en mesure de visualiser l'impact des besoins sur les écoulements. Par confrontation avec les débits de référence d'étiage proposés à l'étape 1.1, on peut alors se positionner sur la situation quantitative de la zone homogène considérée.

Figure 8 : Illustration des processus pris en compte par la modélisation



2.3.2 Développement et exploitation des modèles

L'utilisation de la modélisation pour la reconstitution de l'hydrologie/piézométrie repose sur les étapes suivantes :

- **Étape 1** : Construction du modèle hydrologique NAM à l'échelle de chaque zone homogène.
- **Étape 2** : Calage des paramètres du modèle hydrologique et de nappe sur les données et selon les modalités décrites dans la suite,
- **Étape 3** : Une fois le modèle calé de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période actuelle, en ne considérant plus les prélèvements et rejets,
- **Étape 4** : Valorisation des modèles pour simuler les horizons futurs en exploitant les données météorologiques extraites de la plateforme DRIAS aux horizons 2030 et 2050 et les scénarios d'évolutions des usages.
- **Étape 5** : Analyse des séries temporelles et des valeurs caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques issues des simulations pour les cas suivants :
 - En considérant les prélèvements et rejets pour les horizons actuels, 2030 et 2050, afin de préciser les bilans besoins-ressources établis à l'aide des modèles simplifiés ;
 - En considérant, à un horizon temporel donné, les résultats obtenus avec et sans prélèvements, afin de mesurer l'impact des usages sur les écoulements ;
 - En ne considérant que les scénarios désinfluencés des usages pour mesurer les seuls impacts du changement climatique sur les écoulements entre la période actuelle et l'horizon 2050.

En définitive, nous retenons pour l'ensemble des modèles une structure très simple explicitée par la Figure 9. Ce schéma comprend :

- Un bassin versant global sur lequel est réalisé le modèle NAM,
- Un modèle Mike Hydro River reliant :
 - ▷ Le bassin versant mentionné précédemment,
 - ▷ Quatre « water users » correspondant :
 1. Aux prélèvements superficiels globalisés,
 2. Aux prélèvements souterrains globalisés,
 3. Aux rejets superficiels globalisés,
 4. Aux rejets souterrains globalisés,
 - ▷ Un cours d'eau auquel sont connectés tous les éléments précédents.

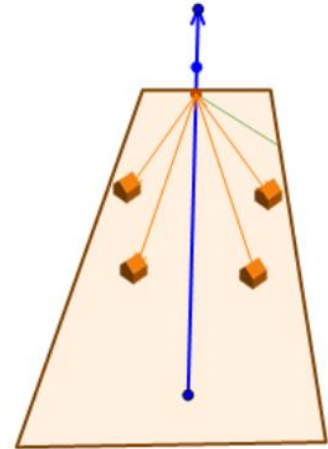


Figure 9 : Structure des modèles Mike Hydro River mis en œuvre sur chaque zone homogène

2.3.3 Construction et calage des modèles hydrologiques

La construction des modèles hydrologiques est réalisée en intégrant pour chaque zone à enjeux la superficie concernée (modèle globalisé), les données de pluviométrie et d'ETP, les données de débits, les données sur les aquifères, ainsi que les chroniques de prélèvements et rejets pour la période de référence actuelle (a priori 2009-2018) précédemment établies. L'ensemble de ces éléments est directement disponible à partir du travail réalisé lors de l'étape 1 du projet.

L'approche restant globale, **chaque zone homogène est rattachée à une station hydrométrique de référence située à proximité de l'exutoire, ainsi qu'à une station piézométrique de référence.**

Au droit de ces stations, les paramètres sont calés de façon itérative afin de rechercher la meilleure solution numérique sur l'ensemble des paramètres pour maximiser la vraisemblance entre les débits/chroniques piézométriques mesurés et simulés. Le calage tente de valoriser au mieux les éléments suivants :

- La **meilleure reproduction par le modèle de la forme de la chronique des débits mensuels mesurés sur la période 2009-2018**. La vraisemblance des débits mensuels est primordiale pour l'exploitation des résultats du modèle sur l'ensemble du cycle hydrologique dans la suite de l'étude.
 Dans la pratique, nous considérons deux sous-périodes :
 - La **période 2000-2019** sur laquelle nous disposons généralement de l'ensemble des données hydro-climatiques d'entrée (Pluies, ETP, débits). Sur cette période, un premier auto-calage peut-être pratiqué (qui ne tient pas compte des usages).
 - La **sous-période 2009-2017** sur laquelle nous disposons, en plus des chroniques d'usages (rejets / prélèvements superficiels / souterrains). Sur cette période, nous **affinons de manière itérative** les différents paramètres du modèle de manière à ce que le modèle Mike Hydro Basin restitue au mieux l'hydrologie observée après prise en compte des usages de l'eau.
- La **mesure de la qualité du calage du modèle** est faite en utilisant le critère de Nash (E), en mesurant la vraisemblance des chroniques. Ce critère adimensionnel a été proposé par Nash et Sutcliffe (1970).
- La **meilleure reproduction des valeurs caractéristiques hydrologiques** : un focus est fait sur les grandeurs qui nous intéressent plus particulièrement dans le cadre du projet :
 - Le module interannuel

- Les débits mensuels moyens,
- Le QMNA5,
- Les débits mensuels moyens quinquennaux secs.

Le pas de temps de travail retenu étant le mois, il n'est pas possible de travailler ici sur les valeurs caractéristiques de débits infra-mensuelles.

- La **meilleure reproduction du comportement des aquifères souterrains**. Le modèle de nappe étant ici simplifié, il conviendra de vérifier la vraisemblance des évolutions du niveau de nappe entre les chroniques piézométriques et les sorties du modèle numérique.

A noter : l'ensemble des paramètres du modèle référencés dans le Tableau 1 peut être auto-calé par la recherche automatique du jeu de paramètres permettant la meilleure reconstitution d'une chronique de débits superficiels observés. Cet auto-calage est donc mis en œuvre au tout début du processus de calage. Puis les paramètres sont affinés progressivement « à la main » selon les modalités décrites précédemment.

2.3.4 Les simulations réalisées : présentation et objectifs

En plus des simulations de calage réalisées sur la base de **chroniques observées** de précipitations, ETP, débits superficiels, prélèvements et rejets, les simulations répertoriées dans le tableau suivant sont mises en œuvre de manière systématique, de manière à dégager des tendances prospectives.

Tableau 2 : Simulations hydrologiques mises en œuvre sur chaque zone homogène

Horizon de calcul	Scénario climatique DRIAS	Prise en compte des usages	Commentaire
Référence [1985-2005]	Sc4.5	Avec usages	Scénario influencé – Ce scénario sert de référence aux projections du scénarios 4.5 en 2030 et 2050 pour les scénarios avec usages
Référence [1985-2005]	Sc4.5	Sans usages	Scénario désinfluencé – Ce scénario sert de référence aux projections du scénarios 4.5 en 2030 et 2050 pour les scénarios sans usages
Référence [1985-2005]	Sc8.5	Avec usages	Scénario influencé – Ce scénario sert de référence aux projections du scénarios 8.5 en 2030 et 2050 pour les scénarios avec usages
Référence [1985-2005]	Sc8.5	Sans usages	Scénario désinfluencé– Ce scénario sert de référence aux projections du scénarios 8.5 en 2030 et 2050 pour les scénarios sans usages
2030 [2020-2040]	Sc4.5	Avec usages	Projection - Scénario influencé
2030 [2020-2040]	Sc4.5	Sans usages	Projection - Scénario désinfluencé
2030 [2020-2040]	Sc8.5	Avec usages	Projection - Scénario influencé
2030 [2020-2040]	Sc8.5	Sans usages	Projection - Scénario désinfluencé
2050 [2040-2060]	Sc4.5	Avec usages	Projection - Scénario influencé
2050 [2040-2060]	Sc4.5	Sans usages	Projection - Scénario désinfluencé
2050 [2040-2060]	Sc8.5	Avec usages	Projection - Scénario influencé
2050 [2040-2060]	Sc8.5	Sans usages	Projection - Scénario désinfluencé

2.4 Présentation générale des fiches de résultats

2.4.1 Préambule

L'ensemble des fiches de synthèse des modélisations hydrologiques est présenté en Annexe 1. Les résultats présentés comprennent un tableau de synthèse, une page réservée au calage de chaque modèle, puis une page consacrée à l'ensemble des situations (horizons / avec ou sans usages) modélisées.

Les fiches sont classées dans l'ordre suivant : ZH8 : Aube amont ; ZH9 : Blaise ; ZH22 : Marne amont ; ZH33 : Saulx et Ornain ; ZH6 : Aisne Amont ; ZH18 : Meuse amont ; ZH24 : Meuse aval ; ZH23 : Meurthe ; ZH26 : Moselle amont ; ZH27 : Moselle aval ; ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette ; ZH19 : Ill amont, ZH20 : Nappe d'Alsace.

2.4.2 Tableau de synthèse

Un tableau de synthèse (voir extraits présentés pour chaque zone homogène du Tableau 4 au Tableau 14) récapitule pour chaque simulation :

- Les **débits moyens mensuels calculés** et les écarts absolus et relatifs par rapport à la référence,
- Les **débits annuels et QMNA5** calculés et les écarts absolus et relatifs par rapport à la référence,
- Les **recharges moyennes mensuelles et annuelles calculées** et les écarts absolus et relatifs par rapport à la référence.

2.4.3 Partie « calage »

La partie calage contient les éléments suivants (voir exemple en Figure 10) :

- Identification de la zone homogène et de la simulation (mention « calage »),
- Graphe permettant la comparaison des séries de débits mensuels observés / calculés sur la période de calage (2000-2019) et faisant apparaître la série des recharges mensuelles calculées,
- Tableau récapitulatif des grandeurs calculées :
 - ▷ Débits moyens mensuels et module issus de la simulation,
 - ▷ Débits moyens mensuels et module issus de la série observée (2000-2019),
 - ▷ QMN5 calculés ; QMNA5 calculé et issu de la série de référence (2000-2019),
 - ▷ Recharges moyennes mensuelles et annuelle issues de la simulation en m³/s,
 - ▷ Recharges moyennes mensuelles et annuelle issues de la simulation en mm,
- Graphe de comparaison des débits moyens mensuels calculés et observés, faisant apparaître la recharge moyenne mensuelle,

- Tableau de de préanalyse de type « volumes prélevables ¹ » mentionnant pour chaque mois :
 - ▷ Le débit seuil d'alerte retenu pour la pré-approche des volumes prélevables (ici le QMNA5 calculé sur la série observée 2000-2019),
 - ▷ Le prélèvement net calculé,
 - ▷ Le QMN5 naturel,
 - ▷ La grandeur QMN5 naturel – Débit seuil, quantifiant le volume disponible au prélèvement.

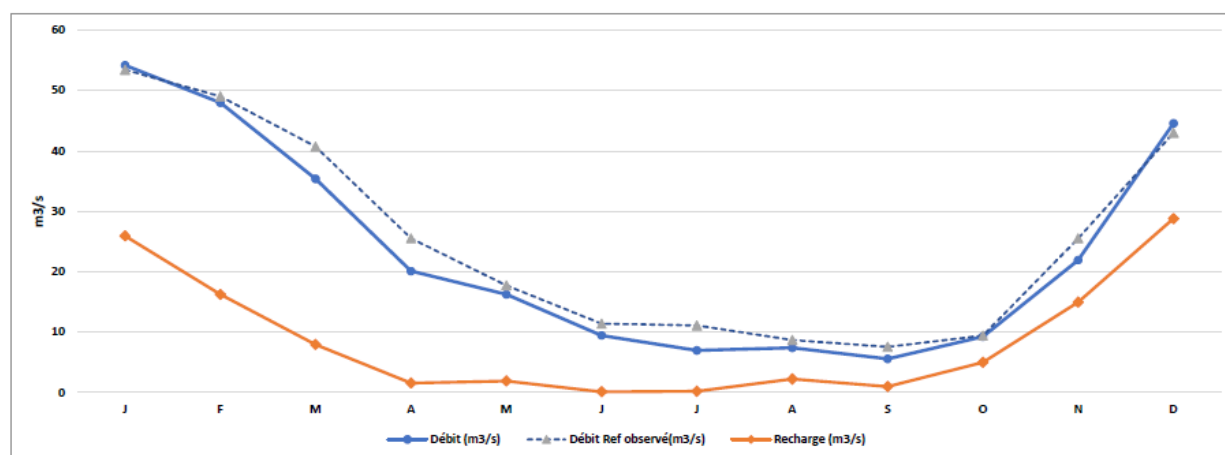
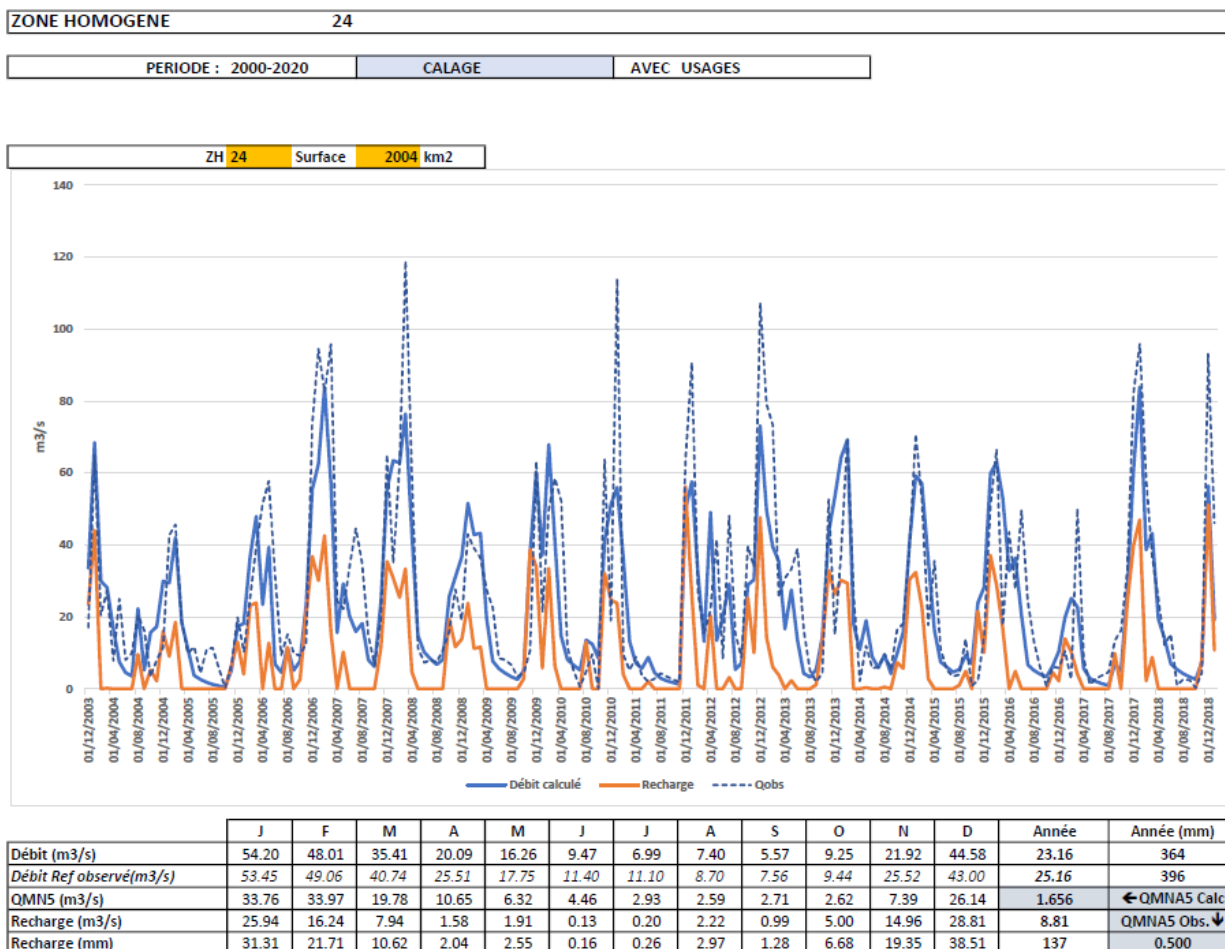
2.4.4 Partie « simulations et projections »

La partie réservée aux simulations contient les éléments suivants (voir exemple en Figure 11) :

- Identification de la zone homogène et de la simulation (scénario, horizon (Référence / 2030 / 2050), « avec » ou « sans usages »),
- Graphe permettant de visualiser les séries de débits et recharges mensuels calculés sur l'horizon concerné (20 années centrées autour de la date de l'horizon),
- Tableau récapitulatif des grandeurs calculées :
 - ▷ Débits moyens mensuels et module issus de la simulation,
 - ▷ Débits moyens mensuels et module issus de la série de référence,
 - ▷ QMN5 calculés ; QMNA5 calculé et issu de la série de référence,
 - ▷ Recharges moyennes mensuelles et annuelle issues de la simulation (en m³/s et en mm),
 - ▷ Recharges moyennes mensuelles de la simulation de référence en m³/s,
- Graphe de comparaison des débits moyens mensuels Horizon / Référence et des recharges moyennes mensuelles Horizon / Référence,
- Tableau de préanalyse de type « volumes prélevables » mentionnant pour chaque mois :
 - ▷ Le débit seuil d'alerte retenu pour la pré-approche des volumes prélevables (ici le QMNA5 calculé sur la série observée 2000-2019),
 - ▷ Le prélèvement net calculé (nul pour les simulations « sans usage »),
 - ▷ Le QMN5 naturel,
 - ▷ La grandeur QMN5 naturel – seuil, quantifiant le volume disponible au prélèvement.

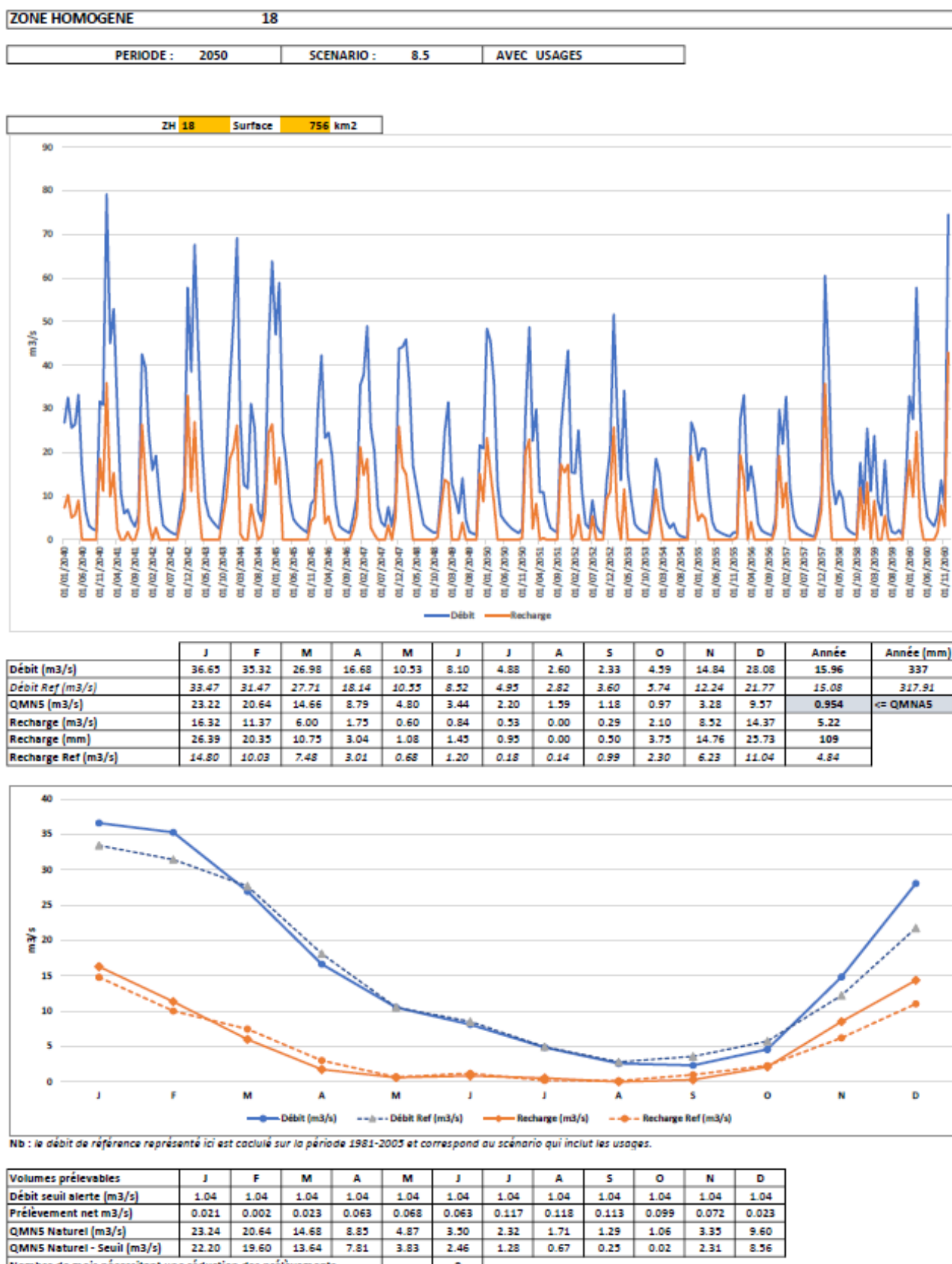
¹ Cette analyse s'inspire de l'approche dite des « volumes prélevables ». Il ne s'agit cependant ici que d'un premier estimatif très sommaire du fait (1) de l'imprécision des calculs effectués sur les débits, (2) du choix du débit seuil (QMNA5) comme débit seuil sans aucune objectivation des débits réellement nécessaires au bon fonctionnement des milieux naturels. Pour ces diverses raisons, cette approche reste tout à fait sommaire et indicative à ce stade et ne présume en rien de ce que pourront être des volumes prélevables estimés avec plus de rigueur.

Figure 10 : Vue générale de la partie « calage » (exemple de la Zone Homogène 24)



Volumes prélevables	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit seuil alerte (m3/s)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Prélèvement net m3/s)	1.553	1.501	1.577	1.712	1.757	1.788	2.014	2.004	1.946	1.805	1.725	1.608
QMN5 Naturel (m3/s)	35.32	35.47	21.35	12.36	8.08	6.24	4.94	4.59	4.65	4.42	9.11	27.75
QMN5 Naturel - Seuil (m3/s)	34.82	34.97	20.85	11.86	7.58	5.74	4.44	4.09	4.15	3.92	8.61	27.25
Nombre de mois nécessitant une réduction des prélèvements	0											

Figure 11 : Vue générale de la partie « simulations et projections » (exemple de la Zone Homogène 18, scénario 8.5 « avec usages »)



2.5 Analyse des calages des différents modèles

Le calage est réalisé en deux temps :

- Tout d'abord, on cherche à reconstituer les grandes tendances de l'écoulement en s'appuyant sur l'auto-calage, de manière à retrouver les grandes lignes des séries de débit observées : module, cycles annuels, amplitude des pics, forme et durée des tarissements... L'auto-calage ne prend pas en compte à ce stade les usages de l'eau, dont l'influence est analysée en détail dans un second temps.
- Dans un second temps, on s'intéresse de manière plus détaillée à la reconstitution de l'hydrologie influencée, en comparant les séries calculées influencées (incluant les usages) avec les séries observées (elles-mêmes influencées). Le calage devient ici manuel et porte surtout sur la reconstitution des débits moyens mensuels et du QMNA5, avec une attention particulière sur les basses eaux. Les principaux leviers d'action sont les suivants :
 - ▷ Ajustement des équilibres entre évaporation, ruissellement et recharge (paramètres régissant les déclenchements pour le ruissellement ou l'infiltration U_{max} , L_{max} , TOF, TIF, T_g) pour améliorer la reconstitution du module influencé et des débits mensuels,
 - ▷ Ajustement des constantes de temps des différents réservoirs souterrains pour affiner le tarissement et reconstituer les débits d'étiages influencés. Les variables TOF, TIF et TG ont également ici une certaine influence pour reconstituer des points de détail.

Le tableau ci-dessous fait la synthèse de la qualité des différents calages obtenus.

Tableau 3 : Synthèse sur la qualité globale des différents calages obtenus

Zone Homogène	Appréciation globale sur la qualité du calage	Commentaires généraux, identification des facteurs altérant le calage
ZH8 Aube amont	Calage correct	○ Les calculs (calage et simulations) ne tiennent pas compte du barrage-réservoir Aube, dont la gestion future n'est pas déterminée (le calage est réalisé sur une série désinfluencée du barrage). ○ Légère sous-estimation des débits moyens en mai et juin ○ QMNA5 correctement reconstitué ○ Module calculé en deçà du module observé
ZH9 Blaise	Calage correct	○ Les calculs (calage et simulations) ne tiennent pas compte du barrage-réservoir Marne dont la gestion future n'est pas déterminée (le calage est réalisé sur une série désinfluencée des barrages). ○ Légère sous-estimation des débits moyens en mai et juin ○ QMNA5 et module correctement reconstitués ○ Modules calculés en deçà du module observé

Zone Homogène	Appréciation globale sur la qualité du calage	Commentaires généraux, identification des facteurs altérant le calage
ZH22 Marne amont	Calage satisfaisant	- Les calculs (calage et simulations) ne tiennent pas compte du barrage-réservoir Marne dont la gestion future n'est pas déterminée (le calage est réalisé sur une série désinfluencée des barrages). - Légère sous-estimation des débits moyens en mai et juin, janvier et février - QMNA5 correctement reconstitué - Module calculé en deçà du module observé
ZH33 Saulx et Ornain	Calage satisfaisant	Débits moyens mensuels, module et QMNA5 correctement reconstitués
ZH6 Aisne Amont	Calage correct	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Débits moyens mensuels légèrement sous-estimés en décembre, janvier, février / légèrement surestimés en juin
ZH18 Meuse amont	Calage correct	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Débits moyens mensuels légèrement sous-estimés en mai, juin, novembre, décembre, janvier, février / légèrement surestimés en janvier et août
ZH24 Meuse aval	Calage de qualité moyenne	- Module correctement reconstitué - QMNA5 inférieur à la valeur observée - Débits mensuels légèrement sous-estimés de mars à novembre - La position « aval » du secteur rend incertaine l'appréciation du débit de calage (incertitude sur la différence de débit amont/aval). Le fait de travailler sur une partie tronquée de la nappe introduit une incertitude supplémentaire.
ZH23 Meurthe	Calage correct	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Basses eaux globalement bien reconstituées. Moyennes et hautes eaux légèrement sous-estimées / surestimées selon les mois.
ZH26 Moselle amont	Calage satisfaisant	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Basses eaux globalement bien reconstituées. Légère sous-estimation du débit moyen du mois de juin.

Zone Homogène	Appréciation globale sur la qualité du calage	Commentaires généraux, identification des facteurs altérant le calage
ZH27 Moselle aval	Calage de qualité moyenne	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Légère sous-estimation des débits toute l'année, notamment en basses eaux. - La position « aval » du secteur rend incertaine l'appréciation du débit de calage (incertitude sur la différence de débit amont/aval). Le fait de travailler sur une partie tronquée de la nappe introduit une incertitude supplémentaire.
ZH11 Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette	Calage médiocre	- Module sous-estimé - QMNA5 surestimé, - Débits légèrement à significativement sous-estimés toute l'année, - La difficulté vient ici du fait qu'on regroupe un ensemble de bassins en un seul modèle. L'appréciation du débit sortant reste incertaine. La pluviométrie « globalisée » ne permet pas de prendre en compte le détail de ce qui se passe sur chaque bassin. L'exercice atteint ici ses limites, du fait de l'échelle et du regroupement des bassins versants.
ZH19 Ill amont	Calage correct	- Module et QMNA5 correctement reconstitués - Légère sous-estimation des débits moyens mensuels de novembre à avril / légère surestimation des débits de basses eaux (perceptible également sur le QMNA5)
ZH20 Nappe du Rhin	Calage « forcé » du fait de la spécificité de la ZH	- La reconstitution du débit à rattacher à la ZH20 reste très incertaine : ΔQ = Rhin à Lauterbourg (France) – Rhin à Kembs (Suisse) – Apports des Vosges – Apports Affluents Allemands. Ces derniers peuvent être (seulement) approchés à partir des calculs réalisés sur les Vosges. - La nappe du Rhin est ici alimentée par le bassin versant propre de la ZH20 (1844 km²). Or l'écoulement de la nappe est très puissant, et résulte ici notamment d'une zone d'alimentation beaucoup plus vaste. Afin de laisser le modèle converger, la surface d'apport a été artificiellement augmentée (environ doublée), de façon à permettre d'obtenir une recharge du système supérieure aux prélèvements. Les résultats doivent ici être analysés en relatif uniquement.

La qualité globale des calages est assez variable d'une zone à l'autre. En dépit de nombreuses tentatives, les calages n'ont pu être significativement améliorés sur certaines zones. Les principaux facteurs explicatifs de ce constat sont les suivants :

- La difficulté à approcher de manière précise certains débits ou certaines différences de débits, du fait de stations hydrométriques contradictoires, éloignées ou manquantes,
- Les incertitudes existant sur la pluviométrie, recalculée à partir d'une cinquantaine de points et globalisée à l'échelle de chaque zone homogène, ce qui ne permet pas toujours une vision exacte de la complexité des pluies de bassin,
- La non prise en compte de l'influence nivale (Vosges notamment),
- Le fait de ne travailler que sur une partie du bassin versant hydrogéologique sur les secteurs « aval » (Moselle, Meuse et surtout nappe du Rhin), qui génère probablement un biais significatif, puisqu'il ne permet pas de reconstituer la totalité de la puissance de la nappe.
- Les incertitudes importantes sur les variables d'entrée. Quelques tests réalisés indiquent que le fait d'augmenter ou de diminuer les débits ou la pluviométrie d'une dizaine de pourcents peut conduire à des calages radicalement différents... ce qui montre les limites de l'exercice mis en œuvre à une échelle très globalisée.
- Pour cette raison, on ne se focalisera pas forcément sur les grandeurs directement issues des modèles (débits et recharges mensuelles calculés, moyennes...) qui restent des ordres de grandeurs. **On se focalisera davantage sur l'analyse des impacts (différences Horizon vs Etat de référence) qui permet de gommer les biais et incertitudes de modélisation.**

Remarque : Suite à l'analyse du calage de notre modèle sur la zone ZH20, l'APRONA a émis des réserves quant à sa représentativité. Elle nous a notamment signalé que notre approche surestimerait les pluies efficaces sur la zone homogène et nous a communiqué les éléments suivants, établis sur une situation de moyennes eaux de 1986 :

- *En moyennes eaux, la recharge par les pluies représente 36% des apports alors que le Rhin et l'ensemble des cours d'eau représentent 50% des apports,*
- *Le total des entrées s'établit à 87 m3/s soit environ 225 Mm3/mois,*
- *Le total des sorties s'établit à 87 m3/s soit environ 225 Mm3/mois, le système est donc à l'équilibre.*

Ces ordres de grandeurs des entrées-sorties sont effectivement bien supérieurs à ceux qui ont été calculés ici. Cela rejoint donc la remarque précédente formulée sur la difficulté, dans notre approche, à prendre en compte la totalité de la surface d'apport. Ceci confirme que les résultats de la modélisation effectuée sur la ZH20 doivent être considérés comme indicatifs.

2.6 Analyse des simulations et projections réalisées avec les différents modèles

2.6.1 Commentaires des résultats obtenus sur chaque zone homogène

2.6.1.1 ZONE HOMOGENE 8 : Aube amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 7 à 19%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- On relève globalement une augmentation du QMNA5 de l'ordre de 20 % à l'horizon 2030, et de 10% à l'horizon 2050.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 5% à 32%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Décembre-Avril pour le scénario 4.5 ; Novembre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Juin et Septembre, voire jusqu'en Novembre pour le scénario 4.5, Mars-Avril et Juillet-Août, voire en Octobre pour le scénario 8.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale, et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance saisonnière se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens estivaux et automnaux baisser à l'horizon 2050.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarquera une influence marginale des prélèvements nets sur l'hydrologie naturelle, ce qui traduit un faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est
Evaluation prospective à milieu et fin de siècle et proposition d'actions
Rapport d'étape 2.1 : Analyse des zones à risque ou déficitaires
Modélisation à milieu de siècle et restitution des ateliers territoriaux

Tableau 4 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH8 : Aube amont

Zone homogène 8 - Bilan des simulations hydrologiques																			
Remarque : les simulations "avec usage" ne prennent pas en compte le prélèvement pour les Lacs Réservoirs, qui n'a pu être reconstitué à ce stade.																			
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																			
Identification du de l'horizon et du scénario				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année	Année (mm)	QMNA
Référence	Sc4.5	Avec usages	Débits actuels (m³/s)	52.19	49.00	36.03	22.08	21.13	12.43	7.90	4.24	6.61	11.87	28.78	44.83		24.76	1032.73	2.322
Référence	Sc4.5	Sans usages		52.20	49.00	36.04	22.11	21.23	12.78	8.44	4.87	6.97	11.97	28.82	44.84		24.94	1040.33	2.651
Référence	Sc8.5	Avec usages		48.12	47.56	40.26	29.65	17.16	14.77	9.98	5.44	5.44	9.13	20.95	34.95		23.62	985.20	2.120
Référence	Sc8.5	Sans usages		48.12	47.56	40.27	29.68	17.26	15.12	10.53	6.07	5.80	9.23	20.99	34.96		23.80	992.79	2.148
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	54.55	54.76	47.37	33.32	18.69	13.17	8.38	5.09	6.52	11.16	25.43	45.34		26.98	1125.46	2.760
2030	Sc4.5	Sans usages		54.60	54.81	47.42	33.38	18.76	13.29	8.75	5.70	6.92	11.33	25.52	45.40		27.16	1132.82	3.074
2030	Sc8.5	Avec usages		48.98	52.00	38.83	28.57	17.63	25.47	9.99	5.31	5.00	11.37	22.68	37.06		25.24	1052.94	2.459
2030	Sc8.5	Sans usages		49.03	52.05	38.88	28.63	17.71	25.64	10.39	5.94	5.52	11.56	22.77	37.12		25.44	1061.08	2.879
2050	Sc4.5	Avec usages		59.37	56.37	45.45	31.94	19.49	16.32	9.07	5.45	6.36	15.91	35.25	53.54		29.54	1232.36	2.579
2050	Sc4.5	Sans usages		59.42	56.41	45.50	32.01	19.57	16.50	9.57	6.15	6.87	16.05	35.33	53.60		29.75	1241.01	2.945
2050	Sc8.5	Avec usages		55.68	55.06	44.36	28.27	15.94	14.71	10.04	5.02	4.88	7.41	22.08	42.57		25.50	1063.77	2.287
2050	Sc8.5	Sans usages		55.73	55.10	44.41	28.34	16.03	14.94	10.71	6.07	5.44	7.59	22.16	42.63		25.76	1074.76	2.564
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																			
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année	Année (mm)	QMNA
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.36	5.76	11.33	11.24	-2.44	0.74	0.49	0.84	-0.09	-0.70	-3.35	0.51		2.22	92.73	0.44
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.40	5.81	11.38	11.28	-2.47	0.52	0.31	0.83	-0.04	-0.64	-3.31	0.55		2.22	92.50	0.42
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.87	4.44	-1.43	-1.09	0.47	10.70	0.01	-0.13	-0.44	2.24	1.73	2.11		1.62	67.75	0.34
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0.91	4.49	-1.39	-1.05	0.45	10.51	-0.13	-0.13	-0.28	2.33	1.78	2.16		1.64	68.29	0.53
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	7.18	7.37	9.42	9.86	-1.64	3.89	1.17	1.20	-0.25	4.04	6.47	8.71		4.79	199.63	0.26
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	7.22	7.41	9.46	9.90	-1.66	3.72	1.12	1.28	-0.09	4.09	6.51	8.76		4.81	200.68	0.29
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	7.56	7.50	4.10	-1.38	-1.21	-0.07	0.06	-0.42	-0.56	-1.72	1.13	7.62		1.88	78.58	0.17
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	7.61	7.54	4.14	-1.35	-1.23	-0.19	0.18	0.00	-0.36	-1.64	1.17	7.67		1.96	81.90	0.22
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																			
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année	Année (mm)	QMNA
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5%	12%	31%	51%	-12%	6%	6%	20%	-1%	-6%	-12%	1%		9%	9%	19%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5%	12%	32%	51%	-12%	4%	4%	17%	-1%	-5%	-11%	1%		9%	9%	16%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2%	9%	-4%	-4%	3%	72%	0%	-2%	-8%	25%	8%	6%		7%	7%	16%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2%	9%	-3%	-4%	3%	70%	-1%	-2%	-5%	25%	8%	6%		7%	7%	23%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	14%	15%	26%	45%	-8%	31%	15%	28%	-4%	34%	22%	19%		19%	19%	11%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	14%	15%	26%	45%	-8%	29%	13%	26%	-1%	34%	23%	20%		19%	19%	11%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	16%	16%	10%	-5%	-7%	0%	1%	-8%	-10%	-19%	5%	22%		8%	8%	8%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	16%	16%	10%	-5%	-7%	-1%	2%	0%	-6%	-18%	6%	22%		8%	8%	9%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																			
Identification du de l'horizon et du scénario				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année		
Référence	Sc4.5	Avec usages	Recharges actuelle (mm)	41.03	26.51	10.89	1.55	3.87	1.78	0.56	0.00	4.03	8.63	31.05	44.60		174.51		
Référence	Sc4.5	Sans usages		41.03	26.51	10.89	1.55	3.87	1.78	0.56	0.00	4.03	8.63	31.05	44.60		174.51		
Référence	Sc8.5	Avec usages		42.55	33.00	25.86	8.95	0.00	3.97	2.68	0.40	0.83	6.65	18.81	33.23		176.94		
Référence	Sc8.5	Sans usages		42.55	33.00	25.86	8.95	0.00	3.97	2.68	0.40	0.83	6.65	18.81	33.23		176.94		
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	45.27	41.60	19.56	4.87	1.47	1.26	1.01	0.00	3.61	8.88	25.79	47.60		200.91		
2030	Sc4.5	Sans usages		45.27	41.60	19.56	4.87	1.47	1.26	1.01	0.00	3.61	8.88	25.79	47.60		200.91		
2030	Sc8.5	Avec usages		40.55	42.95	12.16	6.49	2.06	13.42	0.00	0.00	1.02	10.36	20.62	35.80		185.43		
2030	Sc8.5	Sans usages		40.55	42.95	12.16	6.49	2.06	13.42	0.00	0.00	1.02	10.36	20.62	35.80		185.43		
2050	Sc4.5	Avec usages		49.88	36.86	16.26	4.41	2.79	1.65	1.06	0.00	2.29	17.58	38.34	59.16		230.28		
2050	Sc4.5	Sans usages		49.88	36.86	16.26	4.41	2.79	1.65	1.06	0.00	2.29	17.58	38.34	59.16		230.28		
2050	Sc8.5	Avec usages		53.46	40.14	22.97	3.66	0.27	2.57	1.91	0.00	1.30	5.89	25.65	46.36		204.18		
2050	Sc8.5	Sans usages		53.46	40.14	22.97	3.66	0.27	2.57	1.91	0.00	1.30	5.89	25.65	46.36		204.18		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																			
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	4.24	15.09	8.68	3.31	-2.41	-0.53	0.44	0.00	-0.42	0.25	-5.26	3.00		26.39		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	4.24	15.09	8.68	3.31	-2.41	-0.53	0.44	0.00	-0.42	0.25	-5.26	3.00		26.39		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-2.00	9.94	-13.70	-2.45	2.06	9.45	-2.68	-0.40	0.19	3.71	1.81	2.56		8.48		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-2.00	9.94	-13.70	-2.45	2.06	9.45	-2.68	-0.40	0.19	3.71	1.81	2.56		8.48		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	8.85	10.34	5.37	2.86	-1.08	-0.13	0.49	0.00	-1.73	8.94	7.29	14.56		55.76		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	8.85	10.34	5.37	2.86	-1.08	-0.13	0.49	0.00	-1.73	8.94	7.29	14.56		55.76		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10.90	7.13	-2.89	-5.29	0.27	-1.40	-0.77	-0.40	0.47	-0.76	6.84	13.13		27.23		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10.90	7.13	-2.89	-5.29	0.27	-1.40	-0.77	-0.40	0.47	-0.76	6.84	13.13		27.23		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																			
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	10%	57%	80%	214%	-62%	-30%	79%	NC	-10%	3%	-17%	7%		15%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	10%	57%	80%	214%	-62%	-30%	79%	NC	-10%	3%	-17%	7%		15%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-5%	30%	-53%	-27%	200%	238%	-100%	-100%	22%	56%	10%	8%		5%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-5%	30%	-53%	-27%	200%	238%	-100%	-100%	22%	56%	10%	8%		5%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	22%	39%	49%	184%	-28%	-7%	87%	NC	-43%	104%	23%	33%		32%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	22%	39%	49%	184%	-28%	-7%	87%	NC	-43%	104%	23%	33%		32%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	26%	22%	-11%	-59%	200%	-35%	-29%	-100%	56%	-11%	36%	40%		15%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	26%	22%	-11%	-59%	200%	-35%	-29%	-100%	56%	-11%	36%	40%		15%		

2.6.1.2 ZONE HOMOGÈNE 9 : Blaise

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 8 à 19%) pour le scénario 4.5 et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- On relève également une augmentation du QMNA5 quel que soit le scénario et l'échéance, de l'ordre de 10 % en situation désinfluencée, et de 100% en situation influencée.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 6% à 33%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Décembre-Avril pour le scénario 4.5 ; Novembre-Février pour le scénario 8.5 à l'horizon 2050), ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent dès le mois de mars pour certains scénarios, et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre voire octobre. Durant cette période, on peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens de fin d'automne-hiver augmenter, alors que les débits printaniers, estivaux, mais aussi de début d'automne (septembre-octobre) seraient plutôt orientés à la baisse.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une légère augmentation probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fin de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences assez sensibles entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, particulièrement sur la variable QMNA5, ce qui traduit une influence prononcée des prélèvements sur la ressource disponible en période estivale.

Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est
 Evaluation prospective à milieu et fin de siècle et proposition d'actions
 Rapport d'étape 2.1 : Analyse des zones à risque ou déficitaires
 Modélisation à milieu de siècle et restitution des ateliers territoriaux

Tableau 5 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH9 : Blaise

Zone homogène 9 - Bilan des simulations hydrologiques																	
Remarque : les simulations "avec usage" ne prennent pas en compte le prélèvement pour les Lacs Réservoirs, qui n'a pu être reconstitué à ce stade.																	
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																	
Identification du de l'horizon et du scénario		Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5 Avec usages		16.23	15.22	11.36	6.91	6.75	3.99	1.93	0.62	2.33	4.55	9.79	14.32	7.83	326.76	0.074
Référence	Sc4.5 Sans usages		16.25	15.23	11.38	6.95	6.92	4.44	2.64	1.37	2.68	4.62	9.81	14.33	8.05	335.90	0.091
Référence	Sc8.5 Avec usages		14.64	14.47	12.32	9.24	4.90	4.52	2.59	1.10	1.55	3.96	7.63	11.28	7.35	306.50	0.070
Référence	Sc8.5 Sans usages	14.65	14.48	12.33	9.28	5.07	4.98	3.28	1.83	1.90	4.03	7.66	11.29	7.57	315.03	0.091	
2030	Sc4.5 Avec usages	Débits futurs (m³/s)	16.59	16.96	14.88	10.82	6.10	4.68	2.39	1.04	2.11	4.60	8.45	14.13	8.56	357.15	0.219
2030	Sc4.5 Sans usages		16.60	16.97	14.90	10.83	6.12	4.79	2.79	1.73	2.55	4.72	8.48	14.14	8.72	363.67	0.290
2030	Sc8.5 Avec usages		15.07	15.82	12.42	9.15	5.42	8.26	2.83	0.92	1.08	4.50	8.07	11.93	7.96	331.89	0.158
2030	Sc8.5 Sans usages		15.08	15.83	12.43	9.17	5.45	8.41	3.30	1.70	1.66	4.64	8.10	11.94	8.14	339.70	0.215
2050	Sc4.5 Avec usages		18.22	17.46	14.02	10.22	6.18	5.96	2.42	1.28	1.64	6.49	11.54	16.64	9.34	389.53	0.155
2050	Sc4.5 Sans usages		18.23	17.47	14.04	10.24	6.22	6.12	2.95	2.06	2.18	6.58	11.56	16.66	9.52	397.32	0.245
2050	Sc8.5 Avec usages		16.92	16.93	14.01	9.08	4.91	4.80	2.73	0.57	1.00	2.66	8.28	13.28	7.93	330.81	0.136
2050	Sc8.5 Sans usages		16.93	16.94	14.02	9.10	4.97	5.06	3.58	1.76	1.63	2.79	8.31	13.29	8.20	342.01	0.091
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																	
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)
2030	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	0.36	1.73	3.52	3.90	-0.66	0.70	0.45	0.42	-0.21	0.06	-1.33	-0.19	0.73	30.39	0.14
2030	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0.35	1.73	3.52	3.88	-0.80	0.34	0.15	0.36	-0.12	0.10	-1.33	-0.19	0.67	27.77	0.10
2030	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.43	1.35	0.10	-0.09	0.52	3.74	0.23	-0.18	-0.48	0.54	0.44	0.65	0.61	25.30	0.09
2030	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0.43	1.35	0.10	-0.11	0.39	3.42	0.02	-0.13	-0.24	0.61	0.44	0.65	0.58	24.07	0.08
2050	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.98	2.23	2.66	3.31	-0.58	1.97	0.48	0.66	-0.69	1.94	1.76	2.32	1.50	62.77	0.08
2050	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.98	2.23	2.66	3.29	-0.71	1.68	0.31	0.69	-0.50	1.96	1.75	2.32	1.47	61.42	0.05
2050	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2.28	2.46	1.70	-0.16	0.02	0.27	0.14	-0.53	-0.55	-1.31	0.65	2.00	0.58	24.22	0.07
2050	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2.28	2.45	1.69	-0.18	-0.09	0.07	0.30	-0.07	-0.27	-1.24	0.65	2.00	0.63	26.38	0.06
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																	
Identification du de l'horizon et du scénario		Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2%	11%	31%	56%	-10%	17%	23%	68%	-9%	1%	-14%	-1%	9%	9%	196%
2030	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2%	11%	31%	56%	-12%	8%	6%	26%	-5%	2%	-14%	-1%	8%	8%	14%
2030	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	3%	9%	1%	-1%	11%	83%	9%	-16%	-31%	14%	6%	6%	8%	8%	124%
2030	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	3%	9%	1%	-1%	8%	69%	1%	-7%	-13%	15%	6%	6%	8%	8%	13%
2050	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	15%	23%	48%	-9%	50%	25%	106%	-30%	43%	18%	16%	19%	19%	109%
2050	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	15%	23%	47%	-10%	38%	12%	50%	-19%	42%	18%	16%	18%	18%	8%
2050	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	16%	17%	14%	-2%	0%	6%	5%	-48%	-36%	-33%	8%	18%	8%	8%	93%
2050	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	16%	17%	14%	-2%	-2%	1%	9%	-4%	-14%	-31%	8%	18%	8%	8%	9%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																	
Identification du de l'horizon et du scénario		Recharges actuelle (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence	Sc4.5 Avec usages		11.80	6.54	3.12	0.20	1.10	1.21	0.14	0.00	1.58	2.80	9.78	13.41	51.68		
Référence	Sc4.5 Sans usages		11.80	6.54	3.12	0.20	1.10	1.21	0.14	0.00	1.58	2.80	9.78	13.41	51.68		
Référence	Sc8.5 Avec usages		11.86	9.14	7.41	2.23	0.00	1.24	1.10	0.28	0.26	2.89	6.18	9.86	52.46		
Référence	Sc8.5 Sans usages	11.86	9.14	7.41	2.23	0.00	1.24	1.10	0.28	0.26	2.89	6.18	9.86	52.46			
2030	Sc4.5 Avec usages	Recharges futures (mm)	13.18	12.18	5.23	1.26	0.63	0.75	0.56	0.00	1.51	3.21	7.66	14.15	60.92		
2030	Sc4.5 Sans usages		13.18	12.18	5.23	1.26	0.63	0.75	0.56	0.00	1.51	3.21	7.66	14.15	60.92		
2030	Sc8.5 Avec usages		11.63	12.29	3.28	1.69	0.38	4.42	0.00	0.00	0.26	4.12	6.91	10.71	55.69		
2030	Sc8.5 Sans usages		11.63	12.29	3.28	1.69	0.38	4.42	0.00	0.00	0.26	4.12	6.91	10.71	55.69		
2050	Sc4.5 Avec usages		14.41	10.17	3.70	1.44	1.21	0.69	0.57	0.12	0.71	6.69	11.26	17.95	68.91		
2050	Sc4.5 Sans usages		14.41	10.17	3.70	1.44	1.21	0.69	0.57	0.12	0.71	6.69	11.26	17.95	68.91		
2050	Sc8.5 Avec usages		15.76	11.48	6.88	1.05	0.02	0.89	1.09	0.00	0.38	2.27	9.21	13.48	62.52		
2050	Sc8.5 Sans usages		15.76	11.48	6.88	1.05	0.02	0.89	1.09	0.00	0.38	2.27	9.21	13.48	62.52		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																	
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	
2030	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.37	5.64	2.11	1.06	-0.47	-0.46	0.43	0.00	-0.08	0.41	-2.12	0.74	8.63		
2030	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.37	5.64	2.11	1.06	-0.47	-0.46	0.43	0.00	-0.08	0.41	-2.12	0.74	8.63		
2030	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-0.23	3.15	-4.14	-0.53	0.38	3.18	-1.10	-0.28	0.00	1.23	0.72	0.85	3.23		
2030	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-0.23	3.15	-4.14	-0.53	0.38	3.18	-1.10	-0.28	0.00	1.23	0.72	0.85	3.23		
2050	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.61	3.63	0.58	1.24	0.11	-0.52	0.43	0.12	-0.87	3.89	1.47	4.54	17.23		
2050	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.61	3.63	0.58	1.24	0.11	-0.52	0.43	0.12	-0.87	3.89	1.47	4.54	17.23		
2050	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	3.90	2.34	-0.54	-1.17	0.02	-0.35	-0.01	-0.28	0.12	-0.62	3.03	3.62	10.06		
2050	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	3.90	2.34	-0.54	-1.17	0.02	-0.35	-0.01	-0.28	0.12	-0.62	3.03	3.62	10.06		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																	
Identification du de l'horizon et du scénario		Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	86%	68%	523%	-43%	-38%	313%	NC	-5%	15%	-22%	6%	17%		
2030	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	86%	68%	523%	-43%	-38%	313%	NC	-5%	15%	-22%	6%	17%		
2030	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-2%	34%	-56%	-24%	NC	257%	-100%	-100%	2%	42%	12%	9%	6%		
2030	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-2%	34%	-56%	-24%	NC	257%	-100%	-100%	2%	42%	12%	9%	6%		
2050	Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	22%	55%	19%	614%	10%	-43%	316%	NC	-55%	139%	15%	34%	33%		
2050	Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	22%	55%	19%	614%	10%	-43%	316%	NC	-55%	139%	15%	34%	33%		
2050	Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	33%	26%	-7%	-53%	NC	-28%	-1%	-100%	48%	-22%	49%	37%	19%		
2050	Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	33%	26%	-7%	-53%	NC	-28%	-1%	-100%	48%	-22%	49%	37%	19%		

2.6.1.3 ZONE HOMOGÈNE 22 : Marne amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 5 à 14%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus contrastée : augmentation significative de ce débit à l'horizon 2030 (de +2 à +14%), puis baisse en deçà du débit observé sur la période actuelle, jusqu'à -8%. Ceci traduit une tension sur la ressource superficielle en période estivale.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 3% à 19%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Décembre-Avril pour le scénario 4.5 ; Novembre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Juin et Septembre, voire jusqu'en Novembre pour le scénario 4.5, Mars-Avril et Juillet-Août, voire en Octobre pour le scénario 8.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale, et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens estivaux et automnaux baisser à l'horizon 2050, particulièrement durant le mois de septembre.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fin de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences assez sensibles entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, particulièrement sur la variable QMNA5, ce qui traduit un certain niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible en période estivale.

Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est
Evaluation prospective à milieu et fin de siècle et proposition d'actions
Rapport d'étape 2.1 : Analyse des zones à risque ou déficitaires
Modélisation à milieu de siècle et restitution des ateliers territoriaux

Tableau 6 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH22 : Marne amont

Zone homogène 22 - Bilan des simulations hydrologiques																		
Remarque : les simulations "avec usage" ne prennent pas en compte le prélèvement pour les Lacs Réservoirs, qui n'a pu être reconstitué à ce stade.																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5	Avec usages		65.06	57.74	43.72	27.59	27.25	17.32	11.32	6.49	10.44	17.89	38.20	58.33	31.78	380.04	3.867
Référence	Sc4.5	Sans usages		65.16	57.85	43.82	27.70	27.47	17.40	11.64	6.78	10.39	17.68	38.23	58.40	31.88	381.21	3.881
Référence	Sc8.5	Avec usages		60.14	57.81	49.90	35.57	20.69	19.66	12.72	7.51	8.67	14.87	28.56	43.62	29.98	358.49	3.634
Référence	Sc8.5	Sans usages		60.24	57.92	50.00	35.68	20.92	19.74	13.04	7.80	8.62	14.66	28.58	43.69	30.08	359.67	3.581
2030 Sc4.5 Avec usages			Débits futurs (m³/s)	67.52	66.76	56.00	39.86	24.13	19.02	10.25	6.61	9.61	16.81	33.28	57.46	33.94	405.92	4.142
2030 Sc4.5 Sans usages				66.93	66.14	55.50	39.82	24.15	19.20	11.21	7.61	9.88	16.63	32.81	56.89	33.90	405.38	4.408
2030 Sc8.5 Avec usages				61.10	64.77	46.31	35.32	21.86	30.18	11.58	6.29	6.51	17.57	31.42	47.93	31.74	379.55	3.690
2030 Sc8.5 Sans usages				60.50	64.15	45.80	35.30	21.91	30.41	12.62	7.38	6.83	17.40	30.95	47.36	31.72	379.30	3.859
2050 Sc4.5 Avec usages				72.72	67.38	53.19	38.56	25.12	20.48	10.53	7.20	8.30	21.15	44.08	67.08	36.32	434.31	3.761
2050 Sc4.5 Sans usages				72.13	66.78	52.69	38.50	25.13	20.66	11.51	8.22	8.59	20.95	43.62	66.52	36.28	433.82	4.065
2050 Sc8.5 Avec usages				69.45	66.15	51.78	32.97	19.77	18.42	11.96	6.32	6.33	11.47	31.12	54.38	31.68	378.82	3.326
2050 Sc8.5 Sans usages				68.86	65.54	51.29	32.95	19.82	18.67	13.09	7.56	6.67	11.30	30.65	53.81	31.68	378.91	3.493
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.47	9.01	12.29	12.27	-3.12	1.70	-1.07	0.12	-0.83	-1.09	-4.92	-0.86	2.16	25.88	0.27
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.77	8.29	11.68	12.12	-3.33	1.80	-0.44	0.83	-0.51	-1.06	-5.41	-1.51	2.02	24.16	0.53
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.96	6.96	-3.59	-0.25	1.17	10.52	-1.14	-1.23	-2.16	2.71	2.86	4.32	1.76	21.05	0.06
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0.26	6.23	-4.20	-0.38	0.99	10.67	-0.42	-0.42	-1.79	2.74	2.36	3.67	1.64	19.63	0.28
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	7.66	9.64	9.48	10.97	-2.13	3.16	-0.79	0.71	-2.14	3.26	5.88	8.76	4.54	54.27	-0.11
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6.97	8.92	8.87	10.80	-2.34	3.27	-0.13	1.45	-1.80	3.27	5.39	8.12	4.40	52.61	0.18
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	9.31	8.34	1.88	-2.60	-0.92	-1.24	-0.76	-1.19	-2.34	-3.40	2.56	10.76	1.70	20.33	-0.31
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	8.61	7.62	1.28	-2.73	-1.09	-1.07	0.05	-0.24	-1.95	-3.36	2.07	10.11	1.61	19.24	-0.09
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	4%	16%	28%	44%	-11%	10%	-9%	2%	-8%	-6%	-13%	-1%	7%	7%	7%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	3%	14%	27%	44%	-12%	10%	-4%	12%	-5%	-6%	-14%	-3%	6%	6%	14%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2%	12%	-7%	-1%	6%	54%	-9%	-16%	-25%	18%	10%	10%	6%	6%	2%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0%	11%	-8%	-1%	5%	54%	-3%	-5%	-21%	19%	8%	8%	5%	5%	8%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	17%	22%	40%	-8%	18%	-7%	11%	-20%	18%	15%	15%	14%	14%	-3%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	11%	15%	20%	39%	-9%	19%	-1%	21%	-17%	18%	14%	14%	14%	14%	5%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	15%	14%	4%	-7%	-4%	-6%	-6%	-16%	-27%	-23%	9%	25%	6%	6%	-8%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	14%	13%	3%	-8%	-5%	-5%	0%	-3%	-23%	-23%	7%	23%	5%	5%	-2%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges actuelle (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence	Sc4.5	Avec usages		51.78	35.57	18.09	3.07	7.49	4.01	1.87	0.00	7.51	15.93	44.63	62.61	252.57	252.57	
Référence	Sc4.5	Sans usages		51.78	35.57	18.09	3.07	7.49	4.01	1.87	0.00	7.51	15.93	44.63	62.61	252.57	252.57	
Référence	Sc8.5	Avec usages		54.21	42.43	31.76	13.34	0.96	6.92	2.55	1.02	3.01	14.16	29.27	45.39	244.99	244.99	
Référence	Sc8.5	Sans usages		54.21	42.43	31.76	13.34	0.96	6.92	2.55	1.02	3.01	14.16	29.27	45.39	244.99	244.99	
2030 Sc4.5 Avec usages			Recharges futures (mm)	55.13	50.61	28.18	11.01	2.58	4.11	1.30	0.00	6.21	15.67	37.73	63.41	275.95	275.95	
2030 Sc4.5 Sans usages				55.13	50.61	28.18	11.01	2.58	4.11	1.30	0.00	6.21	15.67	37.73	63.41	275.95	275.95	
2030 Sc8.5 Avec usages				49.26	52.48	18.14	10.01	3.61	16.77	0.00	0.00	1.59	20.62	32.43	48.60	253.51	253.51	
2030 Sc8.5 Sans usages				49.26	52.48	18.14	10.01	3.61	16.77	0.00	0.00	1.59	20.62	32.43	48.60	253.51	253.51	
2050 Sc4.5 Avec usages				58.73	46.30	24.04	9.84	4.80	2.64	1.34	0.17	3.17	26.45	50.27	73.80	301.56	301.56	
2050 Sc4.5 Sans usages				58.73	46.30	24.04	9.84	4.80	2.64	1.34	0.17	3.17	26.45	50.27	73.80	301.56	301.56	
2050 Sc8.5 Avec usages				64.56	47.96	26.38	7.25	1.05	4.36	3.96	0.00	1.85	10.78	41.17	59.75	269.06	269.06	
2050 Sc8.5 Sans usages				64.56	47.96	26.38	7.25	1.05	4.36	3.96	0.00	1.85	10.78	41.17	59.75	269.06	269.06	
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3.35	15.04	10.10	7.95	-4.91	0.10	-0.58	0.00	-1.30	-0.26	-6.90	0.80	23.39		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	3.35	15.04	10.10	7.95	-4.91	0.10	-0.58	0.00	-1.30	-0.26	-6.90	0.80	23.39		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-4.94	10.06	-13.62	-3.33	2.66	9.85	-2.55	-1.02	-1.42	6.46	3.16	3.21	8.52		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-4.94	10.06	-13.62	-3.33	2.66	9.85	-2.55	-1.02	-1.42	6.46	3.16	3.21	8.52		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6.95	10.73	5.95	6.77	-2.68	-1.37	-0.54	0.17	-4.34	10.53	5.64	11.19	48.99		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6.95	10.73	5.95	6.77	-2.68	-1.37	-0.54	0.17	-4.34	10.53	5.64	11.19	48.99		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10.35	5.53	-5.38	-6.09	0.09	-2.56	1.41	-1.02	-1.16	-3.38	11.90	14.36	24.06		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10.35	5.53	-5.38	-6.09	0.09	-2.56	1.41	-1.02	-1.16	-3.38	11.90	14.36	24.06		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6%	42%	56%	259%	-66%	2%	-31%	NC	-17%	-2%	-15%	1%	9%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6%	42%	56%	259%	-66%	2%	-31%	NC	-17%	-2%	-15%	1%	9%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-9%	24%	-43%	-25%	278%	142%	-100%	-100%	-47%	46%	11%	7%	3%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-9%	24%	-43%	-25%	278%	142%	-100%	-100%	-47%	46%	11%	7%	3%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	13%	30%	33%	221%	-36%	-34%	-29%	NC	-58%	66%	13%	18%	19%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	13%	30%	33%	221%	-36%	-34%	-29%	NC	-58%	66%	13%	18%	19%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	19%	13%	-17%	-46%	10%	-37%	55%	-100%	-39%	-24%	41%	32%	10%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	19%	13%	-17%	-46%	10%	-37%	55%	-100%	-39%	-24%	41%	32%	10%		

2.6.1.4 ZONE HOMOGÈNE 33 : Saulx et Ornain

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 7 à 18%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- Le QMNA5 (simulations avec usages) est globalement orienté à la baisse (jusqu'à -55% pour le scénario 8.5 en 2050), à l'exception de l'horizon 2050 pour le scénario 4.5. Les simulations sans usages indiquent en revanche un QMNA5 en légère augmentation.
- Comme les débits moyens, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 7% à 15%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Février- Mars-Avril pour le scénario 4.5, Novembre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Juin et Novembre pour le scénario 4.5, Mars-Avril pour le scénario 8.5,) et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre, voire octobre. Durant la période Juillet-Septembre, on peut ainsi s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens de fin d'automne-hiver augmenter, alors que les débits printaniers, estivaux, mais aussi de début d'automne (Septembre-Octobre) seraient plutôt orientés à la baisse.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque de nettes différences entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée. Le QMNA5, par exemple, est significativement plus élevé dans les simulations désinfluencées, ce qui traduit le fort niveau de pression des prélèvements sur les ressources superficielles à l'étiage.

Tableau 7 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH33 : Saulx et Ornain

Zone homogène 33 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS	
Référence	Sc4.5	Avec usages	Débits actuels (m³/s)	53.41	44.54	37.66	23.37	20.80	14.51	8.54	5.19	6.79	10.91	32.74	48.20	25.56	405.39	2.641
Référence	Sc4.5	Sans usages		54.17	45.32	38.47	24.49	22.12	15.98	10.43	7.09	8.22	11.96	33.58	48.96	26.73	424.08	4.094
Référence	Sc8.5	Avec usages		46.29	44.89	38.72	28.79	15.89	15.39	11.05	6.42	5.74	11.40	22.14	33.38	23.34	370.26	1.673
Référence	Sc8.5	Sans usages		47.05	45.67	39.53	29.91	17.21	16.86	12.95	8.31	7.17	12.45	22.98	34.15	24.52	388.95	3.708
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	54.74	55.52	47.70	32.31	20.12	14.68	8.22	4.77	8.28	12.98	27.27	46.52	27.76	440.37	2.401
2030	Sc4.5	Sans usages		54.62	55.39	47.78	33.38	21.30	16.19	11.34	7.84	9.70	13.49	27.26	46.40	28.72	455.66	4.193
2030	Sc8.5	Avec usages		49.37	51.54	37.07	27.99	18.10	23.41	10.61	5.27	5.33	14.85	25.16	38.64	25.61	406.27	1.189
2030	Sc8.5	Sans usages		49.26	51.43	37.17	29.13	19.36	25.03	13.94	8.53	6.85	15.41	25.16	38.54	26.65	422.76	4.124
2050	Sc4.5	Avec usages		59.86	53.61	43.74	32.41	21.16	18.93	8.99	5.83	5.94	17.05	37.32	55.82	30.05	476.75	2.822
2050	Sc4.5	Sans usages		59.73	53.48	43.80	33.44	22.31	20.41	12.05	8.84	7.33	17.54	37.30	55.70	30.99	491.67	4.363
2050	Sc8.5	Avec usages		54.85	51.85	42.08	27.97	16.50	15.81	10.55	4.88	4.89	8.97	25.84	42.20	25.53	405.05	0.760
2050	Sc8.5	Sans usages		54.75	51.75	42.19	29.12	17.78	17.46	13.93	8.23	6.43	9.54	25.84	42.10	26.59	421.84	3.880
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.33	10.98	10.05	8.94	-0.68	0.17	-0.32	-0.42	1.49	2.07	-5.47	-1.68	2.20	34.97	-0.24
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0.45	10.07	9.30	8.89	-0.82	0.21	0.90	0.76	1.48	1.53	-6.32	-2.56	1.99	31.58	0.10
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	3.08	6.65	-1.65	-0.80	2.20	8.02	-0.44	-1.15	-0.42	3.45	3.02	5.26	2.27	36.00	-0.48
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2.21	5.76	-2.36	-0.78	2.15	8.17	0.99	0.22	-0.32	2.96	2.18	4.39	2.13	33.81	0.92
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6.44	9.07	6.08	9.03	0.36	4.42	0.45	0.64	-0.86	6.14	4.59	7.62	4.50	71.36	0.18
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5.56	8.16	5.33	8.95	0.19	4.42	1.62	1.76	-0.89	5.58	3.72	6.74	4.26	67.59	0.27
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	8.57	6.96	3.36	-0.82	0.61	0.43	-0.50	-1.54	-0.85	-2.42	3.70	8.81	2.19	34.79	-0.21
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	7.70	6.08	2.65	-0.79	0.57	0.60	0.99	-0.08	-0.74	-2.91	2.86	7.96	2.07	32.89	0.07
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2%	25%	27%	38%	-3%	1%	-4%	-8%	22%	19%	-17%	-3%	9%	9%	-9%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1%	22%	24%	36%	-4%	1%	9%	11%	18%	13%	-19%	-5%	7%	7%	2%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	7%	15%	-4%	-3%	14%	52%	-4%	-18%	-7%	30%	14%	16%	10%	10%	-29%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	5%	13%	-6%	-3%	13%	48%	8%	3%	-4%	24%	10%	13%	9%	9%	29%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	20%	16%	39%	2%	30%	5%	12%	-13%	56%	14%	16%	18%	18%	7%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	10%	18%	14%	37%	1%	28%	15%	25%	-11%	47%	11%	14%	16%	16%	7%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	19%	16%	9%	-3%	4%	3%	-4%	-24%	-15%	-21%	17%	26%	9%	9%	-55%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	16%	13%	7%	-3%	3%	4%	8%	-1%	-10%	-23%	12%	23%	8%	8%	2%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS	
Référence	Sc4.5	Avec usages	57.94	42.70	32.04	11.57	13.68	6.87	1.70	0.00	6.52	15.02	52.70	66.94	307.67	307.67	307.67	
Référence	Sc4.5	Sans usages	57.94	42.70	32.04	11.57	13.68	6.87	1.70	0.00	6.52	15.02	52.70	66.94	307.67	307.67	307.67	
Référence	Sc8.5	Avec usages	54.68	49.16	36.27	20.68	4.64	9.93	5.61	1.66	2.99	17.45	32.32	47.51	282.90	282.90	282.90	
Référence	Sc8.5	Sans usages	54.68	49.16	36.27	20.68	4.64	9.93	5.61	1.66	2.99	17.45	32.32	47.51	282.90	282.90	282.90	
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	59.55	59.47	43.32	20.51	7.26	5.45	1.75	0.33	7.95	17.26	40.90	65.34	329.08	329.08	329.08
2030	Sc4.5	Sans usages		59.55	59.47	43.32	20.51	7.26	5.45	1.75	0.33	7.95	17.26	40.90	65.34	329.08	329.08	329.08
2030	Sc8.5	Avec usages		54.19	56.31	29.43	18.94	8.13	22.32	3.91	0.00	1.42	22.31	34.99	52.73	304.69	304.69	304.69
2030	Sc8.5	Sans usages		54.19	56.31	29.43	18.94	8.13	22.32	3.91	0.00	1.42	22.31	34.99	52.73	304.69	304.69	304.69
2050	Sc4.5	Avec usages		63.47	52.56	36.11	20.86	8.42	10.78	1.57	1.55	2.24	26.55	54.68	75.43	354.22	354.22	354.22
2050	Sc4.5	Sans usages		63.47	52.56	36.11	20.86	8.42	10.78	1.57	1.55	2.24	26.55	54.68	75.43	354.22	354.22	354.22
2050	Sc8.5	Avec usages		64.09	54.32	36.60	16.56	4.40	9.74	7.27	0.41	1.47	10.88	41.64	59.63	307.00	307.00	307.00
2050	Sc8.5	Sans usages		64.09	54.32	36.60	16.56	4.40	9.74	7.27	0.41	1.47	10.88	41.64	59.63	307.00	307.00	307.00
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.60	16.77	11.29	8.94	-6.42	-1.42	0.05	0.33	1.43	2.25	-11.80	-1.60	21.41	21.41	21.41
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.60	16.77	11.29	8.94	-6.42	-1.42	0.05	0.33	1.43	2.25	-11.80	-1.60	21.41	21.41	21.41
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-0.49	7.15	-6.84	-1.74	3.49	12.39	-1.70	-1.66	-1.57	4.87	2.67	5.23	21.79	21.79	21.79
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-0.49	7.15	-6.84	-1.74	3.49	12.39	-1.70	-1.66	-1.57	4.87	2.67	5.23	21.79	21.79	21.79
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5.52	9.87	4.07	9.29	-5.26	3.91	-0.13	1.55	-4.28	11.53	1.98	8.49	46.55	46.55	46.55
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5.52	9.87	4.07	9.29	-5.26	3.91	-0.13	1.55	-4.28	11.53	1.98	8.49	46.55	46.55	46.55
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	9.41	5.16	0.33	-4.13	-0.24	-0.19	1.66	-1.25	-1.52	-6.57	9.32	12.12	24.10	24.10	24.10
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	9.41	5.16	0.33	-4.13	-0.24	-0.19	1.66	-1.25	-1.52	-6.57	9.32	12.12	24.10	24.10	24.10
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3%	39%	35%	77%	-47%	-21%	3%	NC	22%	15%	-22%	-2%	7%	7%	7%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	3%	39%	35%	77%	-47%	-21%	3%	NC	22%	15%	-22%	-2%	7%	7%	7%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-1%	15%	-19%	-8%	75%	125%	-30%	-100%	-53%	28%	8%	11%	8%	8%	8%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-1%	15%	-19%	-8%	75%	125%	-30%	-100%	-53%	28%	8%	11%	8%	8%	8%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	10%	23%	13%	80%	-38%	57%	-8%	NC	-66%	77%	4%	13%	15%	15%	15%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	10%	23%	13%	80%	-38%	57%	-8%	NC	-66%	77%	4%	13%	15%	15%	15%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	17%	10%	1%	-20%	-5%	-2%	30%	-75%	-51%	-38%	29%	26%	9%	9%	9%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	17%	10%	1%	-20%	-5%	-2%	30%	-75%	-51%	-38%	29%	26%	9%	9%	9%

2.6.1.5 ZONE HOMOGENE 6 : Aisne Amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 10 à 21%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- Une hausse du QMNA5 est également attendue, avec une hausse importante à l'horizon 2030 (de 9 pour le scénario 4.5 à 41% pour le scénario 8.5) qui, dans le cas du scénario 8.5, s'atténue en 2050 (+15% par rapport à la période de référence).
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient significativement en 2030 et 2050 (de 10 à 23%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Février- Mars-Avril pour le scénario 4.5, Novembre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent dès le mois de mars pour certains scénarios, et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre voire octobre. Durant cette période, on peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens de fin d'automne-hiver augmenter, tandis que les débits printaniers, estivaux, mais aussi de début d'automne (septembre-octobre) seraient plutôt orientés à la baisse.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une légère augmentation probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences marginales entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, ce qui traduit le faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Tableau 8 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH6 : Aisne Amont

Zone homogène 6 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA	
Référence	Sc4.5	Avec usages	Débits actuels (m³/s)	45.52	38.40	30.75	18.81	15.91	10.92	5.36	3.02	4.42	7.43	26.15	40.66	20.61	859.89	1.344
Référence	Sc4.5	Sans usages		45.56	38.44	30.80	18.87	16.00	11.06	5.56	3.23	4.55	7.50	26.21	40.71	20.71	863.81	1.468
Référence	Sc8.5	Avec usages		39.17	37.21	32.61	23.26	12.32	9.51	8.04	4.30	3.52	8.58	19.30	28.12	18.85	785.43	1.014
Référence	Sc8.5	Sans usages		39.21	37.25	32.66	23.32	12.40	9.65	8.23	4.51	3.64	8.65	19.37	28.17	18.92	789.36	1.141
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	47.23	47.45	39.71	26.33	16.90	10.78	6.54	3.51	5.23	9.51	20.99	41.33	22.96	957.76	1.461
2030	Sc4.5	Sans usages		47.27	47.49	39.76	26.37	16.95	10.85	6.65	3.67	5.37	9.59	21.05	41.38	23.03	960.81	1.594
2030	Sc8.5	Avec usages		41.67	43.20	31.19	21.89	13.88	17.63	8.62	3.80	3.12	10.57	21.26	32.65	20.79	867.15	1.426
2030	Sc8.5	Sans usages		41.71	43.24	31.23	21.93	13.93	17.69	8.75	4.00	3.28	10.65	21.31	32.69	20.87	870.51	1.571
2050	Sc4.5	Avec usages		52.15	46.33	37.15	27.89	15.91	13.17	7.67	4.18	3.43	12.20	31.17	48.75	25.00	1042.94	1.549
2050	Sc4.5	Sans usages		52.20	46.37	37.19	27.94	15.96	13.24	7.79	4.35	3.59	12.28	31.23	48.79	25.08	1046.11	1.691
2050	Sc8.5	Avec usages		45.60	43.35	36.02	23.82	13.30	10.86	7.59	3.80	2.94	6.26	19.47	35.77	20.79	864.82	1.167
2050	Sc8.5	Sans usages		45.64	43.39	36.06	23.87	13.35	10.95	7.80	4.09	3.10	6.33	19.53	35.81	20.89	868.76	1.302
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.71	9.05	8.96	7.52	0.99	-0.14	1.17	0.49	0.81	2.09	-5.16	0.67	2.35	97.87	0.12
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.71	9.05	8.95	7.50	0.95	-0.22	1.09	0.44	0.82	2.09	-5.16	0.67	2.33	97.00	0.13
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2.50	5.99	-1.43	-1.38	1.57	8.12	0.58	-0.51	-0.40	1.99	1.95	4.53	1.96	81.72	0.41
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2.50	5.99	-1.43	-1.39	1.53	8.04	0.52	-0.51	-0.37	1.99	1.95	4.53	1.95	81.15	0.43
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6.63	7.93	6.40	9.08	0.00	2.25	2.30	1.16	-0.99	4.78	5.03	8.08	4.39	183.05	0.20
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6.63	7.93	6.39	9.07	-0.03	2.18	2.24	1.11	-0.96	4.78	5.02	8.08	4.37	182.29	0.22
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	6.43	6.14	3.40	0.56	0.98	1.34	-0.44	-0.50	-0.58	-2.32	0.17	7.65	1.90	79.39	0.15
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	6.43	6.14	3.39	0.54	0.95	1.29	-0.43	-0.42	-0.54	-2.32	0.16	7.65	1.90	79.40	0.16
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	4%	24%	29%	40%	6%	-1%	22%	16%	18%	28%	-20%	2%	11%	11%	9%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	4%	24%	29%	40%	6%	-2%	20%	13%	18%	28%	-20%	2%	11%	11%	9%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	6%	16%	-4%	-6%	13%	85%	7%	-12%	-11%	23%	10%	16%	10%	10%	41%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	6%	16%	-4%	-6%	12%	83%	6%	-11%	-10%	23%	10%	16%	10%	10%	38%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	15%	21%	21%	48%	0%	21%	43%	38%	-22%	64%	19%	20%	21%	21%	15%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	15%	21%	21%	48%	0%	20%	40%	34%	-21%	64%	19%	20%	21%	21%	15%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	16%	17%	10%	2%	8%	14%	-5%	-12%	-16%	-27%	1%	27%	10%	10%	15%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	16%	16%	10%	2%	8%	13%	-5%	-9%	-15%	-27%	1%	27%	10%	10%	14%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année			
Référence	Sc4.5	Avec usages	Recharges actuelle (mm)	34.45	23.62	16.11	3.96	5.50	3.12	0.12	0.00	2.62	5.52	29.81	39.71	164.53		
Référence	Sc4.5	Sans usages		34.45	23.62	16.11	3.96	5.50	3.12	0.12	0.00	2.62	5.52	29.81	39.71	164.53		
Référence	Sc8.5	Avec usages		32.62	26.15	20.35	9.29	1.12	3.03	3.52	0.50	0.77	7.88	18.26	26.08	149.57		
Référence	Sc8.5	Sans usages		32.62	26.15	20.35	9.29	1.12	3.03	3.52	0.50	0.77	7.88	18.26	26.08	149.57		
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	36.34	35.69	23.36	7.84	3.48	1.53	0.63	0.00	3.82	8.07	20.91	42.92	184.50		
2030	Sc4.5	Sans usages		36.34	35.69	23.36	7.84	3.48	1.53	0.63	0.00	3.82	8.07	20.91	42.92	184.50		
2030	Sc8.5	Avec usages		32.22	32.78	14.89	6.94	3.46	10.70	0.56	0.00	0.52	11.01	20.28	30.99	164.36		
2030	Sc8.5	Sans usages		32.22	32.78	14.89	6.94	3.46	10.70	0.56	0.00	0.52	11.01	20.28	30.99	164.36		
2050	Sc4.5	Avec usages		39.56	31.07	19.61	10.96	2.76	3.47	0.66	0.35	0.61	12.67	32.26	48.55	202.53		
2050	Sc4.5	Sans usages		39.56	31.07	19.61	10.96	2.76	3.47	0.66	0.35	0.61	12.67	32.26	48.55	202.53		
2050	Sc8.5	Avec usages		38.26	31.20	21.20	7.80	2.03	3.32	1.95	0.29	5.34	21.35	36.29	169.34	169.34		
2050	Sc8.5	Sans usages		38.26	31.20	21.20	7.80	2.03	3.32	1.95	0.29	5.34	21.35	36.29	169.34	169.34		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.90	12.07	7.25	3.88	-2.02	-1.60	0.51	0.00	1.20	2.56	-8.90	3.21	20.06		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.90	12.07	7.25	3.88	-2.02	-1.60	0.51	0.00	1.20	2.56	-8.90	3.21	20.06		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-0.39	6.64	-5.46	-2.35	2.34	7.66	-2.95	-0.50	-0.25	3.13	2.02	4.91	14.79		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-0.39	6.64	-5.46	-2.35	2.34	7.66	-2.95	-0.50	-0.25	3.13	2.02	4.91	14.79		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5.11	7.45	3.50	7.00	-2.75	0.35	0.54	0.35	-2.01	7.15	2.46	8.84	38.00		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5.11	7.45	3.50	7.00	-2.75	0.35	0.54	0.35	-2.01	7.15	2.46	8.84	38.00		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	5.65	5.05	0.85	-1.49	0.91	0.29	-1.57	-0.20	-0.49	-2.55	3.09	10.21	19.77		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	5.65	5.05	0.85	-1.49	0.91	0.29	-1.57	-0.20	-0.49	-2.55	3.09	10.21	19.77		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6%	51%	45%	98%	-37%	-51%	433%	NC	46%	46%	-30%	8%	12%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6%	51%	45%	98%	-37%	-51%	433%	NC	46%	46%	-30%	8%	12%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-1%	25%	-27%	-25%	209%	253%	-84%	-100%	-33%	40%	11%	19%	10%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-1%	25%	-27%	-25%	209%	253%	-84%	-100%	-33%	40%	11%	19%	10%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	15%	32%	22%	177%	-50%	11%	454%	NC	-77%	130%	8%	22%	23%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	15%	32%	22%	177%	-50%	11%	454%	NC	-77%	130%	8%	22%	23%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	17%	19%	4%	-16%	81%	10%	-45%	-41%	-63%	-32%	17%	39%	13%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	17%	19%	4%	-16%	81%	10%	-45%	-41%	-63%	-32%	17%	39%	13%		

2.6.1.6 ZONE HOMOGÈNE 18 : Meuse amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une légère augmentation des débits moyens annuels (de 3 à 8%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus contrastée : plutôt en légère hausse à l'horizon 2030, ce débit peut connaître des tensions significatives à horizon 2050 (baisses atteignant 12% pour le scénario 8.5). Ceci traduit une tension sur la ressource superficielle en période estivale.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient significativement en 2030 et 2050 (de quelques % à plus de 20%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent assez sensiblement sur la période Novembre-Février. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent dès le mois de mars pour certains scénarios, et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre voire octobre. Durant cette période, on peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens de fin d'automne-hiver augmenter, alors que les débits printaniers, estivaux, mais aussi de début d'automne (septembre-octobre) seraient plutôt orientés à la baisse.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences marginales entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, bien que plus marquée en période d'étiage (QMNA5), ce qui traduit le faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Tableau 9 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH18 : Meuse amont

Zone homogène 18 - Bilan des simulations hydrologiques																						
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS				
Référence	Sc4.5	Avec usages		35.37	30.60	21.90	13.30	13.50	7.05	4.67	2.44	4.32	7.78	18.28	32.62	15.99	336.98	1.269				
Référence	Sc4.5	Sans usages		35.40	30.62	21.94	13.38	13.59	7.15	4.80	2.57	4.45	7.90	18.37	32.66	16.07	338.76	1.396				
Référence	Sc8.5	Avec usages		33.47	31.47	27.71	18.14	10.55	8.52	4.95	2.82	3.60	5.74	12.24	21.77	15.08	317.91	1.086				
Référence	Sc8.5	Sans usages		33.49	31.49	27.75	18.23	10.64	8.62	5.08	2.95	3.73	5.86	12.33	21.81	15.17	319.69	1.209				
Débits futurs (m³/s)			2030	Sc4.5	Avec usages	35.59	35.70	28.35	19.30	10.87	6.77	3.69	2.44	3.79	6.27	16.02	29.70	16.54	348.71	1.237		
			2030	Sc4.5	Sans usages	36.67	36.40	28.71	19.47	10.82	6.77	3.72	2.54	3.98	6.53	16.51	30.85	16.91	356.56	1.454		
			2030	Sc8.5	Avec usages	31.51	35.06	23.85	17.52	11.71	11.11	5.03	2.64	2.34	8.27	14.82	24.37	15.68	330.64	1.243		
			2030	Sc8.5	Sans usages	31.57	35.12	23.92	17.61	11.81	11.21	5.16	2.77	2.47	8.41	14.93	24.45	15.79	332.77	1.357		
			2050	Sc4.5	Avec usages	37.97	36.84	26.65	18.17	11.59	7.69	3.89	2.46	2.76	6.95	18.50	32.89	17.20	362.52	1.261		
			2050	Sc4.5	Sans usages	38.05	36.91	26.74	18.28	11.71	7.80	4.03	2.60	2.91	7.09	18.62	32.98	17.31	364.88	1.386		
			2050	Sc8.5	Avec usages	36.65	35.32	26.98	16.68	10.53	8.10	4.88	2.60	2.33	4.59	14.84	28.08	15.96	336.52	0.954		
			2050	Sc8.5	Sans usages	36.73	35.38	27.05	16.78	10.63	8.21	5.01	2.74	2.46	4.72	14.95	28.16	16.07	338.74	1.102		
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS				
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	0.23	5.10	6.46	5.99	-2.63	-0.28	-0.98	0.01	-0.53	-1.51	-2.26	-2.92	0.56	11.73	-0.03				
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.27	5.79	6.77	6.09	-2.77	-0.39	-1.08	-0.03	-0.47	-1.37	-1.86	-1.81	0.84	17.80	0.06				
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-1.96	3.59	-3.85	-0.63	1.15	2.59	0.08	-0.18	-1.26	2.53	2.58	2.60	0.60	12.73	0.16				
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-1.92	3.63	-3.82	-0.61	1.17	2.59	0.07	-0.18	-1.26	2.54	2.60	2.64	0.62	13.08	0.15				
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.60	6.24	4.76	4.87	-1.91	0.64	-0.78	0.02	-1.56	-0.83	0.22	0.26	1.21	25.54	-0.01				
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.65	6.30	4.80	4.90	-1.89	0.65	-0.77	0.03	-1.54	-0.81	0.24	0.31	1.24	26.12	-0.01				
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	3.19	3.85	-0.73	-1.47	-0.02	-0.42	-0.07	-0.21	-1.27	-1.16	2.60	6.31	0.88	18.61	-0.13				
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	3.23	3.89	-0.70	-1.45	-0.01	-0.41	-0.07	-0.21	-1.26	-1.14	2.62	6.35	0.90	19.05	-0.11				
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS				
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1%	17%	29%	45%	-19%	-4%	-21%	0%	-12%	-19%	-12%	-9%	3%	3%	-3%				
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	4%	19%	31%	45%	-20%	-5%	-22%	-1%	-11%	-17%	-10%	-6%	5%	5%	4%				
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-6%	11%	-14%	-3%	11%	30%	2%	-6%	-35%	44%	21%	12%	4%	4%	15%				
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-6%	12%	-14%	-3%	11%	30%	1%	-6%	-34%	43%	21%	12%	4%	4%	12%				
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	7%	20%	22%	37%	-14%	9%	-17%	1%	-36%	-11%	1%	1%	8%	8%	-1%				
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	8%	21%	22%	37%	-14%	9%	-16%	1%	-35%	-10%	1%	1%	8%	8%	-1%				
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10%	12%	-3%	-8%	0%	-5%	-1%	-8%	-35%	-20%	21%	29%	6%	6%	-12%				
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10%	12%	-3%	-8%	0%	-5%	-1%	-7%	-34%	-19%	21%	29%	6%	6%	-9%				
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges actuelle (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année						
Référence	Sc4.5	Avec usages		21.86	14.73	6.77	1.66	3.22	0.41	0.96	0.00	2.99	6.65	17.13	28.26	104.63						
Référence	Sc4.5	Sans usages		21.86	14.73	6.77	1.66	3.22	0.41	0.96	0.00	2.99	6.65	17.13	28.26	104.63						
Référence	Sc8.5	Avec usages		23.94	17.96	13.39	5.21	1.22	2.08	0.32	0.26	1.71	4.12	10.79	19.76	100.75						
Référence	Sc8.5	Sans usages		23.94	17.96	13.39	5.21	1.22	2.08	0.32	0.26	1.71	4.12	10.79	19.76	100.75						
Recharges futures (mm)			2030	Sc4.5	Avec usages	25.73	22.83	12.12	4.15	0.75	0.49	0.01	0.00	2.97	7.07	19.43	31.81	127.36				
			2030	Sc4.5	Sans usages	23.40	20.89	10.94	3.65	0.60	0.43	0.00	0.00	2.37	5.28	15.76	28.02	111.34				
			2030	Sc8.5	Avec usages	20.35	22.05	8.12	4.07	2.49	3.54	0.27	0.00	0.40	7.84	13.38	21.02	103.51				
			2030	Sc8.5	Sans usages	20.35	22.05	8.12	4.07	2.49	3.54	0.27	0.00	0.40	7.84	13.38	21.02	103.51				
			2050	Sc4.5	Avec usages	25.17	21.23	9.58	3.61	1.77	0.56	0.03	0.00	0.97	5.99	17.92	29.69	116.53				
			2050	Sc4.5	Sans usages	25.17	21.23	9.58	3.61	1.77	0.56	0.03	0.00	0.97	5.99	17.92	29.69	116.53				
			2050	Sc8.5	Avec usages	26.39	20.35	10.75	3.04	1.08	1.45	0.95	0.00	0.50	3.75	14.76	25.73	108.76				
			2050	Sc8.5	Sans usages	26.39	20.35	10.75	3.04	1.08	1.45	0.95	0.00	0.50	3.75	14.76	25.73	108.76				
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année						
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3.87	8.10	5.35	2.49	-2.47	0.09	-0.95	0.00	-0.02	0.42	2.30	3.55	22.73						
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.54	6.16	4.16	1.99	-2.62	0.02	-0.96	0.00	-0.62	-1.36	-1.37	-0.23	6.71						
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-3.59	4.09	-5.27	-1.14	1.27	1.46	-0.05	-0.26	-1.31	3.71	2.59	1.26	2.76						
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-3.59	4.09	-5.27	-1.14	1.27	1.46	-0.05	-0.26	-1.31	3.71	2.59	1.26	2.76						
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3.31	6.50	2.81	1.95	-1.45	0.15	-0.93	0.00	-2.01	-0.65	0.79	1.44	11.90						
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	3.31	6.50	2.81	1.95	-1.45	0.15	-0.93	0.00	-2.01	-0.65	0.79	1.44	11.90						
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2.46	2.39	-2.64	-2.17	-0.15	-0.62	0.62	-0.26	-1.21	-0.37	3.97	5.98	8.01						
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2.46	2.39	-2.64	-2.17	-0.15	-0.62	0.62	-0.26	-1.21	-0.37	3.97	5.98	8.01						
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																						
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année						
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	18%	55%	79%	150%	-77%	21%	-98%	NC	-1%	6%	13%	13%	22%						
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	7%	42%	61%	120%	-81%	5%	-100%	NC	-21%	-21%	-8%	-1%	6%						
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-15%	23%	-39%	-22%	104%	70%	-16%	-100%	-76%	90%	24%	6%	3%						
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-15%	23%	-39%	-22%	104%	70%	-16%	-100%	-76%	90%	24%	6%	3%						
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	15%	44%	41%	118%	-45%	37%	-97%	NC	-67%	-10%	5%	5%	11%						
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	15%	44%	41%	118%	-45%	37%	-97%	NC	-67%	-10%	5%	5%	11%						
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10%	13%	-20%	-42%	-12%	-30%	193%	-100%	-71%	-9%	37%	30%	8%						
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10%	13%	-20%	-42%	-12%	-30%	193%	-100%	-71%	-9%	37%	30%	8%						

2.6.1.7 ZONE HOMOGÈNE 24 : Meuse aval

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens annuels (de 8 à 20%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus variée : augmentation significative de ce débit à l'horizon 2030, puis évolutions diversifiées en fonction de l'hypothèse considérée en 2050. A cet horizon en effet, les débits du scénario 4.5 seraient plutôt en augmentation, alors que les débits influencés du scénario 8.5 (avec usages) pourraient connaître une baisse significative de l'ordre de 20%.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 9% à 18%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Février-Avril pour le scénario 4.5 ; Octobre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Juin, puis Septembre voire jusqu'en Novembre pour le scénario 4.5, Mars-Mai et certains mois de la période Juillet-Novembre pour le scénario 8.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale et à une augmentation sensible du stress hydrique jusqu'en début-milieu d'automne.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui verraient leurs débits moyens printaniers (scénario 4.5) ou également de début d'été voire de septembre/octobre (scénario 8.5) baisser en 2030 et 2050.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début-milieu d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences assez sensibles entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, particulièrement sur la variable QMNA5, ce qui traduit l'influence des prélèvements sur la ressource disponible en période estivale.

Tableau 10 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH24 : Meuse aval

Zone homogène 24 - Bilan des simulations hydrologiques

DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS

Identification du de l'horizon et du scénario		Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5		Avec usages	59.06	49.95	40.66	26.32	21.65	18.30	7.82	6.32	7.88	13.47	41.17	56.57	29.10	247.46
Référence	Sc4.5	Sans usages	60.63	51.48	42.27	28.04	23.42	20.11	9.74	8.26	9.77	15.31	42.91	58.17	30.84	262.30	4.863
Référence	Sc8.5	Avec usages	51.27	46.71	42.78	31.59	18.00	15.80	10.92	5.92	7.05	16.66	32.05	40.60	26.61	226.94	2.161
Référence	Sc8.5	Sans usages	52.84	48.24	44.39	33.31	19.77	17.61	12.85	7.86	8.94	18.50	33.79	42.19	28.36	241.18	4.244

2030	Sc4.5	Avec usages	57.77	58.47	52.46	34.71	19.08	18.87	10.95	8.48	12.06	20.02	41.39	60.38	32.89	279.70	3.594
2030	Sc4.5	Sans usages	59.03	59.69	53.79	36.39	20.81	20.69	13.30	10.84	13.97	21.65	42.81	61.66	34.55	299.87	5.644
2030	Sc8.5	Avec usages	56.60	53.26	40.85	29.37	18.17	27.48	8.80	6.74	6.60	19.71	33.18	48.24	29.08	247.35	2.789
2030	Sc8.5	Sans usages	57.84	54.47	42.17	31.05	19.90	29.31	11.19	9.17	8.52	21.34	34.58	49.51	30.75	261.56	4.663
2050	Sc4.5	Avec usages	65.67	57.23	50.22	36.38	17.41	21.38	11.32	9.45	8.63	25.43	52.71	61.63	34.79	295.86	4.233
2050	Sc4.5	Sans usages	66.97	58.50	51.59	38.09	19.16	23.24	13.69	11.80	10.54	27.08	54.15	62.96	36.48	310.27	6.158
2050	Sc8.5	Avec usages	58.57	54.45	44.85	30.48	17.11	18.77	9.50	6.08	7.37	15.57	34.04	51.49	29.02	246.84	1.656
2050	Sc8.5	Sans usages	59.85	55.71	46.22	32.20	18.88	20.66	11.96	8.55	9.30	17.22	35.47	52.80	30.79	261.40	4.438

EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS

Identification du de l'horizon et du scénario		Référence considérée pour l'évolution		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-1.28	8.52	11.80	8.39	-2.56	0.57	3.13	2.16	4.19	6.55	0.22	3.81	3.79	32.24	0.71
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-1.59	8.21	11.53	8.35	-2.60	0.58	3.55	2.59	4.20	6.35	-0.10	3.50	3.71	31.57	0.78
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	5.33	6.55	-1.93	-2.22	0.18	11.68	-2.13	0.82	-0.45	3.05	1.12	7.65	2.47	21.02	0.63
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	5.00	6.23	-2.22	-2.26	0.14	11.70	-1.65	1.31	-0.42	2.84	0.78	7.32	2.40	20.38	0.32
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6.61	7.29	9.56	10.06	-4.24	3.08	3.50	3.12	0.75	11.96	11.54	5.07	5.69	48.40	1.34
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6.34	7.02	9.33	10.05	-4.26	3.13	3.95	3.55	0.77	11.77	11.24	4.79	5.64	47.97	1.29
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	7.30	7.75	2.07	-1.11	-0.88	2.97	-1.42	0.16	0.32	-1.09	1.99	10.89	2.41	20.50	-0.50
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	7.01	7.47	1.83	-1.11	-0.89	3.05	-0.88	0.70	0.36	-1.28	1.67	10.60	2.38	20.22	0.19

EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS

Identification du de l'horizon et du scénario		Identification de la référence de comparaison		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-2%	17%	29%	32%	-12%	3%	40%	34%	53%	49%	1%	7%	13%	13%	24%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-3%	16%	27%	30%	-11%	3%	36%	31%	43%	41%	0%	6%	12%	12%	16%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10%	14%	-5%	-7%	1%	74%	-19%	14%	-6%	18%	4%	19%	9%	9%	29%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	9%	13%	-5%	-7%	1%	66%	-13%	17%	-5%	15%	2%	17%	8%	8%	10%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	11%	15%	24%	38%	-20%	17%	45%	49%	10%	89%	28%	9%	20%	20%	47%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	10%	14%	22%	36%	-18%	16%	41%	43%	8%	77%	26%	8%	18%	18%	27%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	14%	17%	5%	-4%	-5%	19%	-13%	3%	5%	-7%	6%	27%	9%	9%	-23%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	13%	15%	4%	-3%	-4%	17%	-7%	9%	4%	-7%	5%	25%	8%	8%	5%

RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES

Identification du de l'horizon et du scénario		Recharges actuelles (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Référence	Sc4.5		Avec usages	40.55	26.71	18.99	4.85	4.11	6.01	0.00	0.01	3.83	14.58	54.04	54.51
Référence	Sc4.5	Sans usages	40.55	26.71	18.99	4.85	4.11	6.01	0.00	0.01	3.83	14.58	54.04	54.51	228.18
Référence	Sc8.5	Avec usages	39.16	28.15	24.50	10.61	2.25	3.97	3.20	1.15	2.12	21.78	34.33	34.71	205.93
Référence	Sc8.5	Sans usages	39.16	28.15	24.50	10.61	2.25	3.97	3.20	1.15	2.12	21.78	34.33	34.71	205.93

2030	Sc4.5	Avec usages	36.84	39.53	28.04	8.30	2.14	4.54	0.68	1.05	8.92	22.27	44.82	57.34	254.49
2030	Sc4.5	Sans usages	36.84	39.53	28.04	8.30	2.14	4.54	0.68	1.05	8.92	22.27	44.82	57.34	254.49
2030	Sc8.5	Avec usages	40.09	34.26	14.20	6.90	3.90	14.01	0.28	1.06	1.48	28.04	34.40	45.26	223.87
2030	Sc8.5	Sans usages	40.09	34.26	14.20	6.90	3.90	14.01	0.28	1.06	1.48	28.04	34.40	45.26	223.87
2050	Sc4.5	Avec usages	45.60	33.11	24.56	10.54	1.16	3.97	0.62	1.49	3.64	33.57	56.37	54.26	268.89
2050	Sc4.5	Sans usages	45.60	33.11	24.56	10.54	1.16	3.97	0.62	1.49	3.64	33.57	56.37	54.26	268.89
2050	Sc8.5	Avec usages	43.35	33.35	22.03	7.34	1.77	5.88	1.60	1.13	4.73	17.21	42.40	49.21	230.00
2050	Sc8.5	Sans usages	43.35	33.35	22.03	7.34	1.77	5.88	1.60	1.13	4.73	17.21	42.40	49.21	230.00

EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS

Identification du de l'horizon et du scénario		Référence considérée pour l'évolution		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-3.71	12.82	9.05	3.45	-1.97	-1.47	0.68	1.04	5.10	7.69	-9.22	2.83	26.31
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-3.71	12.82	9.05	3.45	-1.97	-1.47	0.68	1.04	5.10	7.69	-9.22	2.83	26.31
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.93	6.11	-10.30	-3.72	1.65	10.04	-2.92	-0.09	-0.63	6.26	0.07	10.55	17.94
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0.93	6.11	-10.30	-3.72	1.65	10.04	-2.92	-0.09	-0.63	6.26	0.07	10.55	17.94
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5.05	6.40	5.57	5.69	-2.95	-2.04	0.62	1.49	-0.19	18.99	2.34	-0.26	40.71
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5.05	6.40	5.57	5.69	-2.95	-2.04	0.62	1.49	-0.19	18.99	2.34	-0.26	40.71
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	4.19	5.20	-2.47	-3.27	-0.48	1.91	-1.60	-0.02	2.62	-4.57	8.07	14.50	24.07
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	4.19	5.20	-2.47	-3.27	-0.48	1.91	-1.60	-0.02	2.62	-4.57	8.07	14.50	24.07

EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS

Identification du de l'horizon et du scénario		Référence considérée pour l'évolution		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-9%	48%	48%	71%	-48%	-24%	NC	12042%	133%	53%	-17%	5%	12%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-9%	48%	48%	71%	-48%	-24%	NC	12042%	133%	53%	-17%	5%	12%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2%	22%	-42%	-35%	73%	253%	-91%	-8%	-30%	29%	0%	30%	9%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2%	22%	-42%	-35%	73%	253%	-91%	-8%	-30%	29%	0%	30%	9%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	24%	29%	117%	-72%	-34%	NC	17193%	-5%	130%	4%	0%	18%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	24%	29%	117%	-72%	-34%	NC	17193%	-5%	130%	4%	0%	18%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	11%	18%	-10%	-31%	-21%	48%	-50%	-2%	123%	-21%	24%	42%	12%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	11%	18%	-10%	-31%	-21%	48%	-50%	-2%	123%	-21%	24%	42%	12%

2.6.1.8 ZONE HOMOGÈNE 23 : Meurthe

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 7 à 12%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 présente également une hausse plus ou moins prononcée selon les scénarios et l'échéance (de quelques % à +15%).
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 8% à 14%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Novembre-Décembre pour le scénario 8.5, Février- Mars-Avril pour le scénario 4.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois au printemps (Mars-Avril pour le scénario 8.5, Mai pour le scénario 4.5) et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre. Durant la période Juillet-Septembre, on peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens de fin d'automne-hiver augmenter, alors que les débits printaniers, estivaux, mais aussi de début d'automne (septembre-octobre) seraient plutôt orientés à la baisse.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences marginales entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, ce qui traduit le faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Tableau 11 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH23 : Meurthe

Zone homogène 23 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5	Avec usages		92.80	84.91	67.25	47.93	45.80	30.13	29.40	19.00	23.54	30.62	61.83	81.91	51.26	523.14	12.870
Référence	Sc4.5	Sans usages		93.25	85.32	67.42	48.25	46.17	30.12	29.59	18.86	22.93	30.01	61.73	82.41	51.34	523.95	12.236
Référence	Sc8.5	Avec usages		89.25	86.60	77.32	59.59	37.48	38.63	25.06	19.65	20.46	35.78	53.90	68.64	51.03	520.81	12.641
Référence	Sc8.5	Sans usages		89.71	87.01	77.49	59.91	37.85	38.62	25.26	19.51	19.85	35.17	53.80	69.14	51.11	521.61	12.167
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	94.91	102.24	86.29	64.68	44.96	37.92	26.92	21.22	29.03	34.53	55.14	85.56	56.95	581.72	14.800
2030	Sc4.5	Sans usages		95.12	102.41	86.22	64.83	45.19	37.78	27.06	21.04	28.32	33.73	54.78	85.81	56.86	580.28	14.084
2030	Sc8.5	Avec usages		90.65	91.40	74.43	58.58	41.94	48.43	28.82	21.85	20.59	41.67	64.16	75.83	54.86	559.93	13.902
2030	Sc8.5	Sans usages		90.90	91.61	74.40	58.79	42.24	48.37	29.06	21.77	19.95	40.91	63.83	76.12	54.83	559.58	13.224
2050	Sc4.5	Avec usages		100.08	90.99	76.17	61.03	51.92	39.28	25.62	21.32	21.63	36.51	67.69	98.02	57.52	587.05	13.579
2050	Sc4.5	Sans usages		100.29	91.17	76.11	61.18	52.14	39.14	25.76	21.13	20.92	35.69	67.33	98.28	57.43	586.11	12.916
2050	Sc8.5	Avec usages		98.60	88.98	77.96	60.91	45.90	29.92	24.52	18.46	17.66	31.95	64.28	94.75	54.49	556.13	13.345
2050	Sc8.5	Sans usages		98.87	89.22	77.96	61.14	46.22	29.88	24.82	18.50	17.04	31.20	63.97	95.07	54.49	556.13	12.721
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.12	17.33	19.03	16.75	-0.84	7.79	-2.48	2.22	5.49	3.91	-6.70	3.65	5.69	58.08	1.93
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.87	17.09	18.80	16.58	-0.98	7.66	-2.53	2.18	5.39	3.72	-6.96	3.41	5.52	56.33	1.85
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	1.40	4.80	-2.89	-1.01	4.46	9.81	3.76	2.20	0.13	5.89	10.26	7.19	3.83	39.12	1.26
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	1.19	4.60	-3.09	-1.12	4.39	9.75	3.80	2.26	0.10	5.74	10.03	6.98	3.72	37.96	1.07
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	7.28	6.08	8.91	13.10	6.12	9.16	-3.78	2.32	-1.91	5.89	5.85	16.11	6.26	63.91	0.71
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	7.05	5.86	8.68	12.93	5.97	9.02	-3.83	2.27	-2.01	5.68	5.59	15.87	6.09	62.17	0.68
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	9.35	2.39	0.64	1.33	8.42	-8.71	-0.54	-1.19	-2.80	-3.84	10.38	26.11	3.46	35.32	0.70
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	9.16	2.22	0.46	1.23	8.37	-8.74	-0.44	-1.01	-2.80	-3.97	10.17	25.93	3.38	34.51	0.56
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2%	20%	28%	35%	-2%	26%	-8%	12%	23%	13%	-11%	4%	11%	11%	15%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2%	20%	28%	34%	-2%	25%	-9%	12%	24%	12%	-11%	4%	11%	11%	15%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2%	6%	-4%	-2%	12%	25%	15%	11%	1%	16%	19%	10%	8%	8%	10%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	1%	5%	-4%	-2%	12%	25%	15%	12%	1%	16%	19%	10%	7%	7%	9%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	8%	7%	13%	27%	13%	30%	-13%	12%	-8%	19%	9%	20%	12%	12%	6%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	8%	7%	13%	27%	13%	30%	-13%	12%	-9%	19%	9%	19%	12%	12%	6%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	10%	3%	1%	2%	22%	-23%	-2%	-6%	-14%	-11%	19%	38%	7%	7%	6%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10%	3%	1%	2%	22%	-23%	-2%	-5%	-14%	-11%	19%	38%	7%	7%	5%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges futures (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence	Sc4.5	Avec usages		82.75	68.04	41.44	17.93	19.95	4.44	10.25	0.37	14.88	29.79	84.29	96.21	470.34		
Référence	Sc4.5	Sans usages		82.75	68.04	41.44	17.93	19.95	4.44	10.25	0.37	14.88	29.79	84.29	96.21	470.34		
Référence	Sc8.5	Avec usages		82.75	75.09	57.53	30.85	6.75	14.63	4.02	2.92	10.04	46.67	62.38	77.27	470.90		
Référence	Sc8.5	Sans usages		82.75	75.09	57.53	30.85	6.75	14.63	4.02	2.92	10.04	46.67	62.38	77.27	470.90		
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	82.17	91.67	60.86	30.43	12.78	10.39	2.62	1.81	19.31	37.18	70.16	101.70	521.09		
2030	Sc4.5	Sans usages		82.17	91.67	60.86	30.43	12.78	10.39	2.62	1.81	19.31	37.18	70.16	101.70	521.09		
2030	Sc8.5	Avec usages		78.78	79.07	48.49	28.19	13.16	28.82	6.14	2.52	6.27	54.66	78.59	81.98	506.68		
2030	Sc8.5	Sans usages		78.78	79.07	48.49	28.19	13.16	28.82	6.14	2.52	6.27	54.66	78.59	81.98	506.68		
2050	Sc4.5	Avec usages		87.81	73.04	48.54	29.94	23.64	12.02	2.17	2.48	6.93	47.47	88.03	115.77	537.84		
2050	Sc4.5	Sans usages		87.81	73.04	48.54	29.94	23.64	12.02	2.17	2.48	6.93	47.47	88.03	115.77	537.84		
2050	Sc8.5	Avec usages		87.97	71.84	51.61	28.73	16.70	4.16	4.15	0.00	4.08	44.74	88.05	115.38	517.42		
2050	Sc8.5	Sans usages		87.97	71.84	51.61	28.73	16.70	4.16	4.15	0.00	4.08	44.74	88.05	115.38	517.42		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-0.58	23.63	19.42	12.50	-7.17	5.95	-7.63	1.44	4.43	7.39	-14.13	5.49	50.75		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-0.58	23.63	19.42	12.50	-7.17	5.95	-7.63	1.44	4.43	7.39	-14.13	5.49	50.75		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-3.97	3.98	-9.03	-2.66	6.41	14.19	2.12	-0.40	-3.78	7.99	16.21	4.72	35.77		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-3.97	3.98	-9.03	-2.66	6.41	14.19	2.12	-0.40	-3.78	7.99	16.21	4.72	35.77		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5.06	5.00	7.10	12.01	3.69	7.58	-8.08	2.11	-7.95	17.68	3.74	19.56	67.50		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5.06	5.00	7.10	12.01	3.69	7.58	-8.08	2.11	-7.95	17.68	3.74	19.56	67.50		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	5.22	-3.25	-5.92	-2.12	9.94	-10.47	0.13	-2.92	-5.96	-1.93	25.67	38.11	46.51		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	5.22	-3.25	-5.92	-2.12	9.94	-10.47	0.13	-2.92	-5.96	-1.93	25.67	38.11	46.51		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-1%	35%	47%	70%	-36%	134%	-74%	385%	30%	25%	-17%	6%	11%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-1%	35%	47%	70%	-36%	134%	-74%	385%	30%	25%	-17%	6%	11%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-5%	5%	-16%	-9%	95%	97%	53%	-14%	-38%	17%	26%	6%	8%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-5%	5%	-16%	-9%	95%	97%	53%	-14%	-38%	17%	26%	6%	8%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	6%	7%	17%	67%	19%	171%	-79%	563%	-53%	59%	4%	20%	14%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	6%	7%	17%	67%	19%	171%	-79%	563%	-53%	59%	4%	20%	14%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	6%	-4%	-10%	-7%	147%	-72%	3%	-100%	-59%	-4%	41%	49%	10%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	6%	-4%	-10%	-7%	147%	-72%	3%	-100%	-59%	-4%	41%	49%	10%		

2.6.1.9 ZONE HOMOGÈNE 26 : Moselle amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens annuels (de 4 à 12%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus contrastée : augmentation de ce débit, de façon significative pour le scénario 8.5, à l'horizon 2030, puis évolutions diversifiées en fonction de l'hypothèse considérée. Les débits désinfluencés en particulier pourraient connaître une baisse significative.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 6% à 13%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Février-Avril pour le scénario 4.5 ; Novembre-Février pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Juillet, puis à l'automne pour le scénario 4.5, Mars-Mai et certains mois de la période Août-Octobre pour le scénario 8.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale et à une augmentation sensible du stress hydrique jusqu'en début-milieu d'automne.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient, en fonction du scénario considéré, leurs débits moyens printaniers et/ou estivaux et/ou automnaux baisser à l'horizon 2050, particulièrement durant les mois de juillet, septembre, et/ou octobre voire novembre.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début - milieu d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences assez sensibles entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, particulièrement sur la variable QMNA5, ce qui traduit un certain niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible en période estivale.

Tableau 12 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH26 : Moselle amont

Zone homogène 26 - Bilan des simulations hydrologiques																
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																
Identification du de l'horizon et du scénario		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA5
Référence Sc4.5 Avec usages	Débits actuels (m³/s)	118.99	103.81	84.22	55.53	55.15	40.81	29.85	16.80	26.52	40.25	89.16	115.07	64.68	550.09	10.170
Référence Sc4.5 Sans usages		119.93	104.70	85.17	56.67	56.36	42.12	31.35	18.35	28.00	41.63	90.38	116.03	65.89	560.40	11.729
Référence Sc8.5 Avec usages		114.99	105.00	93.36	71.44	41.95	40.33	28.25	17.66	20.66	42.09	67.33	89.47	61.04	519.17	8.927
Référence Sc8.5 Sans usages		115.93	105.89	94.32	72.59	43.17	41.64	29.76	19.22	22.14	43.47	68.54	90.43	62.26	529.48	10.466
2030 Sc4.5 Avec usages	Débits futurs (m³/s)	120.02	128.39	106.31	74.83	47.42	39.06	25.14	18.29	26.13	37.80	73.03	113.22	67.47	573.82	10.554
2030 Sc4.5 Sans usages		120.19	128.55	106.57	75.62	48.48	40.30	27.07	20.28	27.55	38.69	73.51	113.45	68.36	581.36	11.847
2030 Sc8.5 Avec usages		115.13	115.42	88.51	69.55	49.12	56.42	30.54	22.31	20.74	54.30	79.39	99.76	66.76	567.82	11.699
2030 Sc8.5 Sans usages		116.19	116.67	89.73	71.59	51.76	59.45	34.68	26.27	23.25	55.68	80.28	100.74	68.86	585.61	13.973
2050 Sc4.5 Avec usages		129.43	121.01	97.06	70.36	53.59	45.43	25.13	17.69	18.90	44.71	92.16	124.25	69.98	595.14	9.549
2050 Sc4.5 Sans usages		129.64	121.21	97.35	71.16	54.67	46.68	27.08	19.70	20.34	45.60	92.66	124.51	70.88	602.86	10.921
2050 Sc8.5 Avec usages		127.35	115.92	100.36	70.38	51.50	49.89	32.60	20.44	22.71	38.70	83.08	109.15	68.51	582.64	10.223
2050 Sc8.5 Sans usages		127.14	115.72	100.05	69.53	50.37	48.57	30.56	18.35	21.22	37.78	82.58	108.89	67.56	574.61	8.990
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																
Identification du de l'horizon et du scénario	Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA5
2030 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.02	24.58	22.09	19.31	-7.73	-1.76	-4.71	1.49	-0.39	-2.45	-16.13	-1.84	2.79	23.73	0.38
2030 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0.26	23.85	21.40	18.95	-7.88	-1.82	-4.28	1.92	-0.45	-2.94	-16.87	-2.58	2.46	20.95	0.12
2030 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.14	10.43	-4.85	-1.89	7.16	16.09	2.29	4.65	0.08	12.21	12.06	10.29	5.72	48.65	2.77
2030 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0.25	10.78	-4.59	-1.00	8.59	17.81	4.92	7.06	1.11	12.21	11.74	10.31	6.60	56.13	3.51
2050 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	10.44	17.20	12.84	14.83	-1.56	4.61	-4.72	0.90	-7.61	4.46	3.00	9.19	5.30	45.06	-0.62
2050 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	9.71	16.51	12.18	14.49	-1.69	4.56	-4.27	1.35	-7.66	3.97	2.28	8.48	4.99	42.45	-0.81
2050 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	12.36	10.93	6.99	-1.06	9.55	9.56	4.35	2.79	2.05	-3.39	15.75	19.68	7.46	63.47	1.30
2050 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	11.21	9.83	5.74	-3.05	7.20	6.93	0.81	-0.87	-0.92	-5.69	14.03	18.46	5.31	45.13	-1.88
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																
Identification du de l'horizon et du scénario	Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA5
2030 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1%	24%	26%	35%	-14%	-4%	-16%	9%	-1%	-6%	-18%	-2%	4%	4%	4%
2030 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0%	23%	25%	33%	-14%	-4%	-14%	10%	-2%	-7%	-19%	-2%	4%	4%	1%
2030 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0%	10%	-5%	-3%	17%	40%	8%	26%	0%	29%	18%	12%	9%	9%	31%
2030 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	0%	10%	-5%	-1%	20%	43%	17%	37%	5%	28%	17%	11%	11%	11%	34%
2050 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	9%	17%	15%	27%	-3%	11%	-16%	5%	-29%	11%	3%	8%	8%	8%	-6%
2050 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	8%	16%	14%	26%	-3%	11%	-14%	7%	-27%	10%	3%	7%	8%	8%	-7%
2050 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	11%	10%	7%	-1%	23%	24%	15%	16%	10%	-8%	23%	22%	12%	12%	15%
2050 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	10%	9%	6%	-4%	17%	17%	3%	-5%	-4%	-13%	20%	20%	9%	9%	-18%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																
Identification du de l'horizon et du scénario		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence Sc4.5 Avec usages	Recharges futures (mm)	86.56	66.70	45.05	14.96	20.20	10.67	6.57	0.79	14.92	34.32	91.72	107.96	500.43		
Référence Sc4.5 Sans usages		86.56	66.70	45.05	14.96	20.20	10.67	6.57	0.79	14.92	34.32	91.72	107.96	500.43		
Référence Sc8.5 Avec usages		90.17	74.69	57.88	33.34	6.83	12.66	6.40	2.12	9.05	40.36	61.69	81.72	476.89		
Référence Sc8.5 Sans usages		90.17	74.69	57.88	33.34	6.83	12.66	6.40	2.12	9.05	40.36	61.69	81.72	476.89		
2030 Sc4.5 Avec usages		87.41	98.00	63.31	27.07	8.80	8.00	3.50	1.30	14.84	31.78	74.16	110.92	529.09		
2030 Sc4.5 Sans usages		87.41	98.00	63.31	27.07	8.80	8.00	3.50	1.30	14.84	31.78	74.16	110.92	529.09		
2030 Sc8.5 Avec usages		82.51	83.48	45.86	26.94	13.15	28.23	4.69	2.43	5.78	56.88	73.93	87.22	511.11		
2030 Sc8.5 Sans usages		82.51	83.48	45.86	26.94	13.15	28.23	4.69	2.43	5.78	56.88	73.93	87.22	511.11		
2050 Sc4.5 Avec usages		97.02	85.16	52.41	26.13	16.34	12.66	3.13	1.17	5.19	45.31	95.94	118.78	559.23		
2050 Sc4.5 Sans usages		97.02	85.16	52.41	26.13	16.34	12.66	3.13	1.17	5.19	45.31	95.94	118.78	559.23		
2050 Sc8.5 Avec usages		98.57	80.58	58.80	24.48	13.11	17.37	10.25	1.47	11.92	34.44	87.21	98.85	537.06		
2050 Sc8.5 Sans usages		98.57	80.58	58.80	24.48	13.11	17.37	10.25	1.47	11.92	34.44	87.21	98.85	537.06		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																
Identification du de l'horizon et du scénario	Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	0.85	31.30	18.26	12.11	-11.40	-2.67	-3.07	0.51	-0.09	-2.53	-17.56	2.96	28.67		
2030 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0.85	31.30	18.26	12.11	-11.40	-2.67	-3.07	0.51	-0.09	-2.53	-17.56	2.96	28.67		
2030 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-7.65	8.79	-12.02	-6.39	6.32	15.58	-1.71	0.31	-3.26	16.53	12.24	5.50	34.22		
2030 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-7.65	8.79	-12.02	-6.39	6.32	15.58	-1.71	0.31	-3.26	16.53	12.24	5.50	34.22		
2050 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	10.46	18.46	7.36	11.17	-3.86	1.99	-3.44	0.38	-9.73	10.99	4.22	10.82	58.80		
2050 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	10.46	18.46	7.36	11.17	-3.86	1.99	-3.44	0.38	-9.73	10.99	4.22	10.82	58.80		
2050 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	8.40	5.89	0.92	-8.86	6.28	4.71	3.85	-0.65	2.88	-5.91	25.52	17.14	60.17		
2050 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	8.40	5.89	0.92	-8.86	6.28	4.71	3.85	-0.65	2.88	-5.91	25.52	17.14	60.17		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																
Identification du de l'horizon et du scénario	Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1%	47%	41%	81%	-56%	-25%	-47%	64%	-1%	-7%	-19%	3%	6%		
2030 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1%	47%	41%	81%	-56%	-25%	-47%	64%	-1%	-7%	-19%	3%	6%		
2030 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-8%	12%	-21%	-19%	93%	123%	-27%	14%	-36%	41%	20%	7%	7%		
2030 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-8%	12%	-21%	-19%	93%	123%	-27%	14%	-36%	41%	20%	7%	7%		
2050 Sc4.5 Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	28%	16%	75%	-19%	19%	-52%	48%	-65%	32%	5%	10%	12%		
2050 Sc4.5 Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	28%	16%	75%	-19%	19%	-52%	48%	-65%	32%	5%	10%	12%		
2050 Sc8.5 Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	9%	8%	2%	-27%	92%	37%	60%	-31%	32%	-15%	41%	21%	13%		
2050 Sc8.5 Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	9%	8%	2%	-27%	92%	37%	60%	-31%	32%	-15%	41%	21%	13%		

2.6.1.10 ZONE HOMOGÈNE 27 : Moselle aval

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens annuels (de 6 à 18%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus contrastée : diminution significative de ce débit à l'horizon 2030 pour le scénario 4.5 (influencé) et augmentation dans tous les autres cas.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 3% à 18%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Décembre-Avril pour le scénario 4.5 ; Octobre-Décembre pour le scénario 8.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Mai-Août, puis Novembre pour le scénario 4.5, Mars-Septembre pour le scénario 8.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale et à une augmentation sensible du stress hydrique jusqu'en début-milieu d'automne.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient, en fonction du scénario considéré, leurs débits moyens printaniers et/ou estivaux et/ou automnaux baisser à l'horizon 2050, particulièrement durant les mois de juillet, septembre et/ou octobre voire novembre.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début-milieu d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque une influence très significative des prélèvements nets (élevés sur ce secteur) sur l'hydrologie naturelle, avec des différences sensibles entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, particulièrement à l'étiage. Ceci traduit une forte influence des prélèvements sur la ressource disponible en période estivale.

Tableau 13 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH27 : Moselle aval

Zone homogène 27 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5	Avec usages		37.32	37.45	28.96	18.87	16.48	11.20	7.49	4.67	6.07	8.60	19.76	31.96	19.07	279.44	1.063
Référence	Sc4.5	Sans usages		39.88	39.91	31.59	21.76	19.45	14.23	10.77	8.00	9.32	11.79	22.74	34.60	22.00	322.45	5.190
Référence	Sc8.5	Avec usages		32.50	34.41	30.96	22.60	13.11	11.34	8.06	5.47	5.23	8.79	17.01	24.72	17.85	261.61	0.451
Référence	Sc8.5	Sans usages		35.06	36.88	33.58	25.49	16.08	14.38	11.35	8.80	8.46	11.98	19.99	27.35	20.78	304.56	4.586
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	39.44	43.37	37.92	24.81	15.66	10.67	7.12	5.09	6.27	9.37	17.30	31.97	20.75	304.05	0.606
2030	Sc4.5	Sans usages		41.95	45.78	40.48	27.63	18.55	13.58	10.29	8.33	9.48	12.51	20.21	34.55	23.61	346.00	5.260
2030	Sc8.5	Avec usages		34.70	39.20	31.23	21.45	14.18	15.87	7.99	4.90	4.49	9.69	18.12	27.40	19.10	279.94	1.412
2030	Sc8.5	Sans usages		37.20	41.61	33.79	24.27	17.06	18.78	11.17	8.17	7.71	12.82	21.02	29.98	21.97	321.89	5.054
2050	Sc4.5	Avec usages		43.90	44.46	36.22	26.91	15.29	12.43	8.24	5.49	4.95	11.54	24.05	36.54	22.50	329.74	2.555
2050	Sc4.5	Sans usages		46.40	46.87	38.78	29.73	18.17	15.34	11.41	8.74	8.15	14.68	26.96	39.13	25.36	371.70	5.920
2050	Sc8.5	Avec usages		38.13	41.31	34.91	23.17	13.49	12.74	10.26	6.22	5.25	8.01	17.91	31.25	20.22	296.33	0.847
2050	Sc8.5	Sans usages		40.63	43.71	37.47	25.99	16.36	15.65	13.44	9.49	8.46	11.14	20.82	33.83	23.08	338.27	5.012
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.12	5.92	8.95	5.94	-0.82	-0.53	-0.37	0.42	0.20	0.77	-2.47	0.01	1.68	24.61	-0.46
2030	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.07	5.86	8.89	5.88	-0.90	-0.65	-0.48	0.33	0.16	0.72	-2.54	-0.04	1.61	23.56	0.07
2030	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	2.21	4.79	0.28	-1.15	1.07	4.52	-0.07	-0.57	-0.74	0.90	1.10	2.68	1.25	18.34	0.96
2030	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	2.15	4.73	0.21	-1.22	0.98	4.40	-0.18	-0.63	-0.75	0.84	1.03	2.63	1.18	17.33	0.47
2050	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	6.58	7.02	7.25	8.04	-1.19	1.24	0.75	0.82	-1.12	2.94	4.28	4.58	3.43	50.30	1.59
2050	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	6.52	6.96	7.19	7.97	-1.28	1.11	0.64	0.73	-1.16	2.89	4.22	4.53	3.36	49.25	0.73
2050	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	5.64	6.89	3.95	0.57	0.37	1.40	2.20	0.75	0.02	-0.78	0.90	6.53	2.37	34.73	0.40
2050	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	5.58	6.83	3.89	0.50	0.28	1.28	2.09	0.69	0.00	-0.84	0.83	6.47	2.30	33.71	0.43
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	6%	16%	31%	31%	-5%	-5%	-5%	9%	3%	9%	-12%	0%	9%	9%	-43%
2030	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	5%	15%	28%	27%	-5%	-5%	-4%	4%	2%	6%	-11%	0%	7%	7%	1%
2030	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	7%	14%	1%	-5%	8%	40%	-1%	-10%	-14%	10%	6%	11%	7%	7%	213%
2030	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	6%	13%	1%	-5%	6%	31%	-2%	-7%	-9%	7%	5%	10%	6%	6%	10%
2050	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	18%	19%	25%	43%	-7%	11%	10%	18%	-18%	34%	22%	14%	18%	18%	150%
2050	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	16%	17%	23%	37%	-7%	8%	6%	9%	-12%	25%	19%	13%	15%	15%	14%
2050	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	17%	20%	13%	3%	3%	12%	27%	14%	0%	-9%	5%	26%	13%	13%	88%
2050	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	16%	19%	12%	2%	2%	9%	18%	8%	0%	-7%	4%	24%	11%	11%	9%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges actuelles (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence	Sc4.5	Avec usages		67.08	44.48	21.03	5.09	5.20	3.54	0.40	0.06	4.97	9.67	44.74	73.47	279.72		
Référence	Sc4.5	Sans usages		67.08	44.48	21.03	5.09	5.20	3.54	0.40	0.06	4.97	9.67	44.74	73.47	279.72		
Référence	Sc8.5	Avec usages		63.87	50.49	38.58	10.54	0.72	3.76	4.16	0.31	2.64	10.60	27.10	47.05	259.81		
Référence	Sc8.5	Sans usages		63.87	50.49	38.58	10.54	0.72	3.76	4.16	0.31	2.64	10.60	27.10	47.05	259.81		
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	69.34	71.13	26.85	4.89	1.32	0.90	0.00	0.00	5.33	9.38	29.13	81.78	300.05		
2030	Sc4.5	Sans usages		69.34	71.13	26.85	4.89	1.32	0.90	0.00	0.00	5.33	9.38	29.13	81.78	300.05		
2030	Sc8.5	Avec usages		56.96	55.24	20.51	7.90	7.19	12.24	0.36	0.00	0.46	16.42	33.09	57.78	268.15		
2030	Sc8.5	Sans usages		56.96	55.24	20.51	7.90	7.19	12.24	0.36	0.00	0.46	16.42	33.09	57.78	268.15		
2050	Sc4.5	Avec usages		77.77	60.88	20.83	8.24	1.01	1.30	0.00	0.00	0.29	16.51	48.18	87.04	322.05		
2050	Sc4.5	Sans usages		77.77	60.88	20.83	8.24	1.01	1.30	0.00	0.00	0.29	16.51	48.18	87.04	322.05		
2050	Sc8.5	Avec usages		77.14	53.58	33.36	11.23	0.57	6.31	5.97	0.66	1.00	10.84	37.48	67.79	305.93		
2050	Sc8.5	Sans usages		77.14	53.58	33.36	11.23	0.57	6.31	5.97	0.66	1.00	10.84	37.48	67.79	305.93		
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.25	26.65	5.83	-0.21	-3.88	-2.64	-0.40	-0.06	0.36	-0.29	-15.61	8.31	20.32		
2030	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.25	26.65	5.83	-0.21	-3.88	-2.64	-0.40	-0.06	0.36	-0.29	-15.61	8.31	20.32		
2030	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	-6.91	4.75	-18.07	-2.64	6.47	8.49	-3.79	-0.31	-2.18	5.82	5.99	10.72	8.34		
2030	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	-6.91	4.75	-18.07	-2.64	6.47	8.49	-3.79	-0.31	-2.18	5.82	5.99	10.72	8.34		
2050	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	10.69	16.40	-0.20	3.15	-4.19	-2.24	-0.40	-0.06	-4.68	6.84	3.44	13.57	42.33		
2050	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	10.69	16.40	-0.20	3.15	-4.19	-2.24	-0.40	-0.06	-4.68	6.84	3.44	13.57	42.33		
2050	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	13.28	3.09	-5.22	0.69	-0.16	2.55	1.81	0.35	-1.64	0.24	10.38	20.74	46.11		
2050	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	13.28	3.09	-5.22	0.69	-0.16	2.55	1.81	0.35	-1.64	0.24	10.38	20.74	46.11		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	3%	60%	28%	-4%	-75%	-75%	-100%	7%	-3%	-35%	11%	7%	7%		
2030	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	3%	60%	28%	-4%	-75%	-75%	-100%	-100%	7%	-3%	-35%	11%	7%		
2030	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	-11%	9%	-47%	-25%	895%	226%	-91%	-100%	-82%	55%	22%	23%	3%		
2030	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	-11%	9%	-47%	-25%	895%	226%	-91%	-100%	-82%	55%	22%	23%	3%		
2050	Sc4.5	Avec usages	référence - Sc4.5 - Avec Usages	16%	37%	-1%	62%	-81%	-63%	-100%	-100%	-94%	71%	8%	18%	15%		
2050	Sc4.5	Sans usages	référence - Sc4.5 - Sans Usages	16%	37%	-1%	62%	-81%	-63%	-100%	-100%	-94%	71%	8%	18%	15%		
2050	Sc8.5	Avec usages	référence - Sc8.5 - Avec Usages	21%	6%	-14%	7%	-22%	68%	44%	112%	-62%	2%	38%	44%	18%		
2050	Sc8.5	Sans usages	référence - Sc8.5 - Sans Usages	21%	6%	-14%	7%	-22%	68%	44%	112%	-62%	2%	38%	44%	18%		

2.6.1.11 ZONE HOMOGÈNE 11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note globalement une stabilité des débits moyens annuels, sauf pour le scénario 8.5 en 2050 pour lequel on note une augmentation sensible de l'ordre de 12%.
- L'évolution constatée dans le futur pour le QMNA5 correspond soit à une stabilité ou une augmentation (scénario 8.5), soit à une légère baisse (scénario 4.5, baisse pouvant atteindre 15% en 2050).
- En relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes seraient plutôt en situation d'augmentation légère à sensible (variations attendues de quelques % à 16%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Novembre-Février pour le scénario 8.5, Février- Mars-Avril pour le scénario 4.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence.
- Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent sur la recharge au printemps (Mars-Avril pour le scénario 8.5, Mai pour le scénario 4.5) et concernent globalement toute la période estivale jusqu'au mois de septembre. Durant la période Juillet-Septembre, on peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens printaniers et estivaux, mais aussi de début d'automne plutôt orientés à la baisse pour le scénario 4.5 (criticité de la période Mai-Septembre, voire Novembre), et baisser sur les mois de Septembre-Octobre pour le scénario 8.5.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences marginales entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, ce qui traduit le faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Tableau 14 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette

Zone homogène 11 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
Référence	Sc4.5	Avec usages		43.96	43.59	27.70	17.92	19.97	10.84	7.18	4.51	7.38	10.27	23.43	36.26	21.09	454.52	2.169
Référence	Sc4.5	Sans usages		43.25	43.13	27.37	17.73	19.82	10.75	7.27	4.63	7.42	9.96	22.92	35.56	20.82	448.75	2.122
Référence	Sc8.5	Avec usages		44.83	41.93	28.33	23.47	21.82	13.00	7.04	4.29	7.04	13.70	19.34	32.93	21.48	462.95	2.042
Référence	Sc8.5	Sans usages		44.13	41.47	28.00	23.28	21.67	12.90	7.12	4.42	7.08	13.39	18.83	32.22	21.21	457.18	2.034
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	42.67	47.97	36.53	24.12	14.48	9.95	5.64	3.82	6.46	10.21	17.82	34.23	21.16	456.08	1.951
2030	Sc4.5	Sans usages		42.33	47.58	36.20	23.91	14.30	9.83	5.70	3.92	6.54	10.25	17.73	33.96	21.02	453.08	2.093
2030	Sc8.5	Avec usages		37.54	45.66	29.13	22.70	23.43	17.78	9.10	5.27	5.42	14.89	21.24	33.88	22.17	477.85	2.154
2030	Sc8.5	Sans usages		37.22	45.29	28.82	22.51	23.28	17.68	9.17	5.39	5.53	14.96	21.17	33.63	22.05	475.38	2.096
2050	Sc4.5	Avec usages		44.85	42.95	30.26	21.07	16.24	9.28	5.43	3.31	4.73	10.50	22.11	40.85	20.96	451.90	1.821
2050	Sc4.5	Sans usages		44.47	42.51	29.88	20.82	16.03	9.13	5.46	3.38	4.78	10.51	21.98	40.54	20.79	448.17	1.814
2050	Sc8.5	Avec usages		47.65	49.35	30.18	23.70	23.74	16.14	9.69	5.10	7.38	11.01	22.65	43.19	24.15	520.55	2.014
2050	Sc8.5	Sans usages		47.29	48.93	29.83	23.48	23.56	16.02	9.75	5.21	7.46	11.05	22.55	42.90	24.00	517.37	2.050
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	-1.29	4.38	8.83	6.20	-5.49	-0.90	-1.54	-0.69	-0.92	-0.07	-5.60	-2.04	0.07	1.56	-0.22
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	-0.92	4.45	8.84	6.17	-5.52	-0.92	-1.57	-0.71	-0.88	0.28	-5.19	-1.60	0.20	4.33	-0.07
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	-7.29	3.73	0.79	-0.77	1.61	4.78	2.06	0.98	-1.62	1.19	1.90	0.95	0.69	14.91	0.11
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	-6.90	3.82	0.82	-0.78	1.61	4.78	2.05	0.98	-1.56	1.57	2.34	1.41	0.84	18.20	0.06
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	0.89	-0.65	2.55	3.14	-3.73	-1.56	-1.75	-1.20	-2.65	0.22	-1.31	4.59	-0.12	-2.61	-0.35
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	1.22	-0.63	2.52	3.09	-3.79	-1.62	-1.81	-1.25	-2.64	0.55	-0.94	4.99	-0.03	-0.58	-0.31
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	2.81	7.41	1.85	0.23	1.93	3.15	2.66	0.81	0.34	-2.69	3.31	10.26	2.67	57.60	-0.03
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	3.16	7.46	1.84	0.20	1.89	3.11	2.63	0.80	0.37	-2.34	3.72	10.68	2.79	60.19	0.00
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNAS
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	-3%	10%	32%	35%	-28%	-8%	-21%	-15%	-12%	-1%	-24%	-6%	0%	0%	-10%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	-2%	10%	32%	35%	-28%	-9%	-22%	-15%	-12%	3%	-23%	-4%	1%	1%	-3%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	-16%	9%	3%	-3%	7%	37%	29%	23%	-23%	9%	10%	3%	3%	3%	5%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	-16%	9%	3%	-3%	7%	37%	29%	22%	-22%	12%	12%	4%	4%	4%	3%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	2%	-1%	9%	18%	-19%	-14%	-24%	-27%	-36%	2%	-6%	13%	-1%	-1%	-16%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	3%	-1%	9%	17%	-19%	-15%	-25%	-27%	-36%	5%	-4%	14%	0%	0%	-15%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	6%	18%	7%	1%	9%	24%	38%	19%	5%	-20%	17%	31%	12%	12%	-1%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	7%	18%	7%	1%	9%	24%	37%	18%	5%	-17%	20%	33%	13%	13%	0%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges actuelle (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
Référence	Sc4.5	Avec usages		27.70	25.69	9.81	3.30	6.43	0.92	0.75	0.64	4.12	6.05	18.61	28.20	132.20	132.20	
Référence	Sc4.5	Sans usages		27.70	25.69	9.81	3.30	6.43	0.92	0.75	0.64	4.12	6.05	18.61	28.20	132.20	132.20	
Référence	Sc8.5	Avec usages		29.32	23.83	10.30	8.10	7.62	2.55	0.64	0.11	3.81	9.22	12.35	25.41	139.26	139.26	
Référence	Sc8.5	Sans usages		29.32	23.83	10.30	8.10	7.62	2.55	0.64	0.11	3.81	9.22	12.35	25.41	139.26	139.26	
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	27.17	31.09	16.05	5.82	1.35	0.98	0.44	0.31	3.68	6.59	13.62	28.45	135.56	135.56	
2030	Sc4.5	Sans usages		27.17	31.09	16.05	5.82	1.35	0.98	0.44	0.31	3.68	6.59	13.62	28.45	135.56	135.56	
2030	Sc8.5	Avec usages		21.32	29.17	10.18	6.65	8.76	5.26	1.83	0.44	1.63	12.15	14.50	25.72	137.60	137.60	
2030	Sc8.5	Sans usages		21.32	29.17	10.18	6.65	8.76	5.26	1.83	0.44	1.63	12.15	14.50	25.72	137.60	137.60	
2050	Sc4.5	Avec usages		28.51	25.05	11.34	4.73	3.92	1.26	0.44	0.00	1.68	7.80	18.14	34.59	137.47	137.47	
2050	Sc4.5	Sans usages		28.51	25.05	11.34	4.73	3.92	1.26	0.44	0.00	1.68	7.80	18.14	34.59	137.47	137.47	
2050	Sc8.5	Avec usages		30.00	29.70	9.76	6.56	8.29	3.92	2.00	0.21	3.68	6.97	18.03	35.11	154.23	154.23	
2050	Sc8.5	Sans usages		30.00	29.70	9.76	6.56	8.29	3.92	2.00	0.21	3.68	6.97	18.03	35.11	154.23	154.23	
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	-0.53	5.41	6.25	2.52	-5.08	0.05	-0.31	-0.33	-0.44	0.55	-4.99	0.26	3.36		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	-0.53	5.41	6.25	2.52	-5.08	0.05	-0.31	-0.33	-0.44	0.55	-4.99	0.26	3.36		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	-8.00	5.34	-0.11	-1.46	1.13	2.71	1.19	0.32	-2.18	2.93	2.16	0.31	4.34		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	-8.00	5.34	-0.11	-1.46	1.13	2.71	1.19	0.32	-2.18	2.93	2.16	0.31	4.34		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	0.81	-0.64	1.53	1.44	-2.50	0.33	-0.31	-0.64	-2.43	1.75	-0.47	6.39	5.27		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	0.81	-0.64	1.53	1.44	-2.50	0.33	-0.31	-0.64	-2.43	1.75	-0.47	6.39	5.27		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	0.68	5.87	-0.53	-1.54	0.66	1.37	1.36	0.10	-0.13	-2.25	5.68	9.70	20.97		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	0.68	5.87	-0.53	-1.54	0.66	1.37	1.36	0.10	-0.13	-2.25	5.68	9.70	20.97		
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	-2%	21%	64%	77%	-79%	5%	-41%	-52%	-11%	9%	-27%	1%	3%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	-2%	21%	64%	77%	-79%	5%	-41%	-52%	-11%	9%	-27%	1%	3%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	-27%	22%	-1%	-18%	15%	106%	185%	293%	-57%	32%	17%	1%	3%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	-27%	22%	-1%	-18%	15%	106%	185%	293%	-57%	32%	17%	1%	3%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence Sc4.5 - Avec Usages	3%	-2%	16%	44%	-39%	36%	-41%	-100%	-59%	29%	-3%	23%	4%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence Sc4.5 - Sans Usages	3%	-2%	16%	44%	-39%	36%	-41%	-100%	-59%	29%	-3%	23%	4%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence Sc8.5 - Avec Usages	2%	25%	-5%	-19%	9%	54%	211%	91%	-4%	-24%	46%	38%	16%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence Sc8.5 - Sans Usages	2%	25%	-5%	-19%	9%	54%	211%	91%	-4%	-24%	46%	38%	16%		

2.6.1.12 ZONE HOMOGÈNE 19 : III amont

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après) :

- On note une augmentation des débits moyens (de 4 à 11%) quel que soit le scénario et l'échéance, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année.
- L'évolution du QMNA5 est plus contrastée : augmentation significative de ce débit à l'horizon 2030 (hausse de plus de 40%) avec un retour au niveau de la situation de référence à l'horizon 2050 selon le scénario 4.5, tandis que le scénario 8.5, le plus pessimiste, indique des tensions significatives dès l'horizon 2030 (baisse de l'ordre de 20%), plus prononcées encore en 2050 (baisse pouvant atteindre 64%). Ceci traduit une tension sur la ressource superficielle en période estivale.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 6% à 12%).
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Novembre-Décembre et Février pour le scénario 8.5, Février-Mars-Avril pour le scénario 4.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Janvier, Mars-Avril et Septembre-Octobre pour le scénario 8.5, Mai-Août et Novembre pour le scénario 4.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale, et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Cette tendance se retrouve globalement dans les cours d'eau, qui voient leurs débits moyens estivaux et automnaux plutôt orientés à la baisse pour le scénario 4.5 à l'horizon 2050, et baisser sur les mois de Septembre-Octobre pour le scénario 8.5.
- Tout ceci permet donc de conclure quant à une augmentation sensible probable de la tension sur les eaux superficielles en été et début d'automne, en dépit de recharges annuelles de la nappe plutôt à la hausse.
- On relève également une modification des saisonnalités du cycle hydrologique (début/fins de recharge, hydraulicité des débits...) qui pourrait affecter certaines activités.
- Enfin, on remarque des différences marginales entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, bien que plus prononcées sur la variable QMNA5, ce qui traduit un faible niveau de pression des prélèvements sur la ressource disponible.

Tableau 15 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH19 : III amont

Zone homogène 19 - Bilan des simulations hydrologiques																				
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																				
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA		
Référence	Sc4.5	Avec usages		15.31	15.93	10.58	7.81	9.78	6.37	4.71	2.78	2.76	5.07	9.26	12.58	8.58	180.83	1.047		
Référence	Sc4.5	Sans usages		15.17	15.77	10.45	7.73	9.73	6.33	4.74	2.82	2.76	5.04	9.19	12.46	8.51	179.50	1.059		
Référence	Sc8.5	Avec usages		15.91	15.51	12.63	11.17	8.20	6.38	3.41	2.28	2.67	4.72	7.16	10.88	8.41	177.28	1.264		
Référence	Sc8.5	Sans usages		15.77	15.35	12.50	11.09	8.14	6.34	3.43	2.32	2.67	4.70	7.09	10.75	8.35	175.95	1.275		
2030			Débits futurs (m³/s)	17.17	17.63	14.72	10.43	8.34	8.23	4.92	3.58	3.31	5.24	7.40	13.01	9.50	200.23	1.507		
2030				16.93	17.37	14.49	10.31	8.25	8.16	5.02	3.69	3.29	5.14	7.23	12.78	9.39	197.92	1.494		
2030				14.35	16.59	12.39	10.16	9.63	8.61	4.71	2.92	2.84	5.60	8.74	12.13	9.06	190.92	1.030		
2030				14.11	16.34	12.17	10.05	9.55	8.56	4.83	3.06	2.84	5.51	8.57	11.90	8.96	188.79	1.110		
2050				15.21	16.30	11.83	8.98	9.03	6.36	3.27	2.48	3.22	6.62	8.74	15.27	8.94	188.49	1.057		
2050				14.96	16.04	11.60	8.86	8.93	6.29	3.36	2.60	3.20	6.52	8.56	15.03	8.83	186.13	1.067		
2050				15.66	16.36	13.65	12.03	9.55	7.09	5.80	2.95	2.57	3.66	7.86	12.44	9.13	192.56	1.454		
2050				15.42	16.09	13.43	11.91	9.46	7.03	5.92	3.12	2.57	3.56	7.68	12.20	9.03	190.43	0.938		
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																				
Identification du de l'horizon et du scénario				Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA	
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	1.86	1.70	4.14	2.62	-1.44	1.86	0.21	0.81	0.55	0.17	-1.86	0.42	0.92	19.40	0.46		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.76	1.60	4.05	2.58	-1.48	1.82	0.28	0.88	0.53	0.10	-1.96	0.32	0.87	18.42	0.43		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-1.56	1.08	-0.24	-1.01	1.43	2.24	1.31	0.64	0.17	0.88	1.58	1.24	0.65	13.64	-0.23		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-1.66	0.98	-0.33	-1.04	1.40	2.21	1.39	0.73	0.17	0.81	1.48	1.15	0.61	12.84	-0.17		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-0.10	0.38	1.25	1.16	-0.75	-0.01	-1.44	-0.29	0.46	1.55	-0.52	2.68	0.36	7.67	0.01		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-0.20	0.27	1.15	1.13	-0.80	-0.04	-1.38	-0.22	0.44	1.48	-0.63	2.58	0.31	6.64	0.01		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-0.25	0.85	1.02	0.86	1.35	0.71	2.39	0.67	-0.09	-1.07	0.70	1.55	0.72	15.28	-0.81		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-0.35	0.74	0.93	0.82	1.31	0.69	2.49	0.80	-0.10	-1.13	0.60	1.45	0.69	14.48	-0.34		
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																				
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA		
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	11%	39%	34%	-15%	29%	5%	29%	20%	3%	-20%	3%	11%	11%	44%		
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	10%	39%	33%	-15%	29%	6%	31%	19%	2%	-21%	3%	10%	10%	41%		
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-10%	7%	-2%	-9%	17%	35%	38%	28%	6%	19%	22%	11%	8%	8%	-19%		
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-11%	6%	-3%	-9%	17%	35%	41%	32%	6%	17%	21%	11%	7%	7%	-13%		
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-1%	2%	12%	15%	-8%	0%	-31%	-11%	17%	31%	-6%	21%	4%	4%	1%		
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-1%	2%	11%	15%	-8%	-1%	-29%	-8%	16%	29%	-7%	21%	4%	4%	1%		
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-2%	5%	8%	8%	16%	11%	70%	30%	-4%	-23%	10%	14%	9%	9%	-64%		
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-2%	5%	7%	7%	16%	11%	72%	34%	-4%	-24%	8%	13%	8%	8%	-26%		
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																				
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges actuelles (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année				
Référence	Sc4.5	Avec usages		12.18	13.41	5.73	3.56	6.82	2.06	1.77	0.38	0.09	1.60	5.83	9.72	63.14				
Référence	Sc4.5	Sans usages		12.18	13.41	5.73	3.56	6.82	2.06	1.77	0.38	0.09	1.60	5.83	9.72	63.14				
Référence	Sc8.5	Avec usages		13.29	12.98	8.91	7.33	3.61	2.35	0.31	0.02	0.44	1.51	3.13	7.14	61.02				
Référence	Sc8.5	Sans usages		13.29	12.98	8.91	7.33	3.61	2.35	0.31	0.02	0.44	1.51	3.13	7.14	61.02				
2030			Recharges futures (mm)	14.33	15.08	10.51	4.88	3.77	4.61	1.35	1.08	0.50	1.67	3.11	9.70	70.61				
2030				14.33	15.08	10.51	4.88	3.77	4.61	1.35	1.08	0.50	1.67	3.11	9.70	70.61				
2030				10.82	14.81	7.80	5.86	5.82	4.73	1.00	0.28	0.01	1.67	4.92	8.80	66.51				
2030				10.82	14.81	7.80	5.86	5.82	4.73	1.00	0.28	0.01	1.67	4.92	8.80	66.51				
2050				11.44	14.04	6.96	4.33	5.54	2.25	0.27	0.28	1.09	4.01	4.98	11.84	67.02				
2050				11.44	14.04	6.96	4.33	5.54	2.25	0.27	0.28	1.09	4.01	4.98	11.84	67.02				
2050				12.20	14.19	9.76	7.64	5.32	2.97	2.90	0.05	0.02	0.46	3.51	9.45	68.47				
2050				12.20	14.19	9.76	7.64	5.32	2.97	2.90	0.05	0.02	0.46	3.51	9.45	68.47				
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																				
Identification du de l'horizon et du scénario				Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année			
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.15	1.67	4.79	1.32	-3.05	2.56	-0.42	0.70	0.41	0.08	-2.71	-0.02	7.46				
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.15	1.67	4.79	1.32	-3.05	2.56	-0.42	0.70	0.41	0.08	-2.71	-0.02	7.46				
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-2.47	1.82	-1.11	-1.47	2.21	2.38	0.69	0.26	-0.44	0.16	1.79	1.67	5.49				
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-2.47	1.82	-1.11	-1.47	2.21	2.38	0.69	0.26	-0.44	0.16	1.79	1.67	5.49				
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-0.74	0.63	1.23	0.76	-1.28	0.19	-1.50	-0.10	1.00	2.42	-0.85	2.11	3.87				
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-0.74	0.63	1.23	0.76	-1.28	0.19	-1.50	-0.10	1.00	2.42	-0.85	2.11	3.87				
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-1.09	1.21	0.85	0.31	1.71	0.62	2.60	0.03	-0.42	-1.04	0.38	2.31	7.45				
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-1.09	1.21	0.85	0.31	1.71	0.62	2.60	0.03	-0.42	-1.04	0.38	2.31	7.45				
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																				
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année				
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	18%	12%	84%	37%	-45%	124%	-24%	185%	473%	5%	-47%	0%	12%				
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	18%	12%	84%	37%	-45%	124%	-24%	185%	473%	5%	-47%	0%	12%				
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-19%	14%	-12%	-20%	61%	101%	225%	1102%	-99%	11%	57%	23%	9%				
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-19%	14%	-12%	-20%	61%	101%	225%	1102%	-99%	11%	57%	23%	9%				
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	-6%	5%	21%	21%	-19%	9%	-85%	-27%	1147%	151%	-15%	22%	6%				
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	-6%	5%	21%	21%	-19%	9%	-85%	-27%	1147%	151%	-15%	22%	6%				
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-8%	9%	10%	4%	47%	27%	847%	121%	-95%	-69%	12%	32%	12%				
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-8%	9%	10%	4%	47%	27%	847%	121%	-95%	-69%	12%	32%	12%				

2.6.1.13 ZONE HOMOGENE 20 : Nappe du Rhin

Les principales tendances observées sont les suivantes (voir tableau ci-après – On rappelle que, du fait de la méthodologie de calage retenue pour cette Zone Homogène, seules les variations sont à considérer, les valeurs absolues des différentes grandeurs étant à considérer avec précaution) :

- On note une augmentation des débits moyens annuels pour l'ensemble des scénarios aux horizons 2030 et 2050, pouvant atteindre 44%, à mettre en relation avec l'augmentation de la pluviométrie sur l'année. Cette augmentation est moins prononcée (quelques %) dans le cas des simulations désinfluencées, hormis pour le scénario 8.5 à l'horizon 2050.
- On constate également une hausse du QMNA5 par rapport à la situation de référence, pouvant dépasser 50% en situation influencée.
- De la même manière, et toujours en relation avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle attendue en 2030 et 2050, les recharges annuelles moyennes augmenteraient sensiblement en 2030 et 2050 (de 5% à 22%) hormis pour le scénario 4.5 en 2030 où l'on constate une stabilisation de la recharge.
- Une analyse plus détaillée à l'échelle mensuelle fait cependant apparaître des variations saisonnières préoccupantes : les recharges augmentent significativement certains mois cruciaux (Novembre-Décembre et Février pour le scénario 8.5, Janvier-Avril pour le scénario 4.5) ce qui explique les augmentations annuelles mises en évidence. Cependant, du fait d'une augmentation des températures et de l'évaporation, on constate que des tensions apparaissent certains mois (Janvier, Mars-Avril et Septembre-Octobre pour le scénario 8.5, Mai-Août et Novembre pour le scénario 4.5). On peut donc s'attendre dans le futur à une plus grande sécheresse des sols qu'aujourd'hui durant la période estivale, et à une augmentation sensible du stress hydrique.
- Les débits moyens mensuels ont tendance à augmenter ou du moins à conserver leur niveau actuel, hormis quelques baisses ponctuelles à l'horizon 2030 (Mai, Novembre et Décembre pour le scénario 4.5, Janvier et Avril pour le scénario 8.5). Dans le cas du scénario 4.5 désinfluencé à l'horizon 2050, on constate une très légère diminution (quelques %) sur la période Mai-Août.
- On ne constate donc pas d'augmentation significative des pressions sur les ressources superficielles sur ce secteur, y compris à l'étiage.
- On relève toutefois de fortes différences entre l'hydrologie influencée et l'hydrologie désinfluencée, ce qui traduit un effet important des prélèvements nets (de l'ordre de 200 Mm3 sur ce secteur) sur les ressources superficielles.

Tableau 16 : Synthèse des résultats des simulations sur la ZH20 : Nappe du Rhin

Zone homogène 20 - Bilan des simulations hydrologiques																		
DEBITS SIMULES ACTUELS ET FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Débits actuels (m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA
Référence	Sc4.5	Avec usages		26.22	29.91	19.67	13.93	14.15	8.57	5.24	5.20	5.69	7.51	12.48	21.25	14.15	242.02	8.635
Référence	Sc4.5	Sans usages		30.55	34.02	24.42	19.79	20.57	15.82	13.57	13.22	13.19	14.47	18.53	25.98	20.34	347.04	11.466
Référence	Sc8.5	Avec usages		28.84	29.97	22.57	18.13	14.99	9.83	5.59	5.24	6.11	8.94	12.70	20.42	15.28	261.25	4.009
Référence	Sc8.5	Sans usages		33.17	34.07	27.32	23.99	21.41	17.08	13.92	13.26	13.61	15.90	18.75	25.15	21.47	367.17	11.495
2030	Sc4.5	Avec usages	Débits futurs (m³/s)	29.53	33.29	26.90	19.31	14.17	11.15	7.16	6.55	7.96	10.22	12.38	21.53	16.68	285.22	8.283
2030	Sc4.5	Sans usages		32.02	35.41	29.59	23.20	18.71	16.48	14.03	13.21	13.83	15.49	16.61	24.45	21.08	360.58	11.761
2030	Sc8.5	Avec usages		29.22	33.72	26.63	20.20	18.83	15.31	9.73	8.60	9.10	12.53	17.49	25.37	18.80	323.12	6.811
2030	Sc8.5	Sans usages		31.01	35.14	28.61	23.34	22.60	19.89	15.90	14.51	14.24	17.06	21.02	27.59	22.58	386.10	11.768
2050	Sc4.5	Avec usages		29.43	32.81	23.62	17.43	15.97	10.90	6.67	6.48	8.05	11.50	14.34	25.79	16.92	289.30	8.288
2050	Sc4.5	Sans usages		31.52	34.51	25.91	20.96	20.17	15.91	13.37	12.92	13.65	16.44	18.23	28.32	20.99	359.00	11.436
2050	Sc8.5	Avec usages		35.56	38.37	29.11	24.60	22.09	17.36	12.75	10.38	10.96	12.55	18.82	30.51	21.92	374.89	6.626
2050	Sc8.5	Sans usages		37.95	40.38	31.70	28.44	26.62	22.73	19.78	17.27	16.87	17.84	23.03	33.35	26.33	450.30	19.912
EVOLUTION ABSOLUE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario				Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3.30	3.38	7.23	5.37	0.02	2.58	1.92	1.35	2.26	2.71	-0.10	0.28	2.53	43.21	1.65
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	1.46	1.39	5.17	3.40	-1.86	0.66	0.46	-0.02	0.64	1.02	-1.92	-1.53	0.74	12.64	0.30
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	0.38	3.75	4.06	2.07	3.84	5.49	4.14	3.36	2.99	3.59	4.79	4.95	3.62	61.88	2.17
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-2.15	1.07	1.29	-0.65	1.19	2.81	1.99	1.25	0.62	1.16	2.26	2.44	1.11	18.93	0.27
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	3.21	2.90	3.95	3.49	1.82	2.34	1.43	1.28	2.36	3.99	1.87	4.54	2.77	47.29	1.65
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	0.97	0.49	1.49	1.16	-0.40	0.10	-0.20	-0.31	0.45	1.97	-0.30	2.33	0.65	11.06	-0.04
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	6.72	8.41	6.54	6.47	7.10	7.53	7.16	5.14	4.85	3.61	6.12	10.09	6.65	113.64	2.52
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	4.78	6.31	4.38	4.46	5.21	5.65	5.87	4.01	3.26	1.94	4.27	8.19	4.86	83.13	1.82
EVOLUTION RELATIVE DES DEBITS ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Identification de la référence de comparaison	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	QMNA
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	13%	11%	37%	39%	0%	30%	37%	26%	40%	36%	-1%	1%	18%	18%	45%
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5%	4%	21%	17%	-9%	4%	3%	0%	5%	7%	-10%	-6%	4%	4%	3%
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	1%	13%	18%	11%	26%	56%	74%	64%	49%	40%	38%	24%	24%	24%	54%
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-6%	3%	5%	-3%	6%	16%	14%	9%	5%	7%	12%	10%	5%	5%	2%
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	10%	20%	25%	13%	27%	27%	25%	41%	53%	15%	21%	20%	20%	45%
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	3%	1%	6%	6%	-2%	1%	-1%	-2%	3%	14%	-2%	9%	3%	3%	0%
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	23%	28%	29%	36%	47%	77%	128%	98%	79%	40%	48%	49%	44%	44%	63%
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	14%	19%	16%	19%	24%	33%	42%	30%	24%	12%	23%	33%	23%	23%	16%
RECHARGES SIMULEES ACTUELLES ET FUTURES																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Recharges futures (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	
Référence	Sc4.5	Avec usages		64.11	78.21	17.52	9.12	18.43	3.23	0.65	2.54	3.59	10.00	26.94	65.31	299.06	299.06	
Référence	Sc4.5	Sans usages		64.11	78.21	17.52	9.12	18.43	3.23	0.65	2.54	3.59	10.00	26.94	65.31	299.06	299.06	
Référence	Sc8.5	Avec usages		79.02	70.41	28.74	23.38	13.45	4.60	0.00	0.00	2.91	14.52	24.06	56.83	317.91	317.91	
Référence	Sc8.5	Sans usages		79.02	70.41	28.74	23.38	13.45	4.60	0.00	0.00	2.91	14.52	24.06	56.83	317.91	317.91	
2030	Sc4.5	Avec usages	Recharges futures (mm)	71.61	82.56	36.69	11.90	4.58	3.76	0.00	0.00	4.62	11.33	13.42	59.39	299.07	299.07	
2030	Sc4.5	Sans usages		71.61	82.56	36.69	11.90	4.58	3.76	0.00	0.00	4.62	11.33	13.42	59.39	299.07	299.07	
2030	Sc8.5	Avec usages		55.99	79.20	30.13	15.82	21.87	12.00	4.29	1.08	1.71	19.42	29.45	61.28	352.04	352.04	
2030	Sc8.5	Sans usages		55.99	79.20	30.13	15.82	21.87	12.00	4.29	1.08	1.71	19.42	29.45	61.28	352.04	352.04	
2050	Sc4.5	Avec usages		67.02	77.63	20.18	8.49	16.87	3.04	0.00	0.00	3.67	20.64	21.48	81.14	320.16	320.16	
2050	Sc4.5	Sans usages		67.02	77.63	20.18	8.49	16.87	3.04	0.00	0.00	3.67	20.64	21.48	81.14	320.16	320.16	
2050	Sc8.5	Avec usages		80.34	86.58	27.80	22.59	21.99	11.39	7.74	0.63	2.08	8.21	36.23	81.69	387.26	387.26	
2050	Sc8.5	Sans usages		80.34	86.58	27.80	22.59	21.99	11.39	7.74	0.63	2.08	8.21	36.23	81.69	387.26	387.26	
EVOLUTION ABSOLUE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario				Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	7.50	4.35	19.17	2.78	-13.85	0.53	-0.65	-2.54	1.03	1.33	-13.53	-5.92	0.21	0.21	
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	7.50	4.35	19.17	2.78	-13.85	0.53	-0.65	-2.54	1.03	1.33	-13.53	-5.92	0.21	0.21	
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-23.02	8.78	1.39	-7.56	8.42	7.40	4.29	1.08	-1.19	4.90	5.40	4.45	14.33	14.33	
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-23.02	8.78	1.39	-7.56	8.42	7.40	4.29	1.08	-1.19	4.90	5.40	4.45	14.33	14.33	
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	2.91	-0.58	2.66	-0.63	-1.56	-0.19	-0.65	-2.54	0.08	10.64	-5.46	15.83	20.50	20.50	
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	2.91	-0.58	2.66	-0.63	-1.56	-0.19	-0.65	-2.54	0.08	10.64	-5.46	15.83	20.50	20.50	
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	1.32	16.17	-0.94	-0.79	8.54	6.78	7.74	0.63	-0.83	-6.31	12.17	24.86	69.35	69.35	
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	1.32	16.17	-0.94	-0.79	8.54	6.78	7.74	0.63	-0.83	-6.31	12.17	24.86	69.35	69.35	
EVOLUTION RELATIVE DES RECHARGES ENTRE LA PERIODE ACTUELLE ET LES HORIZONS FUTURS																		
Identification du de l'horizon et du scénario			Référence considérée pour l'évolution	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)	
2030	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	12%	6%	109%	31%	-75%	16%	-100%	-100%	29%	13%	-50%	-9%	0%	0%	
2030	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	12%	6%	109%	31%	-75%	16%	-100%	-100%	29%	13%	-50%	-9%	0%	0%	
2030	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	-29%	12%	5%	-32%	63%	161%	NC	NC	-41%	34%	22%	8%	5%	5%	
2030	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	-29%	12%	5%	-32%	63%	161%	NC	NC	-41%	34%	22%	8%	5%	5%	
2050	Sc4.5	Avec usages	Référence - Sc4.5 - Avec Usages	5%	-1%	15%	-7%	-8%	-6%	-100%	-100%	2%	106%	-20%	24%	7%	7%	
2050	Sc4.5	Sans usages	Référence - Sc4.5 - Sans Usages	5%	-1%	15%	-7%	-8%	-6%	-100%	-100%	2%	106%	-20%	24%	7%	7%	
2050	Sc8.5	Avec usages	Référence - Sc8.5 - Avec Usages	2%	23%	-3%	-3%	64%	147%	NC	NC	-28%	-43%	51%	44%	22%	22%	
2050	Sc8.5	Sans usages	Référence - Sc8.5 - Sans Usages	2%	23%	-3%	-3%	64%	147%	NC	NC	-28%	-43%	51%	44%	22%	22%	

2.6.2 Commentaires généraux sur les tendances constatées

Le tableau en page suivante fournit une vision synthétique de l'évolution des débits et recharges calculés en 2050 pour les deux scénarios (en situation influencée : hydrologie tenant compte des usages).

On retrouve, dans le cadre des modélisations effectuées, la confirmation des grandes tendances déjà mises à jour lors des calculs effectués en Etape 1 :

- Une augmentation globale des débits et recharges à l'échelle annuelle, en lien direct avec l'augmentation de la pluviométrie annuelle,
- Une modification de la distribution des débits et recharges à l'échelle saisonnière, due à une modification de la distribution de la pluviométrie dans l'année, qui conduit globalement à :
 - ▷ Une recharge accrue lors de certains mois clefs (fin d'automne ou hiver ou tout début de printemps selon les horizons et scénarios). Ceci indique globalement que la reconstitution de la ressource souterraine ne devrait pas connaître de tensions particulières pour les horizons étudiés,
 - ▷ Une distribution différente des débits moyens mensuels dans les cours d'eau conduisant généralement à plus d'eau en fin d'automne ou hiver ou tout début de printemps selon les horizons et scénarios, et à moins d'eau à partir de la fin du printemps, en été et/ou en automne et potentiellement jusqu'au mois de novembre selon les horizons / scénarios. Ces modifications sont susceptibles de générer des tensions sur la ressource superficielle d'étéage, comme l'indique une diminution du QMNA5 constatée dans de nombreux cas,
 - ▷ Ces phénomènes s'accompagnent d'une augmentation de la sécheresse des sols, perceptible dans certains cas dès la fin du printemps et potentiellement jusqu'au mois de novembre (comme en atteste les diminutions des recharges constatées un certain nombre de mois sur la plage mai-novembre).
- Pour résumer de manière simplifiée, on peut s'attendre à :
 - ▷ Un niveau de recharge des nappes globalement conservé voire amélioré pour les horizons 2030 et 2050,
 - ▷ Une modification de la distribution de la ressource superficielle dans l'année, avec globalement « plus d'eau de la fin de l'automne au début du printemps dans les cours d'eau », et globalement « moins d'eau dans les cours d'eau sur plusieurs mois entre la fin du printemps et le mois de novembre ».
 - ▷ Une augmentation de la sécheresse des sols sur plusieurs mois consécutifs de la plage mai-novembre, et globalement une sécheresse des sols accentuée sur l'automne et la fin d'automne.
 - ▷ Ceci implique donc une augmentation du déphasage entre la disponibilité de la ressource (accrue en saison humide) et les besoins en saison sèche (moindre disponibilité de la ressource superficielle et sécheresse des sols).

Tableau 17 : Synthèse de l'évolution des débits et des recharges mensuels à l'horizon 2050

Débits

Recharges

Scénario 4.5 (IPSL)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ZH06	15%	21%	21%	48%	0%	21%	43%	38%	-22%	64%	19%	20%
ZH08	14%	15%	26%	45%	-8%	31%	15%	28%	-4%	34%	22%	19%
ZH09	12%	15%	23%	48%	-9%	50%	25%	106%	-30%	43%	18%	16%
ZH11	2%	-1%	9%	18%	-19%	-14%	-24%	-27%	-36%	2%	-6%	13%
ZH18	7%	20%	22%	37%	-14%	9%	-17%	1%	-36%	-11%	1%	1%
ZH19	-1%	2%	12%	15%	-8%	0%	-31%	-11%	17%	31%	-6%	21%
ZH20	12%	10%	20%	25%	13%	27%	27%	25%	41%	53%	15%	21%
ZH22	12%	17%	22%	40%	-8%	18%	-7%	11%	-20%	18%	15%	15%
ZH23	8%	7%	13%	27%	13%	30%	-13%	12%	-8%	19%	9%	20%
ZH24	11%	15%	24%	38%	-20%	17%	45%	49%	10%	89%	28%	9%
ZH26	9%	17%	15%	27%	-3%	11%	-16%	5%	-29%	11%	3%	8%
ZH27	18%	19%	25%	43%	-7%	11%	10%	18%	-18%	34%	22%	14%
ZH33	12%	20%	16%	39%	2%	30%	5%	12%	-13%	56%	14%	16%

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ZH06	15%	32%	22%	177%	-50%	11%	454%	NC	-77%	130%	8%	22%
ZH08	22%	39%	49%	184%	-28%	-7%	87%	NC	-43%	104%	23%	33%
ZH09	22%	55%	19%	614%	10%	-43%	316%	NC	-55%	139%	15%	34%
ZH11	3%	-2%	16%	44%	-39%	36%	-41%	-100%	-59%	29%	-3%	23%
ZH18	15%	44%	41%	118%	-45%	37%	-97%	NC	-67%	-10%	5%	5%
ZH19	-6%	5%	21%	21%	-19%	9%	-85%	-27%	1147%	151%	-15%	22%
ZH20	5%	-1%	15%	-7%	-8%	-6%	-100%	-100%	2%	106%	-20%	24%
ZH22	13%	30%	33%	221%	-36%	-34%	-29%	NC	-58%	66%	13%	18%
ZH23	6%	7%	17%	67%	19%	171%	-79%	563%	-53%	59%	4%	20%
ZH24	12%	24%	29%	117%	-72%	-34%	NC	17193%	-5%	130%	4%	0%
ZH26	12%	28%	16%	75%	-19%	19%	-52%	48%	-65%	32%	5%	10%
ZH27	16%	37%	-1%	62%	-81%	-63%	-100%	-100%	-94%	71%	8%	18%
ZH33	10%	23%	13%	80%	-38%	57%	-8%	NC	-66%	77%	4%	13%

Scénario 8.5 (CNRM)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ZH06	16%	17%	10%	2%	8%	14%	-5%	-12%	-16%	-27%	1%	27%
ZH08	16%	16%	10%	-5%	-7%	0%	1%	-8%	-10%	-19%	5%	22%
ZH09	16%	17%	14%	-2%	0%	6%	5%	-48%	-36%	-33%	8%	18%
ZH11	6%	18%	7%	1%	9%	24%	38%	19%	5%	-20%	17%	31%
ZH18	10%	12%	-3%	-8%	0%	-5%	-1%	-8%	-35%	-20%	21%	29%
ZH19	-2%	5%	8%	8%	16%	11%	70%	30%	-4%	-23%	10%	14%
ZH20	23%	28%	29%	36%	47%	77%	128%	98%	79%	40%	48%	49%
ZH22	15%	14%	4%	-7%	-4%	-6%	-6%	-16%	-27%	-23%	9%	25%
ZH23	10%	3%	1%	2%	22%	-23%	-2%	-6%	-14%	-11%	19%	38%
ZH24	14%	17%	5%	-4%	-5%	19%	-13%	3%	5%	-7%	6%	27%
ZH26	11%	10%	7%	-1%	23%	24%	15%	16%	10%	-8%	23%	22%
ZH27	17%	20%	13%	3%	3%	12%	27%	14%	0%	-9%	5%	26%
ZH33	19%	16%	9%	-3%	4%	3%	-4%	-24%	-15%	-21%	17%	26%

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ZH06	17%	19%	4%	-16%	81%	10%	-45%	-41%	-63%	-32%	17%	39%
ZH08	26%	22%	-11%	-59%	200%	-35%	-29%	-100%	56%	-11%	36%	40%
ZH09	33%	26%	-7%	-53%	NC	-28%	-1%	-100%	48%	-22%	49%	37%
ZH11	2%	25%	-5%	-19%	9%	54%	211%	91%	-4%	-24%	46%	38%
ZH18	10%	13%	-20%	-42%	-12%	-30%	193%	-100%	-71%	-9%	37%	30%
ZH19	-8%	9%	10%	4%	47%	27%	847%	121%	-95%	-69%	12%	32%
ZH20	2%	23%	-3%	-3%	64%	147%	NC	NC	-28%	-43%	51%	44%
ZH22	19%	13%	-17%	-46%	10%	-37%	55%	-100%	-39%	-24%	41%	32%
ZH23	6%	-4%	-10%	-7%	147%	-72%	3%	-100%	-59%	-4%	41%	49%
ZH24	11%	18%	-10%	-31%	-21%	48%	-50%	-2%	123%	-21%	24%	42%
ZH26	9%	8%	2%	-27%	92%	37%	60%	-31%	32%	-15%	41%	21%
ZH27	21%	6%	-14%	7%	-22%	68%	44%	112%	-62%	2%	38%	44%
ZH33	17%	10%	1%	-20%	-5%	-2%	30%	-75%	-51%	-38%	29%	26%

2.6.3 Comparaison avec la bibliographie

Pour rappel, l'estimation des **effets du changement climatique sur les ressources en eau** avait déjà fait l'objet de plusieurs études, au niveau national (Explore 2070) ou sur différents bassins inclus dans la région Grand Est. Ce panel avait été consulté en première partie d'étude et avait fait l'objet d'une synthèse incluse dans le *Rapport d'étape 1.1 : Synthèse des données et définition des secteurs homogènes*. Le tableau suivant reprend les **principaux résultats d'intérêt** issus de ces études.

Concernant les eaux superficielles, les résultats des modélisations hydrologiques présentées ici **rejoignent les estimations faites dans les études locales** : augmentation du module annuel, avec une augmentation des débits moyens en hiver et une baisse des débits à l'étiage. Seule l'étude nationale Explore 2070 présentait une baisse du module annuel, non vérifiée dans nos modélisations ni dans les autres études plus locales.

Dans le cas des eaux souterraines néanmoins, la hausse de la recharge annuelle observée ici contredit les résultats présentés dans les études Explore 2070 et RExHyss (bassin de la Seine et de la Somme).

Par ailleurs, **l'extension de la période de sécheresse des sols retrouvées dans les modélisations hydrologiques concorde avec les résultats du projet ClimSec** (Météo France, 2011), étudiant l'impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l'eau du sol, également présenté dans le rapport d'étape 1.1.

Il est à noter que les études mentionnées ici utilisent des scénarios climatiques de type SRES (A1B et/ou A2, plus anciens que les scénarios RCP), à l'exception de l'étude RheinBlick2050, qui utilise des scénarios RCP analogues à ceux exploités ici. Ce constat pourrait être à l'origine des différences de tendances mentionnées plus haut.

Etat quantitatif des ressources en eau du Grand Est
 Evaluation prospective à milieu et fin de siècle et proposition d'actions
 Rapport d'étape 2.1 : Analyse des zones à risque ou déficitaires
 Modélisation à milieu de siècle et restitution des ateliers territoriaux

Tableau 18 : Résultats des études d'impact du changement climatique sur les ressources en eau du Grand Est

	EXPLORE 2070	MOSARH21	RheinBlick2050	FLOW MS	RExHyss	CLIMAWARE
Zone d'étude	France métropolitaine	Affluents français du Rhin (Moselle, Sarre)	Rhin et ses principaux affluents	Bassins versants de la Moselle et de la Sarre	Bassins de la Seine et de la Somme	Deuxième cas d'étude : Lacs réservoirs gérés par l'EPTB Seine-Grand-Lac
Organisme coordinateur	Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'énergie	Institut national de recherche en science et technologie pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)	Commission internationale pour l'hydrologie du Rhin (CHR)	Commission internationale pour la protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS)	Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du logement	Université de Kassel (Allemagne)
Date du projet	2010-2012	2017	2008-2010	2009-2013	2006-2009	2010-2013
Séncarios utilisés	SRES A1B	RCP 2.5, 4.5, 8.5	SRES A1B	SRES A1B	SRES A2 et A1B	SRES A1B
Modèle hydrologique exploités	GR4J, Isba-Modcou	GRSD, LARSIM	HBV134	LARSIM	CLSM, EROS, GR4J, MODCOU, SIM	GR4J, TGR
Période de référence	1961-1990	1971-2000	1961-2100	1971-2000	1971-2000	1961-1991
Période(s) de projection	2046-2065	Horizon proche : 2021-2050 Horizon lointain : 2071-2100	Futur proche : 2021-2050 Futur lointain : 2071-2100	2021-2050	Horizon 2050, horizon 2100	2046-2065
Indicateurs étudiés	Débit moyen : Module Etiage : QMNA5 Crues : QJXA10	Débit moyen : Module annuel Crues : QJXA Etiage : QMNA, VCN	Débit moyen : Module Etiage : QMNA5	Débit moyens annuels Etiage : QMNA5 Crues : ?	Partition des précipitations évaporation / écoulement Débit moyen mensuel Etiage : QMNA5 Crues : QJXA10 Niveaux piézométriques	Débits moyens, étiage et crues
Evolution des températures à l'horizon	+ 1,4 à +3°C	+1 à +3 °C	Hiver : +0,5 à +2,5°C Eté : +0 à +2°C	+1°C en moyenne	+1.5 à +3°C	<i>cf. Explore 2070</i>
Evolution de la pluviométrie à l'horizon 2050	Résultats incertains. Diminution de 20% envisagée en été	Environ +0,1 mm/jour en moyenne	Pas de tendance	+5 à +20% en Hiver, -10% en été	Résultats dispersés : -3 à -7% à l'année baisse en été et automne	<i>cf. Explore 2070</i>
Evolution de l'ETP	+15 à +35%	-	-	-	+15 à +21%	-
Impact sur les ressources en eau superficielles	Module : -10 à -40% QMNA5 : -5 à -75% QJXA10 : +5 à +30%	Module annuel : 0 à +15% QJXA : +0 à +20% QMNA5 : -5 à -60%	Module annuel : 0 à +15% (jusqu'à +25% en hiver) QMNA5 : sans conclusion	Débit moyen : +15% en hiver, -4% en été QMNA5 : -13 à +5% Crues : +5 à +24%	-2 à -35% des volumes d'eau disponibles à l'écoulement, baisse des débits moyens Etiage : -10 à -50%	Module annuel : -15 à 30% Seuil d'alerte atteint 5% du temps (1 à 2% sur la période de référence)
Impact sur les ressources en eau souterraines	Baisse du niveau des nappes : -10 à -25%	-	-	-	Baisse des niveaux piézométrique : 0 à 10 m	-

(Sources : BRGM, Armines, MEDDE, 2012 ; BRL, IRSTEA, Météo-France, MEDDE, ONEMA, 2012 ; Thirel et Al., 2017 ; Görgen et Al., 2010 ; Mulewff et Al., 2011 ; IRSTEA, IRD, EPTB Seine-Grand-Lac)

3. PRESENTATION GENERALE DES ATELIERS

3.1 Préambule

Au total, 12 ateliers territoriaux ont été réalisés entre juin et décembre 2021. Le détail du calendrier est donné ci-dessous.

Tableau 19 : Programmation des différents ateliers

Zone Homogène	Date de l'atelier	Lieu
ZH8 : Aube amont	26/10/2021	Bar-sur-Aube
ZH9 : Blaise	27/10/2021	Saint-Dizier
ZH22 : Marne amont	26/10/2021	Chaumont
ZH33 : Saulx et Ornain	27/10/2021	Bar-le-Duc
ZH6 : Aisne Amont	08/12/2021	Sault-lès-Rethel
ZH18 : Meuse amont	05/07/2021	Neufchâteau
ZH24 : Meuse aval	08/12/2021	Charleville-Mézières
ZH23 : Meurthe	05/10/2021	Baccarat
ZH26 : Moselle amont	07/12/2021	Vaudignny
ZH27 : Moselle aval	07/12/2021	Metz
ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette	06/07/2021	Molsheim
ZH19 : Ill amont	04/10/2021	Bisel
ZH20 : Nappe du Rhin	<i>En raison de la complexité du territoire et de la multiplicité des acteurs, la Région n'a pas souhaité organiser d'atelier sur ce secteur.</i>	

3.2 Déroulement type des ateliers territoriaux

Le déroulement type de chaque atelier était le suivant, pour une durée totale de 3 heures environ :

- Introduction de la réunion par l'élue(e) de la structure d'accueil (5 minutes),
- Présentation des objectifs de l'étude par la Région (5 minutes),
- Présentation des résultats de l'étude par les bureaux d'études :
 - Présentation générale de la méthodologie mise en œuvre (20 minutes),
 - Présentation personnalisée des résultats du diagnostic sur chaque zone homogène (20 minutes)
- Séance d'échanges avec la salle (20 à 30 minutes) de manière à prendre note des commentaires et à répondre aux questions diverses soulevées sur la méthodologie ou les résultats présentés,
- Présentation des objectifs de l'étape 2 du projet et introduction des ateliers de réflexion par les bureaux d'étude (15 minutes),
- Pause,
- Ateliers thématiques (40 minutes) : une réflexion a été proposée, en fonction du contexte de chaque zone homogène, sur 2 à 4 des thèmes suivants :

- ▷ Atelier « AEP (consommation domestique et/ou industrielle) et économies d'eau »,
- ▷ Atelier « Agriculture »,
- ▷ Atelier « Milieux naturels et biodiversité » (comprenant parfois les enjeux récréatifs liés à l'eau),
- ▷ Atelier « Gouvernance »,
- ▷ Atelier « Canaux et barrages »
- ▷ Atelier « Prospective et défis »,
- Restitution des ateliers territoriaux par chacun des rapporteurs (15 minutes),
- Mot de conclusion de la région (5 minutes).

Les différentes variantes de fiches distribuées pour l'animation des ateliers thématiques sont consignées en Annexe 3.

4. LES DIAGNOSTICS PAR ZONES PRESENTES LORS DES ATELIERS TERRITORIAUX

4.1 Objectif des documents

Les fiches diagnostic ont servi de support de présentation lors des ateliers territoriaux. Elles reprennent le matériel déjà élaboré sur chaque zone homogène lors de l'étape 1 du projet.

Les fiches présentées lors des ateliers figurent en Annexe 2.

Elles apparaissent dans l'ordre suivant : ZH8 : Aube amont ; ZH9 : Blaise ; ZH22 : Marne amont ; ZH33 : Saulx et Ornain ; ZH6 : Aisne Amont ; ZH18 : Meuse amont ; ZH24 : Meuse aval ; ZH23 : Meurthe ; ZH26 : Moselle amont ; ZH27 : Moselle aval ; ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette ; ZH19 : Ill amont.

4.2 Contenu

La partie introductive comprend les éléments suivants (voir fiches en annexe 2) :

- Une **carte générale reprenant le réseau hydrographique et les masses d'eau souterraines** en présence,
- Un cadre :
 - Mentionnant les cours d'eau principaux et les principaux aménagements en place (de type canaux, réservoirs, plans d'eau...)
 - Fournissant une appréciation rapide sur l'état écologique des cours et l'état chimique des masses d'eau souterraines,
- Une **carte de spatialisation des pressions anthropiques** permettant de localiser les principaux prélèvements et d'en visualiser la nature et l'intensité,
- Une page synthétisant **les volumes prélevés et rejetés moyens à l'échelle annuelle et mensuelle** par typologie,
- Une **synthèse sur les enjeux économiques** en présence contenant des informations générales sur :
 - L'évolution démographique attendue,

- L'agriculture du secteur et la présence éventuelle d'irrigation,
- Le nombre d'établissements économiques recensés et l'identification des gros préleveurs,
- Des graphiques clefs sur les principaux usages et leurs évolutions,
- Une **page récapitulant les chiffres clefs sur les consommations annuelles par usages et leurs évolutions attendues selon les différents scénarios / horizons**.
Les tableaux mentionnent également la répartition entre prélèvements superficiels et souterrains et l'éventuelle évolution de cette répartition,
- Une page synthétisant l'impact du changement climatique sur la ressource, comprenant pour chaque scénario / horizon :
 - Les moyennes annuelles des températures, pluies, ETP, débits moyens, recharges et pluies efficaces et leurs évolutions,
 - Les **évolutions attendues pour la disponibilité de la ressource en eau** pour chaque saison (recharge, pluie efficace, stress hydrique).
 - Une **qualification du niveau de pression** sur la ressource permettant de visualiser :
 - ▷ Le niveau de pression actuel de la zone homogène dans un contexte régional,
 - ▷ Le poids respectif des différents indicateurs de pression pour la situation actuelle et les horizons futurs. Les indicateurs clefs sont mis en évidence à ce stade.
- Une partie **dédiée aux résultats et enseignements des modélisations hydrologiques**, comprenant :
 - ▷ Un encart sur la méthodologie,
 - ▷ Une synthèse sur les principales constatations réalisées,
 - ▷ Des tableaux de synthèses présentant l'évolution des débits et des recharges à l'échelle annuelle et mensuelle
- Une **page de synthèse récapitulant les principales grandeurs et tendances attendues**.

5. LA SYNTHÈSE DES ATELIERS TERRITORIAUX

5.1 Comptes rendus

Les comptes-rendus des ateliers sont regroupés en Annexe 4 du présent rapport dans l'ordre suivant : ZH8 : Aube amont ; ZH9 : Blaise ; ZH22 : Marne amont ; ZH33 : Saulx et Ornain ; ZH6 : Aisne Amont ; ZH18 : Meuse amont ; ZH24 : Meuse aval ; ZH23 : Meurthe ; ZH26 : Moselle amont ; ZH27 : Moselle aval ; ZH11 : Bruche, Ehn, Andlau, Giessen, Liepvrette ; ZH19 : Ill amont.

5.2 Restitution générale synthétique

		ZH8	ZH9	ZH22	ZH33	ZH6	ZH18	ZH24	ZH23	ZH26	ZH27	ZH11	ZH19
		Aube amont	Blaise	Marne amont	Saulx Ornain	Aisne amont	Haute Meuse	Meuse aval	Meurthe	Moselle amont	Moselle aval	Bruche, Ehn, Andlau, Guïessen, Liepvrette	Ill Amont
Ateliers thématiques réalisés	AEP économies d'eau (domestique et/ou industrie)	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*
	Industrie								*			*	
	Agriculture	*					*		*			*	
	Milieux naturels et biodiversité	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*
	Canaux / barrages			*									
	Gouvernance												
	Prospective et défis	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Eléments de diagnostic	Crises, tensions et dysfonctionnements signalées lors des ateliers	Abreuvement difficile sur les têtes de BV Problème d'affouragement l'été Pénurie d'eau sur certaines communes qui ont dû acheminer l'eau par citerne Pic de consommation AEP durant la période de vendange pour le lavage des pressoirs et les douches des vendangeurs.	Canal de Wassy (dysfonctionnements)	Des assecs en Haute Marne (Suize) Fortes tensions sur les têtes de BV De nombreux cours d'eau déplacés Territoires ruraux disposant de réseaux anciens avec des fuites conséquentes. Report abreuvement sur l'AEP en été Prélèvements VNF interrompus en 2020	Assecs récents de la Saulx Assecs ponctuels sur l'Ornain depuis 2016 Assecs de plus en plus précoces, sources qui se tarissent et niveau bas de la nappe alluviale. Abruevement du bétail : les agriculteurs sont obligés d'apporter des tonnes à eau Bas Ornain : impacts fort de l'irrigation	Assecs sur les petits affluents sud Assecs prononcés sur têtes de BV	Assecs de sources Présences de nitrates dans les eaux	Tensions estivales à la centrale de Chooz		Des tensions nouvelles dans le massif vosgien plutôt plus fort sur les amont Tourisme : pression estivale sur AEP Madon, Moselle : abreuvement Enjeux AEP sur les têtes de BV Dans les Vosges, majorité de captages de sources et très peu en cours d'eau.	Nombreux assecs sur l'Orne (rectif. Du lit) Tension sur la Woëvre (disparition moule) Tension sur Rodemark lors du festival médiéval.	Assecs sur petits cours d'eau et têtes de BV La vallée de la Bruche est dépendante des précipitations.	Assecs sur chevelu amont
	Secteurs sensibles ou dégradés signalés lors des ateliers		Assecs naturels sur la Blaise amont Blaise recalibrée entre les 2 Dommartin Blaise artificialisée aval Lac du Der Blaise : canionisation en cours Gravières qui impactent les zones humides		Bas Ornain (Revigny) : hausse prélèvements Saulx : secteur anthropisé (forges) Ornain : mobilité figée (enrochements) Chée : chevelu fortement rectifié Nappe accompagnement de l'Ornain : des demandes d'autorisation d'irrigation acceptées alors qu'elles n'auraient pas dû (100% du QMNAS au lieu de 5%)	Piétinement des sources par bétail Absence d'entretien des cours d'eau Dépérissement des essences (forêts)	Assecs sur secteurs karstiques+nappe GTI Etude secteurs dégradés sur la Meuse Secteur cible renaturation : karst			Pertes de Zones Humides Pénuries d'eau observées sur la Moselotte et le Madon.	Longeau : fortement rectifié Fensh : très contrainte et anthropisée	Aval des BV (artificialisation) Etat écologique dégradé du Wildbach	Pollution au chrome 6 qui nécessite des transferts par citernage sur la CC du Sundgau.
	Principales tendances et mutations identifiées lors des ateliers	Développement des légumes de plein champ Développement du maraîchage Développement du bio Installation du Parc Naturel (opportunité) Réindustrialisation du Briennois Développement du tourisme vert		Baisse des élevages Retournements de prairies en hausse Hausse des monocultures (méthaniseurs) Augmentation du maraîchage (irrigation)	Retournements prairies en hausse (55) Projet global de GEMAPI en cours Développement de la méthanisation (1 demande = 1 forage) CIGEO doit débiter en 2030 et on va observer une augmentatin de la consommation d'eau durant la construction. Abreuvement du bétail : la demande AEP augmente car les animaux sortent moins.	Hausse maraîchage secteur Clermont Arg. Des sols globalement plus secs Hausse retournement de prairies (Argonne) Forte expansion des méthaniseurs Disparition élevage au profit des cultures	Hausse du maraîchage Développement de la méthanisation Hausse prélèvements d'été (méthanisation)		Fort développement de la méthanisation avec potentielle demande en retenues Essor de la méthanisation	Besoins en eau du tourisme vosgien Quelles évolutions de l'agriculture ? Vallée industrielle de la Moselle : quelle évolution ? Augmentation de la population des communes proches du Luxembourg. Dréduction de la consommation à usage industriel suite à la fermeture de la cokerie de Sérémange? Développement des piscines des particuliers. Changement de process sur le site de PSA Trémercy : diminution par 2 des consommations.	Tensions sur le fourrage attendues Concurrence élevage vs méthanisation Augmentation de la population des communes proches du Luxembourg. Dréduction de la consommation à usage industriel suite à la fermeture de la cokerie de Sérémange?	Maraîchage en hausse (petites parcelles)	Transferts depuis la Doller : quels risques ? Développement éco. agglo. Mulhouse
	Principaux manques et besoins identifiés lors des ateliers	Manque de connaissance des zones humides Manque de connaissance de la pédologie Cartographie des cours d'eau et plans d'eau Pas de cartes sur le drainage Mieux connaître la ressource afin d'identifier Identifier les besoins des milieux	Etude globale sur la renaturation	Inventaire des ZH (avec pédologie)		Méconnaissance des milieux humides		Perspectives pour une tranche suppl. à Chooz Améliorer la gestion transfrontalière La GEMAPI ne gère pas le ruissellement		Améliorer la connaissance des ZH Connaissance de la Moselle "sauvage" Compléter les EDL sur certains secteurs Gouvernance à l'échelle du BV	Connaissance des ZH	Rôle des étangs de l'Ill amont	

				ZH8	ZH9	ZH22	ZH33	ZH6	ZH18	ZH24	ZH23	ZH26	ZH27	ZH11	ZH19
				Aube amont	Blaise	Marne amont	Saulx Ornain	Aisne amont	Haute Meuse	Meuse aval	Meurthe	Moselle amont	Moselle aval	Bruche, Ehn, Andlau, Guisessen, Liepvrette	Ill Amont
Economies d'eau	AEP dont industries et agriculteurs raccordés	Réseaux	Sectorisation	+		+			+		+	-	-	+	
			Diagnostics		+				+	+	+				
			Entretien Mise à niveau	+		+			+	+	+	+	+		+
		Forages existants	Entretien / pérennisation	+		+						+	+	+	
			Entretien / pérennisation			±						+			
		Petites sources	Kits hydro-économes	+	+	±			+	+	+	±		+	
			Récupérateurs EP (jardin)		+				+	+	+		+	+	
			Récupérateurs EP (usages domestiques)	+	+	±	±		+			+	±		±
		Mesures applicables chez les particuliers	Sensibilisation & communication						+	+		+			+
			Récupérateurs EP		+		+		+		+	+		+	+
			Re Use eaux de STEP	-	±		-				+	±	-	±	-
			SFN EP	+			+		+		+	+		+	
		Mesures applicables par les industriels	Recherche de fuites											+	
			Changements process		+									+	
			Récupération eaux de process						+					+	
			Gestion EP									+		+	
	Agriculture (cultures et irrigation)	Mesures applicables chez les agriculteurs	Bâches	+	+	+			+			+		+	
			Récupération EP toiture		+	+	+		+			+			
			Optimisation technique	±			+							+	
		Irrigation	Formation	+			+							+	
Milieux naturels& Préservation / amélioration de la ressource	Bassins versants et paysages	Pratiques culturales	Modification des dates de semis	+			+	+							
			Nouvelles cultures plus adaptées	+	+				+				+		
		Métrologie	Connaissance des flux			+					+				
			Biefs & rigoles			+					+				
	Cours d'eau et nappes	Limitation des fuites	Ouvrages			+					+		+		
			Gestion des niveaux (exploitation)			-					+				
		Adaptation navigation	Commerciale (abandon)								+				
			Plaisance (abandon ou baisse des niveaux)								+				
	Zones humides et plans d'eau	Plans d'eau & carrières	Forêts	+				+		+		+			
			Haies	+	+			+	+	+		+		+	
		Agriculture	Mares, fossés, petit réseau hydrographique		+				+	+		+		+	
			Conservation des prairies					+	+	+	+	+	+		
	Plans d'eau & carrières	Renaturation	Maintien d'une agriculture traditionnelle	+								+			
			Couverture des sols & intercultures	+			+	+	+			+		+	
		Préservation et renaturation	Pratiques culturales	+			+	+	+	+		+		+	
			Maîtrise des drainages	+	+							+		+	
	Eaux récréatives	Gestion des grandes surfaces imperméables (parkings...)	Contrôle des mutations vs. méthanisation	+		+		+			+	+	+		
			Opérations de reméandrage et/ou ZEC	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
		Limitation des impacts	Restauration du lit (secteurs encaissés)			+	+		+	+	+	+	+	+	
			Continuité écologique, recharge granulo		+	+				+		+	+	+	
	En ville	Gestion EP à la parcelle pour les particuliers	Rappel de leurs obligations aux riverains												
			Améliorer la connaissance	+				+						+	
		Communication/sensibilisation orientée "eau & ressource"	Préservation		+	+				+	+		+	+	+
			Reconnexion, valorisation							+	+		+	+	+
Gouvernance	Améliorer la gouvernance	Instances	Réaménagement								+				
			Contrôle et limitation des surfaces								+				+
			Gestion par les propriétaires								+				+
			Développement tourisme vert	+								+			
		Outils / moyens	Accès à l'eau, zones de fraîcheur	+								+			+
			Gestion des grandes surfaces imperméables (parkings...)					+				+	+		+
			Gestion EP à la parcelle pour les particuliers												+
			Communication/sensibilisation orientée "eau & ressource"	+					+		+				+
		GEMAPI	Communication/sensibilisation orientée "paysages & milieux"	+				+			+				+
			Créer une instance						+		+	+	+	+	+
			Renforcer une instance			+		+		+					
			Fonctionnement (+++/-/-)			-		-	-	-	-		-		-
	Sécurisation AEP	Echelles & périmètres	Type CLE								+				
			PTGE			+				+	+			±	
			SAGE	+		+	+					+		+	+
			SCOT	+			+								
Aménagements structurants	Stockage d'eau	Ressources alternatives	PCET	+											
			PLU & documents d'urbanisme			+		+				+			+
			PGSSE									+			
			Observatoire de l'Eau	+											
		Sécurisation AEP	Fonctionnement (+++/-/-)		+++		Etude en cours	±		±					±
			Gestion collective	+					-	-	-	-	-		-
			Gestion de crise	-		-		-	-	-	-	-	-		-
			Montage des dossiers			-		-	-	-	-	-	-		-
	Contrôle des consommations	Forages existants	Facilité de montage (+++/-/-)						-	-	-	-	-		-
			Logique & règles (+++/-/-)					-	-	-	-	-	-		-
			Facilité d'obtention (+++/-/-)					-	-	-	-	-	-		-
			Interconnexion des réseaux			+	-	-				-	-		+
		Forages irrigation	Réseaux urbains			±							+		+
			Réseaux ruraux												
			Recensement & contrôle des												
			Recensement & contrôle des												
	Autres mesures évoquées lors des ateliers	Sécurisation AEP	Diminuer le calibrage de défense incendie												
			Application de la loi de 2015 sur l'obligation de remettre les rivières dans leur lit initial												
		Ressources alternatives	Récupérer l'eau des piscines municipales qui doivent changer 2SL/jour/nageur												
	Autres mesures évoquées lors des ateliers	Ressources alternatives	Appliquer la réglementation pour les diagnostics de forages (tous les 10 ans) Formation des élus aux différents outils												
		Ressources alternatives													

5.3 Synthèse des points marquants et/ou les plus souvent évoqués lors des ateliers

Nous synthétisons ici par grands thèmes les points marquants et/ou les plus souvent évoqués lors des ateliers de manière à orienter le contenu des programmes d'actions qui seront élaborés ultérieurement.

➔ **Il est essentiel de rappeler ici que les synthèses développées ci-après sont des comptes-rendus des propos tenus et échangés lors des ateliers et qu'à ce titre, ils sont uniquement représentatifs des avis et opinions formulés par les panels de participants.**

AEP des collectivités :

- Certaines communes ont recours à des camions citerne pour l'alimentation en eau potable des habitants suite notamment à l'assèchement des sources et des petits cours d'eau en été.
- Les réseaux d'eau potable sont vétustes et les aides des Agences de l'eau ne sont pas adaptées au renouvellement. Les acteurs jugent que les règles d'attribution des aides réservées à la création des réseaux, ne permettent pas de financer le renouvellement des réseaux des petites communes.
- Les économies d'eau et solutions d'adaptation les plus fréquemment citées et/ou qui soulèvent le plus d'adhésion sont les suivantes :
 - ▷ L'entretien et la mise à niveau des réseaux permettraient d'accroître les rendements et de réduire les fuites mais le coût bloque certaines petites collectivités.
 - ▷ Les entretiens réguliers des forages ne sont pas suffisamment réalisés bien que la réglementation imposant un diagnostic sur les forages tous les 10 ans n'est pas appliquée. Pourtant cet entretien permettrait d'améliorer le débit et de ne pas recourir à la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement.
 - ▷ La mise en œuvre de kits hydro-économiques semble être une mesure facile à mettre en œuvre même si elle ne concerne que de petits volumes. L'exemple de la distribution de kits hydro-économiques aux habitants du SAGE Nappes Profondes en Gironde, via un financement européen, a été évoqué.
 - ▷ L'installation de récupérateurs d'eau de pluie (particuliers et collectivités) est une mesure déjà mise en œuvre dans de nombreuses communes et qui pour certaines est obligatoire dans le cadre de nouvelles constructions via le PLU. Le financement des cuves par les Agences de l'eau et la Région Grand Est a été évoqué.
 - ▷ La gestion des eaux de pluie par les collectivités, au travers notamment des solutions fondées sur la nature, a été évoquée dans de nombreux ateliers. Les élus se sentent cependant démunis face à la nouvelle compétence Gémapienne et souhaiteraient être formés.
- Les économies d'eau et solutions d'adaptation les moins fréquemment citées et/ou qui soulèvent le plus de réserves sont les suivantes :
 - ▷ La sectorisation apparaît comme un bon moyen pour réduire les fuites mais les acteurs ne le trouvent pas adapté pour les territoires ruraux.
 - ▷ La récupération des eaux usées des stations d'épuration pour l'épandage agricole ne semble pas convenir pour deux raisons : la contribution des stations d'épuration au soutien d'étiage des rivières et l'acceptabilité sociale des consommateurs pour une eau pouvant être considérée comme impropre.

Eau Industrielle :

- Des réflexions sur le changement de certains process industriels devraient être menées afin de réduire la consommation d'eau. Des exemples réalisés sur la sidérurgie ont été évoqués et ont mis en évidence une économie importante.
- La récupération des eaux de process semble être une piste à creuser pour les participants aux ateliers : il conviendrait d'identifier les industries qui pourraient mettre en œuvre des circuits fermés et les inciter à investir dans ce type de système.
- Les économies d'eaux industrielles ont été peu évoquées du fait de la faible représentativité des industriels aux ateliers. Cependant les acteurs ont précisé que des changements technologiques allaient survenir ces prochaines décennies et qu'ils apporteraient des modifications sur la consommation d'eau.

Agriculture

- D'un avis assez unanime, il est difficile de dessiner l'avenir de l'agriculture au-delà d'un horizon de quelques années. Tout dépendra, en effet, du cadre des subventions et de la rentabilité de chaque activité considérée individuellement. Concernant l'irrigation, par exemple, même si les acteurs restent conscients que les besoins en eau vont augmenter, ils savent que les investissements à réaliser ne garantissent pas forcément aujourd'hui une rentabilité à moyen terme, en tous cas pas partout. En revanche, le développement du maraîchage est une réalité sur de nombreux secteurs, ce qui peut localement augmenter les besoins en eau.
- Il y a une prise de conscience de la potentielle augmentation des besoins en eau dans le futur, la sécheresse des sols étant déjà perceptible certaines années. De même, il va y avoir une augmentation du déphasage entre les besoins (printemps, été, automne) et la disponibilité de la ressource, ce qui devrait logiquement faire augmenter les besoins en stockage d'eau (retenues collinaires...). Pour autant, les attentes ne semblent pas forcément énormes en la matière, ce sujet ayant été relativement peu évoqué. Il semblerait que le monde agricole soit davantage disposé à faire évoluer ses pratiques, par exemple en adaptant les cultures et les pratiques culturales.
- La méthanisation a été très présente dans les discussions. Dans les secteurs où les méthaniseurs sont nombreux, des mutations importantes sont en cours, qui vont souvent dans le sens d'un retournement des prairies et d'un abandon progressif des élevages. Dans ce domaine, le facteur économique sera déterminant, mais pour l'instant l'agriculture à vocation énergétique apparaît plus rentable que l'agriculture à vocation alimentaire. La nature des installations et de leur cahier des charges, qui permettent aux méthaniseurs d'accueillir plus ou moins d'effluents d'élevage, peuvent avoir une influence sur les transformations locales de l'agriculture. De même, un mode de subventionnement durable a plusieurs fois été évoqué, qui consisterait à favoriser les installations accueillant un taux d'effluents d'élevage plus important et qui apparaîtrait comme plus vertueux.
- L'abreuvement du cheptel en été a causé des tensions sur de nombreux réseaux AEP ruraux ces dernières années. Les cours d'eau et points d'eau étant à sec, les agriculteurs ont dû recourir, par endroit massivement, à l'AEP pour abreuver leurs bêtes, en tirant sur des réseaux qui n'ont pas la capacité nécessaire pour faire face à cette demande. La récupération des eaux de toitures et le stockage des eaux dans des bâches souples a souvent été évoquée (la qualité de l'eau stockée, souvent évoquée lors des ateliers, ne semble pas être un problème d'après les spécialistes consultés).

- La notion de « services rendus à la collectivité » a par ailleurs été discutée. Le monde agricole est de plus en plus sollicité pour maintenir les paysages, protéger les sols et favoriser l'infiltration grâce aux cultures intermédiaires, maintenir les prairies... Ces services ne sont pas toujours rétribués à leur juste valeur....
- Un problème d'affouragement est souvent relevé : le fourrage est parfois presque trop abondant certaines années, ce qui pose des problèmes de stockage, et très déficitaire certaines autres, ce qui peut inciter à l'irrigation des prairies.
- La maîtrise des drainages constitue une préoccupation, cette pratique ayant concerné de nombreux secteurs par le passé. Les eaux drainées sont effectivement le plus souvent rejetées au milieu naturel, alors qu'elles pourraient être réutilisées ou réinfiltrées.
- Les économies d'eau et solutions d'adaptation les plus fréquemment citées et/qui soulèvent le plus d'adhésion sont les suivantes :
 - Adaptation des cultures (cultures moins demandeuses en eau),
 - Adaptation des pratiques culturales ou du calendrier,
 - Cultures de couverture et intercultures permettant de favoriser l'infiltration,
 - Optimisation des méthodes d'irrigation (et formation associée),
 - Maîtrise des mutations engendrées par la méthanisation,
 - Maîtrise des drainages,
 - Le stockage des eaux de toitures des bâtiments agricoles est jugé intéressant,
 - Le recours aux poches souples de stockage devrait connaître un essor important dans les années à venir,
 - La conservation des prairies,
 - Les mesures d'amélioration de la connaissance des cours d'eau et zones humides restent sur de nombreux secteurs un préalable indispensables à la mise en œuvre de ce type de mesures.
- Les économies d'eau et solutions d'adaptation les moins fréquemment citées ou qui soulèvent le plus de réserves sont les suivantes :
 - On ne relève pas de demande forte en matière d'ouvrages de stockage structurants,
 - Le devenir de l'irrigation « massive » reste incertain, car lié à un équilibre économique qui ne pourra être trouvé que sur des secteurs limités.

Milieux naturels :

- Les assecs constituent une problématique émergente et un indicateur inquiétant. Les têtes de bassins sont notamment concernées de manière récurrente.
- Le rôle potentiel des têtes de bassin, des versants, des cours d'eau ou des milieux humides sur la préservation de la ressource ne fait pas débat et constitue une notion globalement déjà bien perçue et bien identifiée.
- Globalement, l'identification de secteurs cibles ou prioritaires pour la mise en place de mesure de ralentissement des écoulements, d'amélioration de l'infiltration des eaux ou de restauration des fonctionnements écologiques, ne pose pas de difficulté. Sur certains secteurs, il a même été souligné que le potentiel d'intervention reste énorme et constitue un levier d'action essentiel. Les porteurs de projets ne manquent généralement pas non plus.

- Une absence de connaissance partielle ou totale des milieux humides est relevée sur de nombreux secteurs. Or, on ne peut protéger que ce que l'on connaît.
- Dans le cadre de la GEMAPI, de nombreux acteurs se sont emparés de la thématique de la protection, de la restauration ou de la renaturation des milieux naturels, des cours d'eaux ou des zones humides.
- Une demande croissante liée au développement du tourisme vert est relevée dans beaucoup de secteurs. Cette demande se traduit par une augmentation de la consommation AEP lors des périodes de fréquentation, mais aussi par un besoin accru d'accès à l'eau en période estivale (baignade, zones de fraîcheur...). Le devenir des stations de ski de moyenne montagne dans les Vosges passera également par le développement de la neige artificielle.
- Les mesures et solutions d'adaptation les plus fréquemment citées et/qui soulèvent le plus d'adhésion sont les suivantes :
 - Les mesures de préservation des paysages (maintien des mares, haies, fossés, petit réseau hydrographique). Il a été mentionné que de nombreuses haies sont dans un mauvais état écologique,
 - La préservation des forêts : les forêts souffrent aujourd'hui du changement climatique (dépérissement de certaines essences) et d'un choix des essences réalisé en fonction des rentabilités économiques (résineux, sapins de Noël...). Tous les acteurs s'accordent sur le fait que la préservation de la fonction « tampon » des forêts au sein des bassins versants est prioritaire, d'autant plus qu'elle rejoint d'autres problématiques (ruissellement, inondations...),
 - Les mesures agricoles (voir l'item précédent),
 - L'ensemble des mesures de préservation, restauration ou renaturation des versants, cours d'eau ou zones humides,
 - La limitation stricte et le contrôle des ruissellements urbains notamment liés aux grands projets souvent implantés dans les périphéries (ZAC, zones commerciales parkings...) et la gestion des ruissellements « à la parcelle » par les particuliers,
 - Les actions de communication et sensibilisation à destination du grand public sont également jugées très importantes, qu'elles soient orientées "eau & ressource" ou "paysages & milieux",

Gouvernance :

- La gouvernance est souvent jugée assez peu ou peu efficace, soit parce que les acteurs sont trop nombreux (gouvernance peu lisible) soit parce qu'il en manque ou parce qu'ils ne sont pas suffisamment clairement identifiés. Le manque d'une instance où il serait simplement possible de « se parler et d'échanger » est souvent relevé.
- L'échelle de la gouvernance est souvent mise en question, soit parce qu'elle ne va pas assez vers le suffisamment petit (communes), soit parce qu'elle ne va pas assez vers le suffisamment grand (Moselle, Meuse, aspects internationaux). La vision globale à l'échelle des grands bassins semble encore assez problématique.
- La gestion collective de la ressource ou la gestion des crises, qui découlent du point précédent, est souvent jugée partielle ou laborieuse.
- La GEMAPI fonctionne plus ou moins bien selon les secteurs, soit du fait d'un problème de compétence technique ou d'un manque de moyens, soit parce que certaines compétences ne sont pas portées (exemple : ruissellement). Elle a cependant permis de faire émerger de

nombreux projets de restauration ou renaturation, comme souligné précédemment. Des freins forts existent cependant, parmi lesquels sont notamment relevés : la complexité à monter les dossiers, la difficulté à obtenir certains financements, les acteurs pas toujours identifiés, la réticence des riverains. La problématique « ruissellement » n'est pas toujours bien prise en compte ce qui génère localement des difficultés.

- Les mesures et solutions d'adaptation les plus fréquemment citées et/qui soulèvent le plus d'adhésion sont les suivantes :
 - La mise en place (ou l'amélioration) d'une instance qui faciliterait la gouvernance, permettrait aux acteurs de mieux s'identifier, se connaître et se parler. Des solutions de type « CLE sans SAGE » ont été évoquées,
 - Certains outils existants sont fréquemment cités comme « positifs », voire comme « le bon outil » pour développer et gérer des projets en relation avec la ressource, parmi ceux-ci :
 - ▷ Les PTGE (les plus fréquemment cités),
 - ▷ Les SAGE (sur certains secteurs uniquement, lorsqu'il y a vraiment matière),
 - ▷ Les SCOTT,
 - ▷ Les PCET,
 - ▷ Les PLU et documents d'urbanisme,
 - ▷ Les PGSSE,
 - ▷ Des structures moins cadrées réglementairement du type « observatoire de l'eau » permettraient d'améliorer la connaissance sur certains secteurs.
- Les économies d'eau et solutions d'adaptation les moins fréquemment citées ou qui soulèvent le plus de réserves sont les suivantes :
 - Le développement des interconnexions permettrait bien entendu d'améliorer la sécurisation de certains réseaux AEP. Cette interconnexion est cependant financièrement très lourde voire hors d'atteinte en milieu rural. Elle reste plus accessible pour les gros réseaux dans les secteurs les plus peuplés.