



# Le changement climatique et ses effets sur les ressources en eau à l'échelle de l'EPAGE et du SAGE Haut-Doubs Haute-Loue en vue d'une stratégie d'adaptation

Etude prospective

## RAPPORT FINAL

EPAGE Haut-Doubs / Haute Loue



YAC

ARTELIA

## **Le changement climatique et ses effets sur les ressources en eau à l'échelle de l'EPAGE et du SAGE Haut-Doubs Haute-Loue en vue d'une stratégie d'adaptation**

Etude prospective

EPAGE Haut-Doubs / Haute Loue

Rapport final

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
0	Rapport de phase 1 - provisoire	RVX CME	LDY (partiellement)	Août 2023
1	Rapport de phase 1	RVX, CME, SGT	LDY	Sept. 2023
2	Prise en compte des remarques	RVX		Oct. 2023
3	Ajouts des résultats des phases 2 et 3	RVX	LDY	Septembre 2024
4	Prise en compte des remarques du COTECH	RVX	LDY	Décembre 2024

ARTELIA EAMO – Équipe Hydrogéologie – Compétence Environnement  
16 rue Simone Veil – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine

**ARTELIA**

16 rue Simone Veil – 93400 Saint-Ouen-sur-Seine

**Rapport final**

**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION**



## Table des matières

<b>A. Description du territoire.....</b>	<b>7</b>
1. <b>Introduction .....</b>	<b>8</b>
2. <b>Localisation du secteur d'étude.....</b>	<b>8</b>
3. <b>Contexte climatique .....</b>	<b>10</b>
4. <b>Contexte hydrologique.....</b>	<b>12</b>
4.1. <i>Bassin versant du Haut-Doubs .....</i>	12
4.2. <i>Bassin versant de la Haute-Loue .....</i>	12
5. <b>Contexte hydrogéologique .....</b>	<b>14</b>
5.1. <i>Géologie .....</i>	14
5.2. <i>Pertes et résurgences karstiques.....</i>	16
5.2.1. Généralités .....	16
5.2.2. Pertes du Doubs et résurgences à la source de la Loue .....	18
5.2.3. Pertes du tunnel du Mont d'Or .....	20
5.2.4. Pertes du Drugeon.....	20
5.3. <i>Nappe de l'Arlier et nappes alluviales d'accompagnement des cours d'eau .....</i>	21
5.4. <i>Ressources karstiques majeures.....</i>	23
6. <b>Usages et milieux .....</b>	<b>24</b>
6.1. <i>Prélèvements en eau sur le secteur d'étude .....</i>	24
6.1.1. Consommation domestique .....	28
6.1.2. Tourisme .....	33
6.1.3. Agricole.....	34
6.1.4. Industrie .....	36
6.1.5. Pic de consommation .....	37
6.1.6. Rejets .....	37
6.1.7. Impact connu des prélèvements sur la ressource en eau .....	38
6.2. <i>Hydroélectricité .....</i>	38
6.3. <i>Pratiques de loisir.....</i>	39
6.4. <i>Milieu.....</i>	41
6.4.1. Qualité des eaux superficielles .....	41
6.4.2. Thermie de l'eau .....	44
6.4.3. Zones Natura 2000 .....	49
6.4.4. Zones humides.....	49
6.4.5. Occupation des sols.....	49

<b>B. Impact du Changement climatique sur la ressource en eau.....</b>	<b>50</b>
<b>7. Evolution du climat .....</b>	<b>51</b>
7.0. <i>Méthode d'évaluation du changement climatique .....</i>	51
7.1. <i>Evolution récente et future des températures.....</i>	52
7.2. <i>Evolution récente et future de l'évapo-transpiration .....</i>	53
7.3. <i>Evolution récente et future des pluies .....</i>	55
<b>8. Impact du changement climatique sur la ressource en eau .....</b>	<b>56</b>
8.1. <i>Construction et calage de l'outil de modélisation .....</i>	57
8.1.1.    Principe de la modélisation .....	57
8.1.2.    Construction des modèles .....	58
8.1.3.    Calage du modèle .....	63
8.2. <i>Simulations de l'évolution de la ressource en eau sous changement climatique.....</i>	71
8.2.1.    Scénarios climatiques Aladin et IPSL avec usages statu quo .....	72
8.2.2.    Situation sans prélèvements .....	77
8.2.3.    Usages prospectifs.....	79
8.2.4.    Influence des pertes karstiques.....	81
<b>9. Impact du changement climatique sur le milieu .....</b>	<b>81</b>
9.1. <i>Qualité chimique, écologique, thermique et sanitaire de l'eau.....</i>	81
9.1.1.    Thermie de l'eau .....	81
9.1.2.    Qualité de l'eau .....	87
9.2. <i>Biotope des écosystèmes aquatiques et humides .....</i>	88
9.2.1.    Ecosystèmes aquatiques .....	88
9.2.2.    Espèces invasives.....	96
9.2.3.    Corridors écologiques.....	96
9.2.4.    Zones humides.....	96
9.2.5.    Agriculture et changement climatique .....	97
9.3. <i>Ecosystèmes forestiers locaux .....</i>	98
9.4. <i>Evolution des risques .....</i>	99
<b>10. Impact du changement climatique sur les usages.....</b>	<b>99</b>
10.1. <i>Impact sur l'usage eau potable .....</i>	99
10.1.1.    Adéquation ressource-besoins usages prospectifs (hypothèse basse) .....	99
10.1.2.    Adéquation ressource-besoins usages prospectifs (hypothèse haute) .....	102
10.1.3.    Conclusions.....	103
10.2. <i>Impacts sur les usages hors prélèvements .....</i>	104
10.2.1.    Impact sur les activités aquatiques (kayak).....	104
10.2.2.    Impact sur le niveau du lac des Brenets .....	104
10.2.3.    Impact sur la baignade .....	105
<b>C. Définition des stratégies d'adaptation .....</b>	<b>106</b>
<b>11. Identification des solutions possibles .....</b>	<b>107</b>

<b>12. Dimensionnement des solutions unitaires .....</b>	<b>108</b>
12.1. <i>Evaluation des besoins en sécurisation d'alimentation en eau potable .....</i>	108
12.2. <i>Dimensionnement et évaluation des actions unitaires .....</i>	112
<b>13. Démarche de définition de la stratégie - construction de scénarios globaux .....</b>	<b>116</b>
13.1. <i>Scénario 0 – camion-citernes.....</i>	116
13.2. <i>Actions sans regrets .....</i>	117
13.3. <i>Scénario 1a – sobriété de la demande .....</i>	118
13.4. <i>Scénario 1b – Limitation de la demande .....</i>	119
13.5. <i>Scénario 2 – Stockages .....</i>	121
13.6. <i>Scénario 3 – Interconnexions.....</i>	122
<b>D. Proposition de plan d'action .....</b>	<b>124</b>
<b>14. Description des actions à mettre en œuvre .....</b>	<b>125</b>
14.1. <i>Connaissance.....</i>	125
14.1.1. Action « Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier et du Drugeon» .....	125
14.1.2. Action « Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...) » .....	126
14.1.3. Action « Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts) » .....	127
14.1.4. Action « Actualiser les schémas directeurs AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions » .....	127
14.1.5. Action « Mieux connaitre l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés » .....	Erreur ! Signet non défini.
14.1.6. Action « Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs » .....	128
14.2. <i>Milieux.....</i>	129
14.2.1. Action « Continuer à restaurer l'hydraulicité/la morphologie des cours d'eau » .....	129
14.2.2. Action « Préserver et restaurer zones humides et ripisylves » .....	129
14.2.3. Action « Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...) » .....	130
14.3. <i>Usages .....</i>	131
14.3.1. Action « Techniques culturales, plantation de haies ».....	131
14.3.2. Action « Limiter l'effet de l'urbanisation (favoriser l'infiltration) » .....	131
14.3.3. Action « Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites) » .....	132
14.3.4. Action « Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau » .....	132
14.3.5. Action « Economies d'eau industrielle » .....	133
14.3.6. Action « Economies d'eau agricole » .....	133
14.4. <i>Ressources .....</i>	134
14.4.1. Action « Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources vulnérables ».....	134
14.4.2. Action « Approvisionnement des secteurs vulnérables par le lac de Saint-Point » .....	134
14.4.3. Action « Approvisionnement des secteurs vulnérables par la Loue ».....	135
14.4.4. Action « Réserves eau abreuvement ».....	136
14.4.5. Action « Réserves eau domestique » .....	136

<b>14.5. Gouvernance .....</b>	<b>137</b>
14.5.1. Action « Gestion/Coordination des ressources » .....	137
14.5.2. Action « Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...) » .....	137
<b>15. Calendrier de mise en œuvre .....</b>	<b>138</b>
<b>16. Synthèse des couts estimatifs .....</b>	<b>140</b>
<b>17. Lien avec le SDAGE et le Contrat de rivière.....</b>	<b>141</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>143</b>
<b>Annexe 1 Compte-rendu des ateliers de mars 2023 .....</b>	<b>148</b>
<b>Annexe 2 Résultat de la simulation IPSL pour les scénarios sans prélèvements et avec Prélèvements prospectifs</b>	<b>150</b>
<b>Annexe 3 Compte-rendu de l'atelier n°2 .....</b>	<b>153</b>
<b>Annexe 4 Fiches actions .....</b>	<b>154</b>
<b>Annexe 5 Compte-rendu de l'atelier n°3 .....</b>	<b>155</b>



# A. DESCRIPTION DU TERRITOIRE

## 1. INTRODUCTION

La description du territoire, et notamment les enjeux liés aux usages et aux milieux, s'est appuyée sur les discussions réalisées lors des ateliers par « monde » (mars 2023) qui ont permis d'évoquer la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle avec les acteurs de l'eau du territoire. Les comptes-rendus de ces ateliers sont présentés en annexe.

## 2. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude recouvre les parties amont des *bassins versants* du Doubs et de la Loue, reliées entre elles par des circulations souterraines (circulations karstiques). Le secteur recouvre les périmètres du SAGE et de l'EPAge Haut-Doubs et Haute Loue, il s'étend sur environ **2400 km<sup>2</sup>** majoritairement dans le département du Doubs, et pour partie dans le département du Jura et également en partie en Suisse.

Les bassins versants de la Haute-Loue et du Haut-Doubs, sont majoritairement caractérisés par un relief de moyenne montagne, composé :

- d'une chaîne montagneuse proprement dite au sud-est du territoire, frontalière avec la Suisse (la limite de partage des eaux ne correspondant pas toujours à la frontière) ;
- de haut-plateaux typiques des reliefs jurassien, étagés entre 600 et 1000 mètres d'altitude, entre la crête montagneuse et le Doubs aval (passant à Besançon) - on peut distinguer un premier plateau entre Besançon et la source de la Loue et du Lison (comprenant Valdahon notamment) et un second plateau centré sur Levier et Arc-sous-Cicon ;
- des vallées entaillées de la Loue, du Lison et de la Furieuse.

Le sol est très majoritairement occupé par des forêts (de hêtre et sapin) et des prairies (tournée vers l'élevage laitier, pour la production fromagère de Comté et Morbier essentiellement). On note également une présence importante de tourbière et de zones humides dans les vallées du Drugeon et du Doubs.

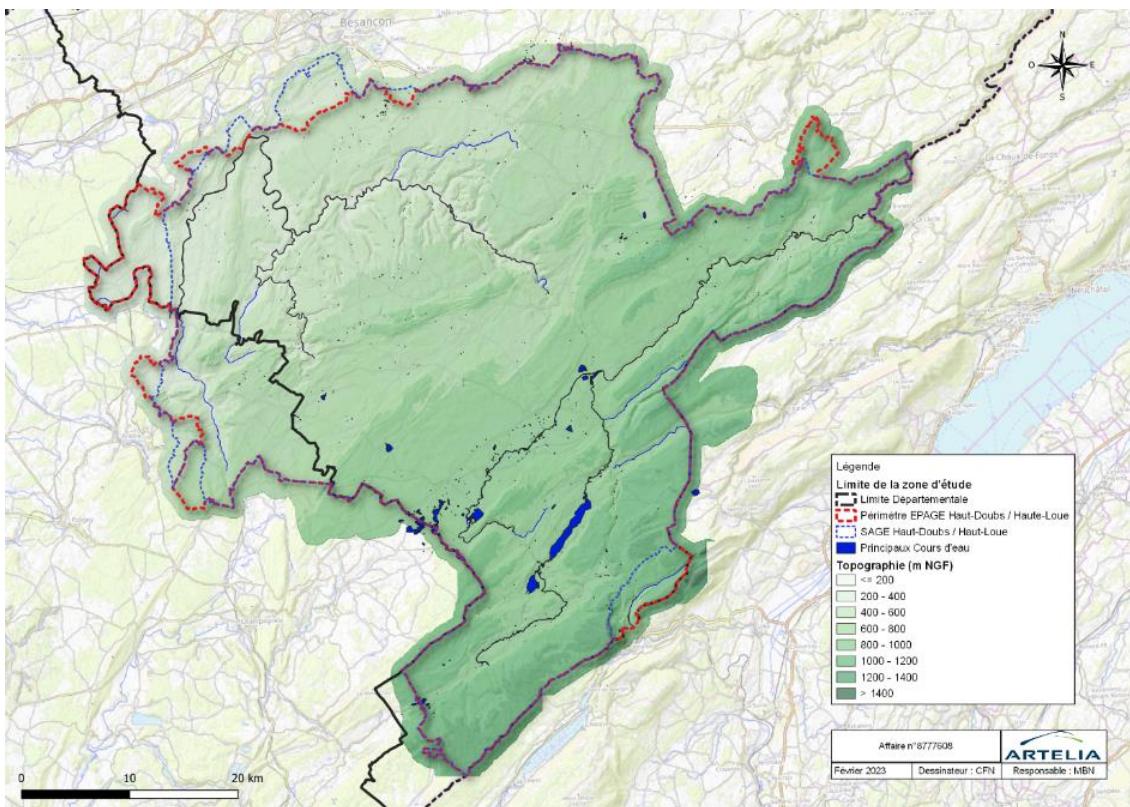


Figure 1- Topographie du secteur étudié

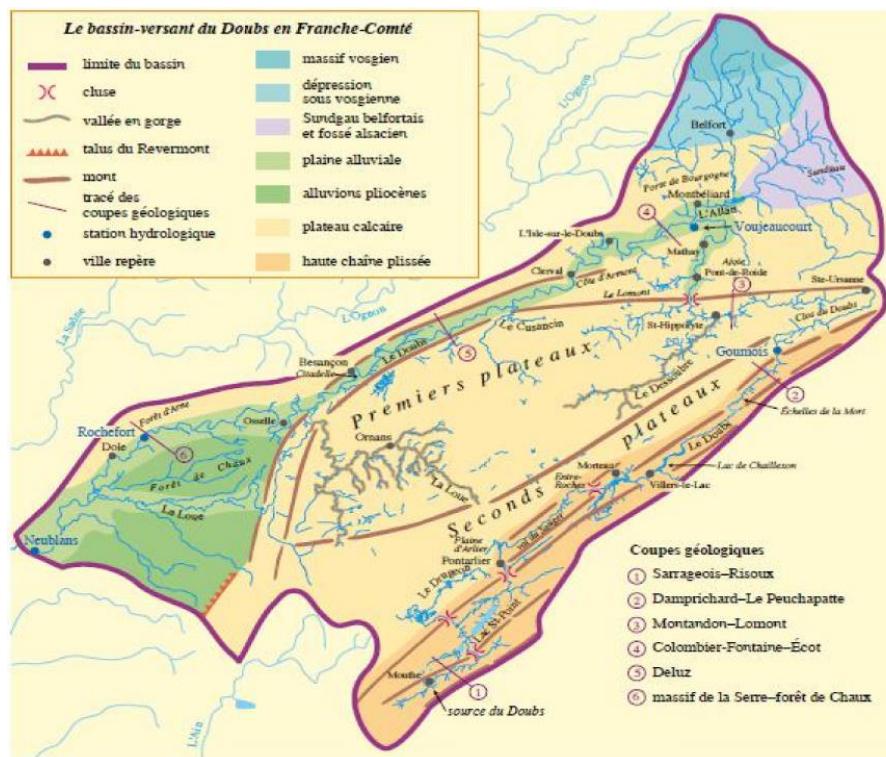


Figure 2- Géographie du bassin versant du Doubs (d'après (Université de Franche Comté 2016)

Les principaux centres urbains sont ceux de Pontarlier, de Morteau, d'Ornans, de Valdahon et de Salins-les-Bains.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

### 3. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat du secteur Haut-Doubs et Haute Loue est de type continental voire montagnard, qui subit une influence océanique nette.

Il s'agit d'une des régions de France avec la pluviométrie la plus importante, avec des cumuls annuels des précipitations qui vont de 1200 mm (au nord de la zone étudiée) à près de 2000 mm (au sud de Mouthe).

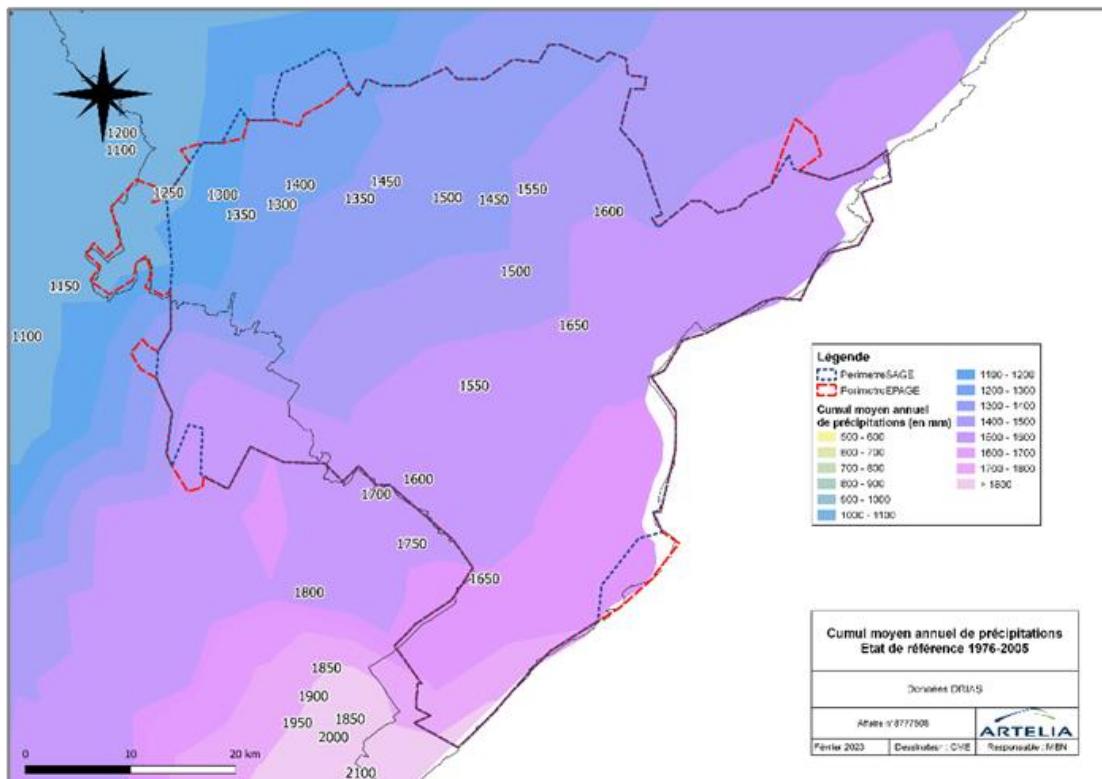


Figure 3- Pluviométrie moyenne (mm) 1976-2005 (données DRIAS)

Les précipitations ne présentent pas de fortes variations saisonnières. Les températures en revanche varient fortement entre l'hiver et l'été.

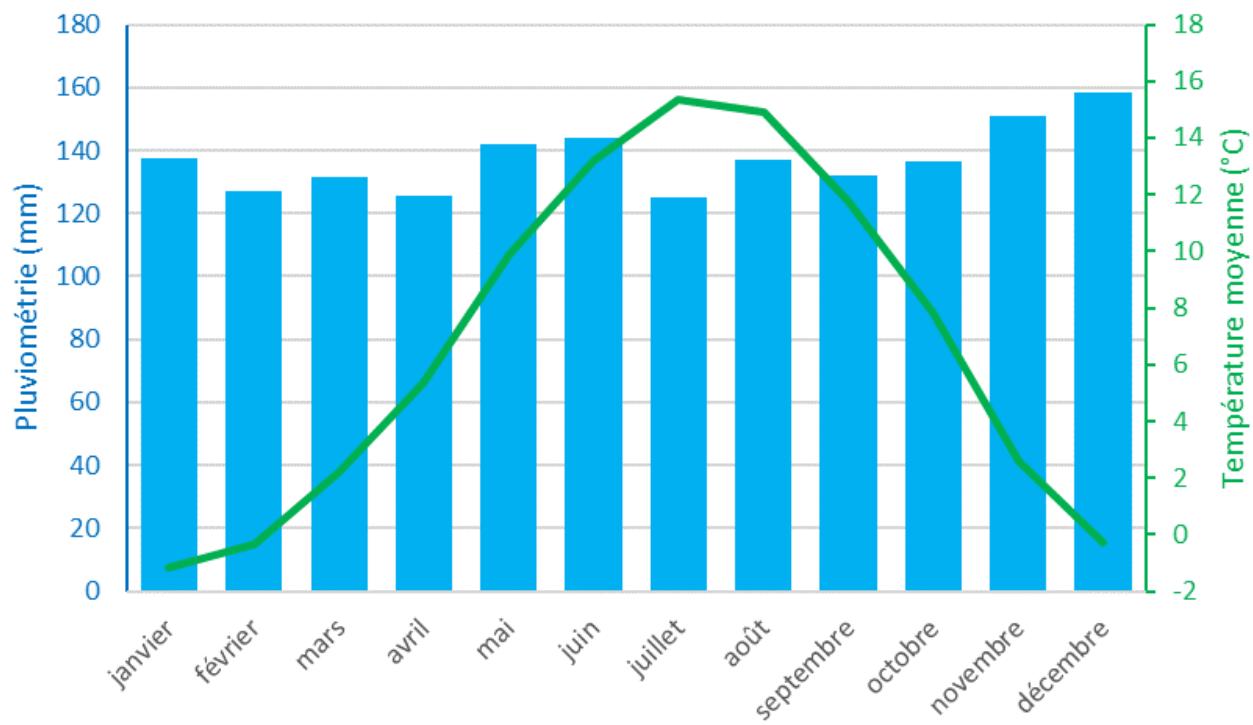


Figure 4- Climat moyen mensuel (1963-2010) à Pontarlier (données MétéoFrance)

## 4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

### 4.1. BASSIN VERSANT DU HAUT-DOUBS

Le Doubs prend sa source à Mouthe, à 945 m d'altitude. Le Doubs s'écoule globalement vers le Nord-Est, suivant l'orientation générale des reliefs du massif du Jura, en longeant la frontière suisse à l'aval de Morteau. Il prend ensuite une direction opposée (vers le sud-ouest), d'abord au niveau de Saint-Ursanne en Suisse puis de Montbéliard : il suit son cours en traversant notamment Besançon et Dôle avant de confluer avec la Saône après un parcours d'environ 450 km.

Le bassin versant du Haut-Doubs (celui étudié) correspond à la section du cours d'eau qui va de sa source jusqu'au saut du Doubs, sur la commune de Villers-le-lac.

Le Drugeon est le principal affluent du Doubs, qu'il rejoint en aval de Pontarlier, après un parcours de 35 km. Le Drugeon est lié à de nombreuses zones humides et tourbières, associés à des dépôts alluvio-glaciaires issus de la période glaciaire.

Sur le cours du Doubs, on trouve les lacs de Saint-Point et de Remoray qui sont deux lacs naturels, formés sur un verrou rocheux à proximité de la frontière franco-suisse et dont l'altitude naturelle du plan d'eau s'élève à la cote 848.00 m NGF. Avec une superficie de l'ordre de 400 ha, le lac de Saint-Point correspond au troisième plus grand lac naturel de France. Le lac de Saint-Point est réhaussé depuis les années 1920 par un barrage qui permet une réserve de 14 Mm<sup>3</sup> destinée initialement au soutien d'étiage de la rivière pour la production hydroélectrique des centrales situées à l'aval. Aujourd'hui le barrage permet de réguler les débits d'étiage du Doubs à l'aval du barrage, mais également la préservation des milieux naturels (APB Lac Saint-Point et réserve naturelle de Remoray), de sécuriser l'Alimentation en eau potable (prélèvements dans le lac) et le maintien des activités touristiques en période estivale.

Les débits caractéristiques des cours d'eau aux stations hydrométriques (issus de la Banque Hydro) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Période d'observation	QMNA5 observé (banque Hydro) en m <sup>3</sup> /s	Module (banque Hydro) en m <sup>3</sup> /s
Drugeon	1967-2023	0.298	3.152
DoubsLhabergerement	1959-2023	0.467	4.384
DoubsOye	1982-2023	1.1	6.783
DoubsDoubs	1986-2023	0.98	8.228
DoubsVilleduPont	1978-2023	0.107	10.439

Tableau 1 – Débits caractéristiques des cours d'eau du Haut-Doubs.

### 4.2. BASSIN VERSANT DE LA HAUTE-LOUE

La Loue prend sa source au niveau d'une des plus importantes résurgences karstiques de France puis rejoint le Doubs après un parcours d'environ 130 km à travers les départements du Doubs et du Jura. La Haute-Loue reçoit 43 affluents au cours de son tracé : notamment la Brême, le Lison et la Furieuse.

Le Lison est un affluent de la Loue, dans laquelle il se déverse au niveau de Lizine. Le Lison est une rivière d'origine karstique (source à Nans-Sous-Sainte-Anne) dotée d'une grande richesse naturelle et halieutique.

Longue de 18 km, la Furieuse est un affluent de la Loue, elle naît sur le territoire de Pont-d'Héry dans le Jura.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Les débits caractéristiques des cours d'eau aux stations hydrométriques (issus de la Banque Hydro) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Période d'observation	QMNA5 observé (banque Hydro) en m <sup>3</sup> /s	Module (banque Hydro) en m <sup>3</sup> /s
<b>Loue à Vuillafans</b>	1954-2023	4.1	13
<b>Loue à Chenecey</b>	1955-2023 (+1925-1928)	6.349	44.714
<b>Furieuse à Salins</b>	1981-2023	0.097	1.49
<b>Lison à Myon</b>	1968-2021	0.46	7.128

Tableau 2 – Débits caractéristiques des cours d'eau de la Haute-Loue.

## 5. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

### 5.1. GEOLOGIE

Le massif montagneux du Jura est majoritairement composé de formations calcaires qui ont été déformées par la compression alpine, sous forme de plissement caractéristiques et affecté par d'importantes failles.

Au-dessus de ces formations calcaires, essentiellement d'âge jurassique, des sédiments d'origine glaciaire ou alluviale se sont déposés lors du Quaternaire.

D'un point de vue de la géologie structurale, on distingue :

- Une zone au nord avec les plateaux d'Ornans et de Leviers, qui est une région légèrement faillée et peu marquée par le relief, à l'exception des entailles que constitue les vallées de la Loue, du Lison ou de la Furieuse (Jura externe). Les plateaux d'Ornans et de Levier sont séparés par une zone de plis d'axe NE-SW au droit desquels affleurent les terrains du Crétacé voire du Trias dans le bassin de la Furieuse, à la faveur de failles ;
- la Haute Chaîne au sud, qui consiste en une succession de plis bien développés et des failles chevauchantes (toujours orientés NE-SW), qui font apparaître alternativement des terrains du jurassique et du crétacé (et plus sporadiquement des terrains du Miocène dans la vallée des Verrières par exemple).

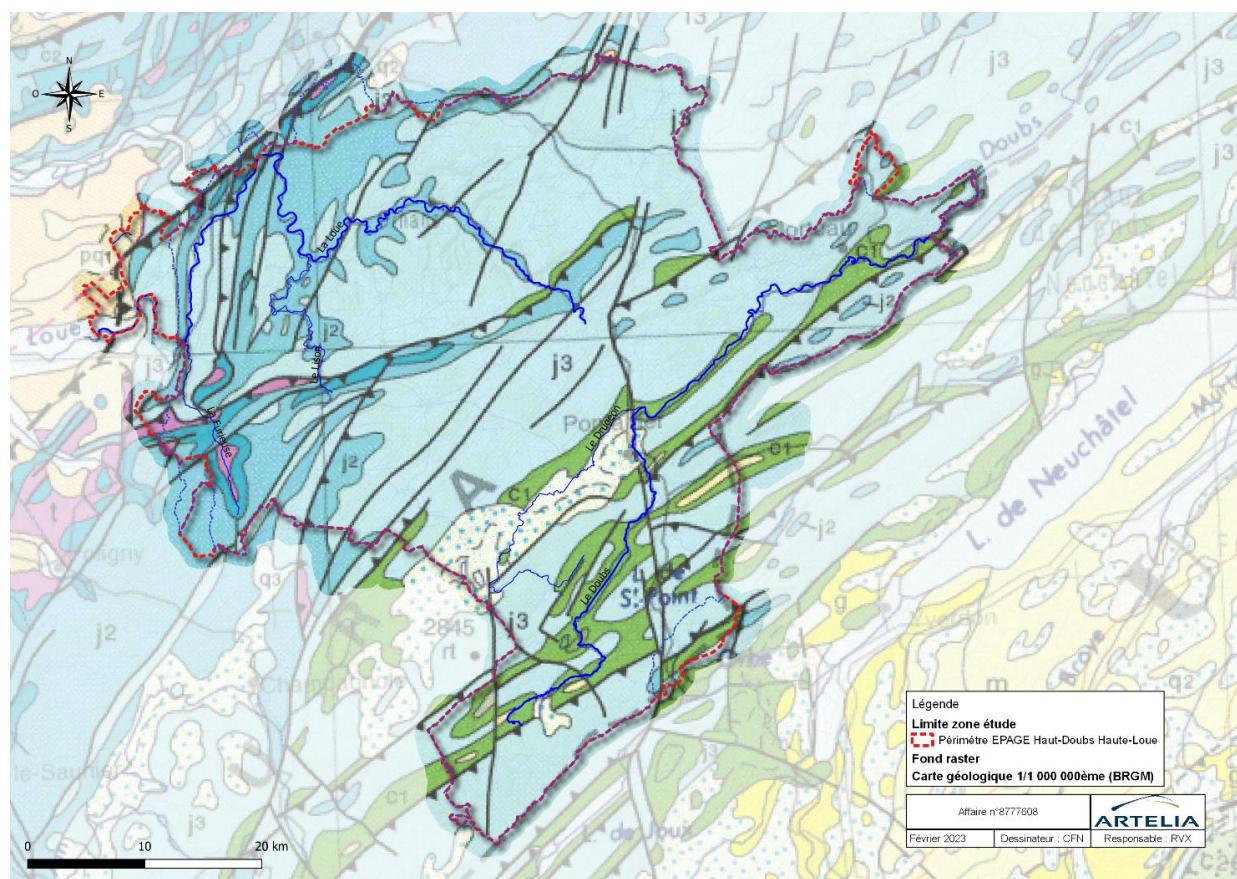


Figure 5 – Carte géologique du secteur d'étude (BRGM), les couleurs des formations géologiques sont indiquées dans le log stratigraphique ci-dessous.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Les formations jurassiques et crétacées sont constituées sur plusieurs centaines de mètres de calcaires, avec quelques passages marno-calcaires voire de marnes. Ces calcaires ont été altérés et érodés au fil des temps géologiques, plutôt à l'occasion de circulations souterraines préférentielles (failles, ...) pour former des cavités de taille variable (typiquement décimétrique à métrique) appelés karsts.

Des formations quaternaires liées à des dépôts morainiques et glaciaires sont présentes notamment sur une grande zone entre Champagnole et Pontarlier dans laquelle chemine le Drugeon, et également plus localement au niveau du lac de Saint Point par exemple. Ces formations sont hétérogènes : elles sont constituées tantôt de sables ou de graviers/galets et tantôt de matériaux plus fins. Le long des rivières on trouve également des formations alluviales (le long de la Loue et du Doubs à Morteau par exemple) mais sont généralement peu étendues.

Les terrains du Trias sont constitués de calcaires et de grès et sont marqués par la présence d'évaporites (d'où proviennent les sources salées de Salins les Bains).

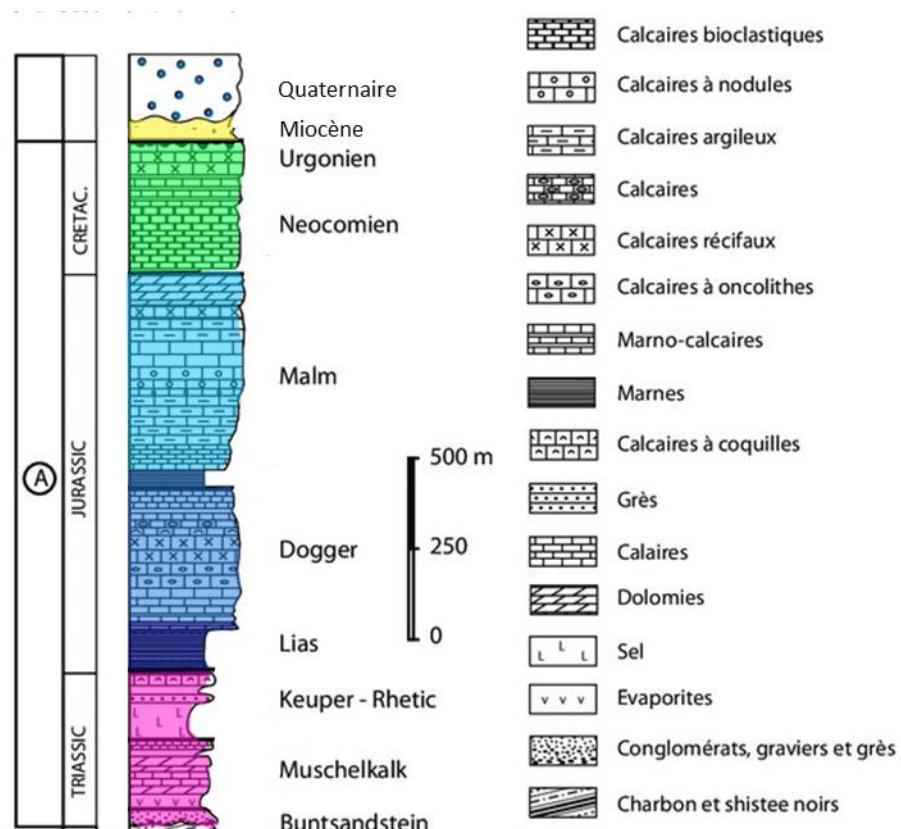


Figure 6 - Log stratigraphique synthétique des formations du Jura (modifié d'après (Caér 2016)

## 5.2. PERTES ET RESURGENCES KARSTIQUES

### 5.2.1. Généralités

Le caractère karstique du secteur étudié, se traduit d'abord par des infiltrations totales des précipitations dans le sol (souvent au niveau de dolines) et par des liaisons hydrauliques souterraines rapides vers les principaux cours d'eau. Une conséquence de cette infiltration rapide des eaux météoriques, est la quasi-absence de réseau hydrographique pérenne en dehors des principaux cours d'eau cités ci-dessus.

Les circulations souterraines de l'eau liées aux phénomènes karstiques font que les bassins versants hydrogéologiques peuvent être différents des bassins versants topographiques. La figure suivante présente le découpage des bassins versants hydrogéologiques réalisé à partir des informations données par les opérations de traçages des eaux (base de données ORISK). Le découpage des bassins versants est réalisé au niveau des stations hydrométriques principales de la zone d'étude, et ces derniers sont appelés sous-bassins versants par la suite.

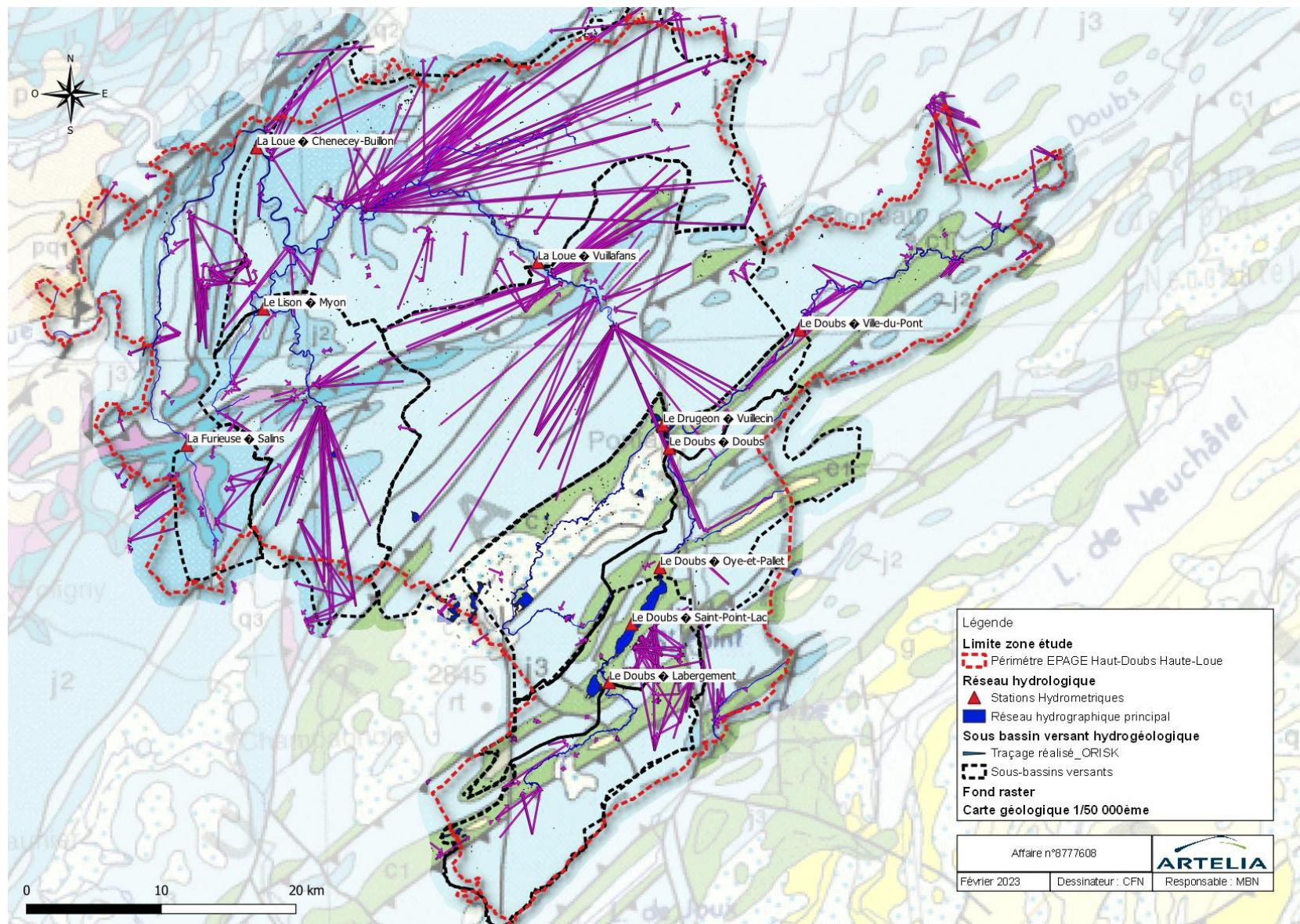


Figure 7- Liaisons karstiques repérées sur le secteur d'étude et sous-bassins versants hydrogéologiques

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

### 5.2.2. Pertes du Doubs et résurgences à la source de la Loue

Le Doubs perd une partie de son débit vers le milieu souterrain entre l'aval du Lac de Saint-Point et le défilé d'entre-Roche à l'aval de Ville-du-Pont. En période d'étiage, la perte peut être totale et le Doubs est en assec sur une grande longueur, jusqu'à 20 km en 2018 (LE BARBU et al. 2019). Les pertes peuvent être soit ponctuelles (infiltration d'eau dans une fissure ou un trou, avec éventuellement formation d'un vortex), soit diffuses (infiltration à travers des dépôts de sables et graviers reposant sur des calcaires fissurés). La plupart des pertes se situent entre le pont des Oyes à l'amont d'Arçon et l'entrée du défilé d'Entre Roches, et même plus précisément entre Arçon et Maison-du-Bois, sur un tronçon de 5 km. Mais des pertes sont déjà identifiées dès l'aval du lac de St Point et également dans le lit du Drugeon. Le tronçon affecté par les pertes correspond aux zones d'affleurement des calcaires du Jurassique supérieur.

Ces pertes sont naturelles, liées à des circulations karstiques. La bibliographie ancienne montre que des tentatives pour limiter le phénomène ont été menées depuis le milieu du XIXème siècle au moins (Doubs. Conseil général. 1873). L'exutoire de ces pertes correspond en partie à la source de la Loue : ce phénomène a été prouvé à la suite de l'incendie des distilleries Pernod de Pontarlier en 1901, qui a provoqué un déversement d'absinthe dans le Doubs ou à proximité, dont l'odeur a été ressentie aux sources de la Loue quelques jours plus tard (relaté par exemple dans un article de l'Est Républicain, dont la référence est indiquée en bibliographie). D'autres traçages ont par la suite confirmé cette liaison ; plus récemment, des traçages ont montré que les pertes à partir de Montbenoît rejoignent le Doubs plus à l'aval dans le défilé d'Entre Roches (autocapture), tandis que les pertes plus à l'amont rejoignent les sources de la Loue(Reilé 2018).

Le débit des pertes évolue en fonction du débit du Doubs en amont, le débit des pertes augmentant avec le débit du Doubs, jusqu'à un certain débit (cf. figure ci-après). Plusieurs hypothèses ont été formulées, notamment sur le fonctionnement des pertes en période de crue : le modèle le plus récent (BRGM 2014) indique que le débit des pertes n'augmente plus au-delà de 10 m<sup>3</sup>/s à La Cluse et Mijoux pour les pertes en amont de Pontarlier (pertes maximum de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/s) et 20 m<sup>3</sup>/s à la confluence Doubs-Drugeon pour les pertes en aval (pertes maximum de l'ordre de 8 m<sup>3</sup>/s).

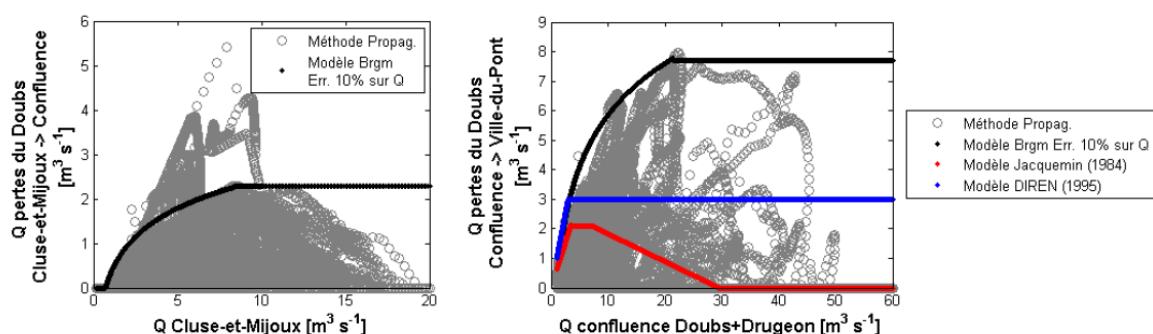


Figure 8- Evolution du débit des pertes en fonction du débit amont.

En hautes eaux, il semble que le karst se mette en charge et que les pertes n'absorbent plus, voire deviendraient émissives selon certains acteurs.

Des analyses récentes de corrélation entre débit du Doubs et débit des pertes (LE BARBU et al. 2019) (ARTELIA 2019) indiquent que les pertes du Doubs évoluent avec le temps : c'est-à-dire que la corrélation entre débit à l'amont des pertes et débit des pertes évolue selon les années (les pertes étant plus fortes ou moins fortes selon les années). Le graphique suivant compare le débit à l'amont pour le VCN10 (somme des débits du Doubs à Doubs et du Drugeon à Vuillecin) et débit des pertes à la date du VC10 correspondant, pour les années de 1986 à 2022 (certaines valeurs aberrantes sont supprimées).

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Sur le graphique, les années se rapprochant de la ligne pointillée noire correspondent aux années se rapprochant d'une perte totale, en s'éloignant de cette ligne les pertes sont de plus en plus faibles pour un débit amont entrant. On observe que les pertes en étiage varient assez nettement selon les années :

- avant 1993 (en vert), les pertes sont quasi totales chaque année, quel que soit le débit amont ;
- entre 1994 et 2016, les pertes sont sensiblement plus faibles, de l'ordre de 2/3 des débits amont ;
- depuis 2017 en revanche, les pertes sont à nouveau quasi totales.

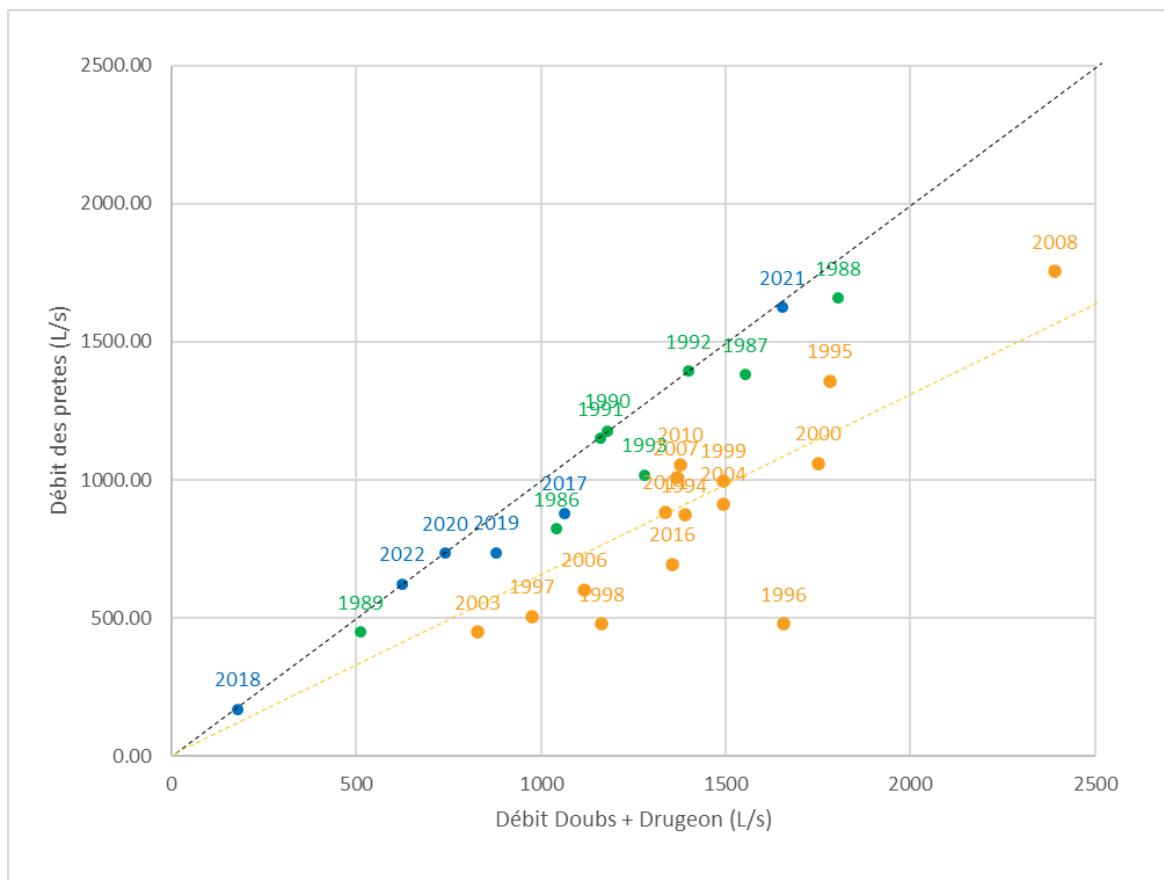


Figure 9- Comparaison des débits amont et débits des pertes en étiage (modifié d'après ARTELIA 2019)

L'importance des pertes est donc variable selon les années : si du fait de la dissolution des calcaires dans le karst (et donc l'augmentation de la taille des conduits karstiques) les pertes devraient à très long terme s'accentuer, le phénomène est plus complexe à moyen terme puisque les pertes ont diminué entre 1994 et 2016 et que depuis 2017 elles ont repris une importance similaire à celle du début des années 1990. Une hypothèse avancée est celle d'un décolmatage des fissures/fractures lors d'épisodes de crue (EPTB Saône et Doubs 2020), ce que confirme l'observation sur le terrain en 2018 de pertes non-reconnues auparavant.

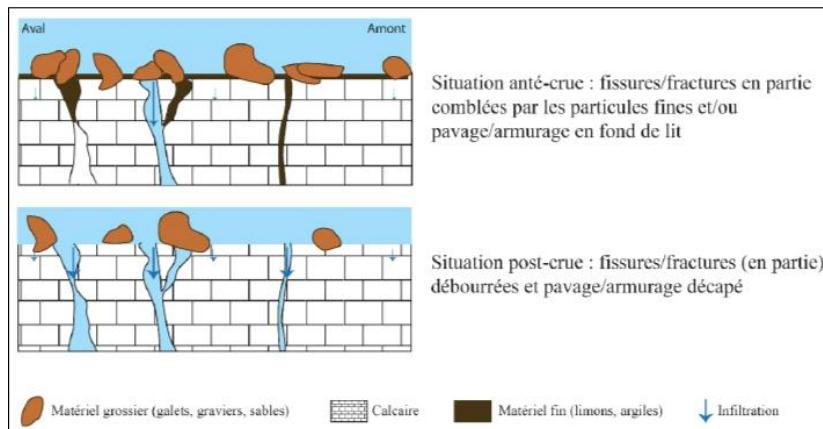


Figure 10- Coupe schématique présentant l'hypothèse d'évolution des pertes du Doubs (source : EPTB Saône et Doubs 2020)

### 5.2.3. Pertes du tunnel du Mont d'Or

Lors de la création du tunnel ferroviaire du Mont d'Or, le creusement a percé un réseau karstique entraînant une arrivée d'eau catastrophique en 1912. Cette venue d'eau, subsiste encore à l'heure actuelle à un débit estimé entre 120 et 150 L/s (Geos 2009).



Figure 11- Photographie d'époque de la venue d'eau lors du creusement du tunnel (source : arnexehistoire.blogspot.com 2013)

Les pertes vers le bassin Jougnena à l'est (bassin de l'Orbe - district du Rhin) sont également probables, bien que non formellement reconnues (les volumes concernés étant potentiellement supérieurs aux 150 L/s détournés artificiellement dans le tunnel ferroviaire du Mont d'Or).

### 5.2.4. Pertes du Drugeon

Avant d'arriver dans la plaine de Frasne et en longeant la crête calcaire de la Montagne du Laveron, le Drugeon subit des pertes qui peuvent conduire à un assec à Bonnevaux.

Les pertes à Bonnevaux sont estimées en étiage de l'ordre de 100 L/s par comparaison entre les périodes notées comme « écoulement faible » dans la base de données Onde<sup>1</sup> et le débit du Drugeon mesuré en amont à Vaux-et-Chantegrue. D'autres pertes existent à l'aval de Bonnevaux, et notamment au niveau du Lac de Bouverans (également appelé « L'Entonnoir »). Des pertes en valeur absolue plus importantes ont vraisemblablement lieu en période de hautes-eaux, même si le lac semble pouvoir fonctionner en inversac.

<sup>1</sup> Base de données : Observatoire National des Etiages



Figure 12- Lac de Bouverans en octobre 2018 (source : EPAGE, J-N Resch)



Figure 13- Moulin de Bonnevaux à l'étiage (source : EPAGE, J-N Resch)

### 5.3. NAPPE DE L'ARLIER ET NAPPES ALLUVIALES D'ACCOMPAGNEMENT DES COURS D'EAU

La nappe de l'Arlier correspond à l'aquifère des alluvions superficielles du delta glacio-lacustre de la plaine de Pontarlier. Ce remplissage sédimentaire peut atteindre 70 m d'épaisseur en son centre. Les sables, graviers et galets aquifères sont présents sur une vingtaine de mètres d'épaisseur, et reposent sur des marnes ou des calcaires (AERMC 2014). La nappe de l'Arlier ne serait pas connectée directement au Doubs, au moins en période d'étiage (Reilé 2012a).

La nappe du Drigeon est située dans la continuité de la nappe de l'Arlier et est exploitée au niveau des puits et forages (puits de Vau les Aigues, puits de Bannans) de sables, de graviers et de galets sur 4 à 6 m d'épaisseur reposant sur des argiles ou marnes imperméables. Cet aquifère est globalement moins productif que la nappe de l'Arlier.

Cet aquifère possède des potentialités d'exploitation intéressantes d'après l'étude du Cabinet Reile (Reilé 2012a). Toutefois la nappe est considérée comme vulnérable aux pollutions, du fait de la faible protection que constitue les sols dans le secteur et du fait de la pression anthropique locale (urbanisation, industries, ...). Ces risques « diffus » concernent une grande partie de la plaine ce qui montre la nécessité d'une protection à l'échelle de la nappe, en complément de la protection des captages

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

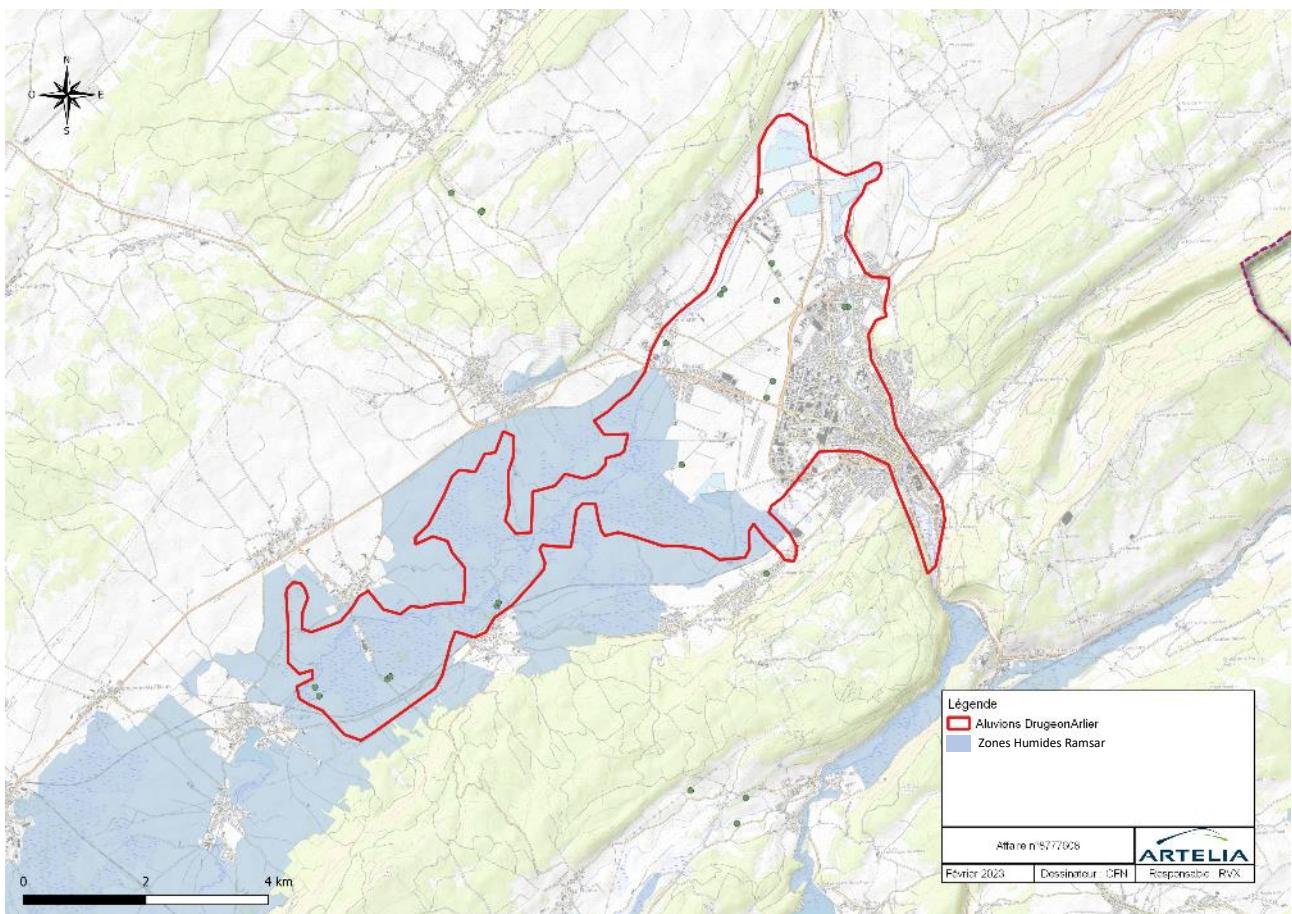


Figure 14- Limites cartographiques de la masse d'eau des alluvions du Drugeon et de l'Arlier FRDG348 (source : AERMC)

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

## 5.4. RESSOURCES KARSTIQUES MAJEURES

Une étude d'identification des ressources karstiques majeures pour l'alimentation a été réalisée en 2013 par Idées-Eaux Caille, MFR et CPIE, et a identifié des ressources potentiellement intéressantes pour l'alimentation en eau potable (IdéesEaux et al. 2013). Plusieurs critères ont été intégrés à l'analyse et au choix des ressources stratégiques : la quantité et la qualité potentielle, la proximité des usages, ...

Les ressources identifiées sont présentées dans la cartographie suivante.

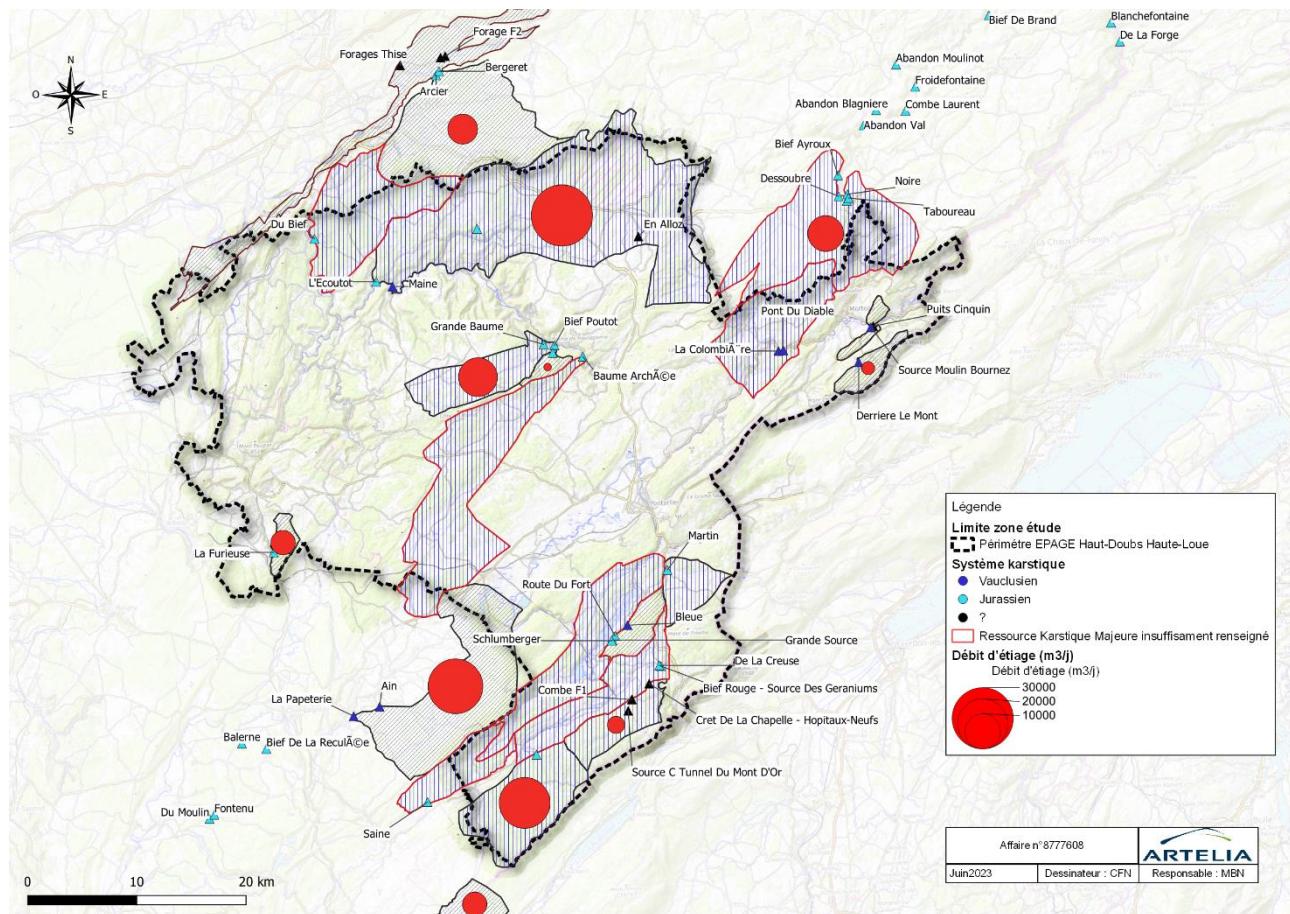


Figure 15- Cartographie des ressources karstiques majeures du secteur étudié

Elles sont dans l'ensemble mal connues (ressources identifiées comme insuffisamment renseignées repérées en rouge sur la figure précédente). Leur développement en tant que ressources alternatives nécessite des études de reconnaissance qui devront s'étaler sur plusieurs années.

Le débit d'étiage des sources karstiques identifiées est important pour certaines d'entre elles, et peut être supérieur à 10 000 m<sup>3</sup>/j (source du Doubs à Mouthe, ...). Une fraction de ce débit pourrait être utilisé en tant que ressource en eau d'après cette étude.

Quelques-unes de ces ressources ont la caractéristique d'être vauclusienne, c'est-à-dire de posséder des volumes de vides ennoyés sous le niveau de la source (c'est-à-dire possédant un volume de ressource potentiellement important) permettant d'être temporairement surexploitée par rapport au débit d'étiage. Les sources vauclusiennes sont indiquées en bleu foncé sur la figure précédente.

## 6. USAGES ET MILIEUX

### 6.1. PRELEVEMENTS EN EAU SUR LE SECTEUR D'ETUDE

Dans les usages de l'eau, on distingue les prélèvements en eau (qui impliquent un usage dans un lieu différent du lieu de prélèvement) et les usages au fil de l'eau tels que les usages de loisir par exemple (baignade, ...). L'usage de l'eau pour l'hydroélectricité est traité à part puisque qu'il s'agit d'un prélèvement, mais avec un rejet généralement très proche de son point de prélèvement.

Les données de prélèvements ont été récupérées auprès de la base de données BNPE (lien en bibliographie). La carte suivante présente la localisation des prélèvements recensés.

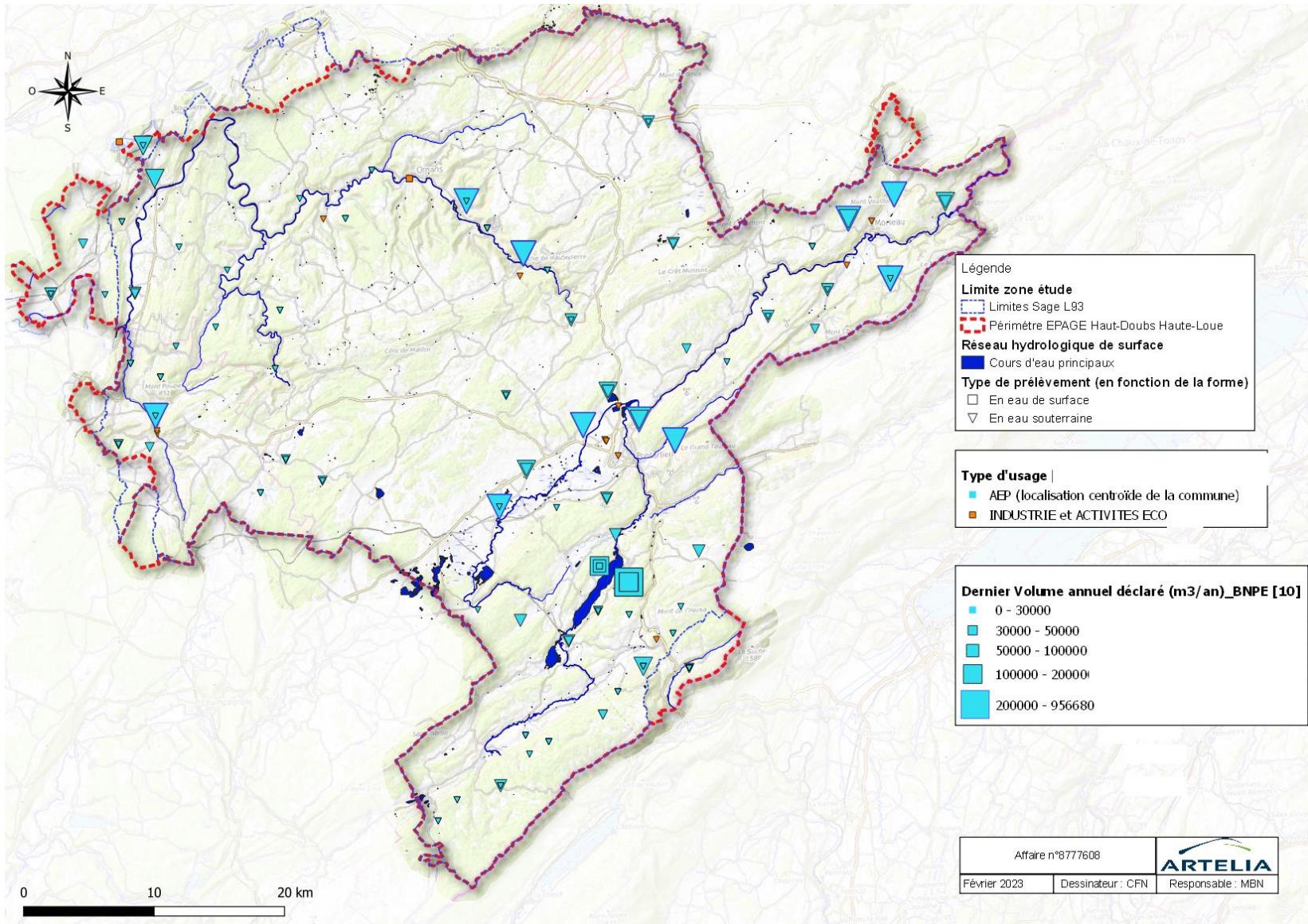
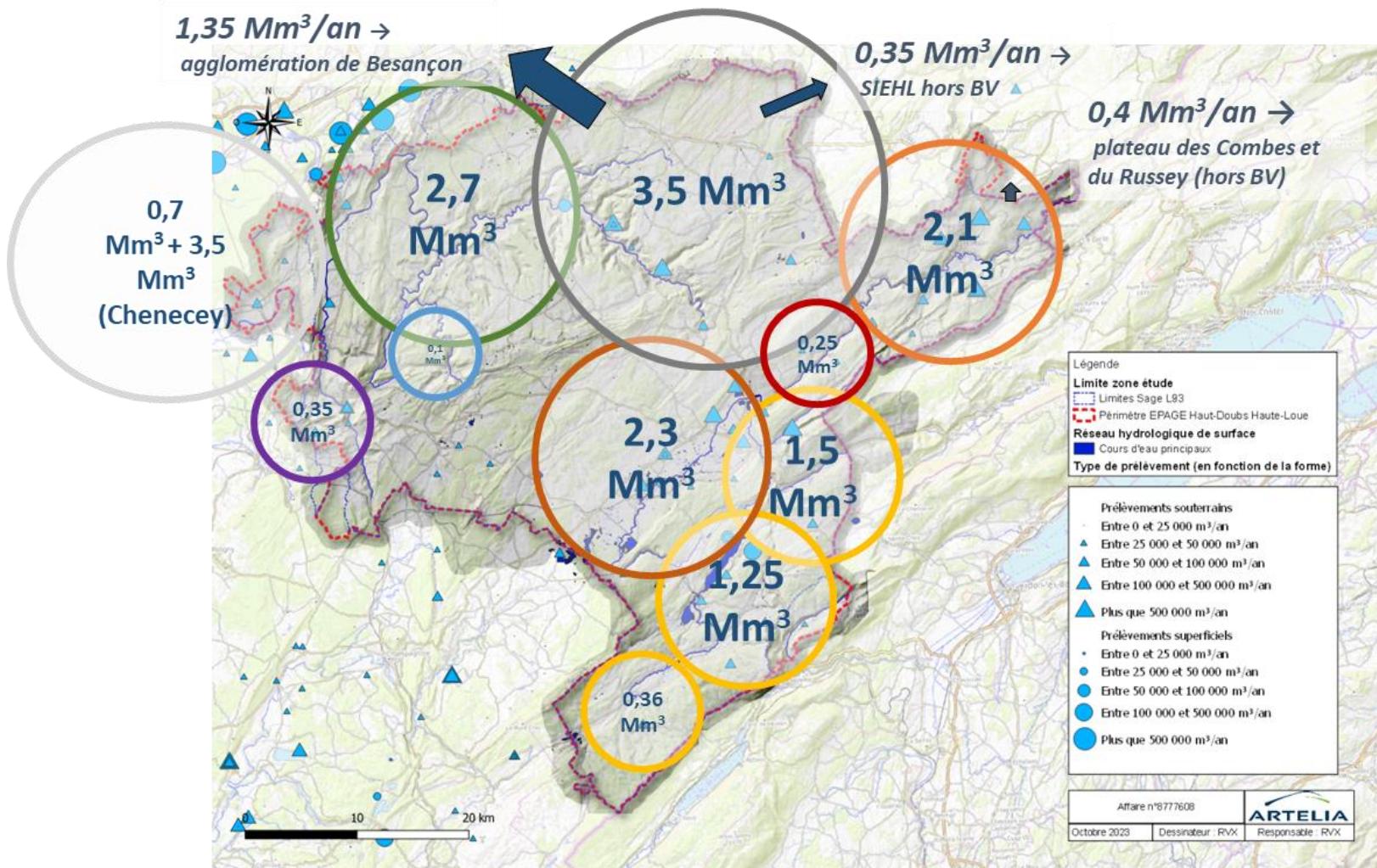


Figure 16- Cartographie des prélèvements en eau (source BNPE)

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION



Les captages sont très majoritairement liés à des prélèvements pour l'alimentation en eau potable (AEP, en bleu sur la carte), dont l'usage peut être domestique, agricole (pour l'abreuvement essentiellement) ou industriel (par exemple pour les industries agro-alimentaires).

Une estimation de la répartition des usages de l'eau prélevée sur le secteur d'étude est donnée par le graphique suivant. NB : les volumes par usages n'étant pas mesurés, il existe d'importantes incertitudes, par exemple pour les usages industriels qui sont branchés sur le réseau domestique dont on ne connaît pas précisément la répartition.

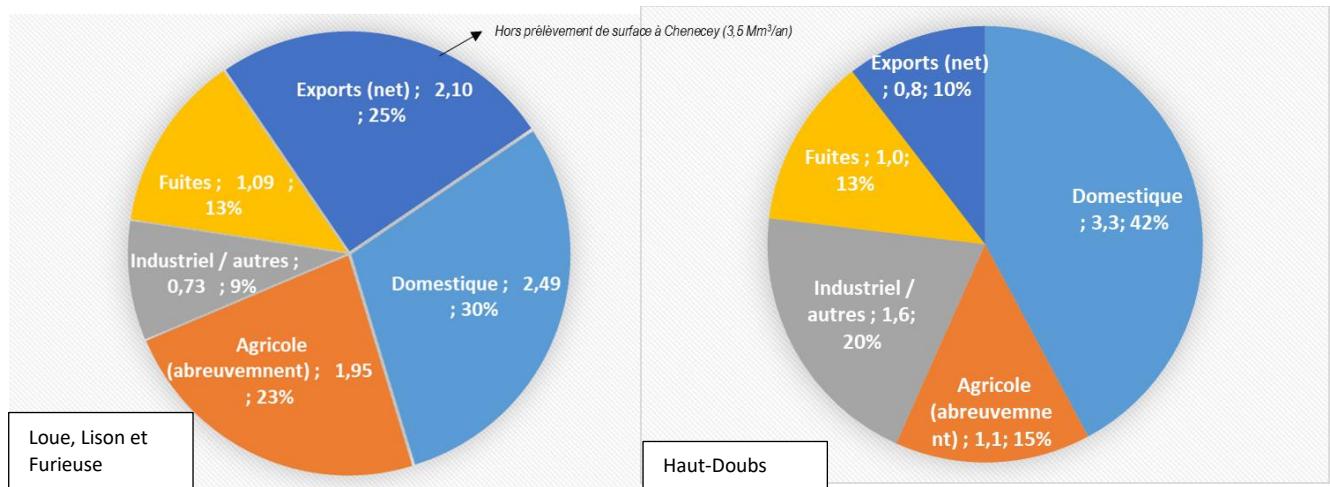


Figure 18- Estimation de la répartition des usages de l'eau prélevée dans le périmètre SAGE-EPAGE en 2020 (d'après l'agrégation des données BNPE et des estimations de consommations par usage détaillé si dessous)

L'organisation de la distribution de l'eau potable sur le territoire est relativement complexe et implique que les lieux de l'utilisation de l'eau peuvent être assez éloignés des lieux de production. Ceci implique également qu'il existe des transferts inter-bassins sur le secteur : à la fois des transferts entre sous-bassins à l'intérieur de la zone d'étude mais également à l'extérieur de la zone d'étude. Connaitre ces transferts d'eau est important pour anticiper comment vont évoluer les besoins en eau dans le futur (cf. paragraphes suivants), cette évolution n'étant pas homogène sur le territoire.

La sollicitation des syndicats de production d'eau potable, la consultation du schéma directeur départemental d'eau potable (Safege 2016), et des schémas directeurs des syndicats (SIEPHR, SIEHL, CCFD, SIAEP Combès), ont permis de recenser les principaux transferts d'eau entre bassins versants (voir figure suivante). On remarque également qu'en termes de volumes prélevés, les prélèvements se concentrent principalement sur 4 zones : Loue et sa nappe alluviale, Plaine du Drageon et de l'Arlier, Val de Morteau et Lac de Saint-Point. Ces 4 zones représentent 80% des volumes prélevés sur le territoire, et c'est principalement à partir de ces zones de gros prélèvements que s'effectuent les exports hors des bassins-versants.

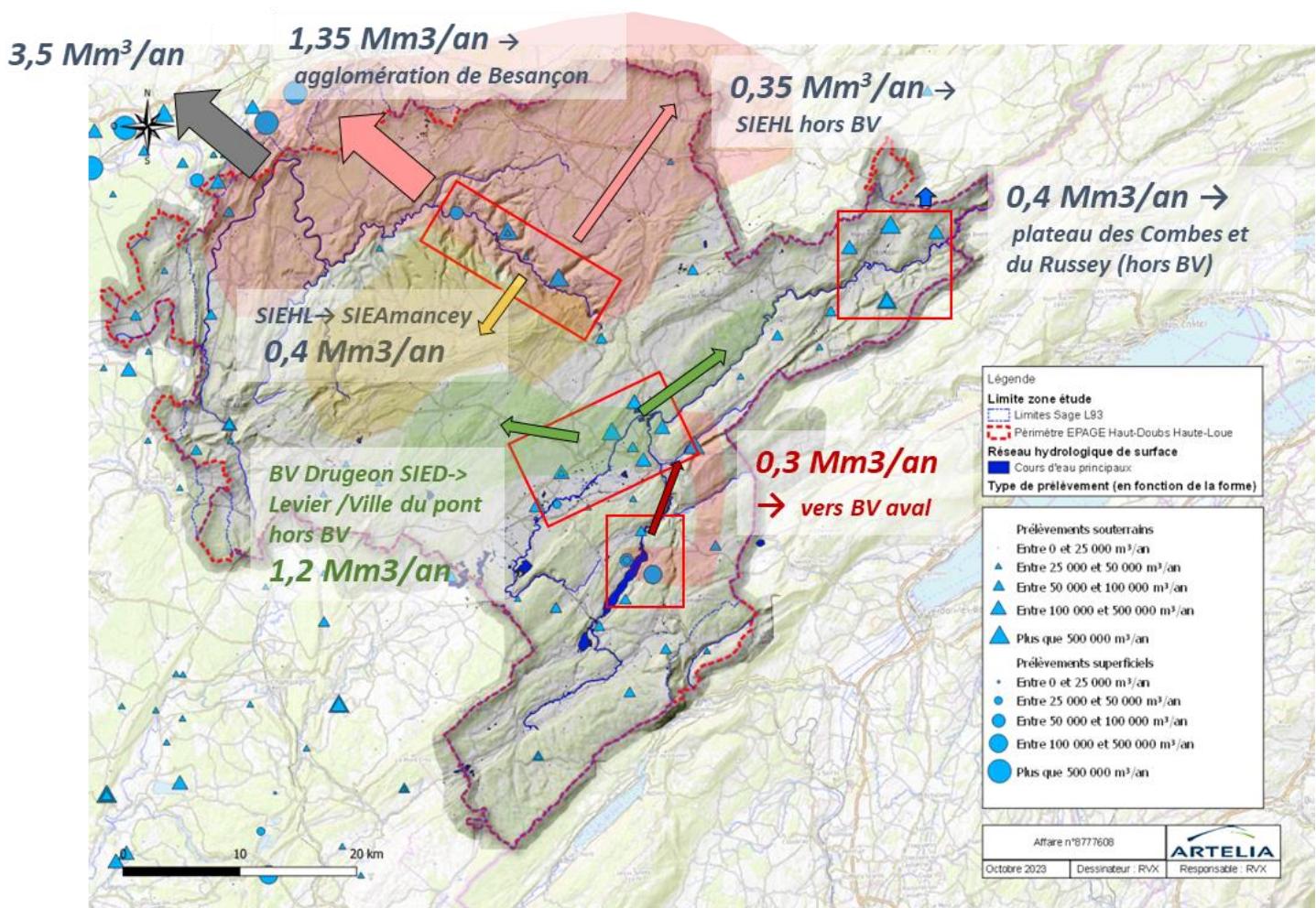


Figure 19- Représentation des principales zones de prélèvements en eau et exports associés.

### 6.1.1. Consommation domestique

Les prélèvements pour la consommation domestique sont d'origine AEP. Ils dépendent directement du nombre d'habitants sur le territoire mais aussi des habitudes de consommation et de la fréquentation touristique.

#### 6.1.1.1. Situation actuelle

La consommation domestique constitue la part la plus importante des prélèvements en eau sur le territoire de l'EPAGE. Il est possible de l'estimer à partir d'un besoin théorique par an et par habitant. Après discussion avec les participants des ateliers AEP (organisés les 02 et 03/03/23) et l'analyse des données des schémas directeurs et des syndicats AEP locaux au sein de l'EPAGE, ce besoin théorique est proche de 135 L/j/habitant, soit environ 50 m<sup>3</sup>/an/hab. Selon les données disponibles, ce besoin ne connaît que peu de variation saisonnière au cours de l'année.

Rapportée à la population de l'EPAGE (130.000 habitants), la consommation théorique annuelle pour l'usage domestique est proche de 6,5 millions de m<sup>3</sup> d'eau par an.

Bassin Versant	Population	Consommation théorique (en m <sup>3</sup> /an)
BV Doubs	24 853	1 242 650
BV DoubsBrenets	23 744	1 187 200
BV DoubsLhabergement	4 935	246 750
BV DoubsOye	5 230	261 500
BV FurieuseSalins	3 587	179 350
BV LisonMyon	2 702	135 100
BV LoueAval	8 244	412 200
BV LoueChenecey	27 305	1 365 250
BV LoueOrnans	17 559	877 950
BV VuillancinDrugeon	7 207	360 350
BV VilleduPontDoubs	3 823	191 150
Total	129 189	6 459 450

Tableau 3 – Consommation théorique de l’usage domestique pour les sous-bassins versants de l’EPAGE, situation actuelle, calcul ARTELIA.

Si ce besoin théorique ne connaît que peu de variations saisonnières, les ressources en eau peuvent être affectées par des épisodes météorologiques exceptionnels, comme lors de la sécheresse de 2018. Durant cet été, plusieurs communes ont dû être alimentées par des camions-citernes, faute de réserves en eau potable suffisantes.

N.B. : des interconnexions ont été réalisées depuis 2018, ce qui a contribué à réduire la vulnérabilité (voir figure suivante étiage 2022).

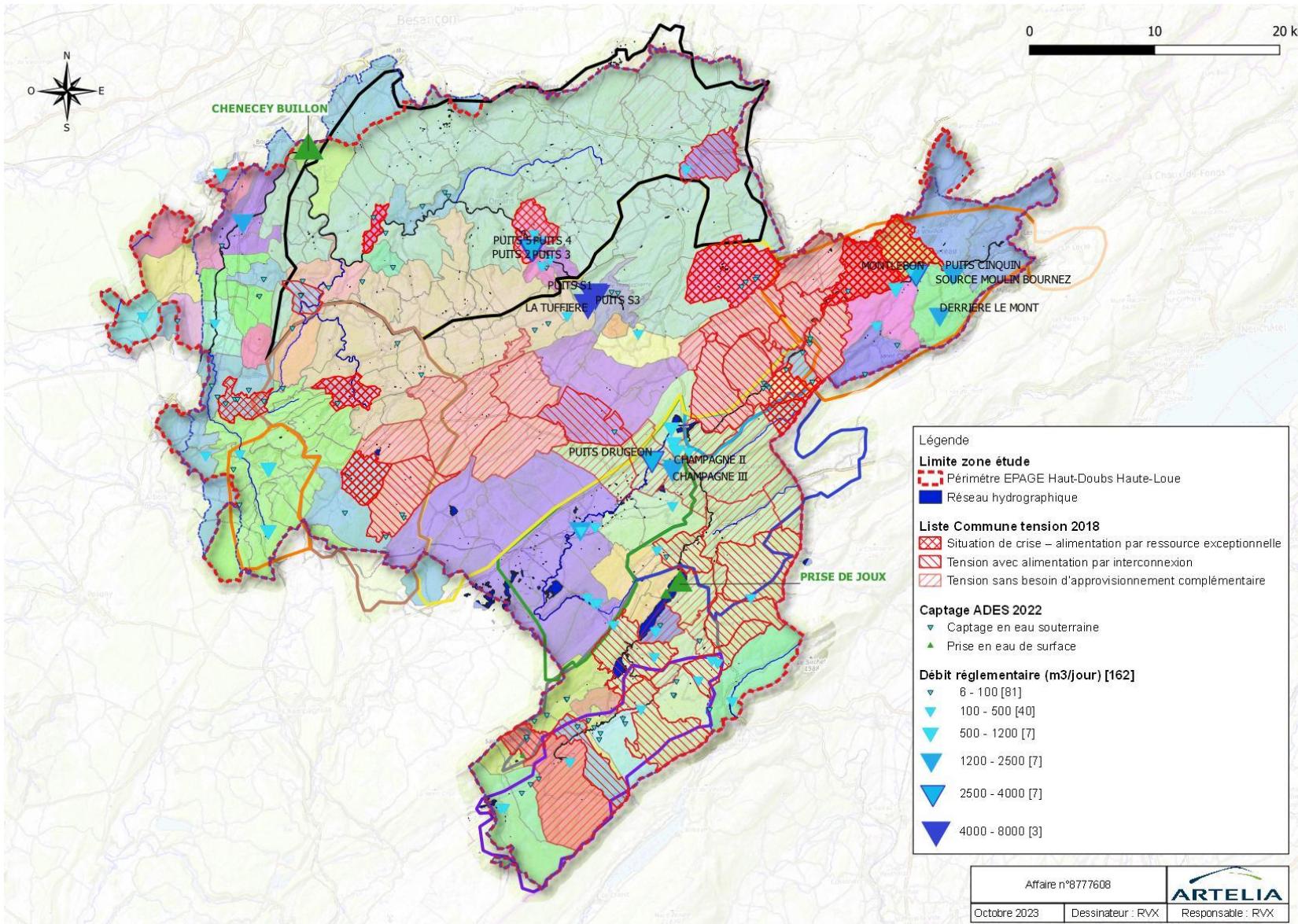


Figure 20 – Carte des captages et des situations problématiques lors de la sécheresse de 2018 (les couleurs en fond correspondent aux unités de gestion de l'eau).

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

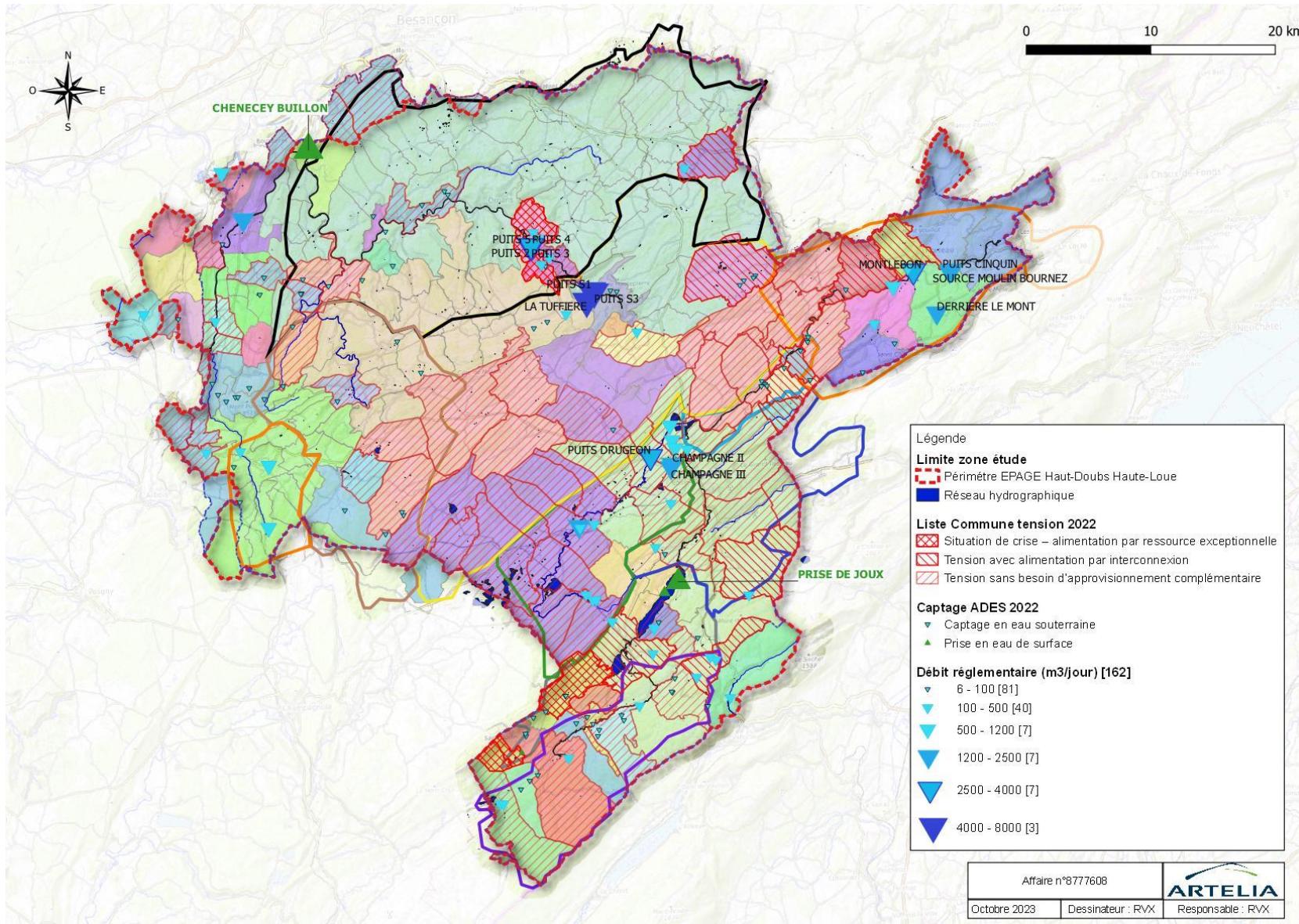


Figure 21 – Carte des captages et des situations problématiques lors de la sécheresse de 2022 (les couleurs en fond correspondent aux unités de gestion de l'eau).

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Le tableau suivant récapitule les informations plus détaillées récupérées sur les tensions et les crises de l'AEP en 2018.

Commune	Situation	Informations sécheresse
ARC SOUS CICON	Crise - citerne	150 m <sup>3</sup> /j provenant des sources communales 90 m <sup>3</sup> /j provenant du SIE Dommartin 50 m <sup>3</sup> /j importés par citernes depuis SIEHL
CADEMENE	Crise - citerne	Le débit de la source diminue à 13 m <sup>3</sup> /j en octobre (35 m <sup>3</sup> /j d'habitude)
HAUTERIVE LA FRESSE	Crise - citerne	Camions citernes sur Pontarlier
LES ALLIES	Crise - citerne	Camions citernes sur Pontarlier
LES COMBES	Crise - citerne	
MONTGESOYE	Crise - ressources exceptionnelles	Ouverture d'une source en complément
MORTEAU	Crise - citerne	Source Montlebon en baisse Mise en place d'un pompage dans le Doubs Interconnexion avec le Russey Camions citernes
NANS SOUS SAINTE ANNE	Crise - citerne	Camions citernes en octobre 2018
SAINT THIEBAUD	Crise - citerne	

Tableau 4 – Synthèses des principales difficultés recensées par l'ARS en 2018

Les problématiques d'alimentation sont souvent liées au tarissement de sources.

#### 6.1.1.2. Evolution tendancielle

Deux scénarios tendanciels peuvent être mis en avant pour les prochaines décennies. Dans les deux cas, une hausse de la population est attendue.

Celle-ci s'inscrit sur une hausse déjà perceptible, et en particulier dans le Haut-Doubs où la population est passée de 50.000 habitants en 1970 à 75.000 habitants en 2019 (chiffres INSEE). Cette hausse est un peu moins marquée dans le bassin versant de la Haute-Loue, où la population est tout de même passée de 37.000 habitants en 1970 à 53.000 habitants en 2019.

D'ici 2050, selon les éléments prospectifs des SCoTs locaux et les participants des ateliers AEP, cette dynamique de population devrait se poursuivre. Dans le Haut-Doubs, une hausse de 30% de la population se dessine. Elle serait plutôt de l'ordre de 10% en Haute-Loue.

- 1<sup>er</sup> scénario d'évolution de la consommation domestique : La hausse de population simple est à retenir dans une hypothèse moyenne tendancielle.
- 2<sup>nd</sup> scénario d'évolution de la consommation domestique : Dans une hypothèse haute, la hausse de population s'ajouterait à la hausse du besoin théorique par habitant. Cette hausse pourrait s'expliquer par l'extension des périodes de fortes chaleurs et de nouveaux usages (piscines notamment). De façon arbitraire, on peut supposer dans cette hypothèse haute une hausse de 10% du besoin théorique, soit 150 L/j/hab (55 m<sup>3</sup>/an).

Bassin Versant	Population 2050	Consommation théorique hyp. basse (en m <sup>3</sup> /an)	Consommation théorique hyp. haute (en m <sup>3</sup> /an)
BV Doubs	32 309	1 615 445	1 776 990
BV DoubsBrenets	30 867	1 543 360	1 697 696
BV DoubsLhabergement	6 416	320 775	352 853
BV DoubsOye	6 799	339 950	373 945
BV FurieuseSalins	3 946	197 285	217 014
BV LisonMyon	2 972	148 610	163 471
BV LoueAval	9 068	453 420	498 762
BV LoueChenecey	30 036	1 501 775	1 651 953
BV LoueOrnans	19 315	965 745	1 062 320
BV VuillancinDrugeon	9 369	468 455	515 301
BV VilleduPontDoubs	4 970	248 495	273 345
Total	156 066	7 803 315	8 583 647

Tableau 5 – Consommation théorique de l'usage domestique pour les sous-bassins versants de l'EPAGE, situation 2050.

### 6.1.2. Tourisme

La fréquentation touristique influence le volume consommé de l'usage domestique. Il ne s'agit pas d'un usage en tant que tel dans notre classification car il est impossible d'estimer précisément la surconsommation précise due au tourisme dans la région.

Les données bibliographiques et les données sur le tourisme peuvent toutefois permettre de dessiner quelques variations saisonnières.

- La surconsommation s'établit à environ +50% en hiver en lien avec le tourisme de sport d'hiver dans le bassin versant de Doubs à Labergement et environ +40% en juillet-août pour Doubs à Oye-et-Pallet du fait d'un tourisme plutôt estival, d'après l'étude volume prélevable du Hauts-Doubs. La même étude indique que les prélèvements sont globalement assez stables ailleurs (hors variations liées à la production d'eau potable, comme par exemple les remplissages/vidanges de réservoirs, ...), comme le montre aussi les données récupérées.
- Les données de tourisme<sup>2</sup> montrent les points suivants :
  - Les nuitées touristiques sont surtout importantes pour le pays du Haut-Doubs (env. 300 000 nuitées par mois en juillet/août, donc l'équivalent de +10 000 habitants pour une population moyenne de 60 000 habitants, ce qui correspond en ordre de grandeur aux valeurs prises en compte pour le Doubs à Oye-et-Pallet) ;
  - Les nuitées touristiques sont importantes dans une moindre mesure sur le territoire Loue Lison (env. 100 000 nuitées par mois en juillet/août donc l'équivalent de +3 000 habitants). Il a donc été considéré +10% l'été pour les bassins versants du Lison et de la Loue amont.

<sup>2</sup> <https://www.doubs-tourisme-pro.com/chiffres-cles/fluxvision-visitdata/>

Les projections touristiques montrent que le tourisme hivernal va progressivement diminuer au profit du tourisme estival (Dianeige 2020), du fait du changement climatique, inversant la proportion de tourisme hivernal et estival. Les professionnels du secteur indiquent que l'hypothèse la plus vraisemblable est celle d'une fréquentation stable par rapport à l'actuel (cf. comptes-rendus d'atelier tourisme). Il est donc fait l'hypothèse que la consommation touristique reste stable dans le temps.

Concernant la production de neige artificielle, elle concerne essentiellement le bassin du Haut-Doubs : les projections (Dianeige 2020) montrent que les prélevements restent stables jusqu'à 2060 environ, puis diminuent du fait de la plus grande difficulté à réaliser de la neige de culture.

### 6.1.3. Agricole

La vocation agricole du secteur est très largement concentrée sur l'élevage de bovins, à des fins de production de lait pour la filière Comté. Les prélevements agricoles ne sont pas négligeables et peuvent être supérieurs aux besoins domestiques dans certaines communes. Ces prélevements sont presque tous d'origine AEP.

#### 6.1.3.1. Situation actuelle

La chambre d'agriculture de Bourgogne-Franche-Comté a lancé en 2020 un projet intitulé « ASSECC » (Abreuvement Solution et ressource en Elevage face au Changement Climatique). Il fait suite aux épisodes de sécheresses des années 2018, 2019 et 2020 en portant une réflexion sur la disponibilité de la ressource en eau, en particulier sur les exploitations agricoles et dans les élevages.

La phase de diagnostic du projet a permis de dessiner un besoin théorique en eau d'abreuvement (toutes filières confondues) à l'échelle des EPCI de la Bourgogne-Franche-Comté. En sommant l'ensemble des besoins théoriques des EPCI de l'EPAGE et en appliquant un ratio lié à la superficie pour les EPCI compris partiellement dans l'EPAGE, on obtient un besoin théorique d'environ 1,7 millions de m<sup>3</sup> sur le territoire de l'EPAGE, uniquement pour les besoins d'abreuvement.

Ce chiffre a pu être complété et mis en perspective à l'aide des données du recensement agricole, fournies par les services de la DRAAF Bourgogne-Franche-Comté. Ces données datant de 2020 permettent une comptabilité précise du cheptel par commune au sein de l'EPAGE. Rapportés en UGB (Unité Gros Bétail), on comptabilisait près de 114.000 UGB herbivores dans l'EPAGE en 2020.

Lors de l'atelier avec le monde agricole (02/03/23), plusieurs chiffres de besoins théoriques par jour et par UGB ont été étudiés en s'appuyant sur la bibliographie et les documents de référence établis précédemment (EVP 2020 et PAGD du SAGE). Cette consommation théorique vaut uniquement pour les bovins lait et non pour les caprins et les équins, même s'ils sont également comptabilisés dans les UGB herbivores. La très faible population de ces derniers sur le territoire de l'EPAGE n'est pas de nature à remettre en cause le calcul global en prenant pour base les bovins lait sur la population d'UGB.

L'hypothèse retenue en termes de besoin théorique (tous usages y compris abreuvement) est de 75 L/j/UGB en moyenne annuelle. Ce besoin théorique évolue à la hausse l'hiver, et de plus en plus l'été, en raison du recours aux rations sèches (90 L/j/UGB). En printemps et en automne, ce besoin est plutôt de 60 L/j/UGB.

En multipliant le besoin théorique de 75 L/j/UGB, soit 27 m<sup>3</sup>/an, avec la population d'UGB herbivores au sein de l'EPAGE, on obtient une consommation annuelle proche de 3,1 millions de m<sup>3</sup>.

Bassin Versant	Population UGB herbivores	Consommation théorique (en m <sup>3</sup> /an)
BV Doubs	5871,45	160 291
BV DoubsBrenets	13321	363 663
BV DoubsLhabergement	3663,4	100 011
BV DoubsOye	5053,78	137 968
BV FurieuseSalins	6095,02	166 394
BV LisonMyon	7425,41	202 714
BV LoueAval	8141,46	222 262
BV LoueChenecey	21725,15	593 097
BV LoueOrnans	34126,84	931 663
BV VuillancinDrugeon	7299,45	199 275
BV VilleduPontDoubs	918,16	25 066
Total	113 641	3 102 403

Tableau 6 - Consommation théorique de l'usage agricole pour les sous-bassins versants de l'EPAGE, situation actuelle, calcul ARTELIA.

D'après le Département du Doubs, environ 10 à 15% des exploitations ont été aidées pour la mise en place de cuves de récupération d'eaux pluviales entre 2018 et 2022.

Concernant le maraîchage, les données que nous avons récoltées indiquent qu'il s'agit d'une activité encore assez peu répandue dans la région. La superficie du maraîchage sur le territoire du Haut-Doubs équivaut à quelques hectares, sachant qu'on peut estimer la consommation annuelle en eau potable à environ 1500 m<sup>3</sup>/ha. Ces consommations sont négligeables comparées à l'élevage bovin et ne sont donc pas comptabilisées pour des raisons de simplification de calcul.

#### 6.1.3.2. Evolution tendancielle

L'atelier du 02/03/23 avec les professionnels du monde agricole a permis de dessiner une trajectoire sur l'évolution des cheptels dans le futur. Selon eux, si les cheptels bovin lait ont connu une augmentation progressive ces dernières années, on observe une stabilisation, voire des signaux faibles d'une amorce de repli. Dans le futur, la tendance pressentie est plutôt celle d'une légère baisse des effectifs.

En revanche, les besoins en eau paraissent plus délicats à anticiper. Selon les participants à l'atelier, le recours aux rations sèches durant la saison estivale augmente en cas d'été chaud et sec. Le seuil de 27°C a notamment été évoqué pour le ralentissement de la croissance des prairies.

Dans les prochaines décennies, les projections climatiques envisagent une nette augmentation du nombre de jours de fortes chaleurs (x 2 pour le seuil de 25°C) et une augmentation de la période maximale de jours consécutifs sans pluie (*voir tableau ci-dessous*).

Projection climatique	En nombre de jours par an		
	> 25°C	> 35°C	Période de sécheresse
Ref (1976-2005)	14,75	0	17,75
H1 (2021-2050)	23	0,13	18
H2 (2041-2070)	30,5	0,46	20,5

Tableau 7 – Projection climatique issue du portail DRIAS pour le modèle climatique CNRM-ALADIN et le scénario climatique RCP 4.5, pour les alentours de Pontarlier.

Ces projections vont donc dans le sens d'un recours accru aux rations sèches en période estivale et ce recours pourrait mécaniquement entraîner une hausse de la consommation en eau par UGB.

Toutefois, de plus en plus d'éleveurs comptent également sur des citerne d'eau pour combler ce besoin. Ces citerne pourraient aussi bien être remplies avec de l'eau pluviale mais aussi via le réseau AEP, juste avant les épisodes de rareté de la ressource. Il est toutefois impossible de considérer cet apport quantitativement.

- En conséquence, dans une hypothèse moyenne tendancielle, aucune évolution n'est à considérer sur le secteur agricole.
- Dans une hypothèse haute, il est plausible de considérer un besoin théorique à la hausse, en raison de l'extension de la période où les éleveurs ont recours aux fourrages. Une hypothèse de 10% de la consommation quotidienne annuelle est posée, soit une augmentation du besoin théorique de 82 L/j/UGB, soit 30 m<sup>3</sup> / an.

#### 6.1.4. Industrie

##### 6.1.4.1. Situation actuelle

Les prélèvements des industriels peuvent se faire sur le réseau AEP ou via des prélèvements privés. Il est très difficile d'estimer quantitativement les prélèvements faits sur le réseau AEP (privilégiés notamment par les fromageries). En revanche, les prélèvements privés sont déclarés chaque année et leur bilan est disponible sur la Banque Nationale des Prélèvements en Eau.

Pour l'année 2022, sur l'ensemble du territoire de l'EPAGE, les prélèvements hors AEP des industriels s'élevaient à moins de 0,4 millions de m<sup>3</sup> d'eau. Ce chiffre diminue constamment ces dernières années (voir le tableau ci-dessous), ce qui peut soit signifier des économies d'eau, soit un glissement vers le réseau AEP.

Années	Prélèvements (en m <sup>3</sup> /an)
2012	803 939
2013	851 771
2014	762 714
2015	657 166
2016	754 837
2017	588 457
2018	611 887
2019	464 992
2020	352 222

Tableau 8 – Prélèvements industriels (hors AEP) sur le territoire de l'EPAGE entre 2012 et 2020 (BNPE).

##### 6.1.4.2. Evolution tendancielle

La tendance est à une diminution nette des prélèvements industriels privés. Un report sur l'AEP est probable mais il est difficile à estimer. Les techniques de modernisation des équipements et des processus vont dans le sens d'une diminution globale des prélèvements industriels à l'avenir.

En l'absence de projection fiable, il est fait l'hypothèse par la suite d'une consommation industrielle stable.

### 6.1.5. Pic de consommation

Les variations saisonnières peuvent être dues aux surconsommations touristiques l'été ou l'hiver (localement) et aux surconsommations hivernales liées à l'alimentation sèche du bétail.

Concernant la surconsommation agricole l'hiver, les données de consommation mensuelles récupérées auprès de certains producteurs d'eau potable semblent montrer une tendance à la surconsommation de l'ordre de 10% environ (cf. figure suivante).

On observe également que les écarts à la consommation moyenne peuvent être très importants et sont liés entre autres à des questions de production ou de consommation individuelle : le schéma directeur d'alimentation en eau potable (SDAEP) du syndicat de la Haute-Loue indique par exemple une consommation de pointe de +24% par rapport à une valeur moyenne (Suez Consulting 2021) ; pour le CCFD (ARTELIA 2018) ou le plateau des Combes (Verdi 2011) les pics journaliers de consommation peuvent atteindre +100%.

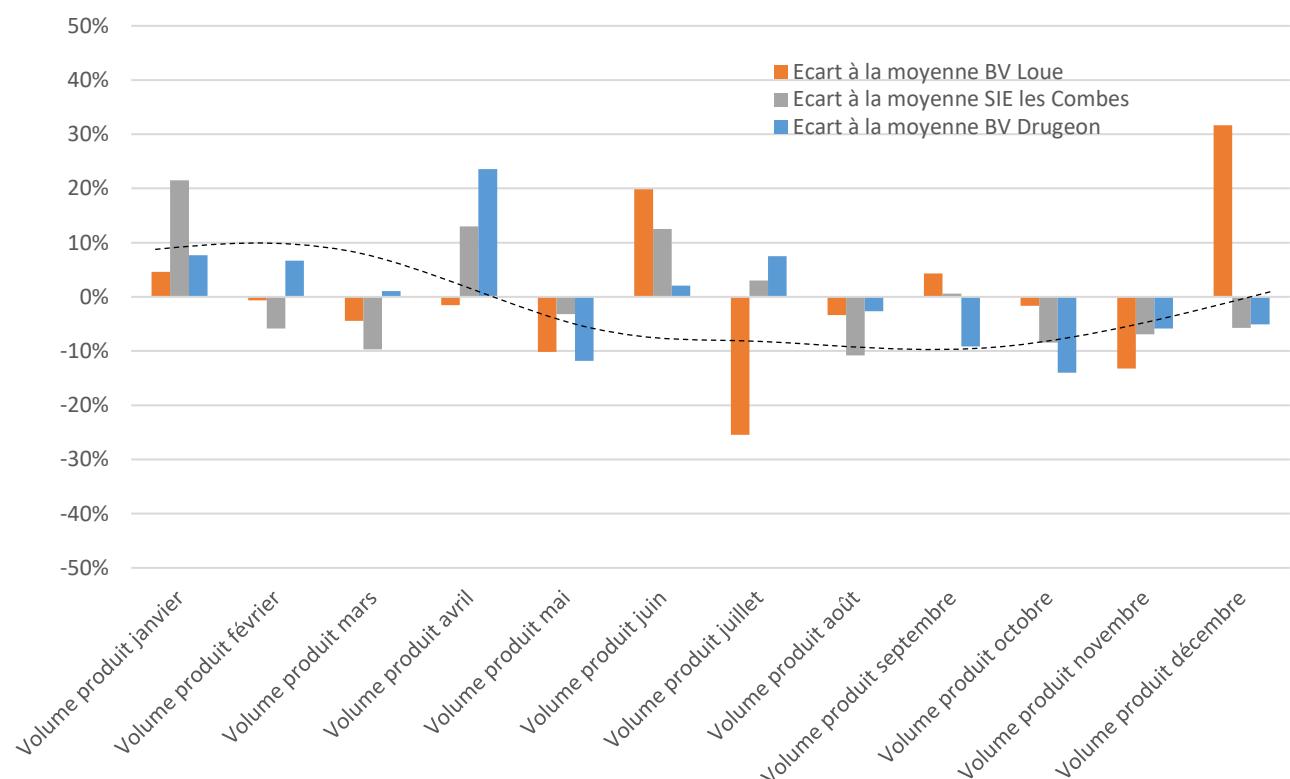


Figure 22 – Evolution mensuelle des prélèvements à l'échelle de certains producteurs d'eau potable en 2020.

### 6.1.6. Rejets

Les débits traités des stations d'épuration sont connus via les informations fournies par la base de données des STEP Doubs-Jura. Il est à noter que les valeurs d'eaux traitées sont considérées comme étant des débits par temps sec (non influencées par les périodes de pluie). Ce débit peut néanmoins être entaché d'incertitude, puisqu'il peut prendre en compte des volumes qui ne correspondent pas au rejet d'une eau prélevée (eau claire dans les réseaux par exemple...) : une vérification sur la station du CCFD montre que le débit donné par la base de données correspond en ordre de grandeur au débit entrant mesuré par temps sec.

Le débit entrant de ces STEP est donné dans le tableau ci-dessous, consolidé par sous-bassin versant.

Bassin Versant	Débit entrant STEP (en L/s)
BV Drugeon à Vuillecin	14
BV Doubs à Labergement	24
BV Doubs à Oye	0
BV Doubs à Doubs	0
BV Doubs à Ville du Pont	171
BV Doubs au Brenets	77
BV Loue à Vuillfans	20
BV Loue à Chenecey	34
BV Furieuse à Salins	0
BV Lison à Myon	2
Total	305

Tableau 9 – Débit des STEP par sous-bassins versant.

En considérant une différence de 15% entre le débit entrant et le rejet (évaporation, export au travers des boues, ...), on obtient un débit de rejet de 291 L/s, soit 80% du débit prélevé à l'échelle du bassin versant, ce qui est tout à fait cohérent avec les valeurs indiquées dans la bibliographie (Eaucea 2022), (Sogreah 2011).

#### 6.1.7. Impact connu des prélèvements sur la ressource en eau

L'étude volume prélevable réalisée en 2012 sur le secteur du Haut-Doubs conclut que les prélèvements ne sont pas la cause première du déficit quantitatif globalement, mais que le déficit est principalement dû à la nature karstique des sous-sols (Reilé 2012b).

Localement en revanche des impacts peuvent être notables, sur certains cours d'eau en amont des bassins versant et au droit de la plaine de l'Arlier.

## 6.2. HYDROELECTRICITE

La principale centrale hydroélectrique est située sur la Loue à Mouthier-Haute-Pierre. Sa puissance est de 18 MW. Les grosses centrales du Doubs sont situées à l'aval du secteur d'étude. D'autres centrales et barrages sont existants, principalement sur la Loue.

Les rejets de ces centrales hydroélectriques se font généralement proches du barrage ou du point de prélèvement.

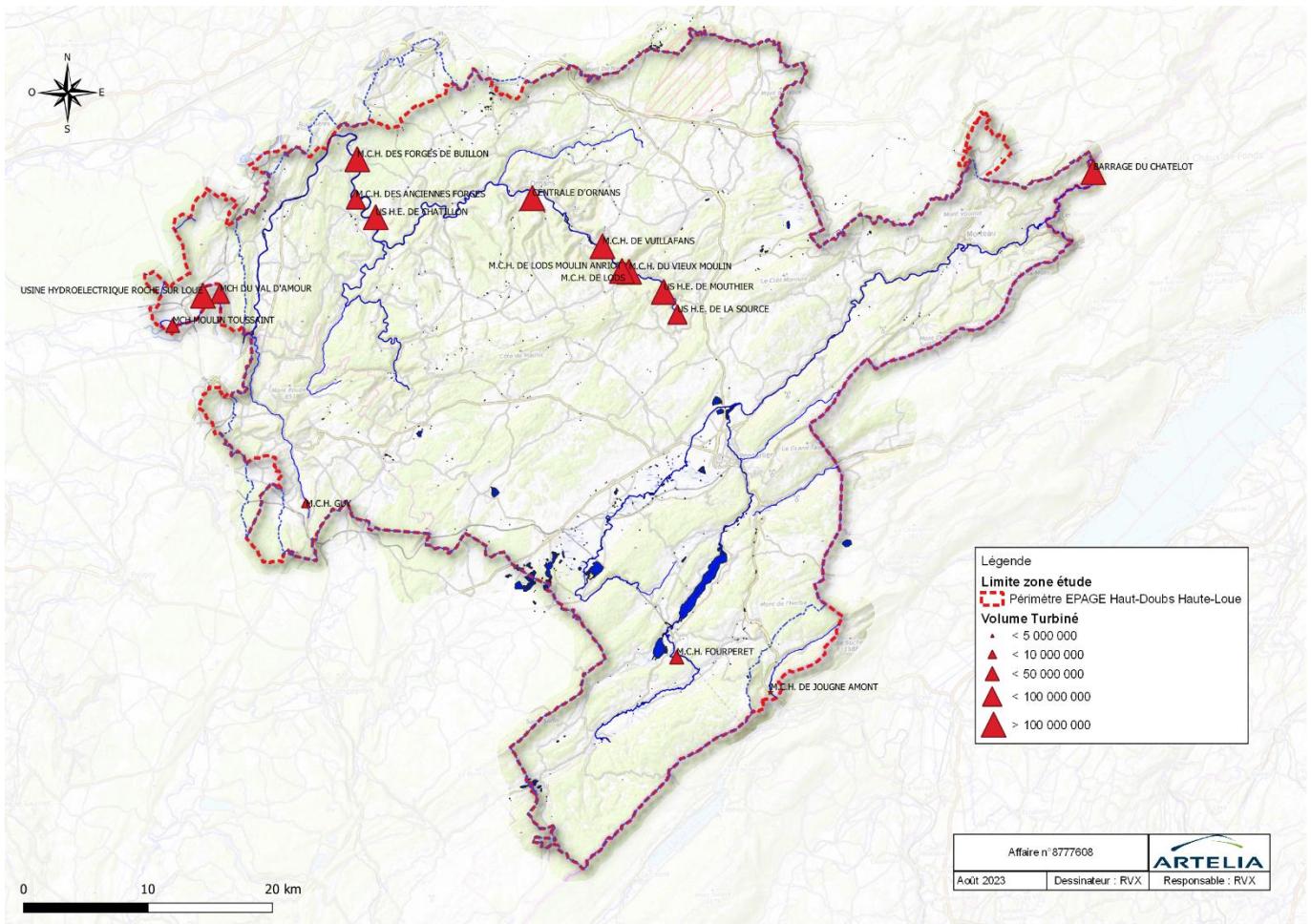


Figure 23 – Localisation des prélèvements en eau liés à la production hydroélectrique.

### 6.3. PRATIQUES DE LOISIR

Les pratiques de loisir ne prélèvent pas directement de l'eau mais ont besoin d'un certain débit pour fonctionner normalement.

Concernant les sports d'eau-vive (yc. canoé-kayak), des seuils de débits sur la Loue ont été définis pour permettre la cohabitation des usages et la protection du milieu (Arrêté préfectoral n °2014167-0012). Ces limites sont synthétisées dans le tableau suivant.

Débit de référence (a)	moins de 5 m <sup>3</sup> /s	entre 5 et 15 m <sup>3</sup> /s	plus de 15 m <sup>3</sup> /s
Activités Motivations	<i>Protection générale du milieu</i>	<i>Protection de la fraie de la truite, de l'ombre et de l'apron</i>	<i>Cohabitation des usages</i>
CANOE, KAYAK	<u>Autorisé de 10 h à 18 h</u> <u>uniquement sur les 4 secteurs (b)</u>  <u>Interdit du 1er au 31 décembre et du 1er au 30 avril et les 2 week-end d'ouverture (c)</u>	<u>Autorisé de 10 h à 18 h</u>  <u>Interdit du 1er au 31 décembre et du 1er au 30 avril et les 2 week-end d'ouverture (c)</u>	<u>Autorisé de 10 h à 18h</u>  <u>Interdit les 2 week-end d'ouverture (c)</u>
RAFT, NAGE EN EAU VIVE	<u>Interdit</u>	<u>Interdit</u>	<u>Autorisé de 10 h à 18 h</u>  <u>Interdit les 2 week-end d'ouverture (c)</u>

Tableau 10 – Seuils de limitation des activités aquatiques sur la Loue (AP2014167-0012).

La pratique de la pêche est fortement liée à la qualité de l'eau des différents cours d'eau (qui est traitée dans le paragraphe « Milieux » suivant). La qualité salmonicole de la Loue amont est reconnue, ce qui donne lieu à un tourisme de pêche important. Ces dernières années, des problématiques de qualité sont apparues : en particulier de parasites et d'eutrophisation qui nuisent à la santé des populations de poisson (cf. atelier milieux).

La pratique de la baignade en eau libre est présente dans le lac de Saint-Point notamment et dans la rivière Loue. Des épisodes de dégradation de la qualité de l'eau (bactériologique, cyanobactéries, ...) sont relevés ces dernières années et ont entraîné des interdictions de baignade.

Ces dernières années (notamment 2018 et 2022), les sécheresses récurrentes ont ainsi fortement impacté les activités touristiques :

- Navigation impossible ou réduite à certaines portions de lac ou de rivières ;
- Paysages altérés par les marnages, la boue, l'absence de cascades ;
- Baignades interdites pour cause de cyanobactéries ;
- Surconcentration de kayaks en quelques points de rivières où le débit était suffisant ;
- Dégradation progressive de l'offre de pêche (la Loue était réputée internationalement pour ses eaux poissonneuses mais la baisse de la qualité de l'eau a entraîné une crise structurelle de fond, largement relayée dans la presse<sup>3</sup>) ;
- Gîtes et bars moins fréquentés du fait d'une dégradation de l'offre de service.

<sup>3</sup> Exemple de relai dans la presse : « *Je ne supporte plus de voir défiler des poissons morts* » : *la lente agonie de la Loue, rivière mythique du Doubs*. Le Monde, 16 avril 2023. [https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/04/16/je-ne-supporte-plus-de-voir-defiler-des-poissons-morts-la-lente-agonie-de-la-loue-riviere-mythique-du-doubs\\_6169725\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/04/16/je-ne-supporte-plus-de-voir-defiler-des-poissons-morts-la-lente-agonie-de-la-loue-riviere-mythique-du-doubs_6169725_3244.html)

## 6.4. MILIEU

La description du milieu et de sa qualité provient des éléments du Contrat de bassin Haut-Doubs Haute-Loue réalisé en 2022.

### 6.4.1. Qualité des eaux superficielles

La détermination de la qualité d'une masse d'eau superficielle dépend de deux facteurs :

- l'état chimique qui évalue la qualité vis-à-vis du dépassement des concentrations seuils de polluants spécifiques ;
- l'état écologique évalué à partir d'éléments de qualité hydromorphologique, physico-chimiques (oxygène dissous, ...), de richesse de la microfaune, ...

Les cartes suivantes présentent l'état de la qualité de l'eau à l'échelle du secteur Contrat de bassin Haut-Doubs Loue.

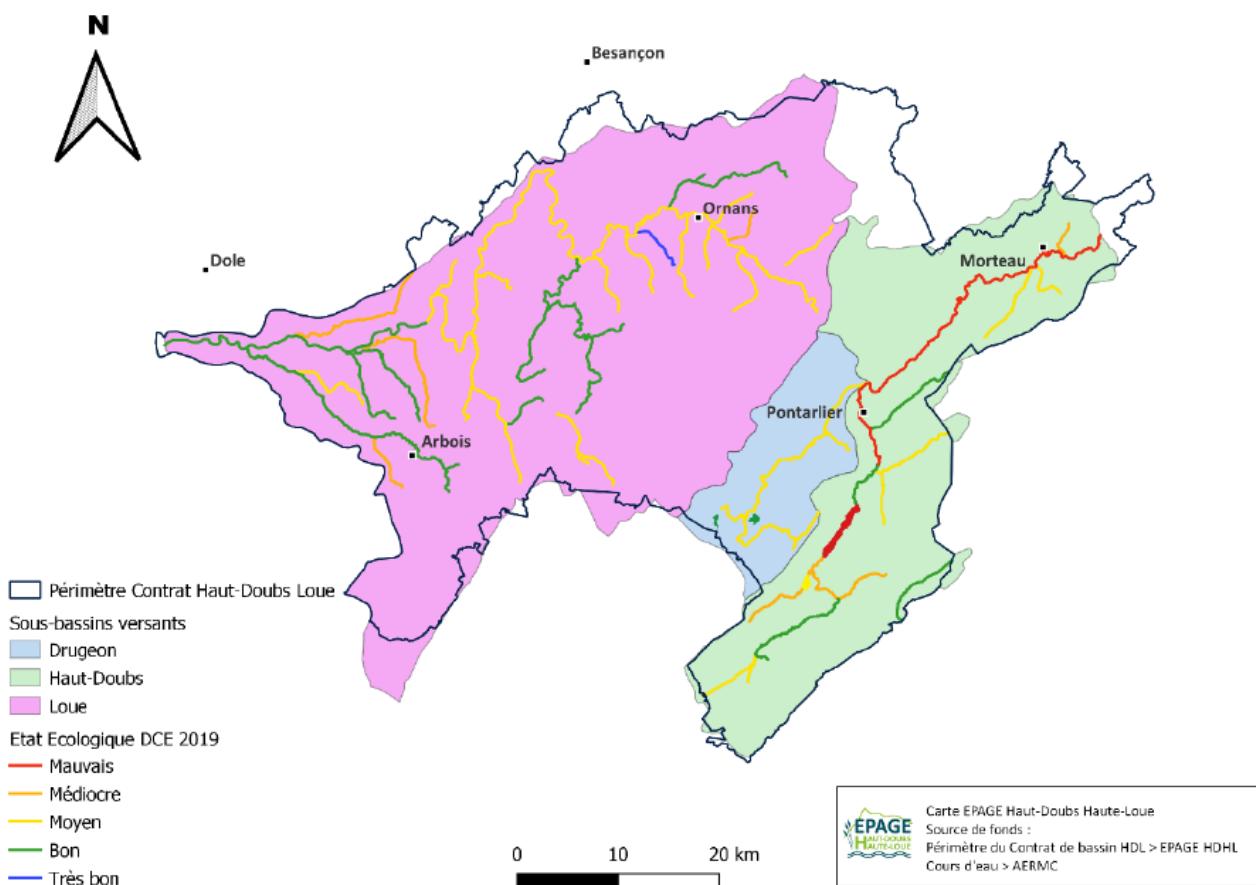


Figure 24 – Carte de l'état écologique des masses d'eau superficielle.

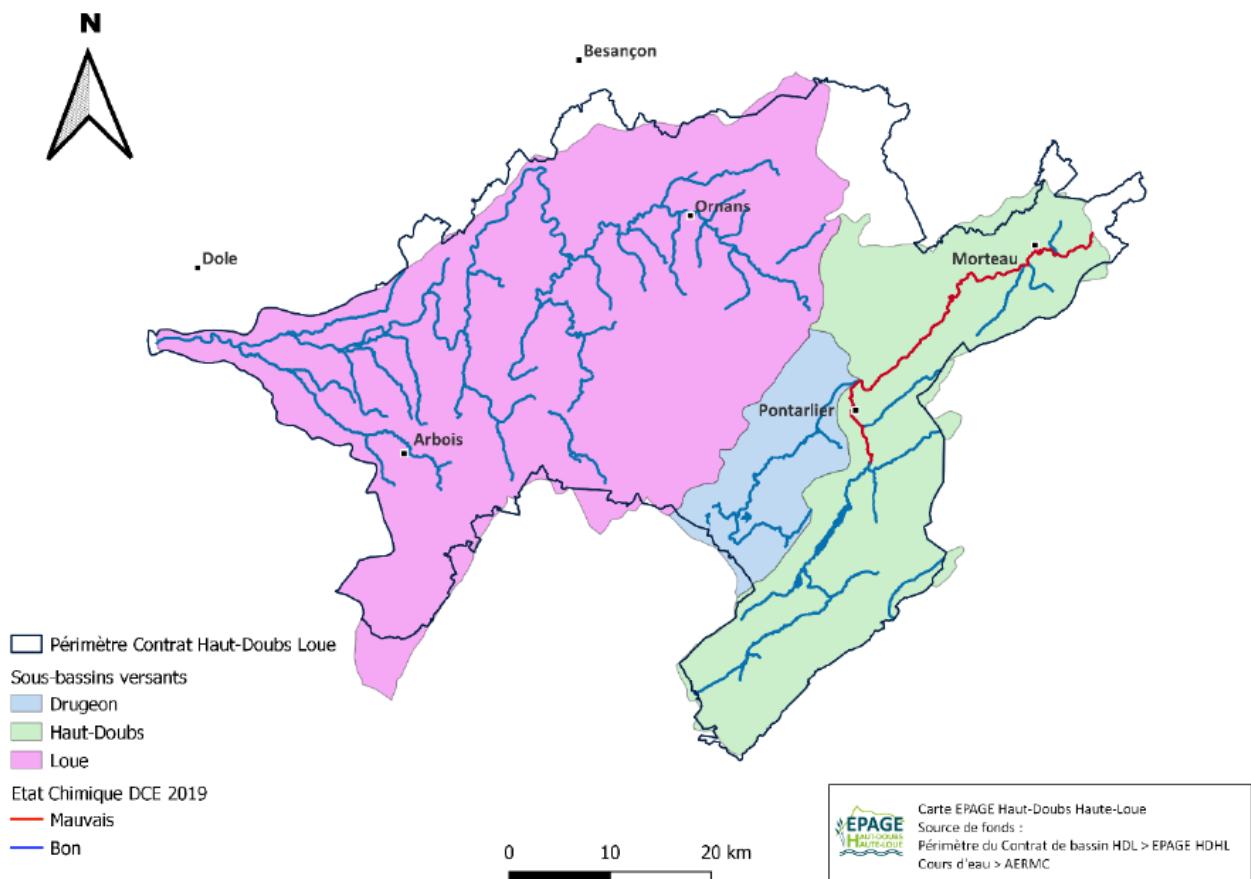


Figure 25 – Carte de l'état chimique des masses d'eau superficielle.

Globalement on note un déclassement de l'état chimique et écologique sur Doubs, notamment à l'aval du Lac de Saint-Point. Les autres cours d'eau sont qualifiés de bon état chimique mais présentent un état écologique médiocre pour le Drugeon et pour un certain nombre d'autres affluents, et un état moyen pour la Loue.

Quelques éléments de précision pour les principaux cours d'eau sont donnés ci-après.

#### 6.4.1.1. Drugeon

Le Drugeon présente une qualité écologique moyenne à bonne pour un certain nombre de paramètres :

- peuplement piscicole moyen (déficits théorique de populations de truites et de loches franches)
- Indice biologique global normalisé bon,
- déficits de taxons sensibles à l'amont

Le déclassement du bilan de l'oxygène en état moyen est observé en lien avec les conditions d'étiage particulières de 2018.

Le peuplement piscicole peut être qualifié de moyen, du fait des déficits des populations de truites et de loches franches par rapport à leur niveau théorique respectif (en dehors des variations ponctuelles observées au cours de ces dernières années, en lien avec les sécheresses).

#### **6.4.1.2. Loue**

Malgré des « bons états écologiques » et de « très bons états biologiques » au regard des critères de la DCE, le bassin de la Loue présente plusieurs dysfonctionnements, pour la plupart liés à des dystrophies d'origines agricole, domestique et agro-alimentaire.

Les principaux impacts identifiés sur la Loue sont la présence de nutriments, d'origines agricole et/ou domestique ainsi que des micropolluants variés (Chronoenvironnement 2019).

Le peuplement piscicole de la Loue est globalement conforme à la référence d'un point de vue qualitatif (type d'espèces attendues). Cependant, il peut être considéré quantitativement comme moyen en tête de bassin et très déficitaire au niveau de Cléron avec une dégradation qui semble se poursuivre ces dernières années.

#### **6.4.1.3. Doubs**

Le Doubs présente une qualité physico-chimique et biologique dégradée, qui s'accentue en allant vers l'aval, notamment d'un point de vue des indices piscicoles. Des micropolluants d'origine industrielle sont également présents et déclassent la qualité du cours d'eau (HAP, mercure, fluoranthène, nickel).

#### **6.4.1.4. Lacs**

Les lacs de Remoray, Saint-Point, et Chaillexon/Brenets sont considérés comme étant de qualité moyenne ou médiocre du fait de la présence de nutriments (du fait des rejets domestiques, surtout pour les lacs amont, et des rejets agricoles).

#### 6.4.2. Thermie de l'eau

Le régime thermique des rivières joue un rôle clé dans l'équilibre des écosystèmes. En effet, la température des rivières a des conséquences sur des paramètres chimiques de l'eau tels que le pH ou l'oxygène dissous (ce dernier paramètre étant fortement corrélé à la température : (Eaucea 2022)).

Des augmentations des températures peuvent créer des épisodes de forte mortalité piscicole et également affecter le cycle de vie des organismes aquatiques (éclosion des œufs, croissance, reproduction, etc.) (Explore2070 2012a).

De façon synthétique, on distingue les portions de cours d'eau :

- fortement influencées par les apports souterrains (Loue jusqu'à la confluence avec le Lison et Doubs à l'amont de Saint-Point), pour lesquelles l'influence du changement climatique sera d'abord liée à l'élévation de la température moyenne et dans une moindre mesure des températures estivales (signal saisonnier fortement atténué sur la Loue amont par exemple).
- plus faiblement influencées par les apports souterrains (typiquement le Doubs à l'aval du lac de Saint-Point), pour lesquelles l'influence du changement climatique sera liée à l'élévation de la température moyenne et également à l'élévation des températures estivales, voire des températures journalières.

Dans l'étude Nutri-karst (BRGM 2023), il est noté également que le régime thermique des cours d'eau ne semble pas directement corrélé aux débits de ceux-ci, mais davantage par la distance à la source (et donc indirectement à la prépondérance des apports en eau souterraine) et aux caractéristiques physiques des cours d'eau (largeur des sections ou épaisseur de la tranche d'eau). On notera toutefois qu'en 2021, les forts débits d'étiage sur la Loue ont eu pour conséquence des températures de l'eau bien moins élevées que pour les autres années.

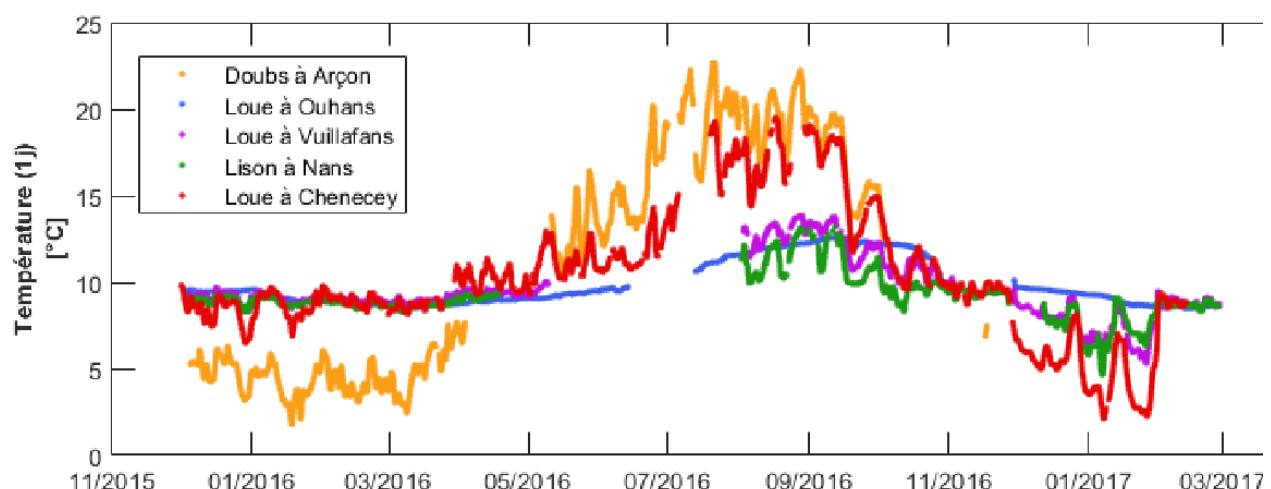


Figure 26- Evolution des températures journalières des cours d'eau du bassin versant en plusieurs points de mesures (BRGM 2018)

La figure suivante donne l'évolution de la moyenne journalière de température sur les 30 jours les plus chauds, le long de la Loue pour les années 2019 et 2020. Les seuils représentés correspondent aux conditions de développement pour la truite (vert = favorable, orange = moyennement favorable, rouge = défavorable, cf. §9.2.1.2.). On observe que la température de la rivière est favorable à la truite à l'amont d'Ornans, puis est moyennement favorable entre Cléron et la confluence avec le Lison voire Chenecey (variable selon les années), et devient franchement défavorable à partir de Chenecey.

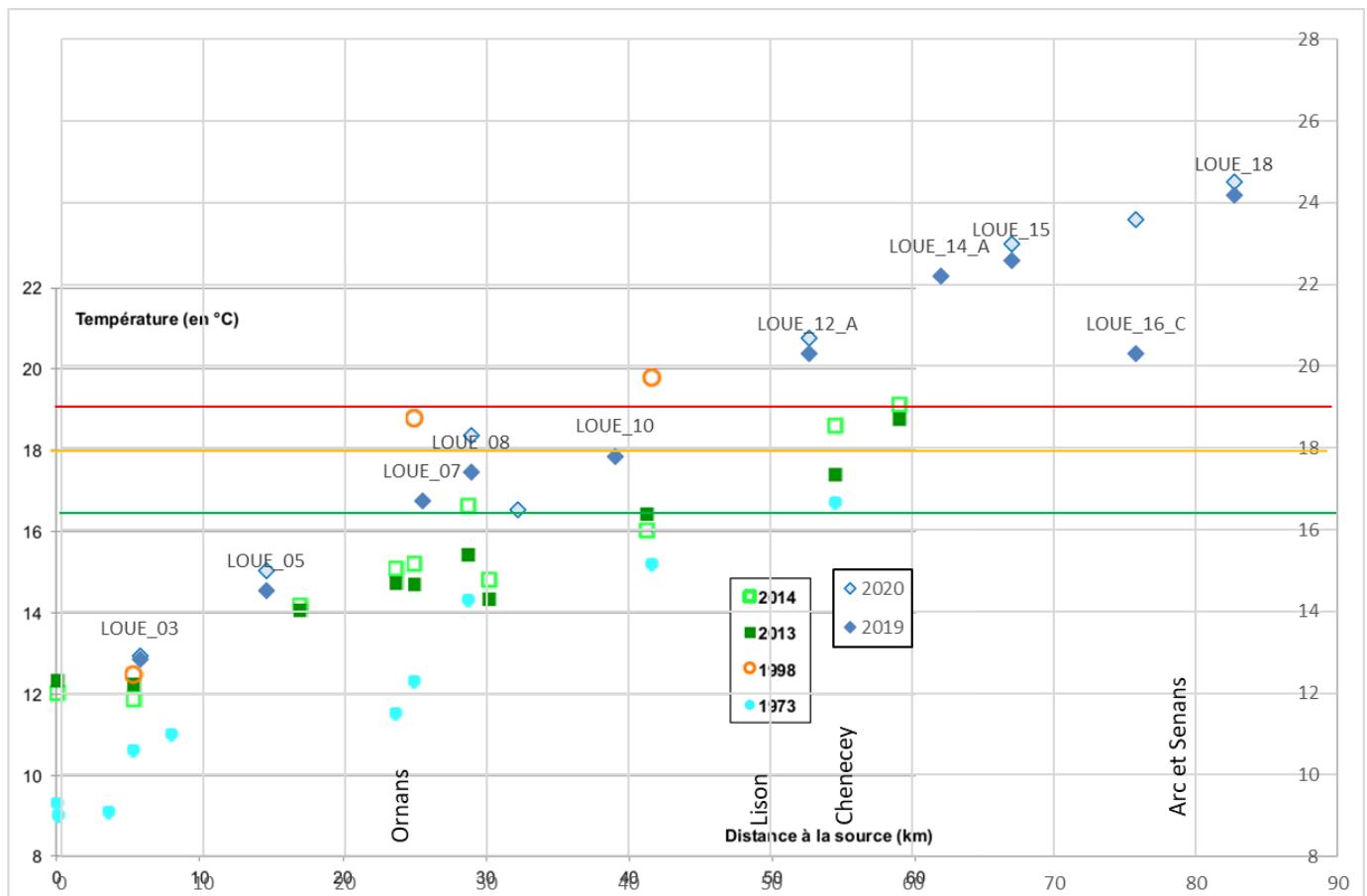


Figure 27- Profil de la température moyenne des trente jours consécutifs les plus chauds le long de la Loue ((Chronoenvironnement 2019) et d'après les suivis de la Fédération de Pêche pour les années 2019 et 2020)

La figure suivante donne l'évolution de la moyenne journalière de température sur les 30 jours les plus chauds, le long du Lison pour les années 2019 et 2020. D'un point de vue thermique, le Lison est favorable aux truites sur 5 à 10 km à partir de sa source.

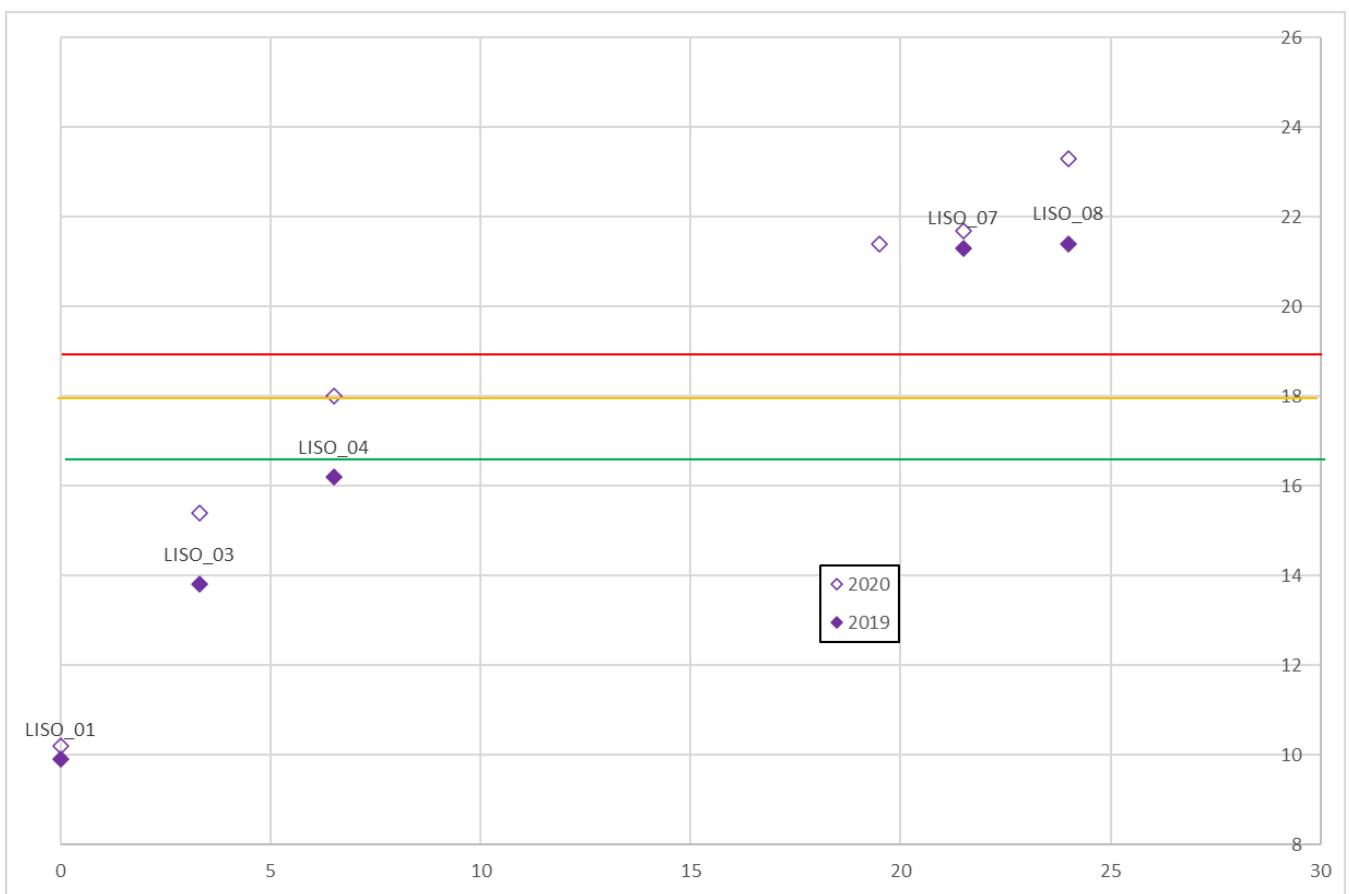


Figure 28- Profil de la température moyenne des trente jours consécutifs les plus chauds le long du Lison (d'après les suivis de la Fédération de Pêche pour les années 2019 et 2020)

La figure suivante donne l'évolution de la moyenne journalière de température sur les 30 jours les plus chauds, le long du Doubs pour les années 2019 et 2020. D'un point de vue thermique, le Doubs apparaît favorable seulement sur sa partie amont, et est déjà défavorable au niveau de la confluence avec le lac de Saint-Point (au moins pour l'année 2020).

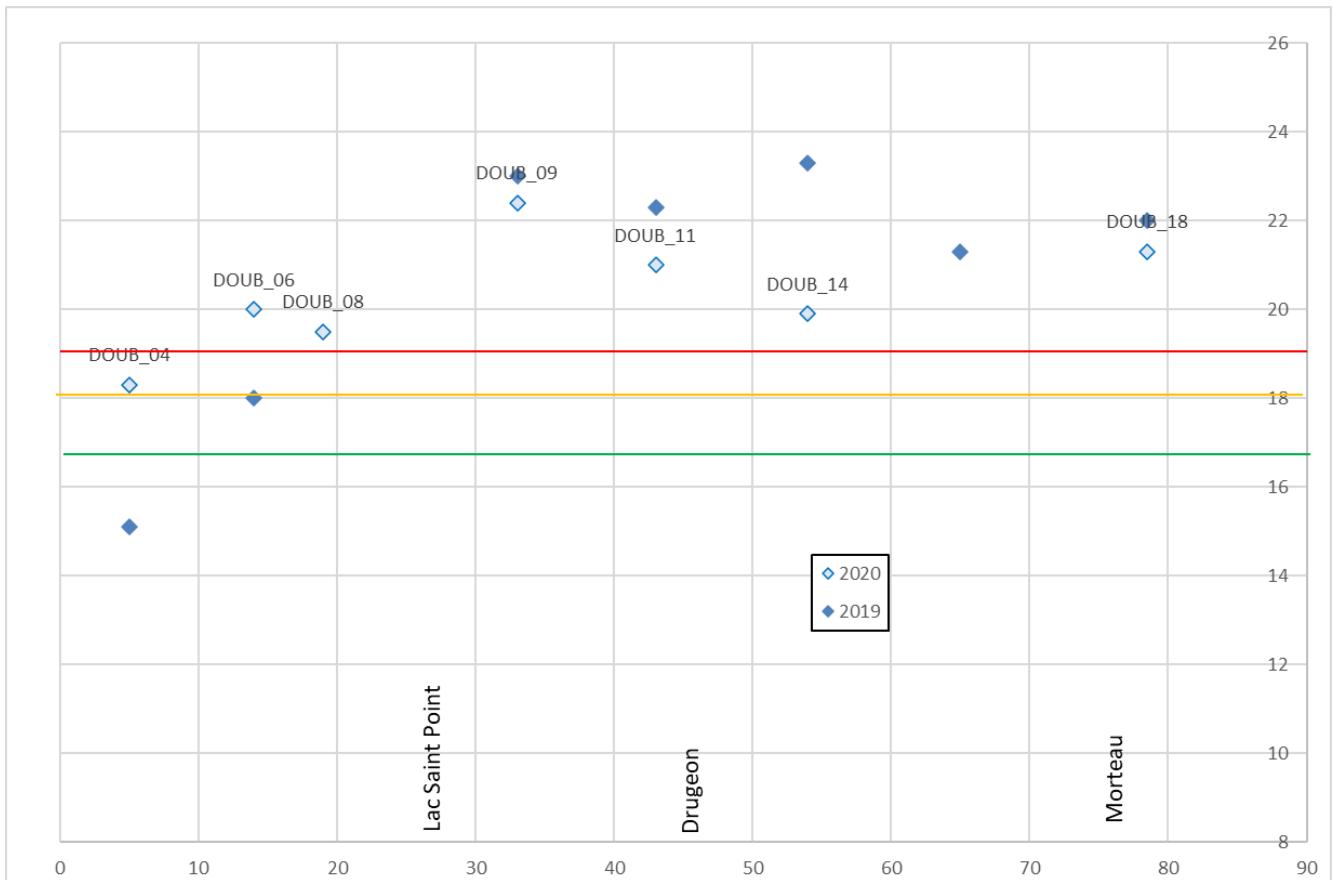


Figure 29- Profil de la température moyenne des trente jours consécutifs les plus chauds le long du Doubs (d'après les suivis de la Fédération de Pêche pour les années 2019 et 2020)

La figure suivante donne l'évolution de la moyenne journalière de la température sur les 30 jours les plus chauds, le long du Drugeon. On observe ainsi qu'à l'aval de Bonnevaux (où se produisent les pertes) la rivière n'est plus favorable à la truite, les températures maximales moyennes dépassant les 19°C en 2018. On note également que la température redevient plus faible, probablement du fait des apports en eaux souterraines et issues des zones humides du secteur.

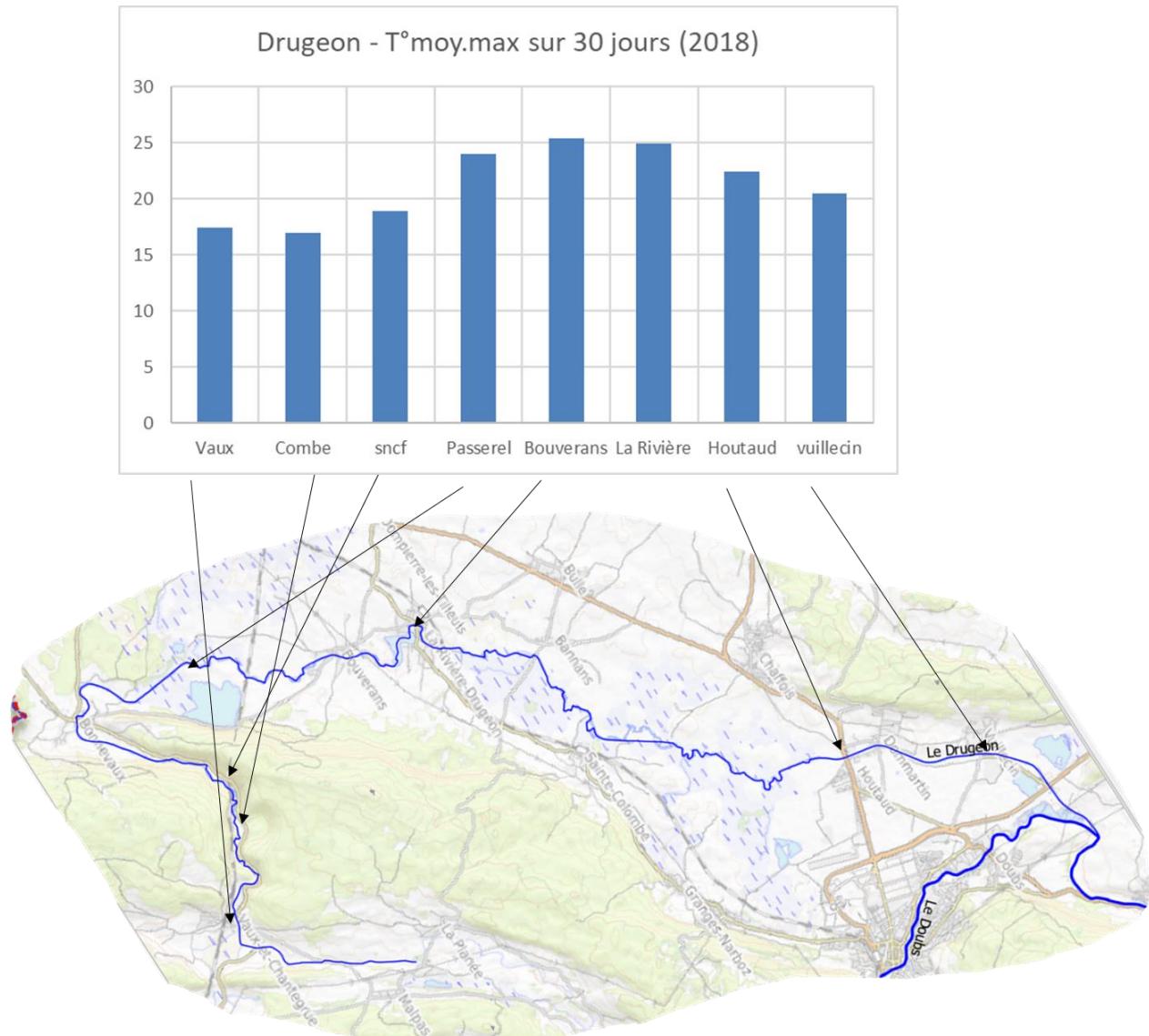


Figure 30- Profil de la température moyenne des trente jours consécutifs les plus chauds le long du Drugeon (données EPAGE HDHL)

#### **6.4.3. Zones Natura 2000**

6 sites sont classés Natura 2000 Oiseaux et/ou Habitats Naturels Faune/Flore :

- Vallées de la Loue et du Lison (Habitats/oiseaux) ;
- Vallées du Drugeon et du Haut-Doubs (Habitats/oiseaux) ;
- Massif du Mont-d'Or, du Noirmont et du Risol (Habitats/oiseaux) ;
- Tourbières et ruisseaux de Mouthe, source du Doubs (Habitats) ;
- Combes Derniers (Habitats/oiseaux) ;
- Vallons de la Drésine et de la Bonavette (Habitats/oiseaux).

#### **6.4.4. Zones humides**

Le bassin versant Haut-Doubs Haute-Loue présente une grande diversité de milieux humides, dont les plus importants sont :

- Les milieux humides et tourbières liés aux plaines morainiques, principalement dans la vallée du Drugeon, et également la plaine d'Arc-sous-Cicon et la haute vallée du Doubs ;
- Des milieux humides liés aux lacs de Remoray, de Saint Point ou encore de l'Entonnoir, parfois en continuité des tourbières des plaines morainiques. Ces milieux renferment des marécages et des roselières de grandes étendues ;
- Les milieux humides liées aux vallées alluviales de la Loue et du Doubs notamment (à Morteau, tronçon Oye-et-Pallet à Pontarlier, Ornans, Loue aval, ...)
- Les milieux humides de pentes, généralement plus localisés autour de sources, présentes sur la haute-chaine du Jura mais aussi dans les vallées incisées de la Loue et du Lison.

Ces zones humides font l'objet de nombreuses protections (dont Natura 2000) et de programmes de restauration ces dernières années, sur le Drugeon notamment.

Les prairies humides jouent également un rôle agricole, de réserve de pâtures et de fauche pendant les sécheresses. Les pratiques agricoles de retournement de ces prairies auraient un rôle négatif sur leur fonctionnalité (cf. compte-rendu d'atelier milieux).

La préservation et la restauration des zones humides semblent exercer une influence positive sur la capacité des milieux à résister à la sécheresse, d'abord en abritant une biodiversité importante (insectes, libellules, invertébrés, poissons, ... qui sont affectés par la sécheresse) et en permettant de ralentir et stocker de la ressource en eau en hiver pour la restituer en été à l'étiage (cf. compte-rendu d'atelier milieux). Une tentative de quantification de cette influence fait l'objet d'un programme de recherche (projet LIFE climat).

#### **6.4.5. Occupation des sols**

Le secteur d'étude est majoritairement occupé par des forêts et des parcelles agricoles (en proportions similaires), les parcelles agricoles étant très majoritairement occupées par des prairies et pâtures. Les cultures céralières et fourragères apparaissent sur le premier plateau jurassien. Les milieux urbanisés représentent une faible proportion du secteur d'étude (de l'ordre de 2,5%), en lien avec la faible densité de population rencontrée sur le territoire. L'imperméabilisation et l'artificialisation des sols ont des conséquences négatives sur la ressource en eau, même si cet impact est probablement limité ici du fait de la faible part de surfaces urbaines actuellement.



## B. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU

## 7. EVOLUTION DU CLIMAT

### 7.0. METHODE D'EVALUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4 scénarios climatiques ont été étudiés par le GIEC<sup>4</sup>. A l'échelle de la France, les données DRIAS<sup>5</sup> mettent à disposition les résultats des 3 scénarios suivants : RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5.

Ces scénarios correspondent à différentes hypothèses concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir (période 2000-2100). Ces scénarios sont nommés d'après la gamme de forçage radiatif obtenue pour l'année 2100. Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe. Le scénario RCP 8.5 est le scénario correspondant à une absence d'actions visant à lutter contre le réchauffement climatique. De façon plus simplifiée, le scénario RCP 2.6 correspond à des hypothèses optimistes et le scénario RCP 8.5 à des hypothèses pessimistes.

A l'échéance 2050, les différences entre les scénarios d'émission RCP 4.5 et 8.5 ne sont pas prégnantes (elles le deviennent par la suite) ; aussi le scénario médian 4.5 est retenu pour la suite de l'étude.

Ces paramètres de forçage radiatif sont ensuite introduits dans des modèles globaux (i.e. à l'échelle de la planète) permettant de simuler le climat futur.

Il y a plusieurs modèles existants et dont les données sont disponibles sur le site DRIAS. Même si ces modèles indiquent globalement les mêmes tendances ils ne donnent pas tous les mêmes résultats (à titre d'illustration, pour un même scénario RCP, certains modèles donnent des températures simulées plus élevées que d'autres).

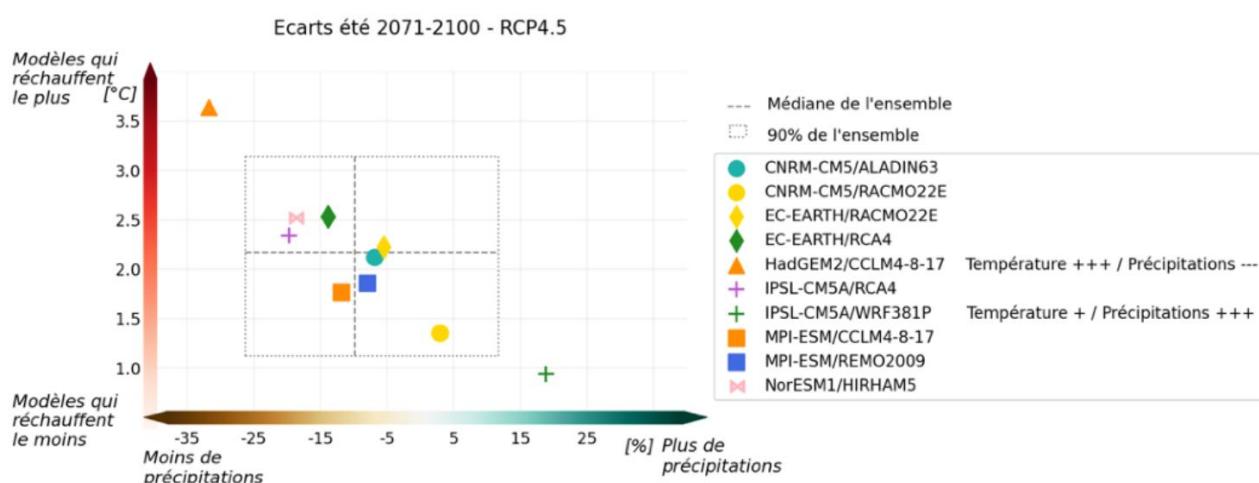


Figure 31- Diagramme  $\Delta T / \Delta P$  en fonction des modèles climatiques pour le scénario RCP 4.5

<sup>4</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

<sup>5</sup> Projet de mise à disposition des ‘Données des scénarios climatiques Régionalisés français pour l’Impact et l’Adaptation de nos Sociétés et environnements’ : MétéoFrance, IPSL, Cerfacs

Pour l'évaluation de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau, les modèles retenus dans le cadre de la présente étude sont :

- Le modèle CNRM-CM5-ALADIN63 correction ADAMONT qui est un modèle donnant des résultats médians, d'un point de vue des températures et du point de vue des précipitations ;
- Le modèle IPSL-CM5A-RCA4 correction ADAMONT qui est un modèle donnant des résultats pessimistes en période estivale, d'un point de vue des températures mais surtout des précipitations.

Le modèle HADGEM2 n'a pas été retenu car il est particulier statistiquement par rapport aux autres modèles (très fort réchauffement, faibles précipitations l'été et fortes précipitations l'hiver).

## 7.1. EVOLUTION RECENTE ET FUTURE DES TEMPERATURES

Les cartes suivantes présentent l'évolution de la température sur le secteur d'étude entre la situation de référence (1976-2005) et la situation future (2040-2070).

Ces cartes montrent que l'élévation prévue de la température est relativement homogène à l'échelle du territoire, en représentant en moyenne +2°C.

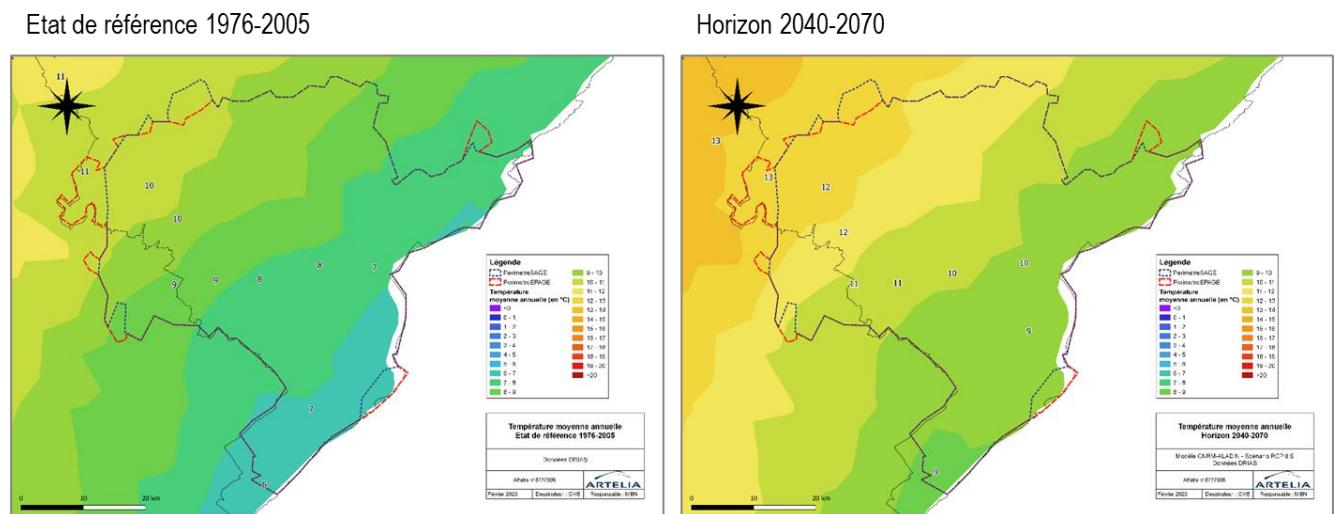


Figure 32- Carte de l'élévation des températures moyennes entre la situation de référence (1976-2005) et la situation future (2040-2070).

Le graphique suivant présente à titre d'exemple l'évolution de la température moyenne annuelle dans la région de Pontarlier, simulée par les modèles Aladin et IPSL, avec comparaison de la période observée entre 1960 et 2020.

On remarque que les deux modèles simulent une élévation de température similaire, de l'ordre de +2°C à l'horizon 2070.

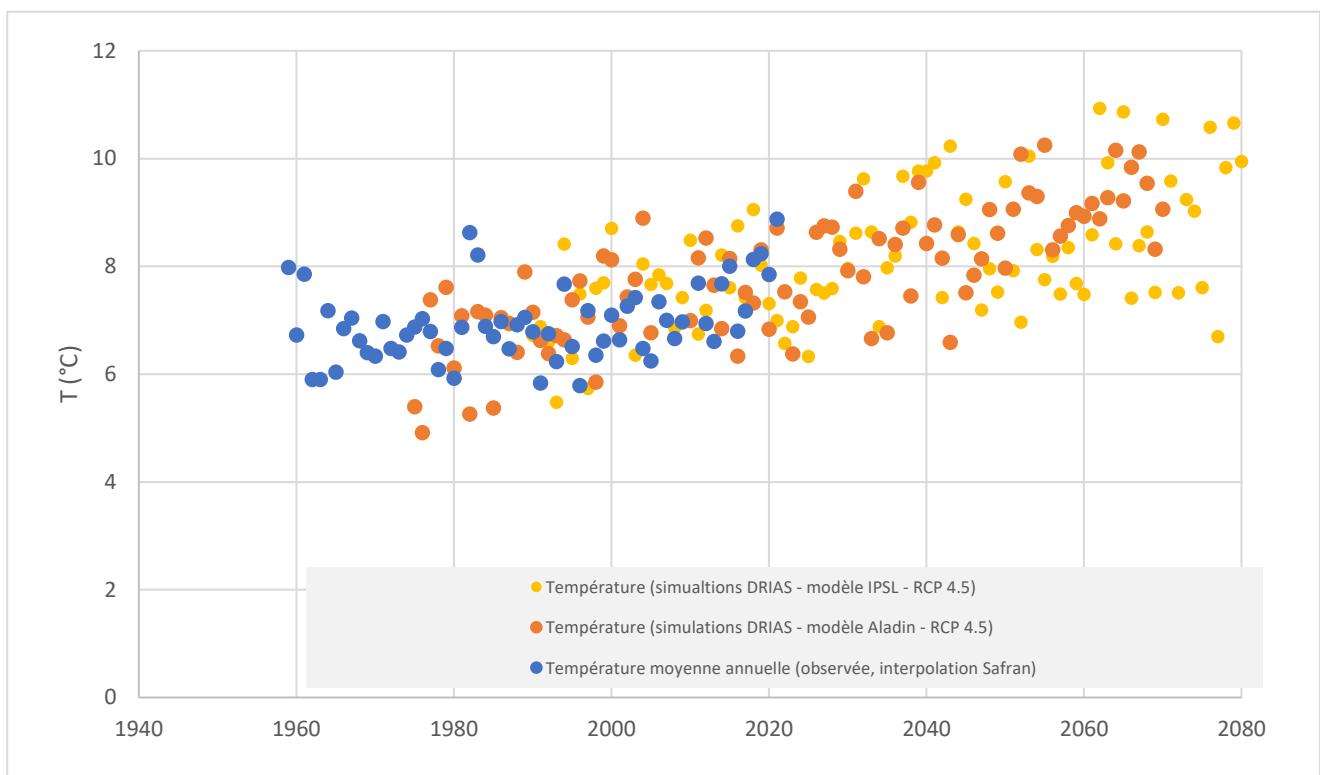


Figure 33- Graphique de l'évolution de la température moyenne annuelle

## 7.2. EVOLUTION RECENTE ET FUTURE DE L'EVAPOTRANSPIRATION

Liée à la température, l'évapotranspiration (ETP) va également être plus importante avec le changement climatique. Le graphique suivant présente à titre d'exemple l'évolution de l'évapotranspiration moyenne annuelle dans la région de Pontarlier, simulée par les modèles Aladin et IPSL, avec comparaison de la période observée entre 1960 et 2020.

Une différence de calcul entre l'évapotranspiration issue de la grille SAFRAN et celle des modèles climatiques entraîne une différence en valeur absolue entre simulé et observé. Pour permettre la comparaison et la simulation de débits réalistes dans le modèle hydrologique, une correction de l'ETP a été réalisée pour chacune des mailles du modèle à partir de la moyenne des deux jeux de données disponibles pour la période 2010-2021.

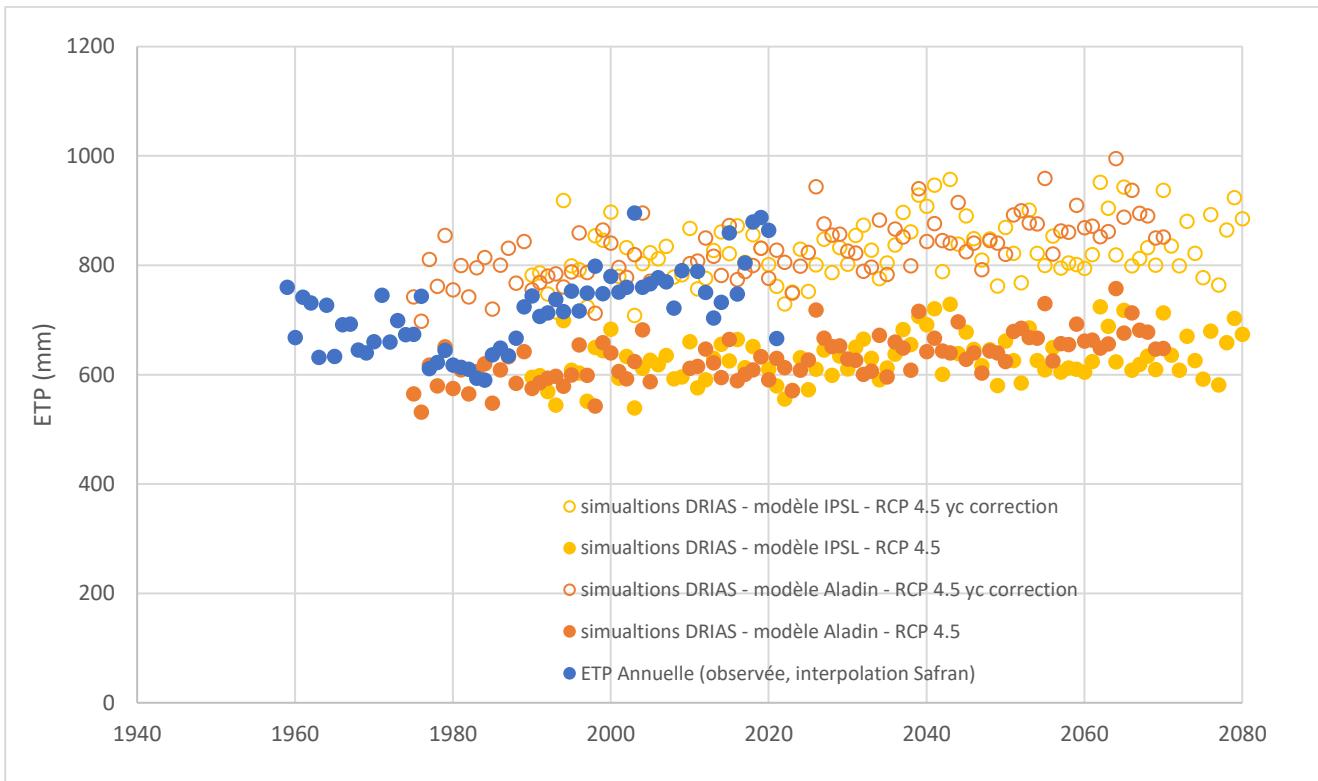


Figure 34- Graphique de l'évolution de l'évapotranspiration moyenne annuelle

L'évapotranspiration montre une augmentation de l'ordre de 200 mm/an entre la période avant 1990 et l'horizon 2070.

### 7.3. EVOLUTION RECENTE ET FUTURE DES PLUIES

Les cartes suivantes présentent l'évolution de la pluviométrie moyenne sur le secteur d'étude entre la situation de référence (1976-2005) et la situation future (2040-2070).

Ces cartes montrent une évolution peu marquée de la pluviométrie, voire une légère augmentation.

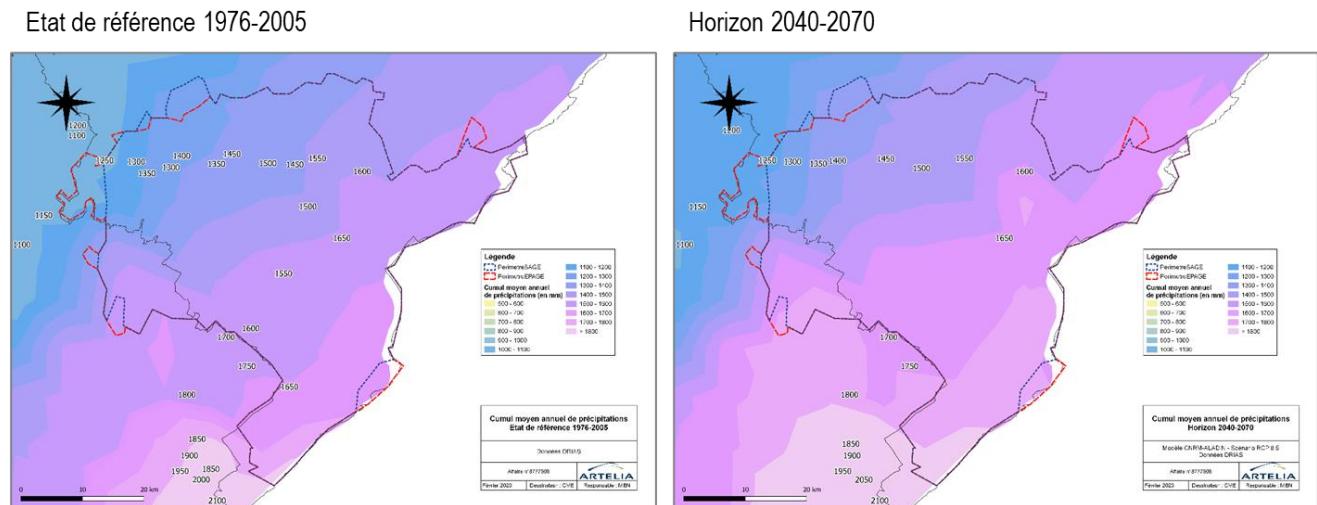


Figure 35- Comparaison des précipitations entre la situation de référence (1976-2005) et la situation future (2040-2070).

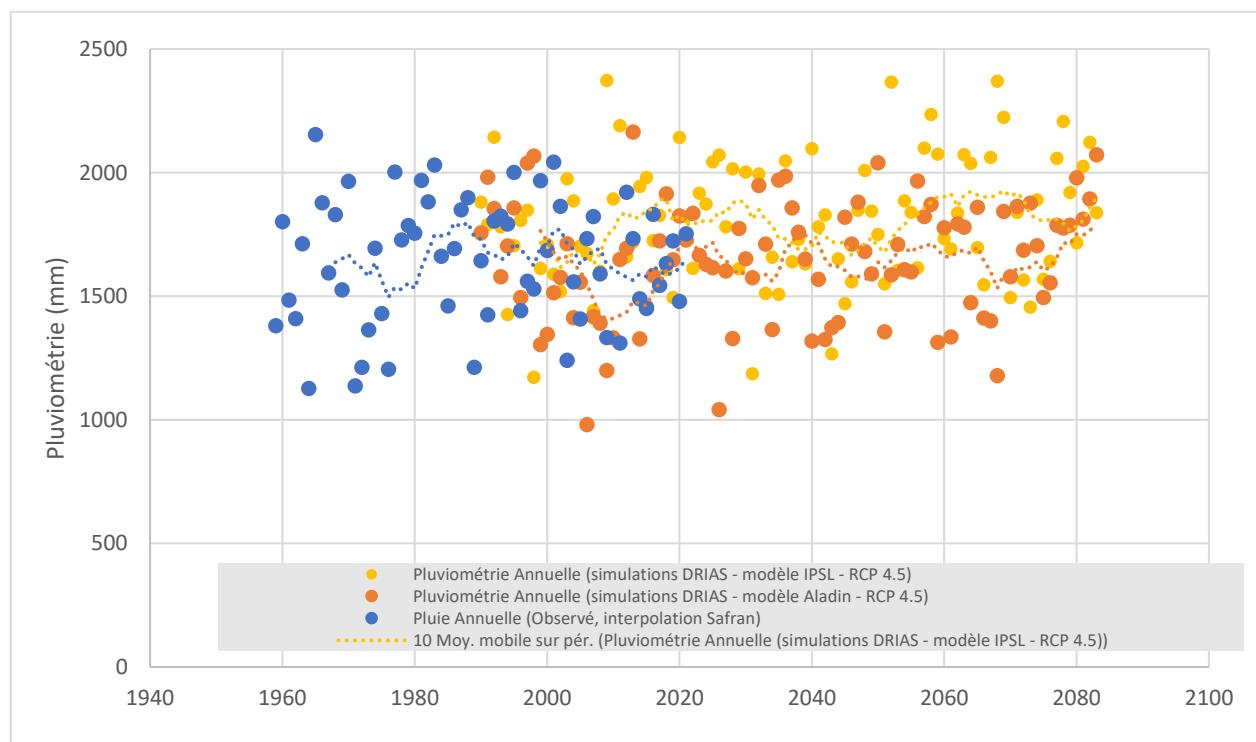


Figure 36- Graphique de l'évolution de pluviométrie moyenne annuelle

L'évolution de la répartition des pluies dans l'année (en fonction des saisons) est variable : si les simulations montrent une légère augmentation de la pluviométrie à long terme à l'échelle annuelle, les pluies estivales s'inscrivent plutôt dans une tendance à la baisse, comme le montre le graphique suivant de la moyenne des pluies sur les mois de juillet, août et septembre.

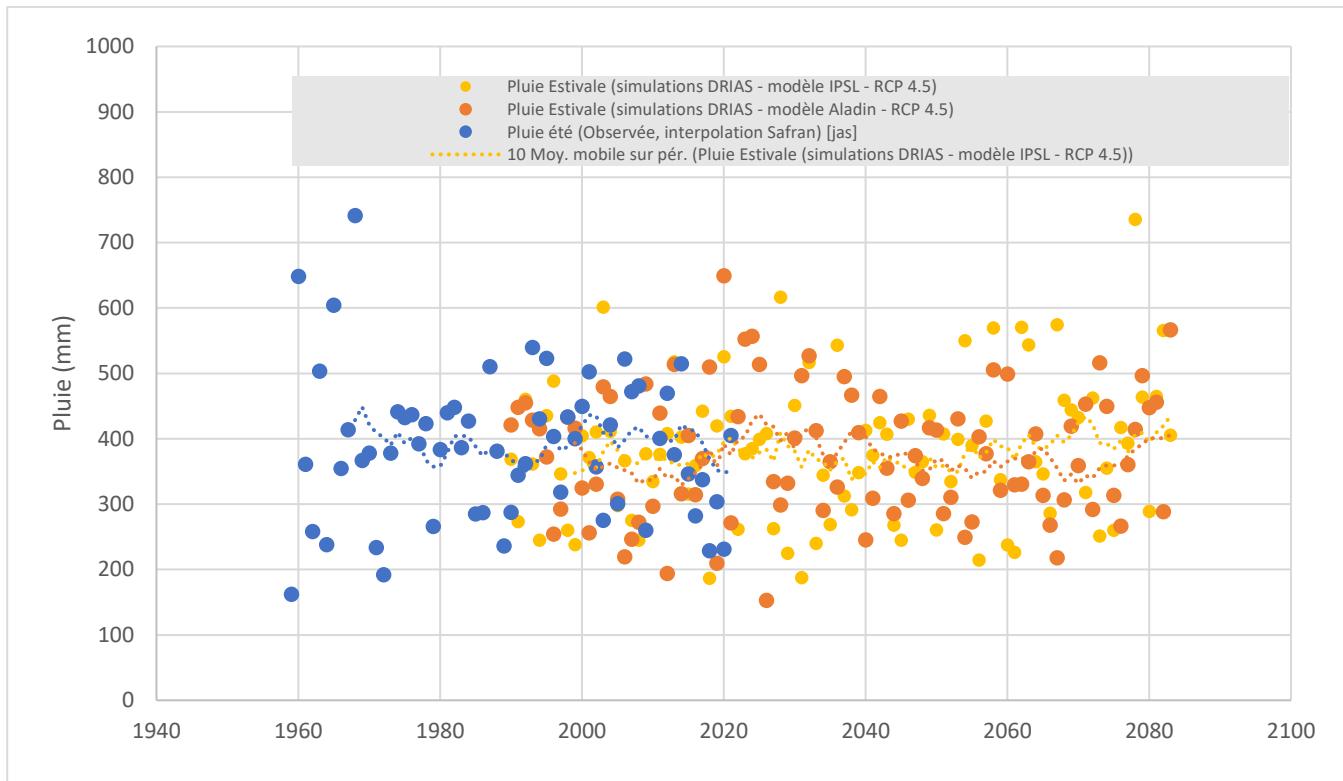


Figure 37- Graphique de l'évolution de pluviométrie moyenne sur les mois de juillet, août et septembre.

## 8. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU

Si le changement climatique se mesure de manière indéniable et incontesté sur les températures de l'air en toute saison, son impact sur les précipitations est plus incertain. L'observation de chroniques longues a montré que l'influence du changement climatique sur les débits des rivières n'est pour l'instant pas clairement identifiable de façon globale et univoque sur l'ensemble du secteur (DREAL 2021). Dans le cadre de la présente étude prospective, une modélisation a été réalisée afin de permettre de quantifier les impacts du changement climatique sur la ressource en eau. Il s'agit d'un modèle de type Pluie/débit réalisé à plusieurs stations hydrométriques du bassin versant.

Cette approche se déroule en 2 phases :

- Phase de construction et calage du modèle ;
- Phase de simulation avec introduction de scénarios climatiques.

Ces deux phases sont décrites ci-après.

## 8.1. CONSTRUCTION ET CALAGE DE L'OUTIL DE MODELISATION

### 8.1.1. Principe de la modélisation

Le modèle se base sur l'outil GR4J de l'Irstéa (Perrin 2002), dont les données d'entrée sont la pluie, l'évapotranspiration potentielle et la température (essentiellement pour le calcul de l'évolution du manteau neigeux).

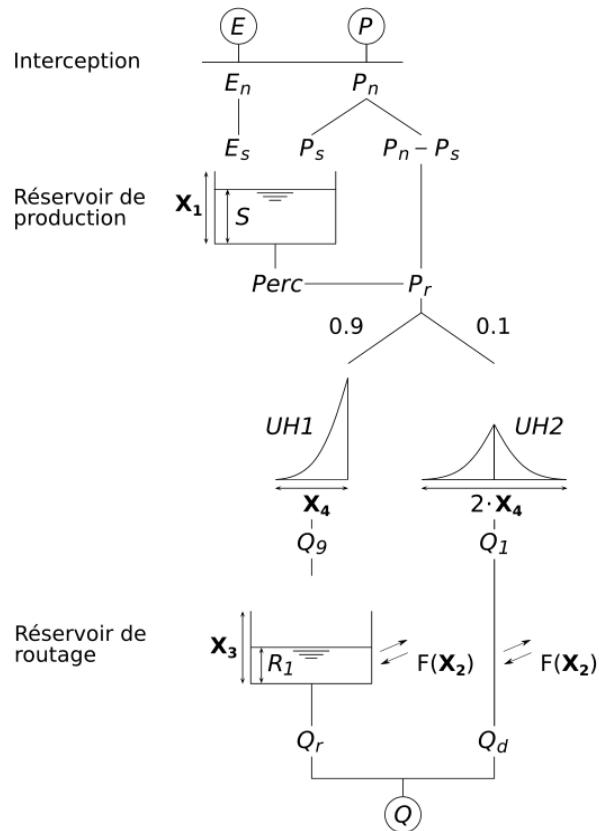


Figure 38- Schéma de fonctionnement de GR4J de l'Irstéa

Il est à noter que l'outil GR4J (initialement pour des données journalières) a été modifié pour fonctionner avec des données décadaires.

Le modèle est alimenté par les données Météo France via l'interpolation que l'organisme réalise à différents pas de temps (grille SAFRAN). Les données utilisées sont au pas de temps décadaire, sur la période 2011-2021 (11 ans).

Afin de pouvoir intégrer les impacts successifs des prélèvements/rejets sur la ressource en eau et également afin d'intégrer les échanges entre sous-bassins versant, la modélisation réalisée est une modélisation « chainée », c'est-à-dire que les débits simulés sur un sous-bassın versant sont intégrés comme donnée d'entrée pour le sous-bassın versant aval. Le schéma de fonctionnement du modèle repose ainsi sur le même principe que celui de l'outil Eros du BRGM (Thiéry 2018).

### **8.1.2. Construction des modèles**

Le modèle hydrologique est construit aux stations hydrométriques suivantes :

- Le Doubs à Labergement-Sainte-Marie,
- Le Doubs à Oye-et-Pallet, avec le niveau du Lac de Saint-Point,
- Le Doubs à Doubs,
- Le Drugeon à Vuillecin,
- Le Doubs à Ville du Pont,
- Le Doubs au Saut-du-Doubs,
- La Loue à Vuillafans,
- La Loue à Chenecey-Buillon,
- Le Lison à Myon,
- La Furieuse à Salins-les-bains.

La figure suivante présente les différents bassins versants modélisés.

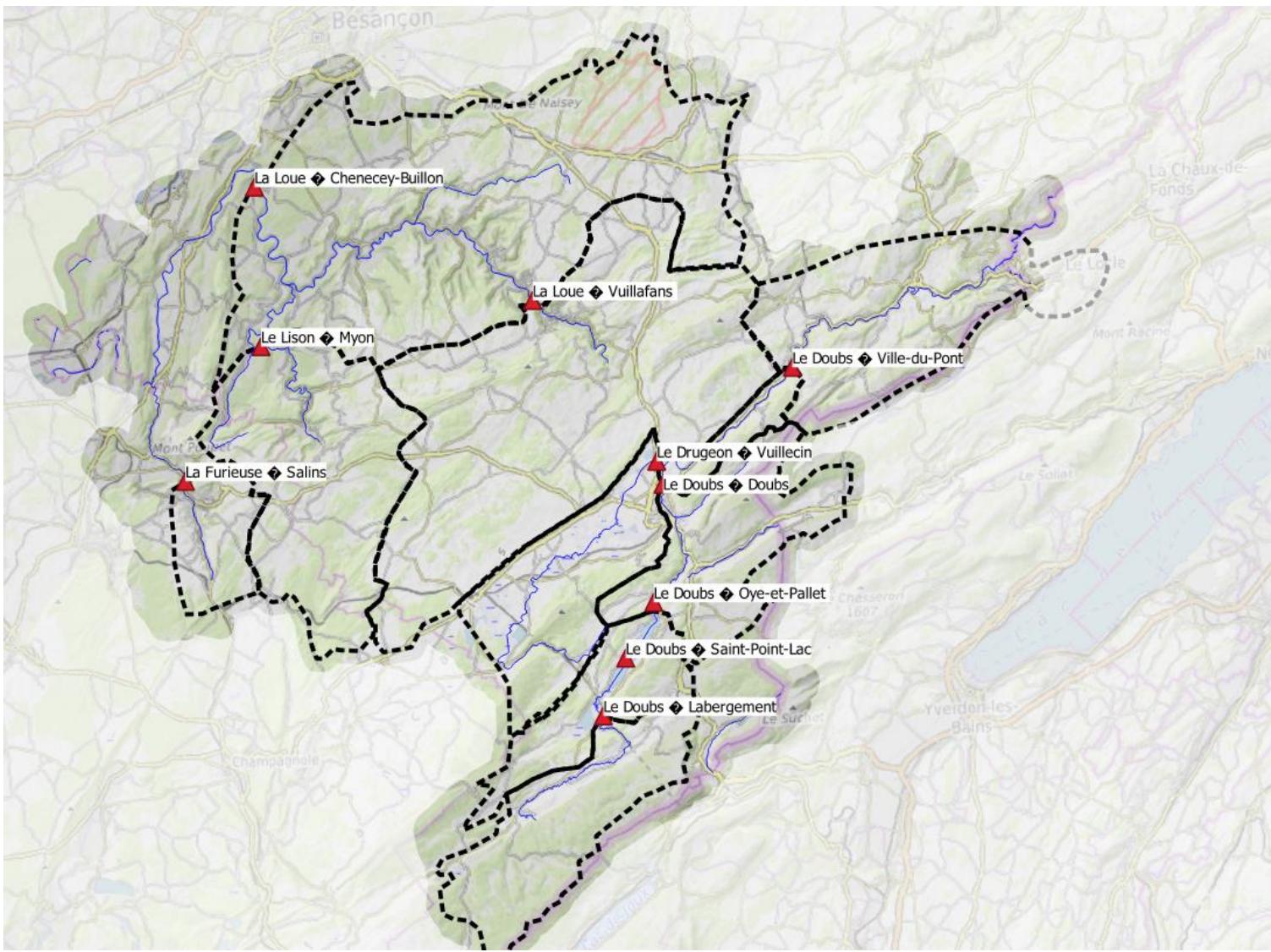


Figure 39- Cartographie des stations hydrométriques utilisées dans la modélisation hydrologique et les sous-bassins versants associés.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

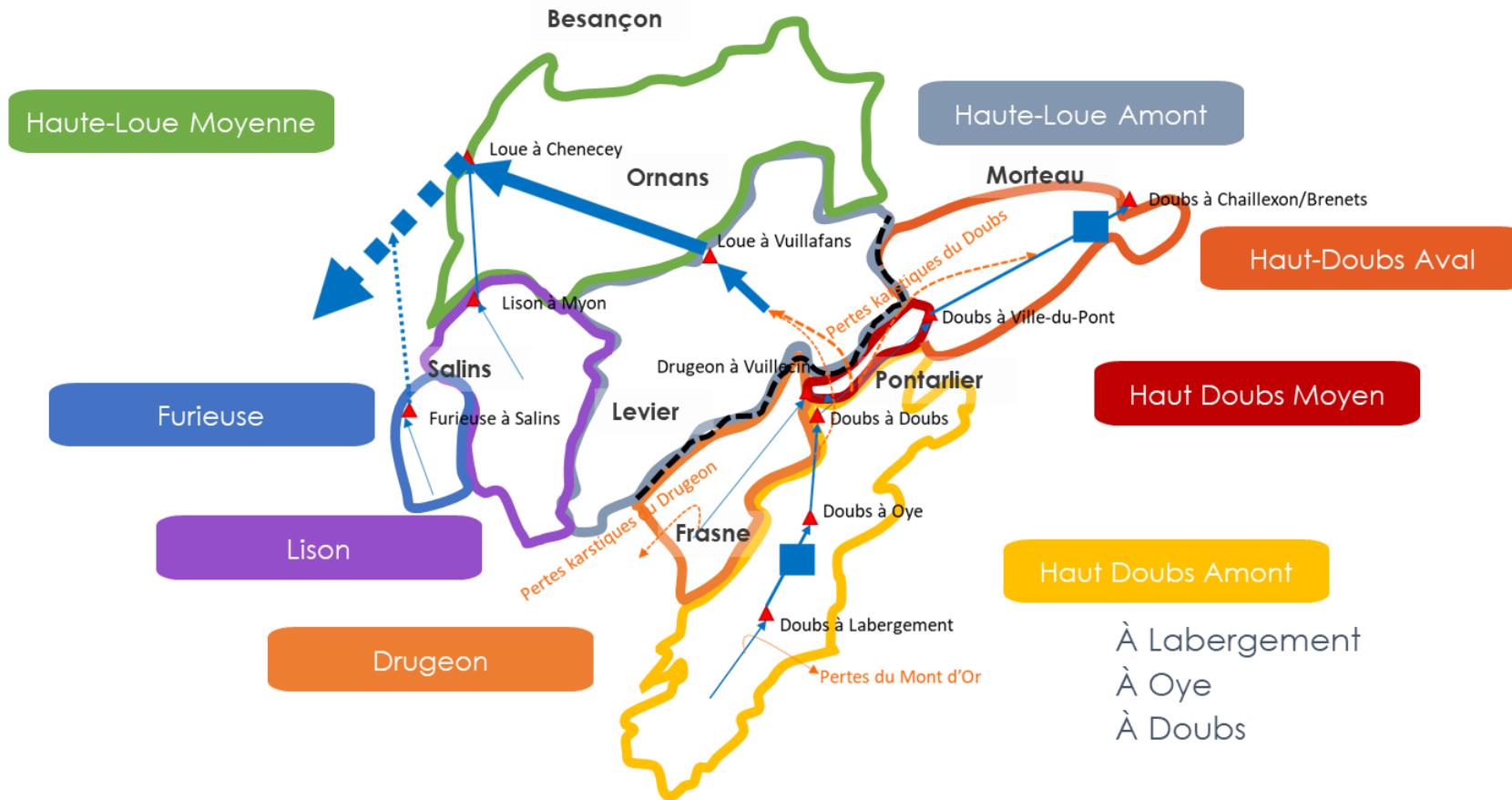


Figure 40- Synoptique du fonctionnement du modèle hydrologique chainé.

Les pertes karstiques sont soustraites :

- aux débits du Doubs à Doubs et à Ville-du-Pont puis ajoutées pour la Loue à Vuillafans ; il est fait l'hypothèse que les débits des pertes étant recapturées par le Doubs (à l'aval de Maison-des-Bois) sont faibles devant le débit des pertes alimentant la Loue : c'est d'autant plus vrai en période d'étiage où l'assec apparaît dès Arçon.

Les lois des pertes en fonction du débit entrant intégrées sont les suivantes :

- Pour le Doubs à Doubs :

$$si Q_{entrant} < 6,39 alors Q_{pertes} = \alpha \cdot Q_{entrant}$$

$$si Q_{entrant} \geq 6,39 alors Q_{pertes} = \alpha \cdot \left( \frac{Q_{entrant}}{6,2} \right)^{0,75}$$

$$\alpha = 0,35$$

- Pour le Doubs à Ville du Pont :

$$si Q_{entrant} < 2 (2,5 avant 2017) alors Q_{pertes} = \alpha \cdot Q_{entrant}$$

$$si Q_{entrant} \geq 2 alors Q_{pertes} = \alpha \cdot \left( \frac{Q_{entrant}}{4} \right)^{0,1}$$

$$si avant 2017 \rightarrow \alpha = 0,85 et si après 2017 \rightarrow \alpha = 0,98$$

- aux débits du Drugeon : les pertes sont mal connues (cf. 5.2.4.), mais par analogie, un modèle similaire à celui du Doubs (dépendant du débit, avec une inflexion pour les hauts débits) est proposé. Le modèle de pertes se base sur les débits calculés à la station de Vuillecin pour que les pertes soient de l'ordre de 200 L/s en période d'étiage important (en considérant des pertes à l'aval de Bonnevaux du même ordre de grandeur qu'à l'amont).

$$si Q_{calculé} < 0,75 alors Q_{pertes} = \alpha \cdot Q_{entrant}$$

$$si Q_{entrant} \geq 2 alors Q_{pertes} = \alpha \cdot \left( \frac{Q_{entrant}}{0,75} \right)^{0,1}$$

$$\alpha = 0,6$$

- aux débits du Doubs à Labergement pour représenter les pertes vers le bassin de l'Orbe via le tunnel du Mont-d'or, avec un déficit moyen de 150 L/s conformément aux observations.

Les prélèvements en eau ont été intégrés à chaque sous-bassin versant du modèle à partir de la base de données BNPE de l'Agence de l'eau. Les hypothèses de variations saisonnières par bassin versant ont également été intégrées. Les eaux turbinées ont été déduites des volumes prélevés puisque ces prélèvements correspondent à des déviations locales de l'eau qui n'ont pas d'influence sur le bilan à l'échelle du sous-bassin versant.

Les rejets des stations d'épuration ont également été pris en compte via les informations fournies par la base de données des STEP Doubs-Jura.

L'influence de la neige a été prise en compte en considérant un modèle degré-jour, qui est un modèle classiquement utilisé pour les modèles hydrologiques (Masclet 2015) :

- fontepotentielle =  $Kf * (Tz - Tf)$  si  $Tf > 0^\circ\text{C}$
- fontepotentielle = 0 sinon

Le coefficient de fonte  $Kf$  retenu est égal à 70mm/décade/ $^\circ\text{C}$ , ce qui est une valeur moyenne de celles trouvées dans la bibliographie.

Le fonctionnement spécifique du lac de Saint Point, qui permet le soutien d'étiage, a également été intégré au modèle, avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- l'évaporation du lac correspond aux valeurs de l'évapotranspiration potentielle, ce que confirment en ordre de grandeur des études spécifiques en France métropolitaine (Al Domany et al. 2015) ;
- au-delà de 1,25 m à l'échelle de Saint-Point-Lac, il n'y a pas de variation de débit entre entrée et sortie (le lac est alors transparent hydrologiquement), ce qui se vérifie à l'échelle décadaire (Jacquemin 1984) ;
- le lac se remplit ou se vidange à partir du seuil de 1,3 m<sup>3</sup>/s à Labergement ;
- la baisse du niveau du lac est de 0,22m par décade pour un m<sup>3</sup>/s en dessous du seuil, la baisse du niveau étant proportionnelle à l'écart entre le débit à Labergement et le débit seuil. Cette valeur est cohérente avec les différentes courbes mesurées de variations de niveau du lac (ARTELIA 2021).
- En deçà du 0 m à l'échelle de Saint-Point-Lac, la vidange est réduite à 0,05 m/décade, puis en deçà de -0,2 m, le lac se reremplit en fonction du débit disponible.

Il s'agit de règles empiriques déduites du fonctionnement de la gestion du lac sur la période modélisée, qui peuvent varier selon les étiages (en fonction des différents enjeux). Cette représentation simplifiée permet toutefois de reproduire correctement les fluctuations du niveau du lac et ainsi le soutien d'étiage à l'aval.

Les variations de niveau du lac de Chaillexon/Brenets ont également été simulées : il s'agit ici de variations naturelles (non liée à une gestion d'un barrage). Le seuil de débit à l'amont pour lequel le lac commence à se vidanger est de 2,8 m<sup>3</sup>/s et la baisse est de 0,75m par décade pour un m<sup>3</sup>/s en dessous du seuil. Du fait de l'absence de bathymétrie (et donc de relation hauteur/niveau), il n'est pas possible de calculer précisément le débit des fuites à travers le Saut du Doubs qui sont responsables de la baisse de niveau du lac<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Toutefois, une estimation grossière des fuites en novembre 2018 (en considérant une surface moitié moindre que la surface normale du lac) montre un débit globalement cohérent avec celui mesuré par la DREAL et l'OFEV (resp. 570 L/s et 590 L/s).

### 8.1.3. Calage du modèle

Les graphiques de comparaison des débits observés et simulés sont donnés aux figures suivantes (les débits sont présentés avec une échelle logarithmique afin de mettre en exergue les débits d'étiage).

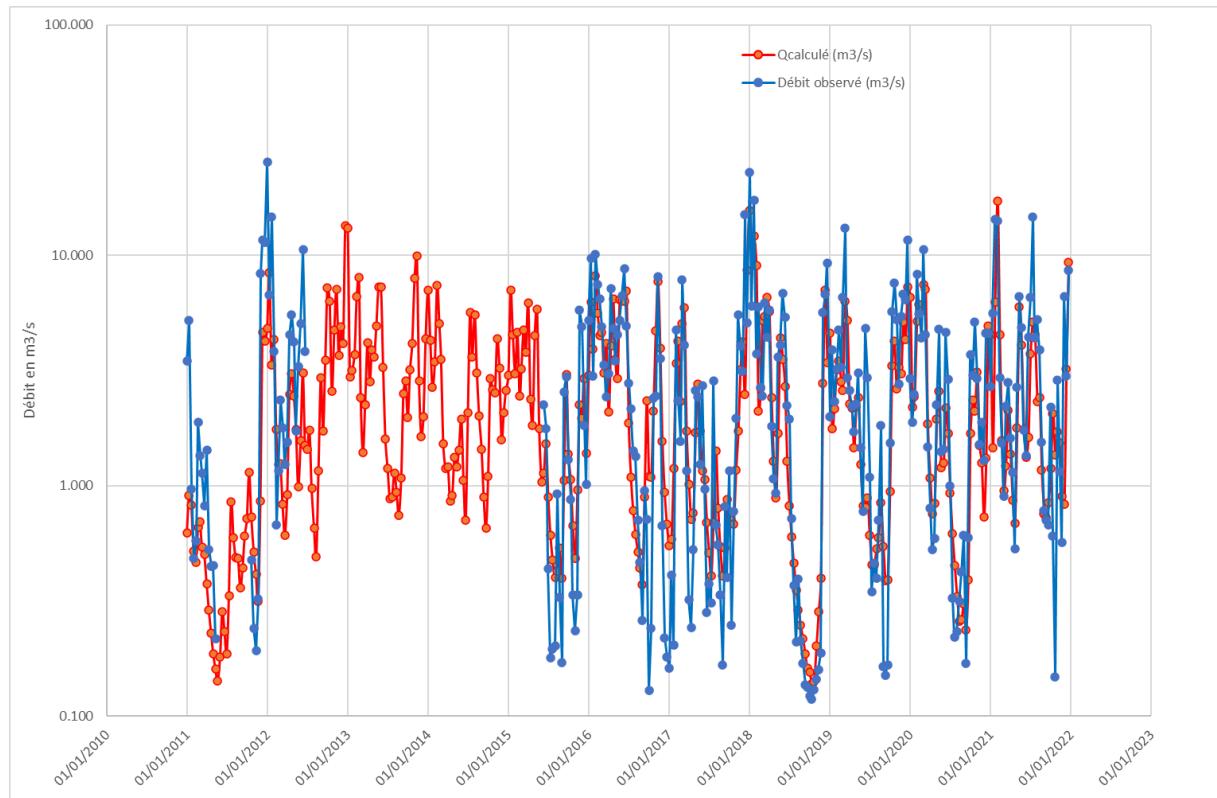


Figure 41- Comparaison observé-simulé des débits de la station du Drugeon à Vuillecin (observations : Banque Hydro DREAL).

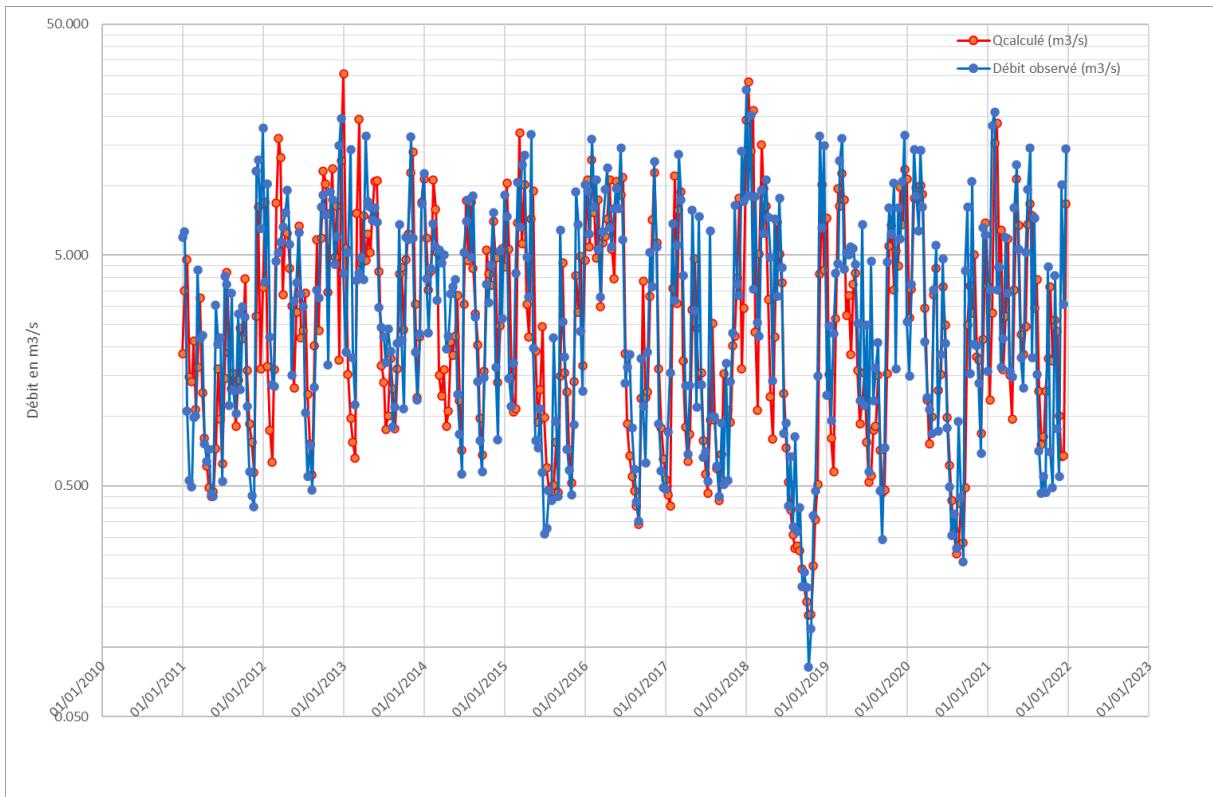


Figure 42- Comparaison observé-simulé des débits de la station Doubs à Labergement-Sainte-Marie (observations : Banque Hydro DREAL).

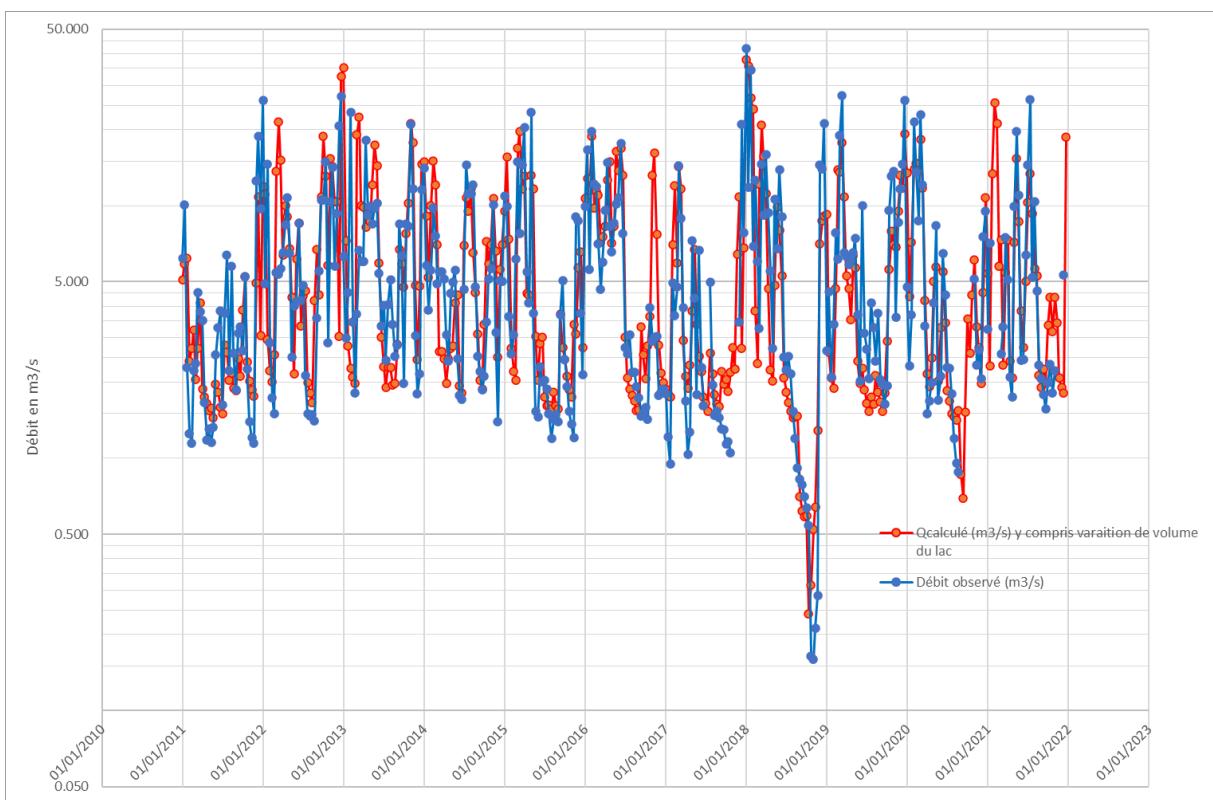


Figure 43- Comparaison observé-simulé des débits de la station Doubs à Oye et Pallet (observations : Banque Hydro DREAL).

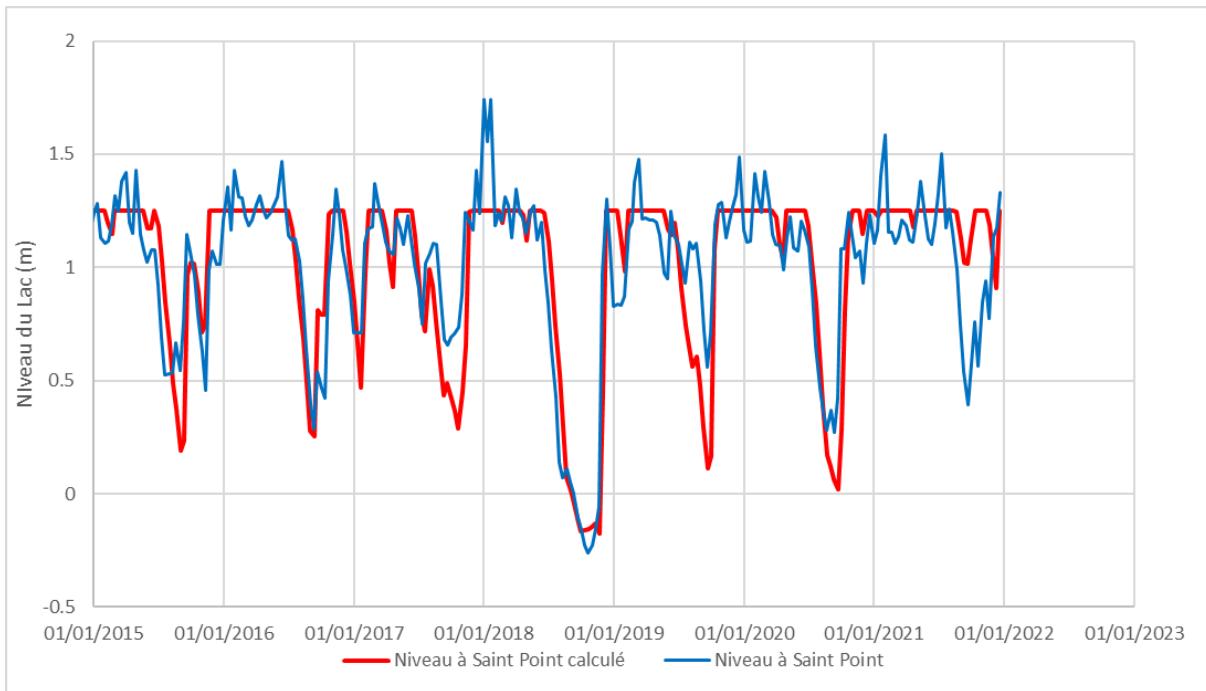


Figure 44- Comparaison observé-simulé des niveaux au Lac de Saint-Point (observations : Banque Hydro DREAL).

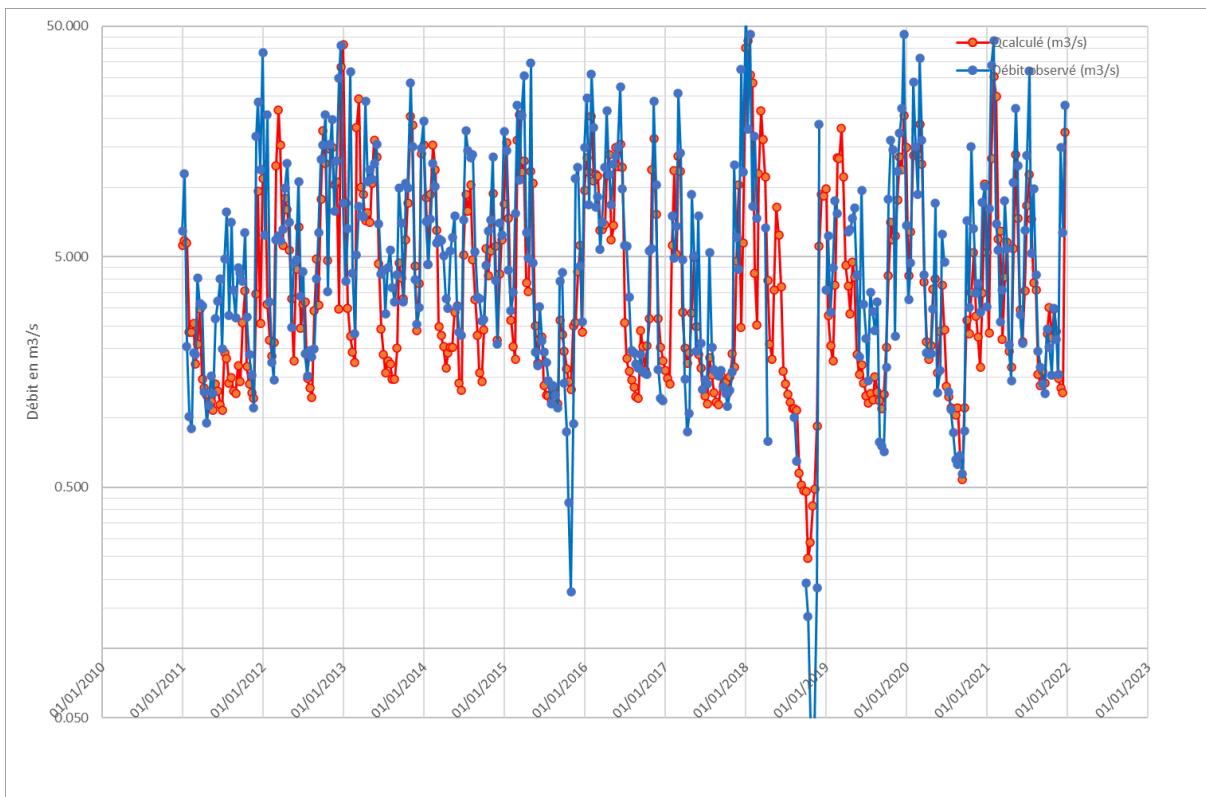


Figure 45- Comparaison observé-simulé des débits de la station Doubs à Doubs (observations : Banque Hydro DREAL).

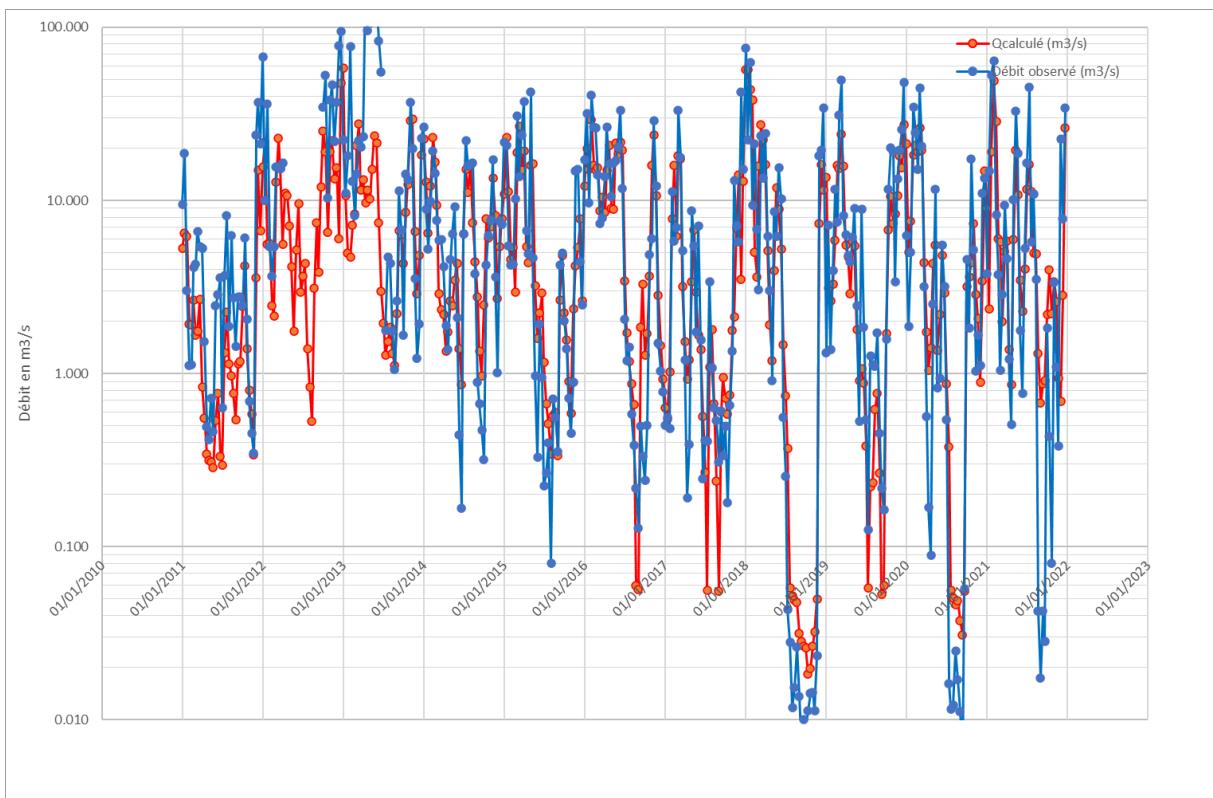


Figure 46- Comparaison observé-simulé des débits de la station Doubs à Ville du Pont (observations : Banque Hydro DREAL).

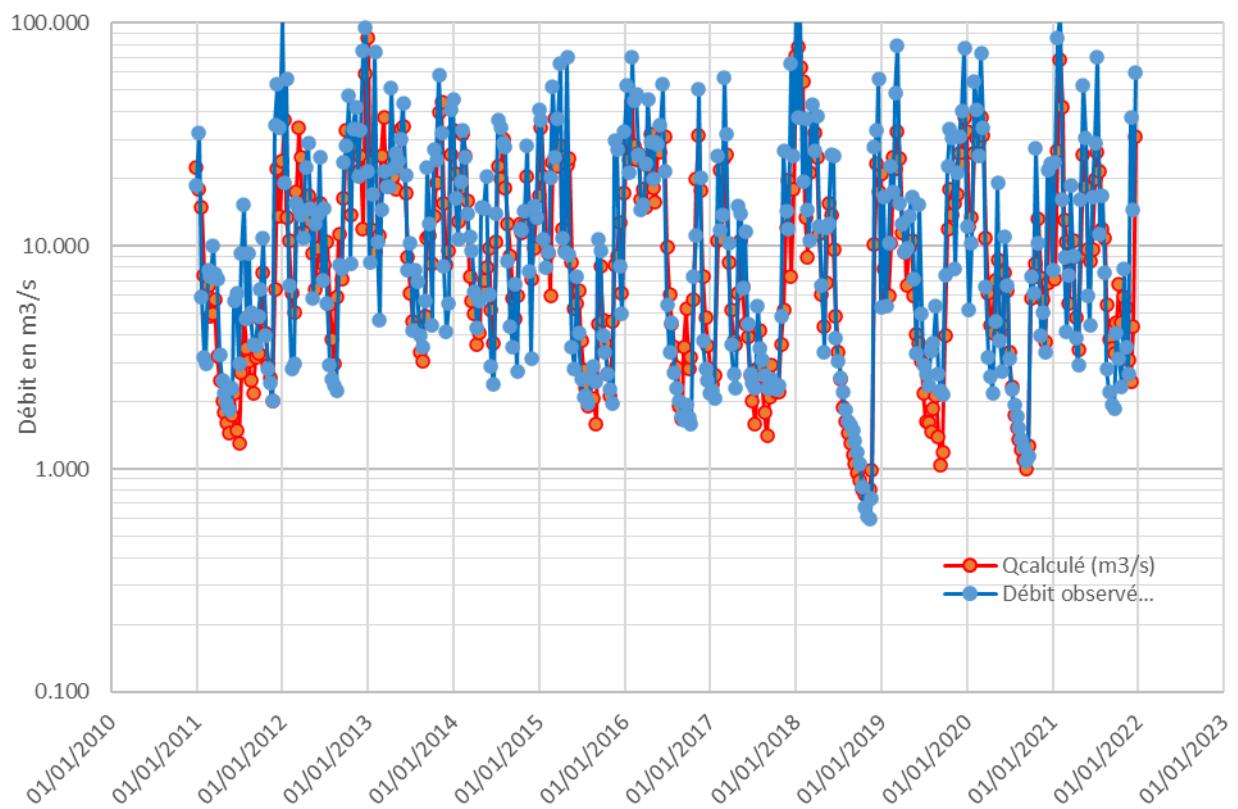


Figure 47- Comparaison observé-simulé des débits de la station Doubs au Saut-Du-Doubs (observations : OFEV).

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'E PAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

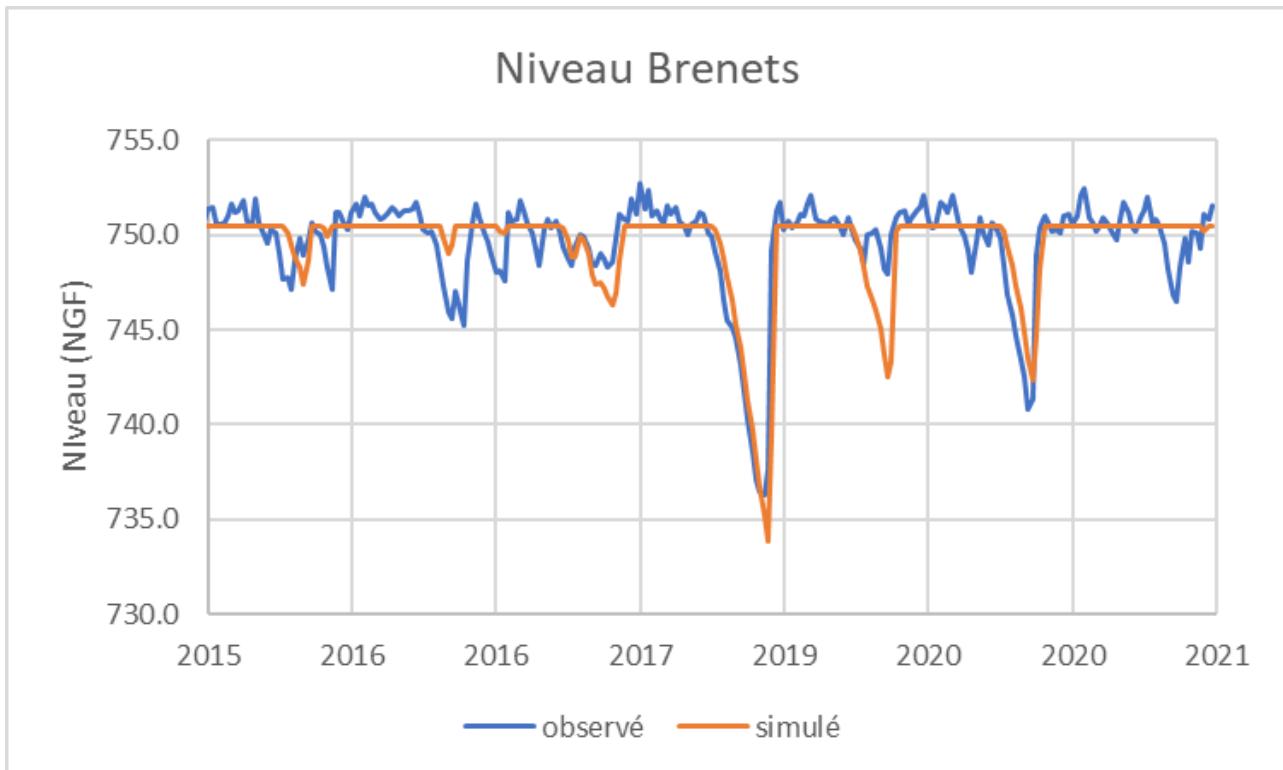


Figure 48- Comparaison observé-simulé des niveaux au Lac de Chaillexon/Brenets (observations : OFEV).

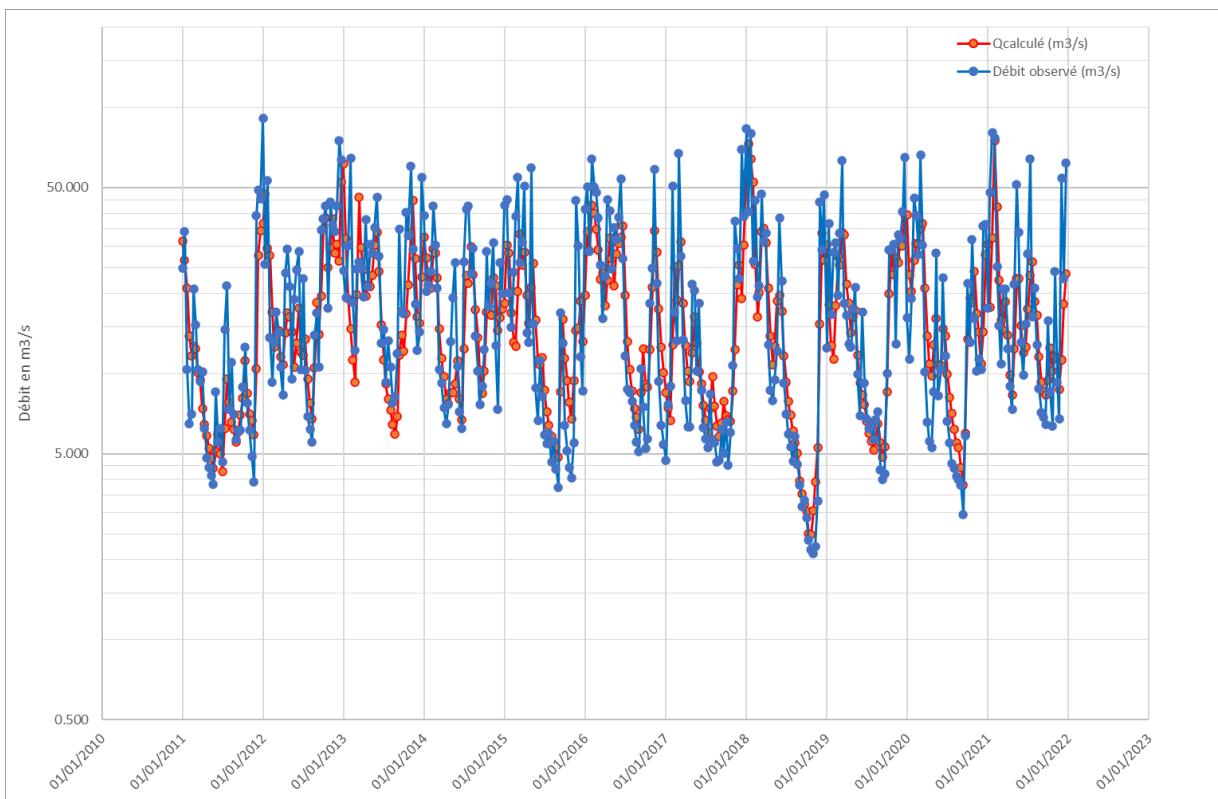


Figure 49- Comparaison observé-simulé des débits de la station de la Loue à Vuillafans (observations : Banque Hydro DREAL).

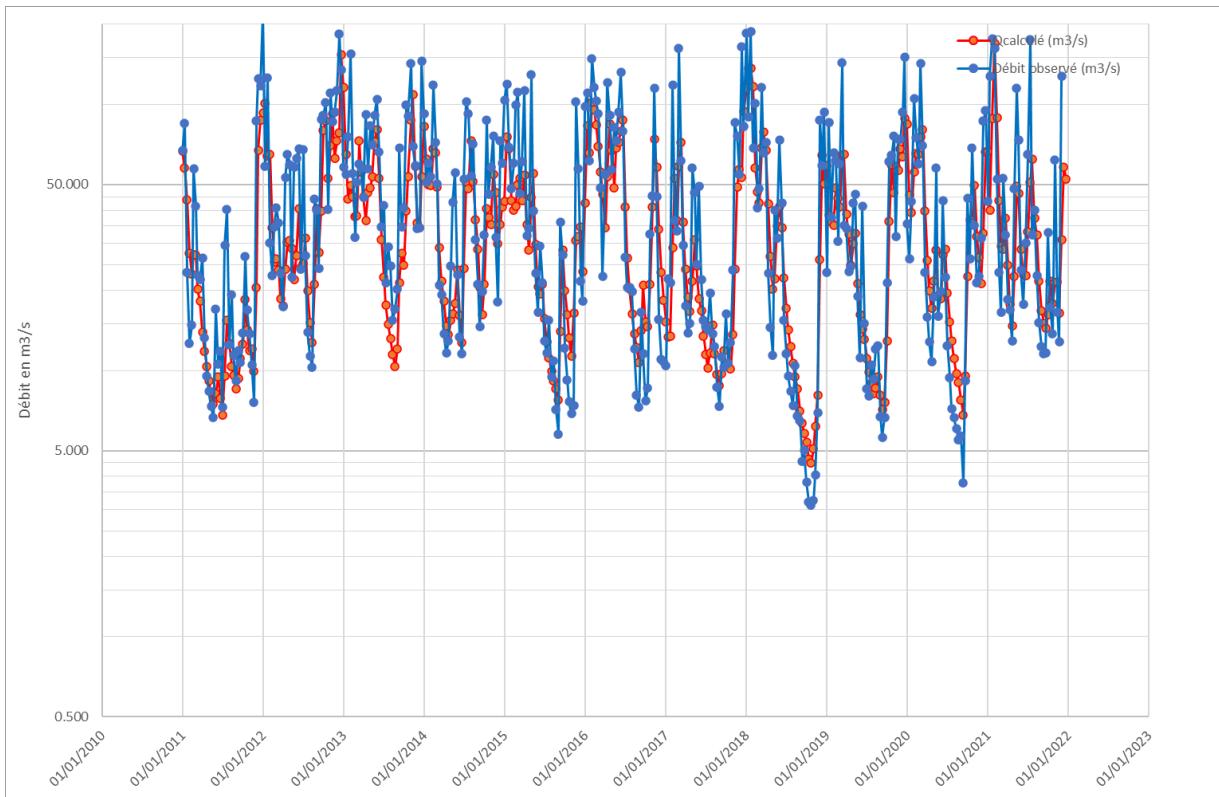


Figure 50- Comparaison observé-simulé des débits de la station de la Loue à Chenecey (observations : Banque Hydro DREAL).

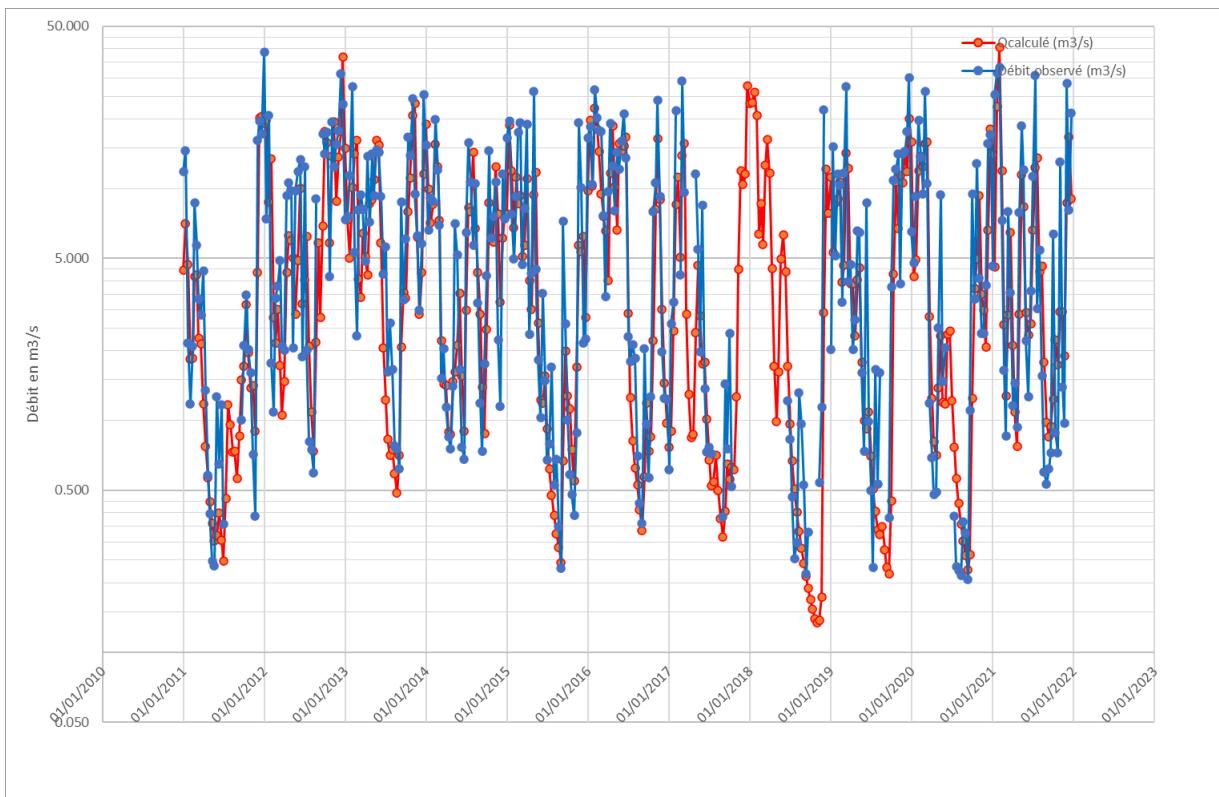


Figure 51- Comparaison observé-simulé des débits de la station du Lison à Myon (observations : Banque Hydro DREAL).

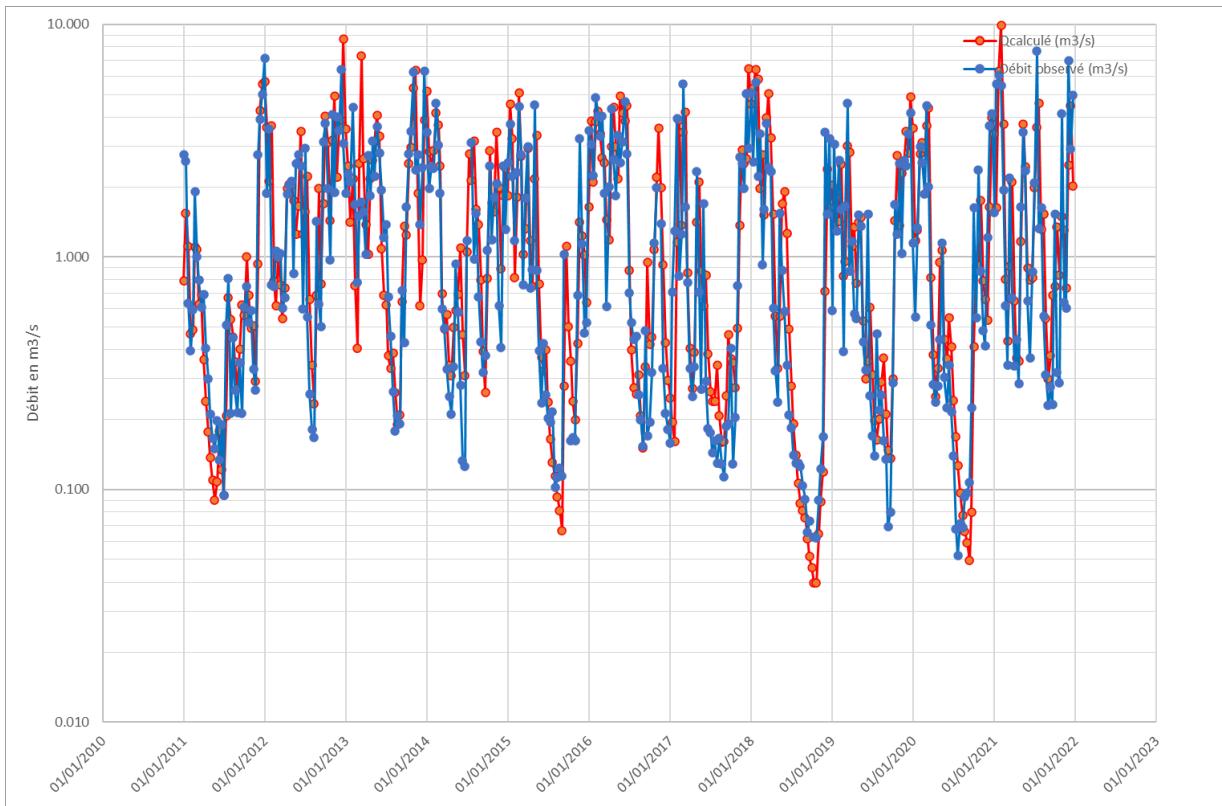


Figure 52- Comparaison observé-simulé des débits de la station de la Furieuse à Salins-les-bains (observations : Banque Hydro DREAL).

Pour évaluer la performance des modèles à reproduire les observations, deux indicateurs ont été choisis :

- Le coefficient de Nash-Sutcliffe sur le logarithme des débits, qui est un critère efficace pour les modèles se focalisant sur les débits d'étiage (parfois abrégé en NSE pour Nash-Sutcliffe Efficiency) ;
- Le bilan du modèle, exprimé sous forme d'un rapport entre le volume transitant par la station observé et simulé. Cet indicateur permet de juger de la pertinence du modèle pour reproduire les débits moyens.

Les indicateurs sont présentés dans le tableau suivant pour deux périodes, une première période de calage (2013-2018, les deux premières années pouvant correspondre à l'initialisation des modèles) et une période de contrôle (2018-2021) permettant de juger de la robustesse du modèle à simuler des périodes hydroclimatiques différentes.

	Période de calage (2013-2018)		Période de contrôle (2018-2021)	
	Nash-Sutcliffe (In(Q))	Bilan	Nash-Sutcliffe (In(Q))	Bilan
Drugeon	0.76	96%*	0.78	92%
Doubs Labergement	0.74	94%	0.69	87%
Doubs Oye	0.60	111%	0.72	102%
Doubs Doubs	0.63	111%	0.70	115%
Doubs VilleduPont	0.76	77%	0.75	103%
Doubs Brenets	0.77	101%	0.76	96%
Loue Vuillafans	0.72	92%	0.75	95%
Loue Chenecey	0.72	92%	0.75	95%
Furieuse Salins	0.72	92%	0.75	95%
Lison Myon	0.71	103%	0.66	106%

\* il n'y a pas d'observation de débits pour les années 2013-2014

Tableau 11 – Indicateurs de calage (NSE et bilan) pour la période de calage et de contrôle.

L'indicateur de Nash-Sutcliffe est généralement supérieur à 70% à l'exception du Doubs à Oye et à Ville du Pont pour la période de calage, et au Lison pour la période de contrôle, l'indicateur restant supérieur à 60%. Le bilan est globalement équilibré par rapport à l'observé, avec des écarts de flux moyen généralement inférieurs à 10% et toujours inférieurs à 25%.

Pour évaluer la capacité du modèle à reproduire le débit d'étiage, le rapport de la moyenne des QMNA (débit mensuel minimum de chaque année)<sup>7</sup> a été calculé pour chaque station : il est présenté dans le tableau suivant.

<sup>7</sup> Cet indicateur est inspiré d'un des indicateurs proposés par le projet (Explore2070 2012b)

	Moyenne des QMNA
Drugeon	74%
Doubs Labergement	92%
Doubs Oye	92%
Doubs Doubs	106%
Doubs Ville du Pont	120%
Doubs Brenets	87%
Loue Vuillafans	87%
Loue Chenecey	94%
Furieuse Salins	92%
Lison Myon	147%

Tableau 12 – Indicateurs sur les étages (rapport des moyennes des QMNA).

Les écarts relativement importants par rapport à l'observé pour la station du Lison et dans une moindre mesure pour le Drugeon, peuvent être en partie dus au fait que le nombre d'années ou le calcul du QMNA (observé) pour ces stations est limité (5 années et 6 années respectivement).

Vu la complexité des écoulements (liée au karst notamment), le calage du modèle peut être considéré comme globalement satisfaisant, et permet la réalisation de simulations prospectives notamment. Vu les incertitudes qui subsistent dans le calage du modèle et dans le comportement évolutif des pertes karstiques notamment, il conviendra de rester prudent sur les résultats obtenus.

La relative stabilité des indicateurs entre les différentes périodes permet de considérer le modèle comme robuste. On notera toutefois que l'évolution du karst et son influence sur les pertes du Doubs constituent une source majeure d'incertitude sur l'évolution de l'hydrologie : une analyse de sensibilité sur ce paramètre a été réalisée et présentée au paragraphe 8.2.4.

## 8.2. SIMULATIONS DE L'EVOLUTION DE LA RESSOURCE EN EAU SOUS CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'évaluation de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau se base sur la modélisation hydrologique réalisée (et décrite ci-dessus) en appliquant les projections climatiques mises à disposition par DRIAS. Ceci permet dans un premier temps d'évaluer l'évolution possible des débits sur les cours d'eau modélisés, mais aussi par extrapolation à juger de la vulnérabilité des usages de l'eau sans relation directe avec les grands cours d'eau (sources karstiques utilisées pour l'AEP, ...).

Les résultats ne constituent pas des prévisions mais des projections visant à donner une image de l'hydrologie future possible à l'horizon 2050-2070. Il est essentiel de garder à l'esprit que de nombreuses incertitudes subsistent (incertitudes intrinsèques aux modélisations climatiques, évolution des pertes karstiques, ...), il faut donc rester critique sur l'utilisation des résultats.

Les résultats de la simulation sont des chroniques de débit et de niveau qui vont de 2010 à 2070 : pour permettre l'interprétation des données et la comparaison entre les scénarios, des indicateurs ont été choisis en fonction des enjeux.

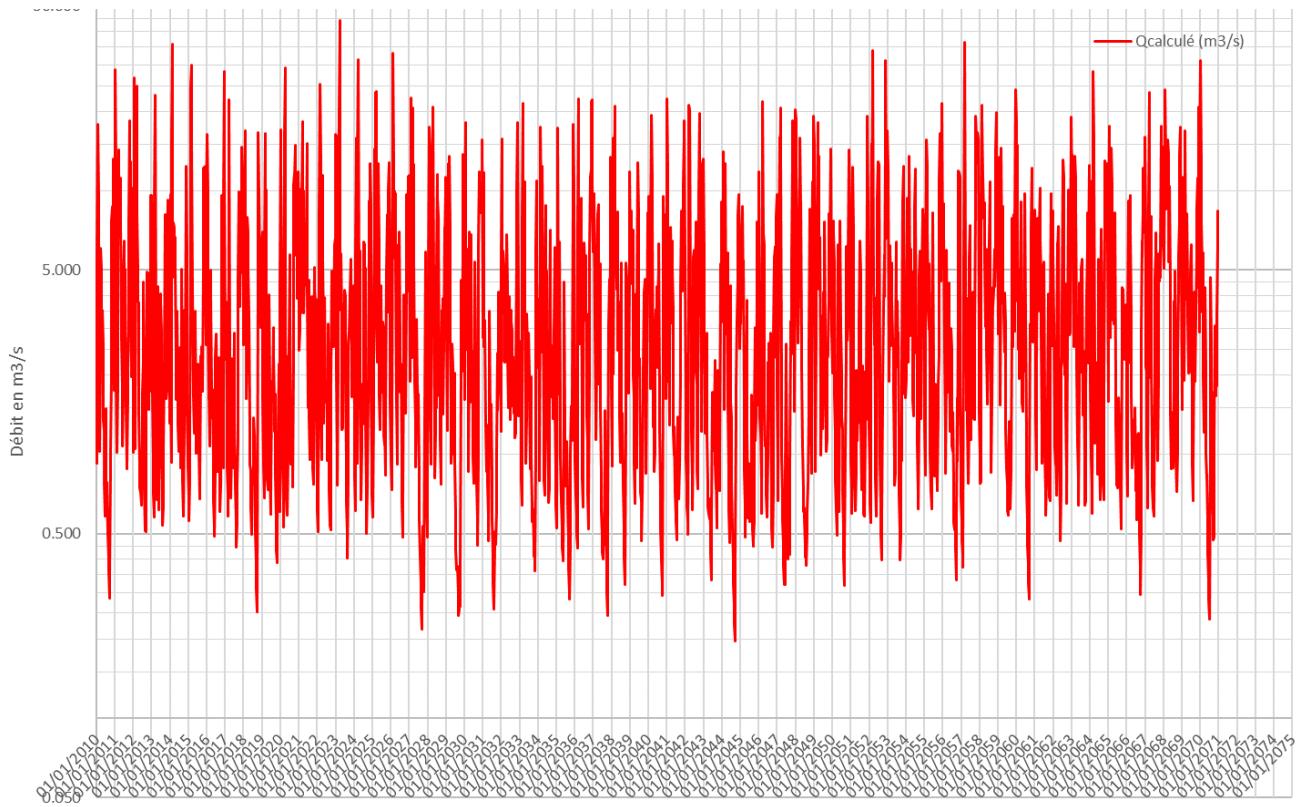


Figure 53- Exemple de chronique obtenue avec la prise en compte des données des modèles climatiques DRIAS.

Les résultats sont comparés entre 3 différentes périodes : la période de référence (1975-2005) et une variation par rapport à cette référence pour l'horizon moyen (2010-2040) et l'horizon lointain (2040-2070). Une période de 30 ans est classiquement choisie dans les études sur le changement climatique pour prendre en compte les variations interannuelles qui peuvent exister naturellement (Explore2070 2012c).

### 8.2.1. Scénarios climatiques Aladin et IPSL avec usages statu quo

La figure page suivante présente les résultats des simulations pour les modèles Aladin et IPSL avec des usages constants à ceux de la période actuelle.

La figure suivante présente les moyennes des débits aux différentes stations hydrométriques.

Moyenne des débits		Dugeon	Doubs Labergement	Doubs Oye	Doubs Doubs	Doubs Ville du Pont	Doubs Brenets	Loue Vuillafans	Loue Chenecey	Furieuse Salins	Lison
Aladin	référence	3.013	3.933	6.187	7.364	9.250	13.392	18.181	36.295	1.509	5.585
	2010-2040	6%	1%	1%	1%	2%	3%	4%	6%	9%	8%
	2040-2070	-3%	-9%	-9%	-9%	-9%	-7%	-1%	0%	1%	1%
IPSL	référence	3.190	4.198	6.623	7.764	9.902	14.255	18.672	37.827	1.584	6.101
	2010-2040	10%	-1%	0%	3%	6%	7%	9%	8%	5%	3%
	2040-2070	9%	-4%	-3%	0%	4%	5%	10%	11%	8%	7%

Tableau 13 – Influence du changement climatique sur les débits moyens à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique Aladin et IPSL, par rapport à la situation de référence (1975-2005), pour des usages constants.

Les moyennes des débits semblent relativement peu affectées par le changement climatique, avec des variations par rapport à la période de référence de moins de 10%.

Les figures ci-après présentent l'évolution du QMNA5 (Débit Moyen Mensuel minium de période de retour 5 ans), qui correspond au débit le plus faible qui survient tous les 5 ans en moyenne.

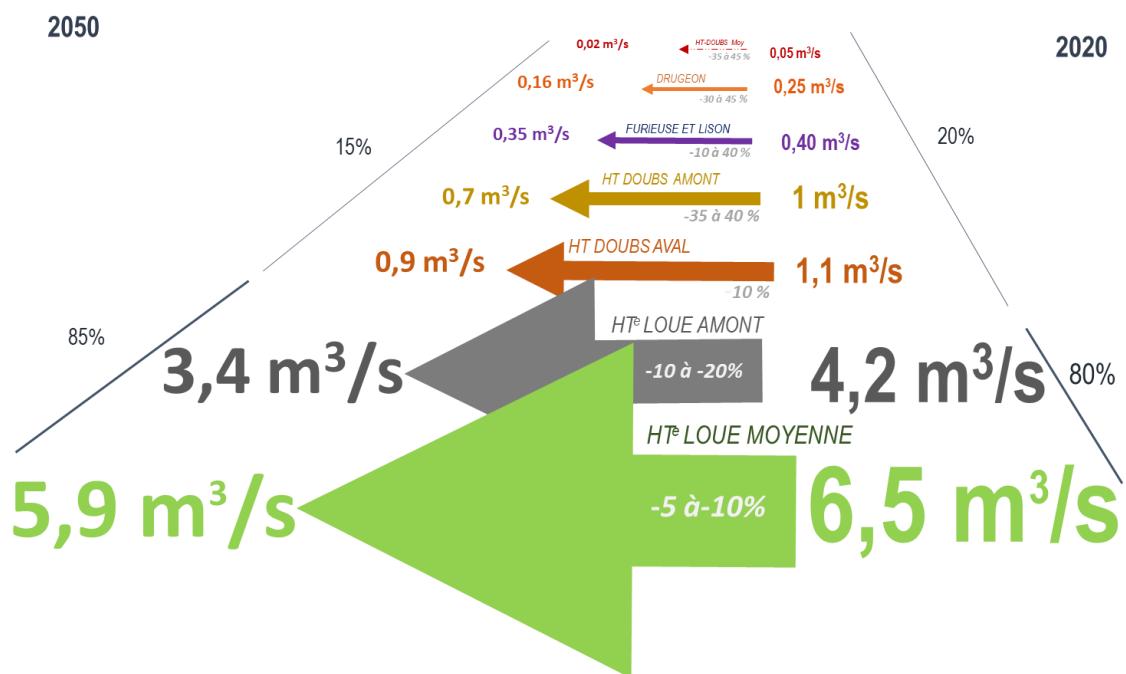


Figure 54- Représentation schématique de l'évolution du débit d'étiage (QMNA5) par rapport à la situation actuelle.

On constate que la vulnérabilité des débits au changement climatique est variable en fonction des périodes considérées (la période lointaine présente des baisses des débits plus marquées que pour l'horizon moyen) et en fonction des cours d'eau : le Haut-Doubs montre une baisse des débits d'étiage notamment plus marquée que les autres cours d'eau (de l'ordre de -30% à -40% selon le modèle climatique à l'aval du lac de Saint-Point et à l'amont de Pontarlier).

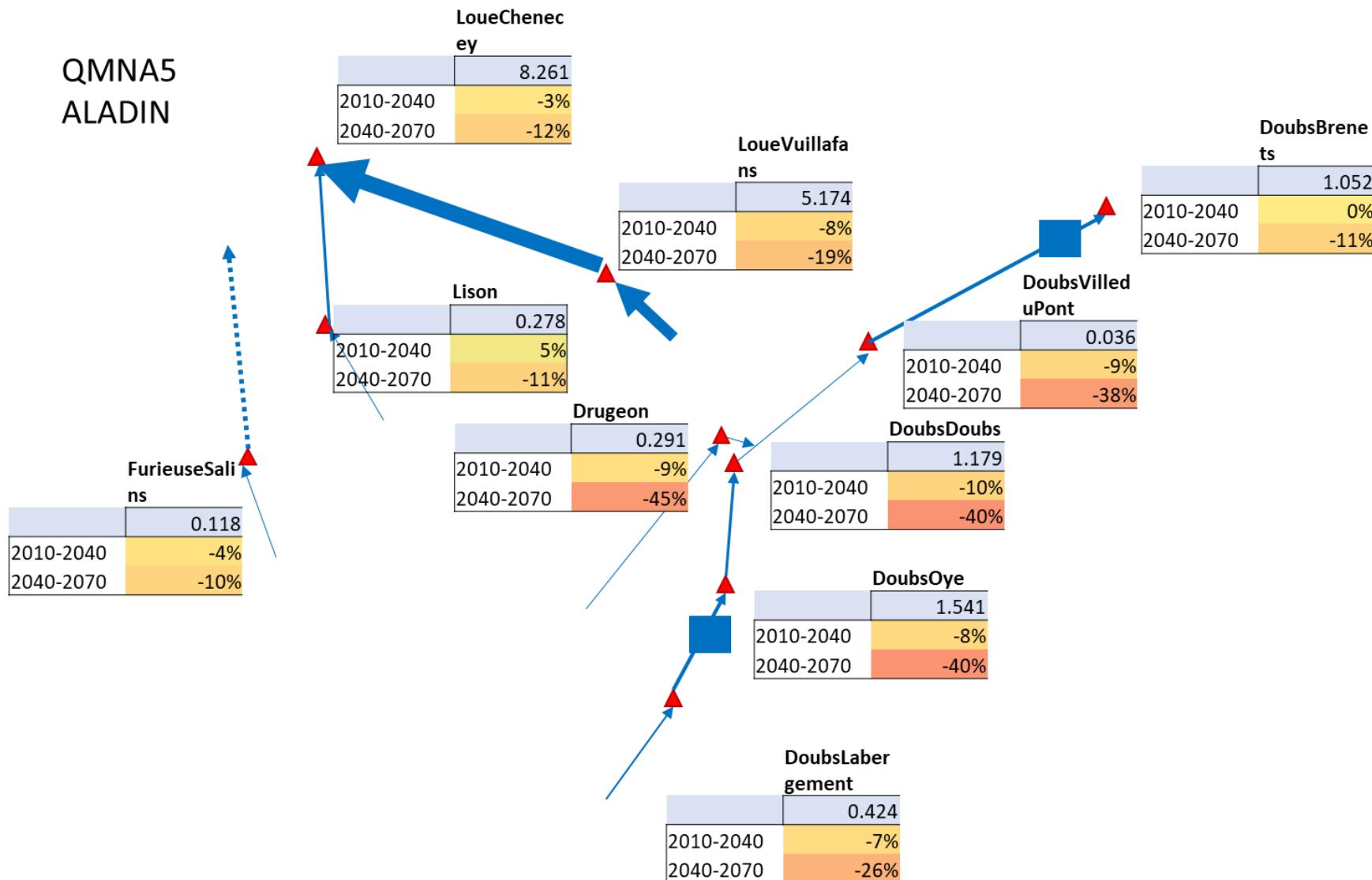


Figure 55- Evolution du QMNA 5 aux stations hydrométriques modélisées, avec usage statut quo et modèle climatique Aladin

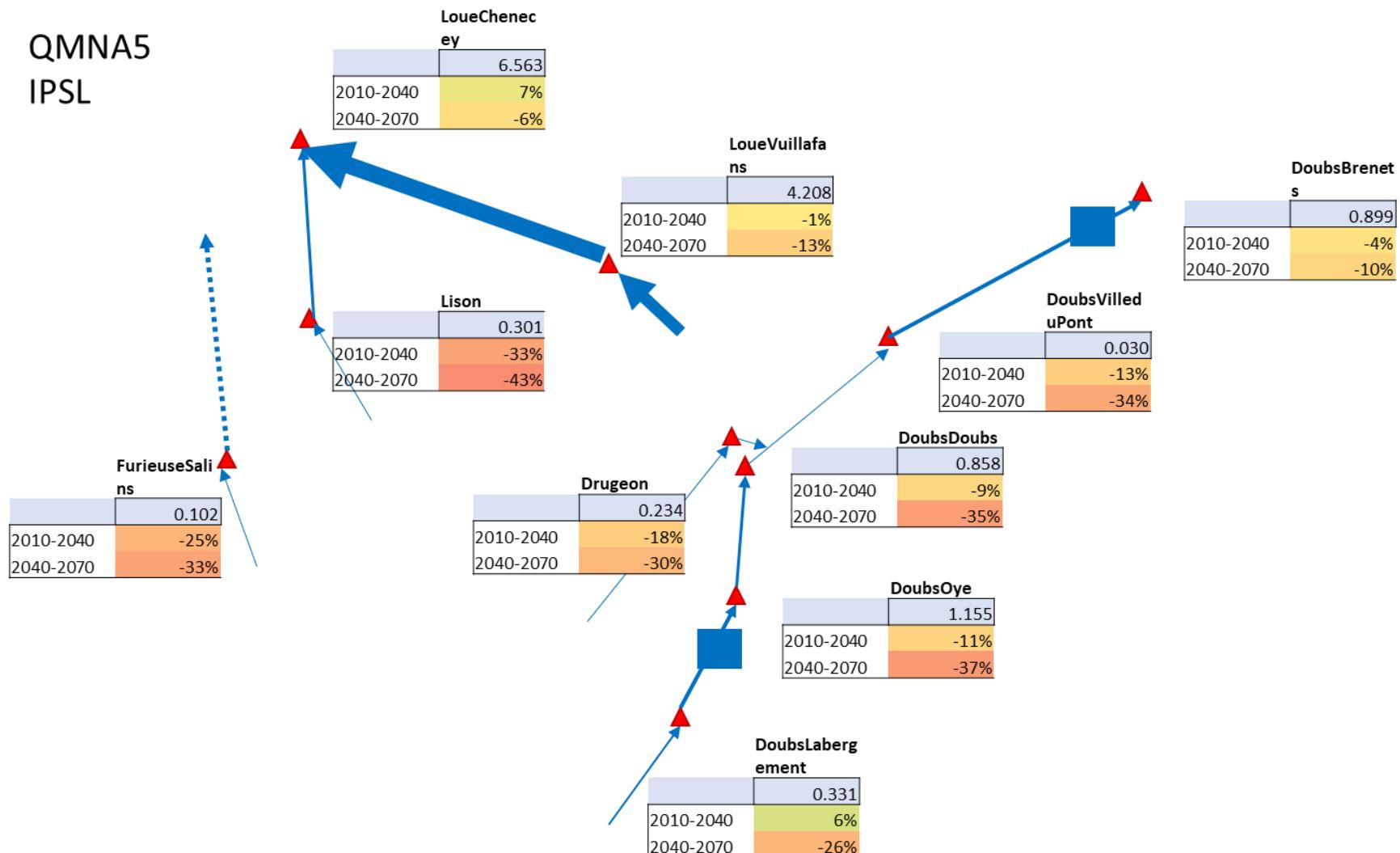


Figure 56- Evolution du QMNA 5 aux stations hydrométriques modélisées, avec usage statut quo et modèle climatique IPSL

Par ailleurs, la précocité des étiages a été évaluée en calculant le mois à partir duquel le débit passe sous le QMNA2 (étiage courant). Le graphique suivant présente l'évolution du début de l'étiage sur la période simulée avec le modèle Aladin.



Figure 57- Evolution du mois de début d'étiage pour la période simulée pour le modèle Aladin

Les simulations ne montrent pas d'évolution significative de la précocité des étiages.

### 8.2.2. Situation sans prélevements

Afin d'évaluer l'incidence des prélevements sur la ressource en eau dans le contexte du changement climatique, l'approche a consisté à simuler la suppression de l'ensemble des prélevements et des rejets puis comparer cette simulation à la situation avec statut quo des usages (usages actuels).

Le tableau suivant présente l'influence des prélevements sur les débits d'étiage (QMNA5) aux différentes stations hydrométriques, pour le modèle Aladin (les résultats pour le modèle IPSL sont très proches et sont présentés en annexe).

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Avec prélèvements actuels	2010-2040	0.265	0.393	1.419	1.063	0.033	1.051	4.725	7.983	0.113	0.293
	2040-2070	0.161	0.315	0.923	0.702	0.022	0.935	4.170	7.237	0.106	0.247
Sans prélèvements	2010-2040	0.334	0.384	1.466	1.097	0.031	1.043	4.800	8.077	0.125	0.295
	2040-2070	0.219	0.302	0.932	0.698	0.021	0.926	4.217	7.332	0.117	0.249
Différence	2010-2040	-26%	2%	-3%	-3%	4%	1%	-2%	-1%	-11%	-1%
	2040-2070	-36%	4%	-1%	1%	6%	1%	-1%	-1%	-10%	-1%

Tableau 14 – Influence des usages actuels sur le QMNA5 (en m<sup>3</sup>/s) à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique Aladin, par rapport à la situation statut quo.

L'impact des prélèvements apparaît surtout notable pour la station du Dugeon à Vuillecin. En effet à l'amont de cette station un certain nombre de prélèvements sont effectués pour d'autres bassins versants (par exemple la ville de Pontarlier), pour lesquels les rejets se font plus à l'aval : il y a donc une influence locale importante. Cette observation est cohérente avec les analyses réalisées pour l'étude volumes prélevables (Reilé 2012b).

Ailleurs, les usages de l'eau ne semblent pas exercer une influence majeure à l'échelle des sous-bassins versants. Il est évident que ce constat réalisé au droit de points nodaux du réseau hydrographique n'est pas forcément vrai en tous points des bassins versants, puisque localement (surtout en tête de bassin par exemple), un prélèvement pourrait avoir un impact significatif sur la ressource.

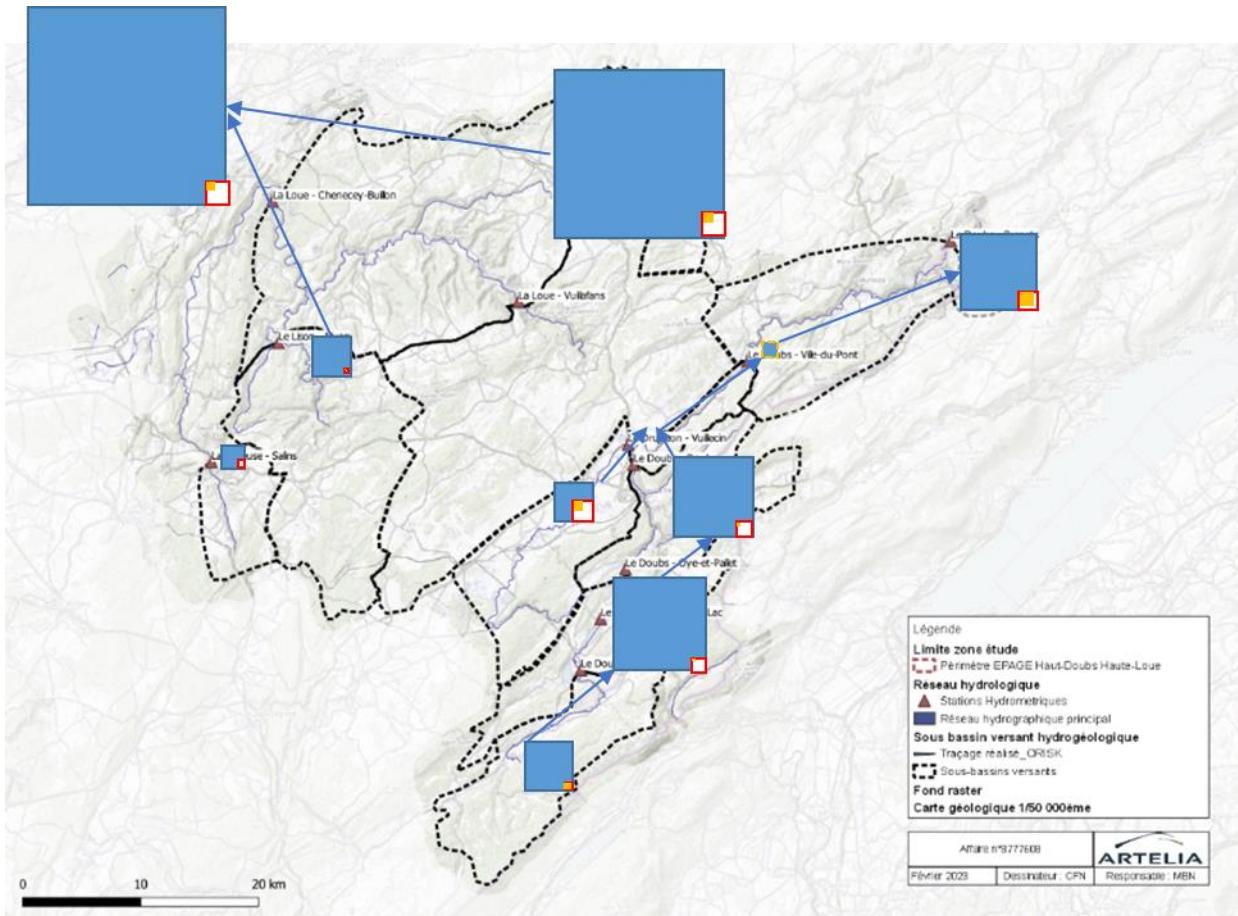


Figure 58- Représentation schématique de l'importance des prélevements (en rouge), des rejets (en orange) et des débits d'étiage (en bleu) dans chaque sous-bassins versants.

On notera également que le rejet de la station d'épuration du Grand Pontarlier semble soutenir de façon importante les débits d'étiage dans certaines conditions climatiques (augmentation du QMNA5 à Ville-du-Pont).

### 8.2.3. Usages prospectifs

Les usages prospectifs ont été estimés à partir des évolutions tendancielles par sous-bassin versant (§6.1). Les rejets ont été ajustés pour que la proportion de débit qui retourne au milieu par rapport au débit prélevé reste la même (80% du débit prélevé est rejeté à l'échelle du bassin versant).

Deux hypothèses d'usage prospectif ont été testées : une hypothèse basse (avec maintien des consommations actuelles) et une hypothèse haute (avec augmentation des consommations domestiques et d'abreuvement de 10%).

Les tableaux suivants présentent les résultats de variations de débit aux stations hydrométriques considérées par rapport à la situation « statu quo » pour les deux hypothèses d'usages prospectifs (les résultats pour le modèle IPSL sont très proches et sont présentés en annexe).

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.265	0.393	1.419	1.063	0.033	1.051	4.725	7.983	0.113	0.293
	2040-2070	0.161	0.315	0.923	0.702	0.022	0.935	4.170	7.237	0.106	0.247
Usages prospectifs	2010-2040	0.254	0.393	1.413	1.058	0.033	1.051	4.720	7.980	0.113	0.293
	2040-2070	0.152	0.315	0.917	0.697	0.022	0.935	4.168	7.237	0.106	0.247
Différence	2010-2040	-4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	2040-2070	-5%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 15 – Influence des usages prospectifs avec hypothèse de consommation basse sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique Aladin, par rapport à la situation statut quo.

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.265	0.393	1.419	1.063	0.033	1.051	4.725	7.983	0.113	0.293
	2040-2070	0.161	0.315	0.923	0.702	0.022	0.935	4.170	7.237	0.106	0.247
Usages prospectifs hauts	2010-2040	0.246	0.393	1.409	1.055	0.033	1.051	4.711	7.973	0.112	0.293
	2040-2070	0.146	0.316	0.914	0.694	0.023	0.935	4.161	7.231	0.105	0.247
Différence	2010-2040	-7%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%
	2040-2070	-9%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%

Tableau 16 – Influence des usages prospectifs avec hypothèse de consommation haute sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique Aladin, par rapport à la situation statut quo.

L'augmentation prévisible des prélèvements en eau, notamment liée à l'augmentation de la population et à une consommation possiblement plus élevée, n'a pas de conséquences très marquées sur l'hydrologie d'étiage : on note toutefois une aggravation des étiages du Dugeon de l'ordre de 5 à 10% selon les hypothèses d'usage. Ce constat de relative faible influence s'explique par la compensation des prélèvements par les rejets.

### 8.2.4. Influence des pertes karstiques

Une analyse de sensibilité sur l'évolution possible des pertes karstiques a été réalisées en prenant comme hypothèse un niveau de perte similaire à celui de la période 1994-2017 (cf. paragraphe 5.2.2.).

Le tableau suivant présente l'évolution des débits d'étiage (QMNA5) par rapport à la situation de référence statut quo pour le modèle Aladin (les résultats pour le modèle IPSL sont très proches et sont présentés en annexe).

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.265	0.393	1.419	1.063	0.033	1.051	4.725	7.983	0.113	0.293
	2040-2070	0.161	0.315	0.923	0.702	0.022	0.935	4.170	7.237	0.106	0.247
Pertes faibles	2010-2040	0.265	0.393	1.419	1.063	0.244	1.255	4.573	7.827	0.113	0.293
	2040-2070	0.161	0.315	0.923	0.702	0.165	1.102	4.048	7.119	0.106	0.247
Différence	2010-2040	0%	0%	0%	0%	650%	19%	-3%	-2%	0%	0%
	2040-2070	0%	0%	0%	0%	639%	18%	-3%	-2%	0%	0%

Tableau 17 – Influence d'une modification des pertes karstiques sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique Aladin, par rapport à la situation statut quo.

On observe ainsi une très forte sensibilité des débits à Ville du Pont avec un débit six fois supérieur à celui estimé avec les pertes actuelles, et également aux Brenets (possibilité de débit 20% supérieur environ). L'impact sur la Loue est relativement limité (baisse de débit de l'ordre de 5% à Vuillafans).

## 9. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE MILIEU

### 9.1. QUALITE CHIMIQUE, ECOLOGIQUE, THERMIQUE ET SANITAIRE DE L'EAU

#### 9.1.1. Thermie de l'eau

L'influence du changement climatique, et en particulier l'élévation moyenne de la température de l'air, s'observe par exemple nettement sur la température de la Loue à sa source (voir figure suivante). En projetant l'évolution des températures moyennes actuelles, la température à la source de la Loue pourrait atteindre 12°C en moyenne annuelle, contre 10°C en moyenne actuellement, avec des variations saisonnières de +/- 3°C. Cette estimation est cohérente avec celle réalisée à l'échelle nationale (Explore2070 2012a).

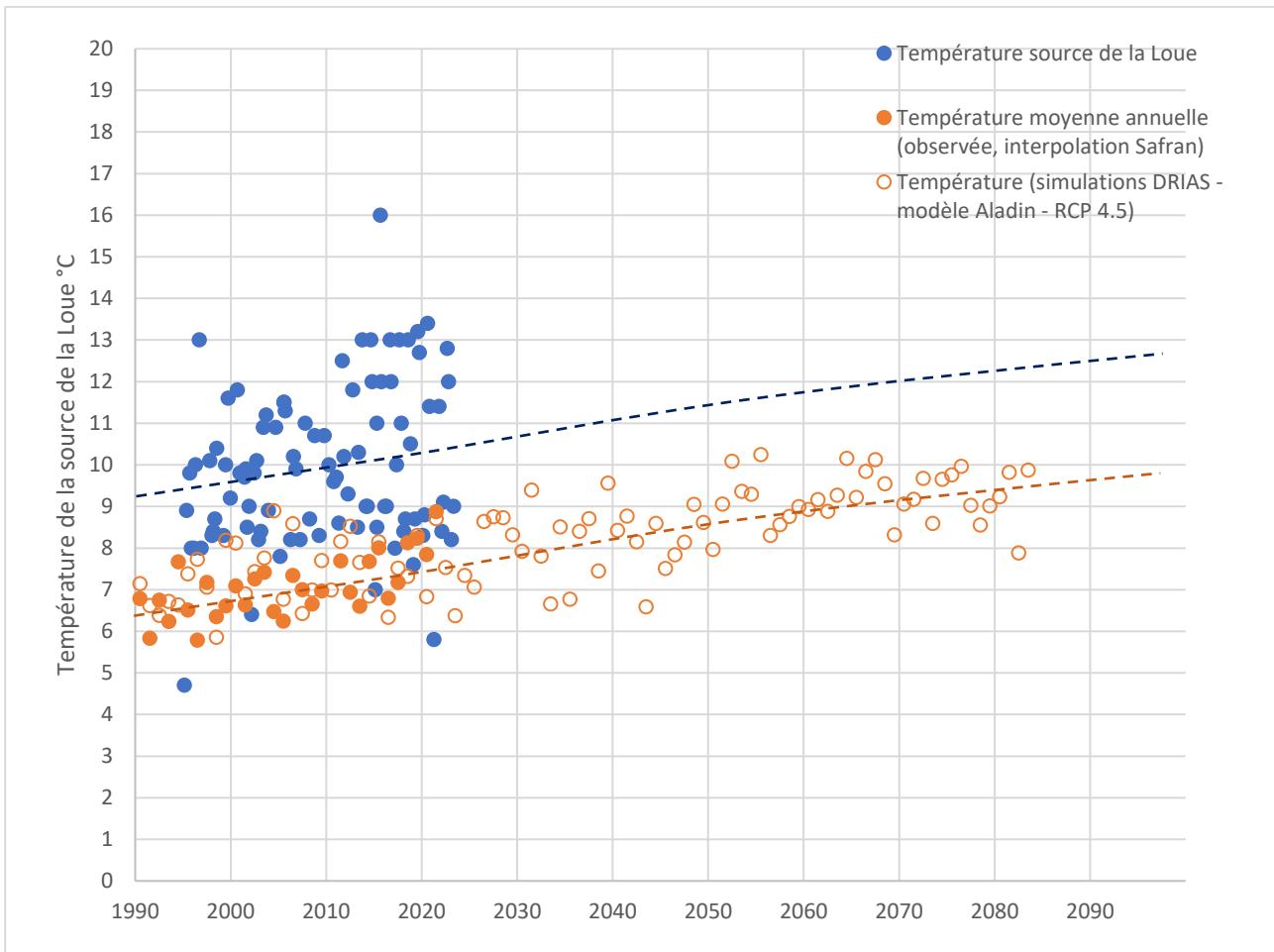


Figure 59- Température de la source de la Loue depuis 1993 (source ADES, en bleu) et de l'air (en orange), et évolution probable future (données Météofrance et Drias)

Pour évaluer l'incidence du changement climatique sur la thermie de l'eau, une modélisation de la température de l'eau a été construite pour plusieurs stations de suivi du secteur étudié.

Bien que les facteurs influençant la température de l'eau soient nombreux (débits, hydraulité des cours d'eau, lame d'eau, ripisylve...), le facteur prépondérant dans l'évolution de la température de l'eau est souvent la température de l'air. Le modèle thermique peut alors s'établir avec une équation de ce type (Eucea 2022) (Explore2070 2012a) :

$$T_{eau} = a * \frac{\sum_{j=n}^j (T_{air,j})}{n} + b$$

La calibration de ce modèle donne d'assez bons résultats pour les années où les débits sont faibles, mais surestime les températures de l'eau lorsque les débits sont plus élevés : ceci s'observe notamment sur la Loue à Scey-en-Varais pour l'année 2021 où les débits estivaux ont été particulièrement élevés. Néanmoins, l'évaluation de l'impact s'effectuant principalement sur les températures les plus élevées, donc sur des périodes où les débits sont relativement plus faibles, cette surestimation des températures en période de forts débits n'aura pas d'impact sur les indicateurs examinés ici.

Les graphiques suivants présentent la comparaison entre température simulée et température observée.

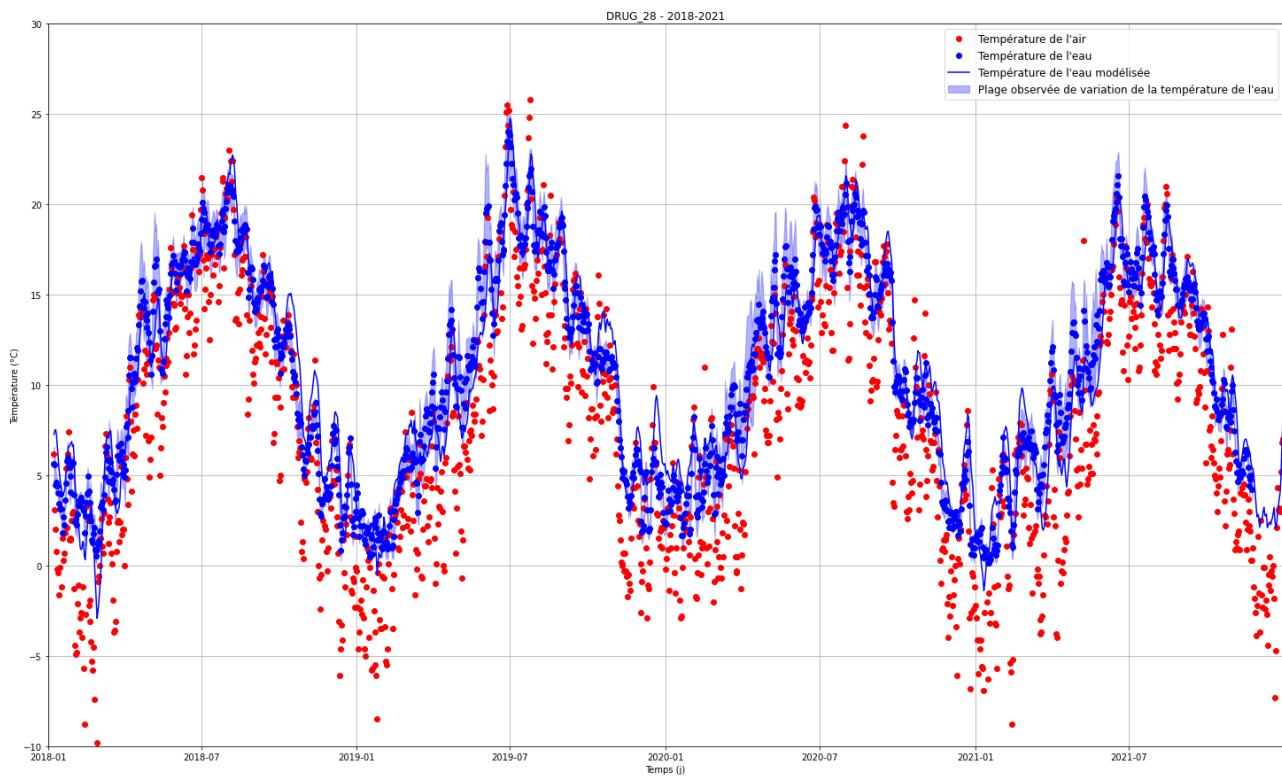


Figure 60- Modèle thermique de l'eau sur le Drugeon à Vuillecin

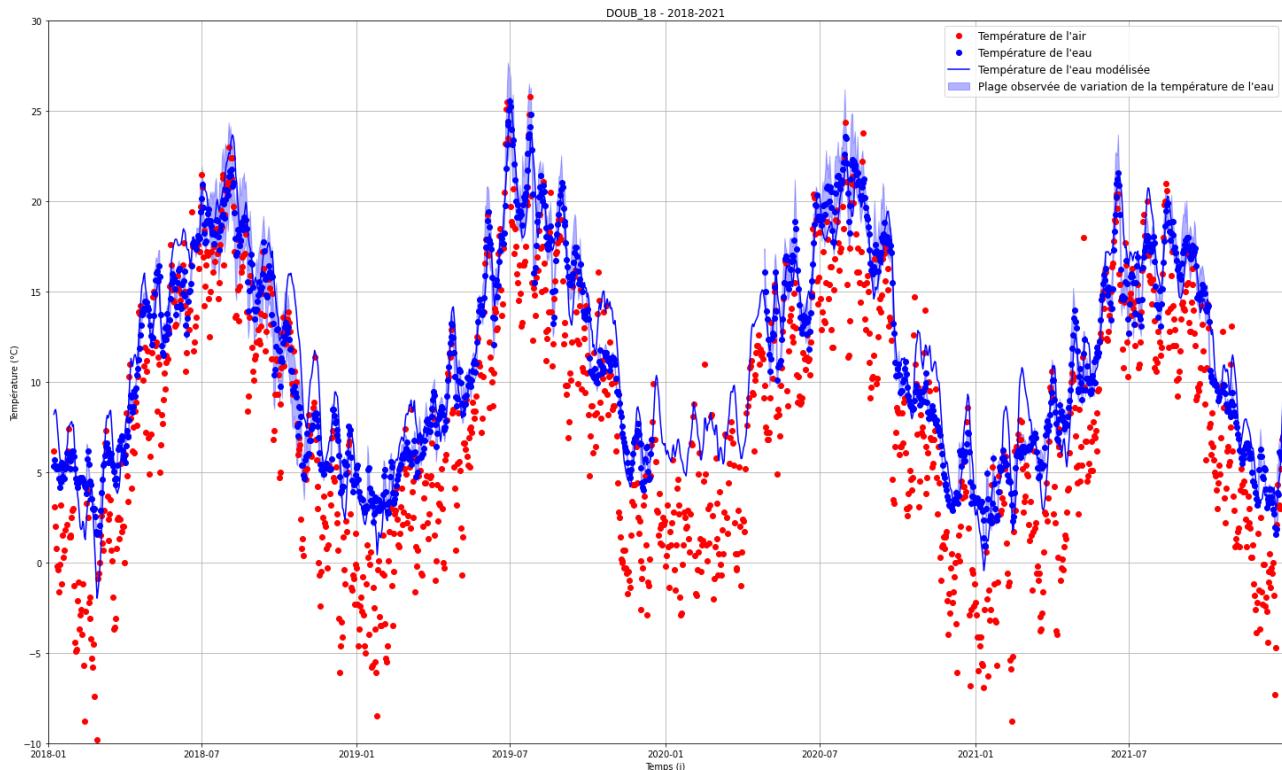


Figure 61- Modèle thermique de l'eau sur le Doubs à Morteau

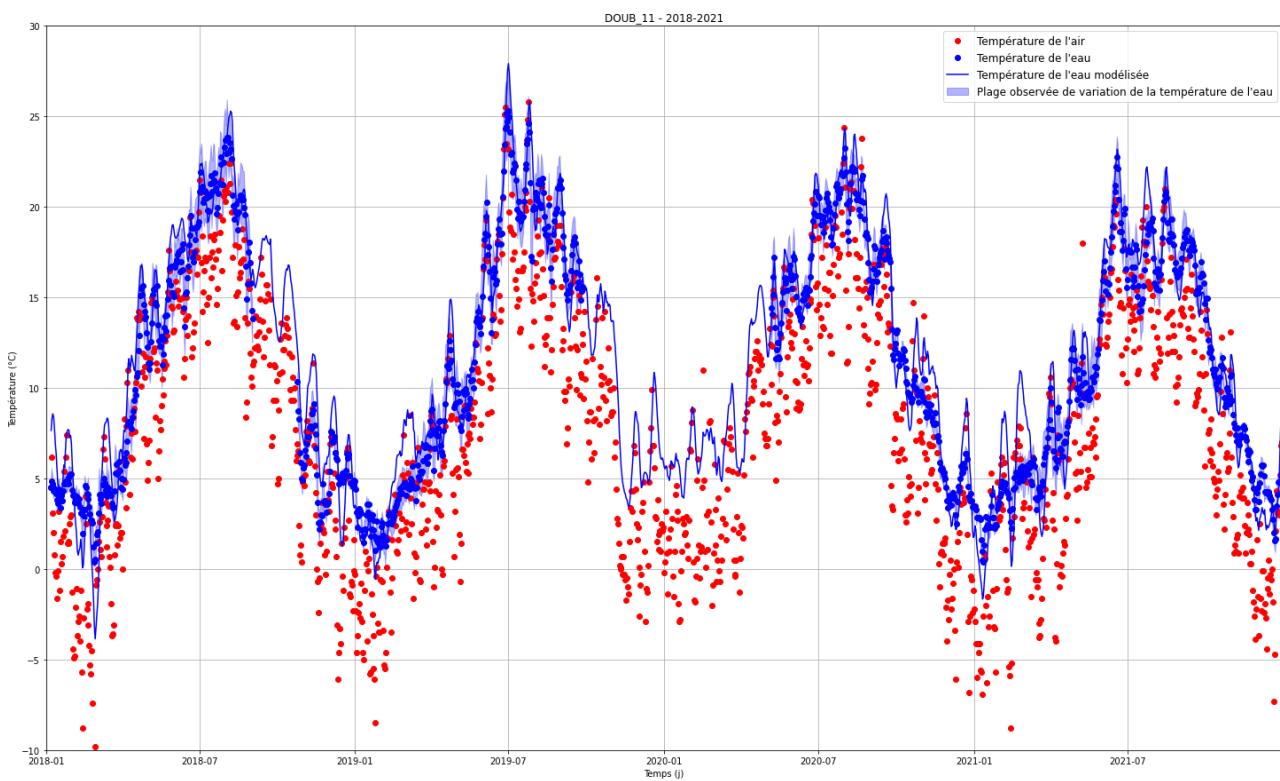


Figure 62- Modèle thermique de l'eau sur le Doubs à Pontarlier

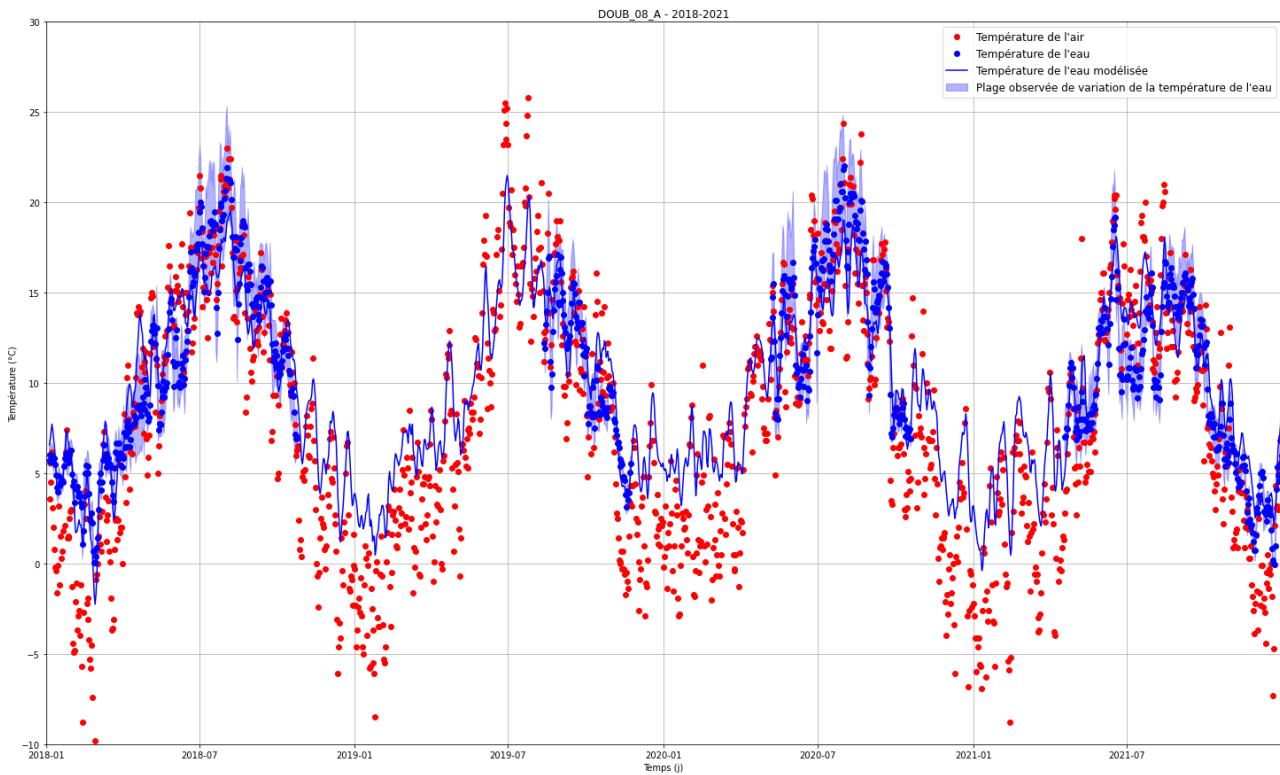


Figure 63- Modèle thermique de l'eau sur le Doubs à Labergement

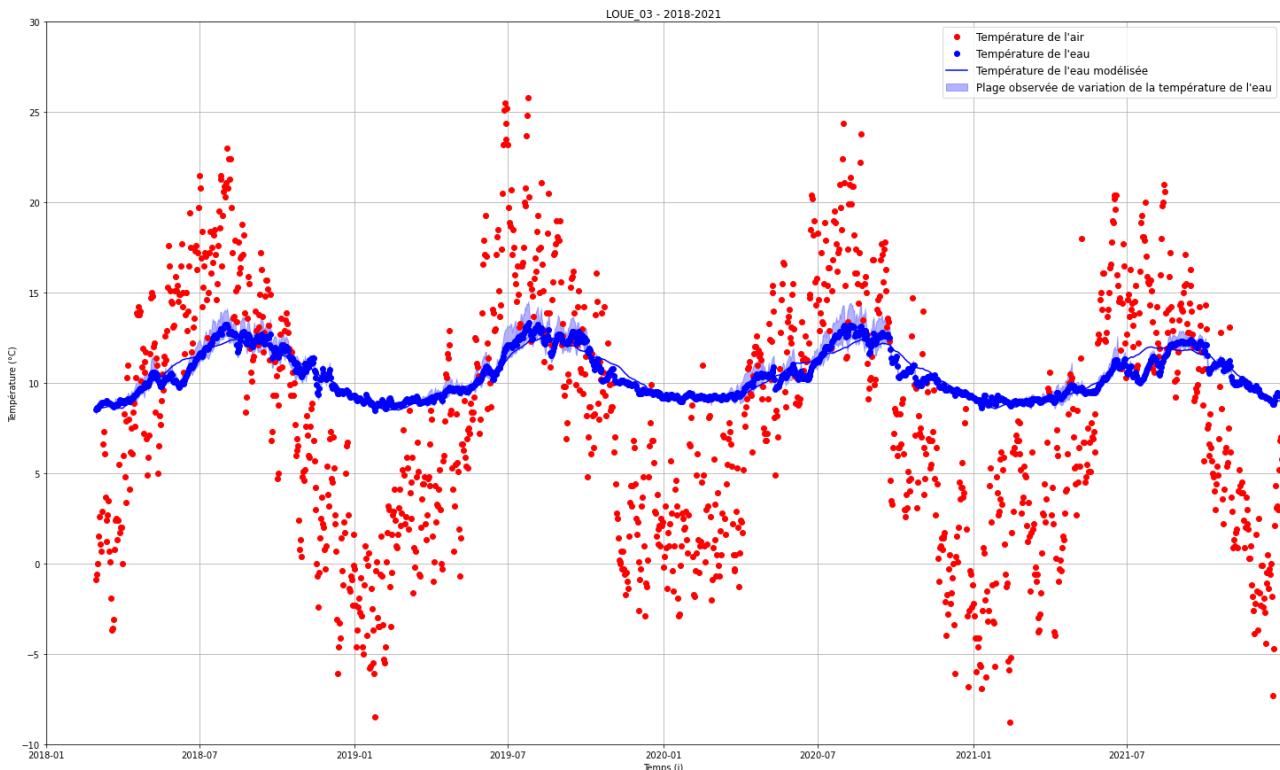


Figure 64- Modèle thermique de l'eau sur la Loue à Mouthier Haute Pierre

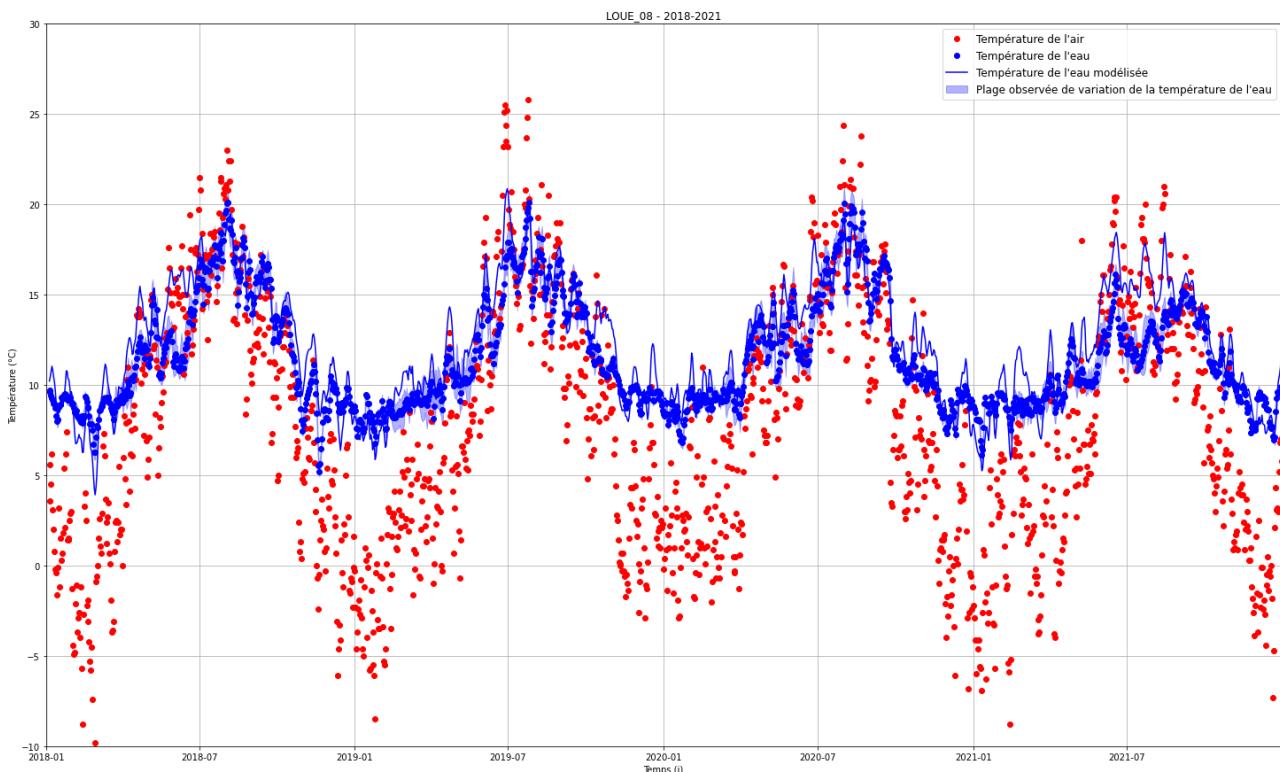
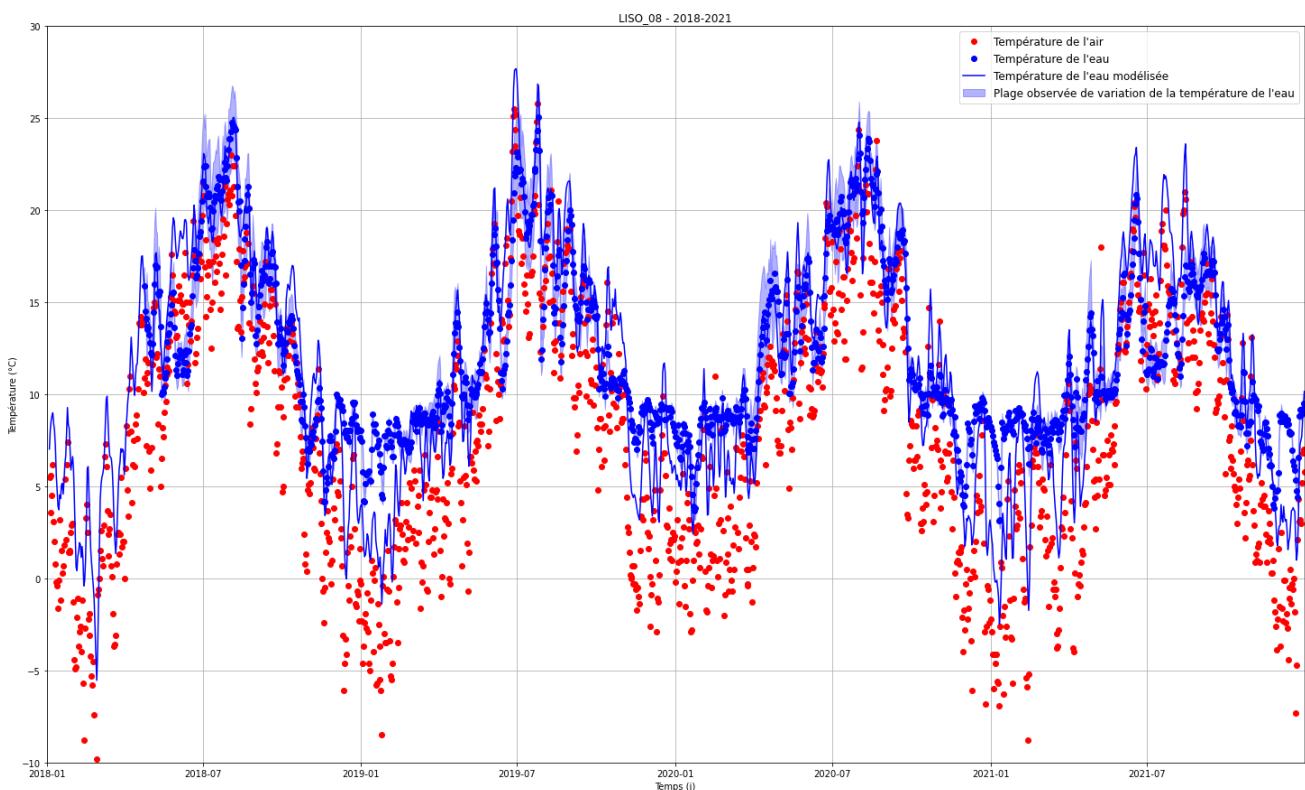
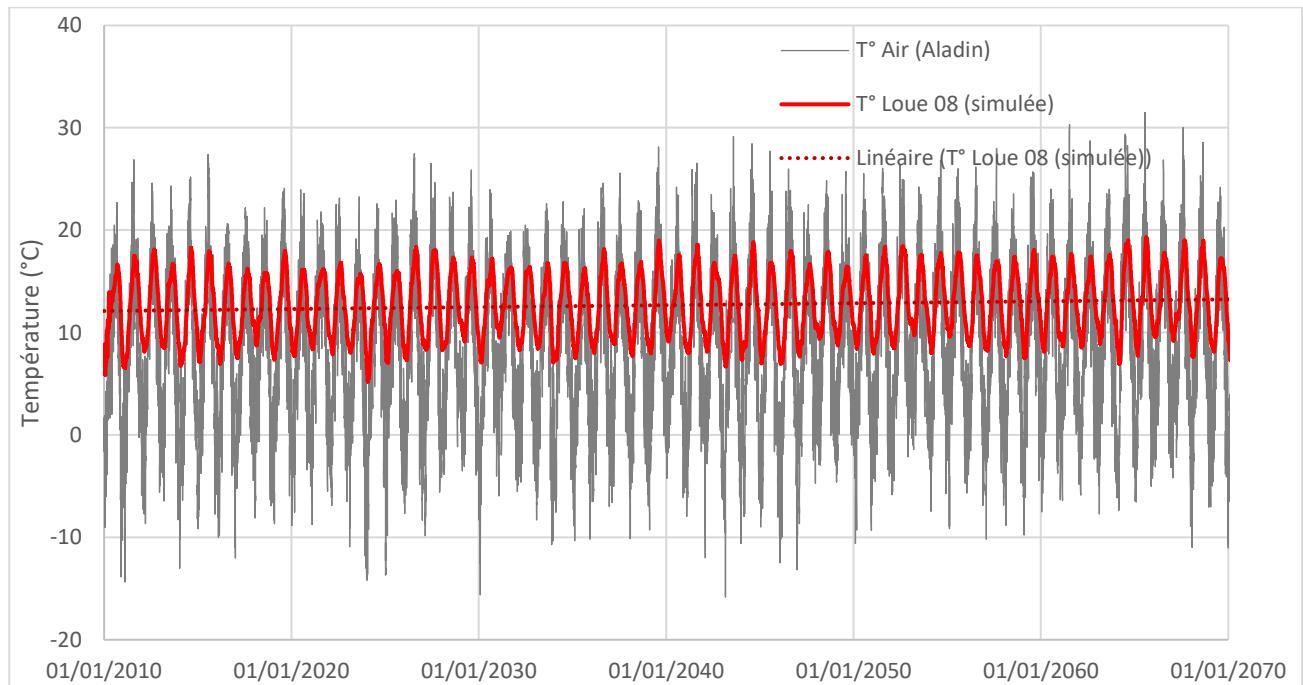


Figure 65- Modèle thermique de l'eau sur la Loue à Scey-en-Varais



*Figure 66- Modèle thermique de l'eau sur le Lison à la confluence avec la Loue*

Les températures des cours d'eau ont été ensuite simulées en prenant en compte les résultats de la simulation climatique Aladin. A titre d'exemple, la température simulée de la Loue (station 08, à Scey-en-Varais) sur la période 2010-2070 est présentée en figure suivante.



*Figure 67- Evolution de la température de la Loue à Scey-en-Varais (2010-2070)*

L'analyse des températures simulées est détaillée et comparée aux seuils liés à la vie piscicole 9.2.1.2.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

### 9.1.2. Qualité de l'eau

Un des principaux impacts du changement climatique sur la qualité de l'eau sera lié à la diminution des débits d'étiage et donc à la plus faible dilution des flux de polluants : notamment des eaux rejetées par les stations d'épuration (STEP domestiques, fromageries, ...). Cet effet sera donc important sur les bassins versants amont (Haut-Doubs, Lison, Furieuse) où les baisses de débits d'étiage sont les plus importantes et où des rejets de station d'épuration sont importants.

Par ailleurs, le BRGM a constaté que l'intensité des sécheresses est un facteur clé pour expliquer l'intensité d'une mobilisation des nitrates ( $\text{NO}_3$ ) dans les eaux (BRGM 2023). Cela s'explique par :

- une baisse de rendement de la végétation induit par la sécheresse et donc une augmentation des reliquats azotés disponibles au lessivage,
- la mobilisation d'eaux plus anciennes en crues de reprises, ces eaux anciennes étant potentiellement plus chargées en  $\text{NO}_3$ .

A l'échelle du bassin, une corrélation assez forte entre débit minimal de l'année précédente et pic hivernal de concentration en nitrates a été déterminée (BRGM 2023) à la station de Chenecey-Buillon sur la Loue (l'incertitude moyenne est de 15-20%).

$$C_{\text{nitrates}} = 66,249 Q^{-0,904}$$

$Q$  = débit minimal journalier (en  $\text{m}^3/\text{s}$ ) ;

$C_{\text{nitrates}}$  = Concentration du pic hivernal de nitrates en  $\text{mg/L}$

Cette relation a été utilisée avec les résultats de l'analyse hydrologique du changement climatique afin d'approcher l'évolution des teneurs en nitrates liées aux évolutions hydrologiques à long terme (toutes choses étant égales par ailleurs, y compris la pression domestique et agricole), pour la simulation avec le modèle ALADIN.

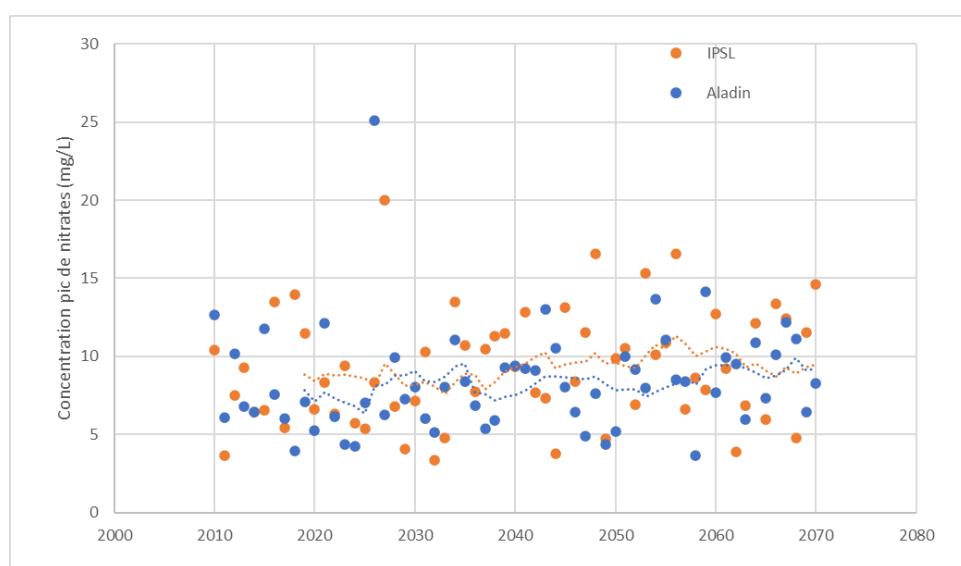


Figure 68- Evolution simulée des pics de concentration en nitrates à la station de la Loue à Chenecey-Buillon avec les données climatiques du modèle ALADIN et IPSL (en pointillé les moyennes mobiles sur 10ans)

La simulation montre une tendance à l'augmentation des pics de nitrates de l'ordre de 25% sur la période modélisée (2010-2070), à comparer à l'incertitude de la corrélation observée qui est de l'ordre de 15 à 20%.

Rapport final

## 9.2. BIOTOPE DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES ET HUMIDES

### 9.2.1. Ecosystèmes aquatiques

#### 9.2.1.1. Evolutions tendancielles

Au sein du périmètre de l'étude, les écosystèmes aquatiques et humides abritent de nombreuses espèces animales et végétales dont le rôle est primordial pour leur fonctionnement. Le biotope aquatique est régi par les variations saisonnières de température et de précipitations. Ainsi, les espèces sont continuellement amenées à s'adapter aux variations de température et de débit. Toutefois, des perturbations trop importantes ou trop régulières peuvent entraîner une altération telle que le milieu est en incapacité de retrouver un équilibre.

A l'heure actuelle, ces milieux sont d'ores et déjà fragilisés par les activités anthropiques. La pollution à travers les rejets et les intrants agricoles nocifs pour les espèces, participent à la pression exercée sur les rivières. S'ajoute à cela l'artificialisation des rivières qui altère profondément la fonctionnalité du milieu. La suppression de méandres conjuguée au recalibrage et à l'endiguement réduit drastiquement la connectivité latérale. Les bénéfices des zones d'expansion des crues et annexes hydrauliques, essentielles pour le cycle de reproduction de nombreuses espèces et les échanges nutritifs, se voient alors totalement supprimés sur certaines rivières. La destruction de la végétation rivulaire contribue fortement à la dégradation des conditions de vie pour la faune aquatique et participe considérablement au réchauffement de l'eau.

Or, les écosystèmes aquatiques vont pleinement subir les conséquences du changement climatique dans les prochaines années. Les effets prévisibles sur les milieux aquatiques ont été étudiés et présentés aux paragraphes précédents :

- Une modification du régime hydrologique des cours d'eau avec de longues périodes sans pluie pouvant conduire à une diminution des débits estivaux et à l'inverse des épisodes de pluie intenses pouvant provoquer des crues intenses ;
- Une modification de la thermie de l'eau à travers une élévation de la température moyenne et/ou des températures journalières.

Face à ce constat, il est nécessaire de s'interroger sur la capacité d'adaptation de rivières pour partie déjà dégradées. L'objet de ce paragraphe n'est pas d'apporter des réponses exhaustives sur un sujet si complexe, mais d'alimenter la réflexion sur les tendances globales auxquelles nous pouvons nous attendre sur les rivières du Haut-Doubs, au regard notamment des résultats issus des travaux menés sur la ressource en eau.

En premier lieu, la diminution des débits en période estivale entraîne une diminution des habitats disponibles et une dégradation des qualités habitationnelles du milieu. Les bassins versant amont, surtout ceux du Haut-Doubs et du Drugeon, sont les plus vulnérables à ces baisses de débits d'étiage (cf. §8.2).

Sur certaines stations du Haut-Doubs, il est observé quasiment chaque année des découlements inférieurs aux débits biologiques de survie (étude volume prélevable de 2012 par Reilé). Ces débits ne satisfaisant pas les débits biologiques sont atteints environ 1 mois par an en moyenne sur le Doubs à Labergement, le Doubs à Ville du Pont et le Doubs à Morteau. Les projections climatiques (cf. §8.2) montrent que la fréquence augmenterait de l'ordre de 15 jours à un mois selon les stations à l'horizon 2050.

La baisse des niveaux d'eau provoque une réduction des habitats pour la faune et la flore. Les zones peu profondes sont des refuges pour de très nombreuses espèces d'invertébrés aquatiques et des alevins de plusieurs espèces de poissons. La pression de prédation est alors plus forte avec une chance de survie moindre pour les juvéniles qui peut influencer directement la communauté du peuplement piscicole mais

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

également la pérennité de certaines espèces dans le cours d'eau. En cas d'assec, c'est l'ensemble du peuplement piscicole qui est mis en péril si les individus n'ont pas la possibilité de se diriger vers une zone refuge. On assiste alors à la disparition du peuplement aquatique.

Ce type d'événement peut non seulement être lié à l'incapacité de la faune piscicole de migrer (continuité écologique) mais également lié à l'augmentation de la température (dépassement de la température létale) et à l'oxygénéation de l'eau. En effet, l'augmentation de la température entraîne une diminution de l'oxygène dissous dans l'eau essentielle pour la respiration de la faune aquatique dont certaines espèces sont plus exigeantes. S'ajoute à cela la prolifération dans le fond du lit des rivières des algues filamentueuses (*Vaucheria* et de *Cladophora*) consommatrices d'oxygène. La température et la teneur en nitrate et en phosphate sont notamment à l'origine de cette prolifération algale. L'accumulation de la biomasse végétale engendre un colmatage du lit et altère les conditions vie pour l'ensemble de la faune aquatique (piscicole et macroinvertébré). Outre les algues qui tapissent le fond des rivières, d'autres espèces telles Les Jussies sp (*Ludwigia grandiflora*) et Le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) forment des herbiers denses, quasiment impénétrables, immergés ou émergés. Enfin, la décomposition de cette matière organique favorise l'enrichissement de l'eau en nutriments et la désoxygénéation de l'eau. Le département du Doubs est d'autant plus vulnérable à ce phénomène puisque le contexte karstique du sol augmente la quantité de carbonate dans l'eau par transfert du sol vers la rivière. Le bicarbonate dissous ajouté aux nitrates et phosphores apportés par les activités anthropiques jouent un rôle de fertilisant qui accélère et amplifie la prolifération des végétaux aquatiques.

En toute suite logique, les dégradations des conditions de vie impactent directement la densité et la diversité des espèces présentes dont les effets sont souvent cumulatifs. La pollution et les conséquences de changement climatique influencent les cortèges d'espèces en présence avec la disparition des espèces polluo sensibles et/ou à spectre de température étroit. La disparition d'une espèce impacte directement toutes les espèces qui en dépendent. C'est le cas par exemple de la bouvière (*Rhodeus amarus*) qui dépend des moules d'eau douce pour assurer son cycle de reproduction. Or, la raréfaction de la bouvière suit celle des moules d'eau douce, sensibles à la pollution et au colmatage des rivières. La diminution de la diversité de la faune aquatique notamment des espèces consommatrices des algues et végétaux aquatiques (poissons, insectes, crustacés, etc.) accentue également leur prolifération et les perturbations qui en sont liées. Dans de telles conditions, le système immunitaire des espèces se trouve affaibli, les rendant vulnérables aux maladies et aux parasites. C'est le cas avec le champignon *Saprolegnia parasitica* responsable d'une infection cutanée mortelle chez les poissons notamment les salmonidés. La Loue a dû faire face à plusieurs vagues de surmortalité ces dix dernières années du fait de ce pathogène, dont l'introduction reste vraisemblablement d'origine humaine.

Plus largement, les conséquences des effets cumulés de la pollution et du changement climatique conduisent à une modification de la répartition des espèces aquatiques. Dans l'état de connaissance scientifique actuelle, la bibliographie est essentiellement alimentée par des publications sur la faune piscicole, mais ce phénomène touche évidemment tous les cortèges faunistiques et floristiques des milieux aquatiques. La zonation piscicole est d'abord caractérisée par Huet sur la base de la pente et la largeur du lit mineur (Huet 1954). Verneaux a affiné cette approche en introduisant d'autres paramètres abiotiques, comme la température et la profondeur (Verneaux 1973). Les zones à truite et à ombre, avec des pentes plus élevées et des eaux fraîches, correspondent sensiblement aux rivières de première catégorie pour la réglementation. Il s'en suit la zone des cyprinidés d'eaux vives comme le chevaine, le barbeau, le hotu. Les zones à barbeau et à brême caractérisent les eaux plus calmes des cours inférieurs et sont à cyprinidés dominants, notamment carpe, tanche, gardon, ablette. On y trouve également des carnassiers comme le brochet, le sandre, la perche, l'anguille.

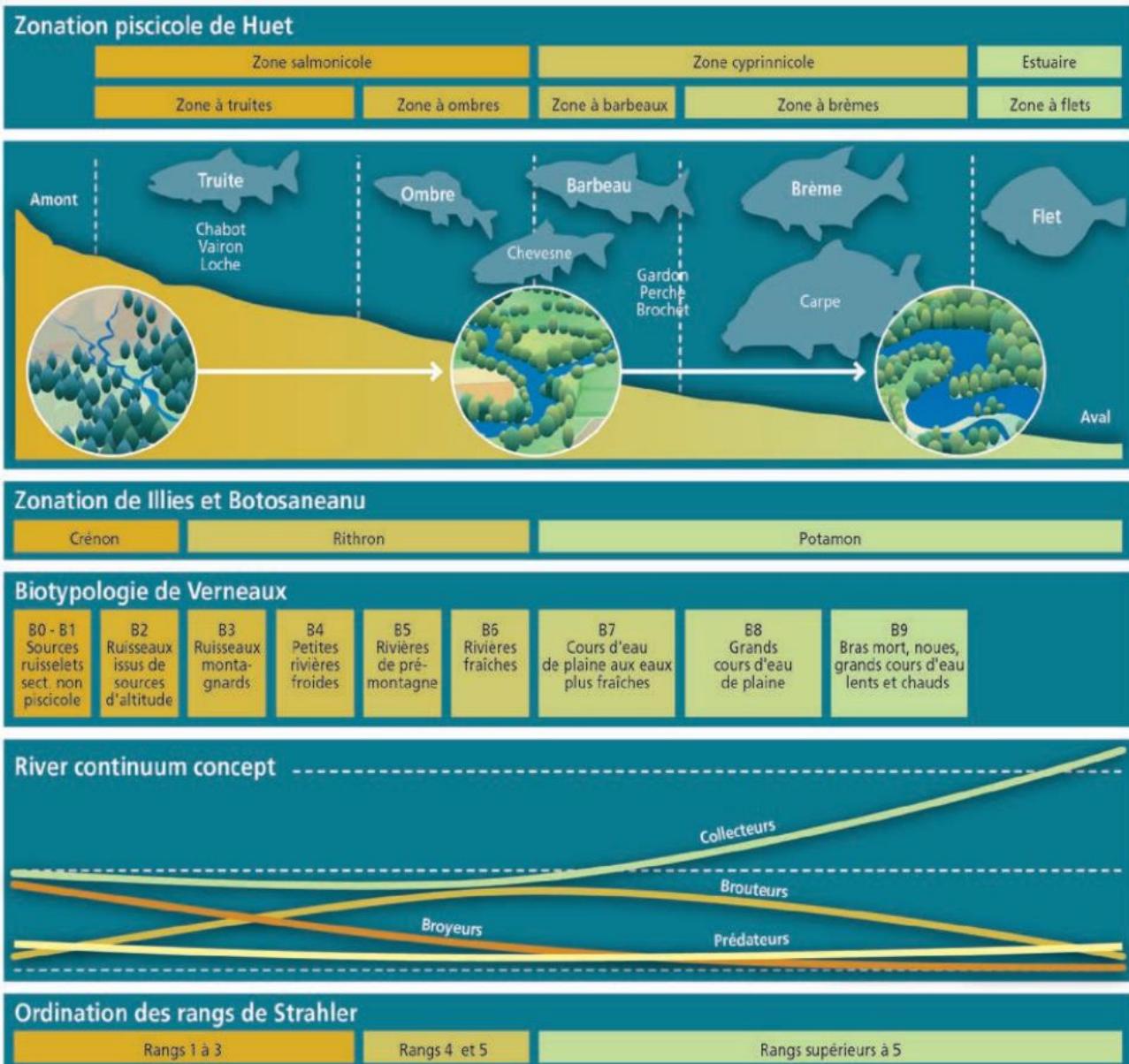


Figure 69- Mise en correspondance des zonations écologiques et typologiques des cours d'eau (source : OFB)

En somme, la physiologie, les rythmes biologiques et la répartition des poissons dépendent de facteurs environnementaux dont la température est un paramètre majeur et conditionne la teneur en oxygène dissous dans l'eau. Or, certaines espèces sont strictement dépendantes de la température de l'eau telles que la truite (*Salmo trutta*) et l'ombre (*Thymallus thymallus*). Ces espèces ont besoin des eaux froides (10 à 15 °C) où l'oxygène est présent en concentration de l'ordre de 9 à 12 mg/l. En revanche, d'autres espèces sont capables de s'adapter à de faibles concentrations, de 5 à 9 mg/l, et acceptent des eaux de 15 à 30 °C voire plus en période de canicule.

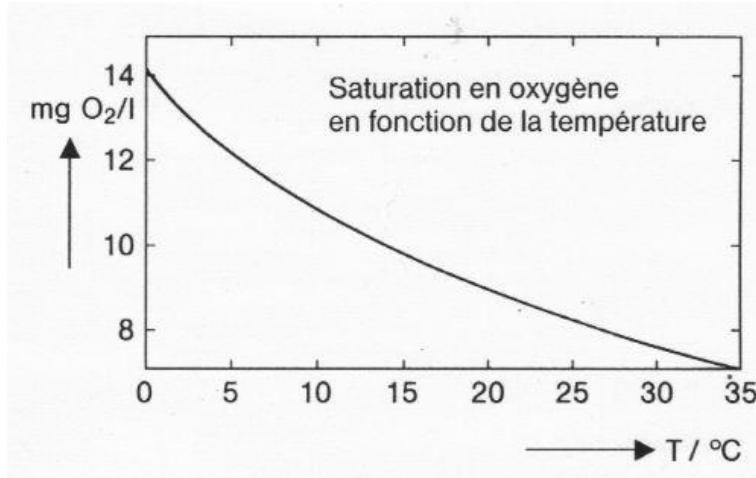


Figure 70- Evolution de la teneur en oxygène dissous en fonction de la température de l'eau

De très nombreuses études ont montré que des déplacements de distribution vers des latitudes ou altitudes plus élevées se sont produits au cours des dernières décennies en réponse à un réchauffement rapide du climat (Parmesan et al. 2003) (Chen et al. 2011). Des impacts variables sont observés sur les aires d'habitats favorables qui peuvent être en augmentation comme en réduction selon les espèces et la localisation géographique. Toutefois, il semblerait que les espèces en amont (zone à truite, zone à barbeau) soient celles qui subiraient le plus souvent une contraction de leur aire d'habitat. *Nota Bene : A partir de l'analyse de l'évolution de la thermie de l'eau présentée au paragraphe 9.1.1., une estimation de l'effet de l'élévation de la température de l'eau sur les espèces aquatiques est proposée au paragraphe suivant (§9.2.1.2.) .*

A l'inverse, les espèces limnophiles et thermophiles (zone à brème) auraient tendance à être favorisées, étendant leur aire de distribution. C'est pourquoi certaines études mettent en évidence un accroissement de la richesse spécifique et une décroissance de l'équabilité des communautés piscicoles<sup>8</sup> en réponse à une augmentation de la température de l'eau dans certains cours d'eau (Daufresne et al. 2007). Cette augmentation de la richesse spécifique peut s'expliquer par la colonisation d'espèces thermophiles vers l'amont et l'introduction d'espèces nouvelles (telles que le silure).

En conclusion, le changement climatique est amené à modifier les facteurs environnementaux des cours d'eau dont dépendent la faune et la flore aquatique. Bien que des tendances se profilent pour certaines espèces et certains cours d'eau, le signal n'est ni régulier, ni global puisque les modifications varient selon les secteurs géographiques et les besoins des espèces. Sans compter sur les pressions anthropiques qui viennent parasiter l'analyse stricte des incidences du changement climatique et accentuer les modifications écologiques. Néanmoins, les conditions d'étiage en période estivale apparaissent comme très impactantes pour les milieux. Les conditions extrêmes risquent de s'accroître et d'augmenter la pression sur les espèces qui vivent dans les milieux les plus sensibles. L'adaptation au changement climatique est brutale pour les espèces à spectre de température étroit et qui présentent peu de capacité d'acclimatation (voir aussi à ce sujet l'impact des corridors écologiques, §9.2.3.). Les effets sont d'autant plus importants que les différents facteurs agissent en synergie. Par exemple, la diminution du débit agit doublement sur l'oxygénation de l'eau en diminuant le brassage de l'eau (écoulement lentique) et favorisant l'élévation de la température. A l'inverse, la diminution de l'oxygène dissous entraîne un facteur de stress chez les poissons, ce qui accroît leurs besoins physiologiques. Ces individus sont alors plus vulnérables à la prédation et aux maladies.

<sup>8</sup> L'équabilité décrit la répartition des individus parmi les espèces présentes au sein d'une communauté. L'équabilité est d'autant plus élevée que la répartition des espèces est proche d'une distribution uniforme. Ainsi, la décroissance de l'équabilité des communautés piscicoles signifie que la majorité des individus appartient à la même espèce.

### 9.2.1.2. Focus sur l'effet de l'élévation de la température de l'eau sur les espèces aquatiques

Un indicateur<sup>9</sup> pouvant être utilisé pour juger de l'évolution sur le long terme d'une population de truite commune, est la moyenne des température journalières sur les 30 jours les plus chauds (ou encore le maximum annuel de la moyenne mobile des températures sur 30 jours). Le tableau suivant donne les conditions de développement d'une population de truite commune en fonction de cet indicateur (d'autres éléments influencent bien sûr le développement des truites, il s'agit uniquement de l'aspect thermique). NB : localement, les échauffements journaliers des cours d'eau (ensoleillement l'après-midi par exemple et refroidissement la nuit par apport d'eau fraîche) peuvent avoir des conséquences sur la vie piscicole qui n'est pas pris en compte dans cet indicateur.

Tm30j max	
>19°C	Très défavorable
18,5 - 19°C	Défavorable
18 - 18,5°C	Faiblement favorable
17,5 - 18°C	Moyennement favorable
17-17,5°C	Assez favorable
16,5°C-17°C	Favorable
<16,5°C	Très favorable

Tableau 18 – Condition de développement d'une population de truite commune en fonction de la température moyenne sur les 30 jours les plus chauds (Fédération Peche Allier 2021).

Les graphiques suivants présentent l'évolution prédictive de température sur les stations pour lesquelles un modèle thermique a été développé (avec visualisation en parallèle des conditions de développement d'une population de truite).

---

<sup>9</sup> Utilisé par les fédérations de pêche de l'Allier et de la Saône et Loire (Fédération Peche Saône et Loire 2016).

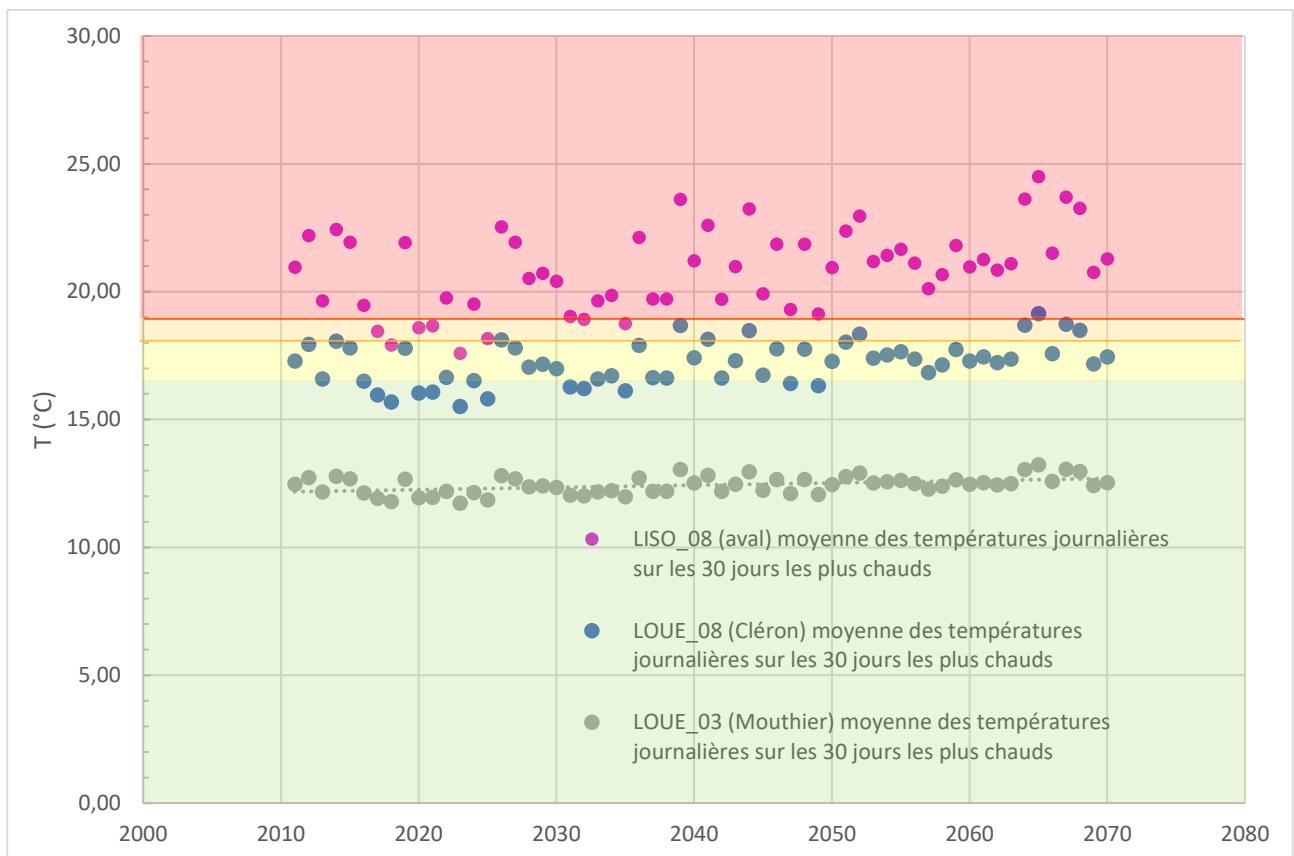


Figure 71- Evolution de la température moyenne sur les 30 jours les plus chauds sur les stations modélisées du Lison et de la Loue

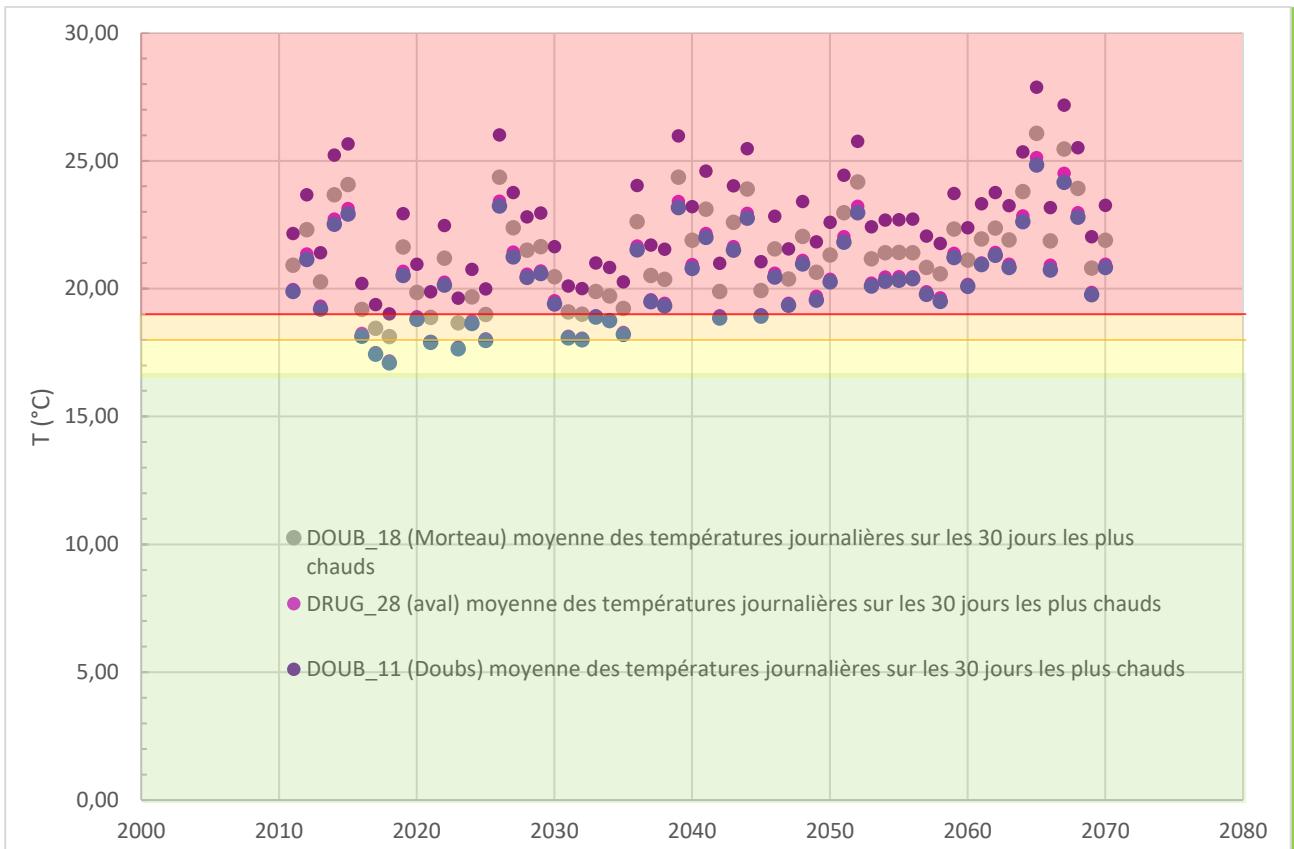


Figure 72- Evolution de la température moyenne sur les 30 jours les plus chauds sur les stations modélisées du Doubs et du Drugeon

A partir de ces graphiques, on observe que les stations défavorables ponctuellement actuellement (sur le Doubs, le Drugeon aval et la Loue aval) le seront constamment à partir de 2050. Sur la Loue à Cléron, on passe d'une situation moyennement favorable à une situation faiblement favorable voir défavorable en fin de période. Sur la Loue amont en revanche, la situation reste favorable sur la période étudiée (horizon 2070).

En projetant ces évolutions de température de l'eau sur les profils thermiques présentés ci-avant (§ 6.4.2. ), il apparaît les constats suivants :

- Sur la Loue, la zone moyennement favorable par intermittence située entre Cléron et Chenecey devrait devenir plus franchement défavorable, et cela dès Cléron, en fin de période.
- L'évolution modérée de l'élévation de la température en tête de bassin (modélisée sur la Loue) tend à montrer que les zones favorables sur le Doubs, le Lison et le Drugeon, ne devraient pas être fortement raccourcies (les zones fortement favorables étant déjà étendues mais très fortement liées aux apports d'eau souterraine).

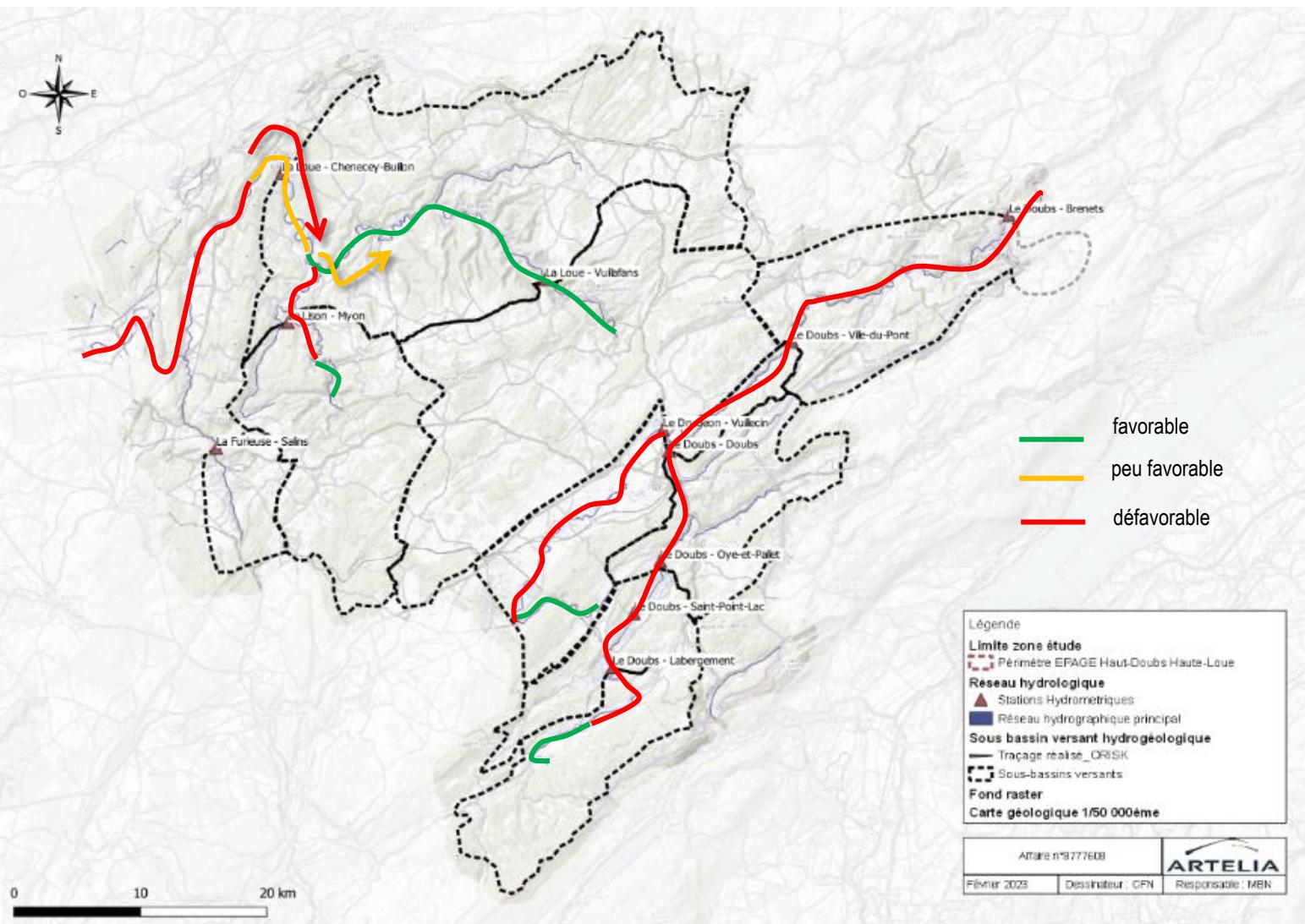


Figure 73- Représentation schématique des zones favorables et défavorables thermiquement aux truites (en trait plein) et de leurs évolutions à 2050 (flèches)

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

### **9.2.2. Espèces invasives**

Le changement climatique a un impact significatif sur les espèces invasives, souvent de manière complexe et interconnectée. En effet, les changements des températures et des régimes de précipitations dus au changement climatique peuvent favoriser l'expansion des aires de répartition des espèces invasives. Les zones autrefois inhospitalières peuvent devenir plus favorables à leur survie et à leur reproduction, leur permettant de coloniser de nouveaux habitats. A l'inverse, les espèces indigènes peuvent être fragilisées par le changement climatique et la compétition avec les espèces invasives est donc d'autant plus favorable aux espèces invasives.

Il est important de noter que le changement climatique ne constitue pas la seule cause des invasions biologiques, mais il peut aggraver les problèmes existants et créer de nouveaux défis pour la gestion des espèces invasives (Onema et al. 2010).

### **9.2.3. Corridors écologiques**

Les corridors écologiques, également appelés corridors biologiques ou corridors de biodiversité, sont des zones de connexion entre les habitats naturels qui permettent aux espèces de se déplacer et de migrer d'un endroit à un autre. Ils sont souvent utilisés pour maintenir la connectivité écologique entre les écosystèmes fragmentés par des activités humaines telles que l'urbanisation, les routes, les barrages, etc.

Les corridors écologiques jouent un rôle majeur vis-à-vis du changement climatique en permettant de faciliter l'ajustement spatial des aires de répartition de la faune et de la flore. L'amélioration de la continuité écologique, notamment sur les cours d'eau (et en particulier de la Loue vu les enjeux abordés plus haut), aura un impact position sur l'adaptabilité des espèces. Toutefois, la connaissance quantifiée de l'impact des corridors sur la résilience de la biodiversité au changement climatique reste encore limitée (MNHN 2014).

### **9.2.4. Zones humides**

Les zones humides sont globalement vulnérables au changement climatique, du fait de la plus forte fréquence et sévérité prévue des périodes de sécheresses.

Une étude à l'échelle de la tourbière de Frasne (Ponçot et al.), dans la vallée du Drugeon, a montré une élévation probable du niveau moyen des tourbières à moyen terme, mais une augmentation des sécheresses saisonnières. Il est indiqué que les sécheresses des tourbières peuvent impliquer une émission accrue de CO<sub>2</sub> (phénomène à l'origine d'un cercle vicieux à l'échelle planétaire). Les sécheresses saisonnières impliquent généralement un retour à l'équilibre long, sur plus d'un cycle hydrologique, du fait du piégeage d'air dans la tourbe (Binet et al. 2013)

Les études locales (cette étude, ainsi qu'une autre étude sur la tourbière de Forbonnet (Lhosmot 2023)), pointent également des risques sur l'équilibre écologique du milieu.

Les restaurations de zones humides, et notamment de tourbières, permettent d'améliorer leur fonction de stockage (par diminution du drainage) mais l'effet est à regarder sur le long-terme (Lhosmot 2023).

## 9.2.5. Agriculture et changement climatique

Plusieurs études à l'échelle régionale ont montré la vulnérabilité de l'agriculture au changement climatique, en particulier pour l'élevage bovin-lait majoritaire sur la zone étudiée (Icare, Assecc, Oracle, ...).

Il est montré que :

- L'humidité des sols tend à la diminution d'avril à novembre, et que cette diminution est surtout marquée en août et septembre (MétéoFrance 2021) ;
- Le stress thermique augmente pour les bovins (ICARE 2022) ;
- La croissance de l'herbe est affectée : précocité de la pousse, creux estival accentué, mais d'avantage de regain et une herbe disponible plus longtemps (Climalait, 2018).

Pour la production maraîchère, l'augmentation de l'évapotranspiration aura des conséquences sur les besoins d'irrigation (la demande est faible actuellement).

A l'échelle de la zone d'étude, les indicateurs représentatifs, issus de DRIAS-Eau, sont proposés pour quantifier ces impacts à l'échelle locale, sur 3 zones géo-climatiques distincts :

- la vallée de la Loue, avec un point centré sur Chenecey-Buillon ;
- le 1<sup>er</sup> plateau jurassien, avec un point centré sur Valdahon ;
- et le 2<sup>nd</sup> plateau jurassien, avec un point centré sur Pontarlier.

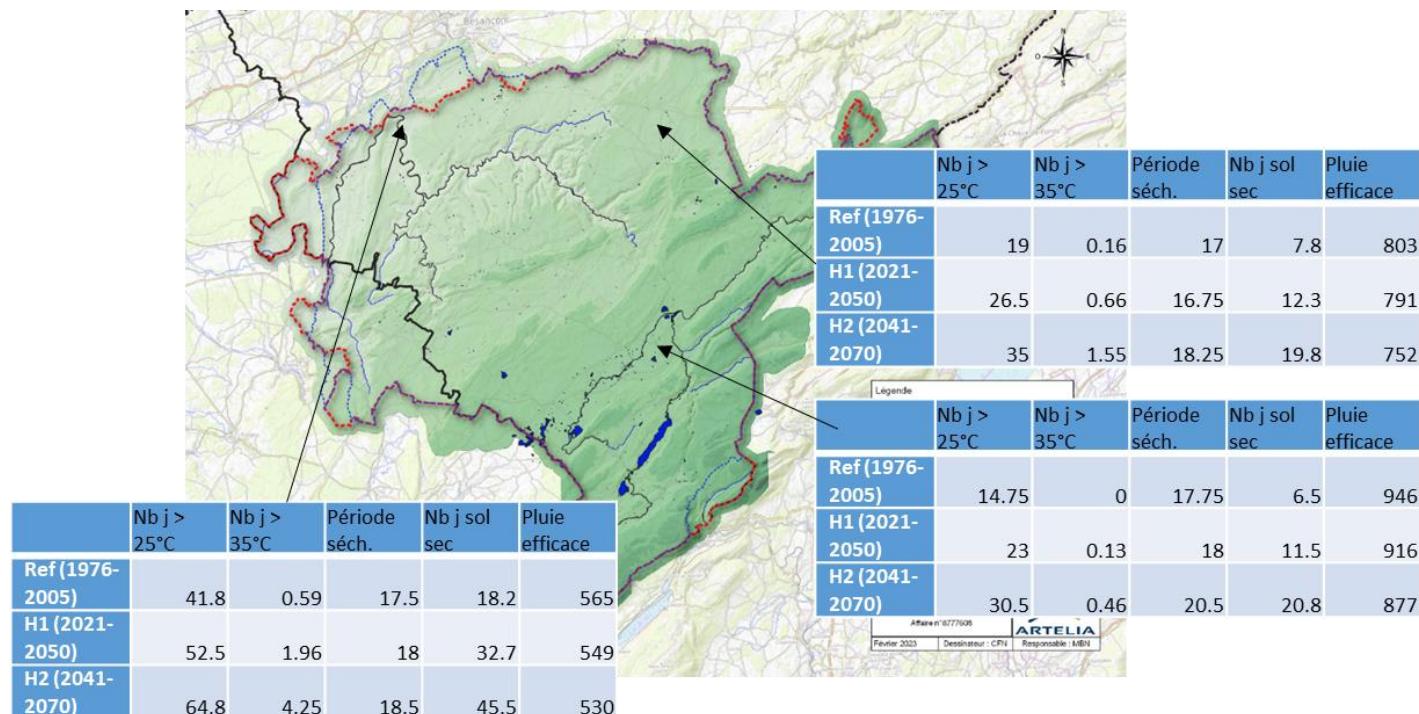


Figure 74- Effet du changement climatiques sur les indicateurs agricoles.

Les conclusions sont les suivantes :

1. Le nombre de jours où la température dépasse 25°C et 35°C, synonyme d'impact négatif sur la croissance de l'herbe et de stress thermique sur le bétail, est en forte augmentation : les conditions climatiques des premiers voire seconds plateaux rejoignent les conditions climatiques actuelles de la basse vallée de la Loue.
2. Les périodes de sécheresses (sans pluie significative), qui affectent par exemple le remplissage des réserves d'eau de pluie, sont en augmentation modérée (+10 à 20% de temps en plus).
3. Le nombre de jours de sol sec, synonyme d'impact négatif sur la pousse de l'herbe (à relier au creux estival évoqué plus haut) et sur la production maraîchère, va plus que doubler à l'horizon lointain (2070).
4. La pluie efficace moyenne en revanche est globalement stable (légère diminution) comme l'a déjà montré la modélisation hydrologique en termes de débit moyen des cours d'eau.

Pour mémoire, dans le cadre de la présente étude, l'impact du changement climatique sur la consommation d'eau pour l'abreuvement a été pris en compte dans les usages prospectifs en considérant deux hypothèses : consommation stable (en prenant en compte notamment la diminution tendancielle du cheptel de ces dernières années) et consommation en augmentation de 10%.

### 9.3. ECOSYSTEMES FORESTIERS LOCAUX

Du fait de l'accentuation de la sécheresse estivale, il est attendu que les étages de végétation soient modifiés : des différences de plus 500 m en altitude par rapport à l'actuel sont notamment prévues en Suisse (OFEV 2022).

Cet effet sur les étages de végétation aura pour conséquence une modification du mélange des essences d'arbres. Des études menées à l'échelle du Jura montre toutefois que les espèces présentes devraient pouvoir se maintenir à l'horizon 2050 (Ademe 2015).

La modification des espèces présentes pourrait avoir une influence sur le cycle hydrologique : les conifères participant à l'interception des précipitations (en hiver significativement plus que les feuillus), la réduction de leur présence influerait le cycle hydrologique, en augmentant le flux d'eau à l'exutoire des bassins versants (Duranel et al. 2016). Toutefois l'évolution des espèces présentes et l'influence que celles-ci ont sur le fonctionnement hydrologique reste difficile à quantifier.

Une étude de cas menée en Haute-Saône (Centre d'études et de prospective 2013) a montré que le changement climatique aura des conséquences modérément négatives sur la forêt (hêtre, sapin et chêne) : dépérissement des sapins dû à la sécheresse (à horizon lointain), augmentation des maladies et des parasites, croissance du hêtre favorisée par l'augmentation de la période de végétation<sup>10</sup> mais impactée négativement par les sécheresses. L'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est par contre jugée sans effet sur la vitesse de croissance du hêtre.

Le risque d'incendie de forêt va augmenter significativement : les indicateurs DRIAS montrent un doublement du nombre de jours où l'indicateur Indice Forêt Météo (IFM) dépasse 20 (seuil pour lequel le risque de déclenchement de feux est réel). Au global, le risque incendie demeure modéré par rapport à l'échelle nationale. De façon similaire, les tourbières qui sont soumises aux sécheresses, peuvent subir et subiront de façon plus marquée des feux de tourbière (e.g. Turetsky et al. 2015).

<sup>10</sup> Période de l'année pendant laquelle une plante croît et se développe activement

## 9.4. EVOLUTION DES RISQUES

Le changement climatique entraîne également des conséquences sur les risques naturels :

- Les épisodes de sécheresses en augmentation de fréquence et de durée (cf. §9.2.5. ) ont des implications sur les phénomènes de retrait-gonflement des argiles. Si les zones concernées par ces phénomènes ne devraient pas varier, la fréquence d'apparition et l'ampleur des phénomènes seront en augmentation. Le coût induit par les sinistres causés par le retrait-gonflement des argiles pourrait être multiplié par 5 à 10 selon les hypothèses (ils sont estimés à env. 50k€ par an entre 1989 et 2003 pour le département du Doubs (BRGM 2009)).
- L'influence du changement climatique sur les autres mouvements de terrain (éboulement, glissement) est surtout liée à l'évolution de l'intensité des événements pluvieux (Palhol et al. 2010). Les simulations climatiques montrent une hausse importante de la fréquence des événements pluvieux extrêmes, en particulier sur le massif du Jura. Ici encore, les zones concernées par ces risques ne devraient pas évoluer (il s'agit d'abord de facteurs géomorphologiques), mais la fréquence d'apparition des événements sera plus élevée.
- Du fait de l'augmentation de la fréquence des événements pluvieux intenses, les inondations pourraient être favorisées, notamment dans les cours d'eau amont qui réagissent plus fortement et plus rapidement aux précipitations intenses.

Bien que difficilement quantifiable, l'augmentation des risques naturels (fréquence et intensité des phénomènes) du fait du changement climatique est certaine, en lien direct avec la modification de la répartition intra annuelle des précipitations et l'augmentation des phénomènes de sécheresse.

## 10. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES USAGES

### 10.1. IMPACT SUR L'USAGE EAU POTABLE

#### 10.1.1. Adéquation ressource-besoins usages prospectifs (hypothèse basse)

Pour évaluer l'impact du changement climatique sur l'adéquation ressource/besoin d'un point de vue de l'eau potable, il a été choisi de comparer les situations futures issues du modèle hydrologique avec la situation vécue en 2018 où de nombreuses problématiques d'alimentation en eau sont apparues.

Le débit de chaque station simulée est donc comparé dans un premier temps à la situation simulée de septembre 2018 pour calculer une fréquence d'apparition d'une sécheresse similaire à 2018. Pour prendre en compte l'évolution des besoins, le débit comparé est affecté à chaque sous-bassin versant d'un facteur correspondant à l'augmentation des besoins, en considérant que l'apparition des difficultés d'approvisionnement en eau est proportionnelle aux besoins et au débit des rivières.

L'augmentation des besoins correspond ici à l'hypothèse basse des usages prospectifs (§6.1).

Il est important de noter qu'une grande proportion des captages ayant posé des problèmes en 2018 sont des captages de sources karstiques donc non liées aux rivières prises en compte dans le modèle hydrologique. Pour autant, il est fait l'hypothèse que ces captages réagissent de façon similaire aux étages des rivières. C'est une hypothèse forte, car les captages de sources karstiques ont des comportements parfois singuliers (dénoyement de réservoirs, vidange plus ou moins lente des vides, ...), mais qui sont malheureusement encore peu connus dans le détail. Les résultats doivent ainsi être regardés comme des indicateurs globaux pour permettre de mettre en évidence les secteurs les plus vulnérables au changement climatique.

Le tableau suivant présente le nombre d'apparition d'une sécheresse similaire ou plus sévère que 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070.

	Dugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2010-2040	4.0	2.0	1.0	2.0	2.0	8.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2040-2070	11.0	0.0	4.0	5.0	6.0	13.0	1.0	3.0	1.0	3.0

Tableau 19 – Nombre d'apparition d'une sécheresse similaire ou plus sévère que 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario Aladin, pour un usage prospectif hypothèse basse.

	Dugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	6.0	1.0	2.0	2.0	2.0	7.0	1.0	3.0	1.0	2.0
2010-2040	10.0	2.0	1.0	1.0	1.0	12.0	1.0	4.0	2.0	5.0
2040-2070	13.0	4.0	5.0	7.0	6.0	16.0	3.0	6.0	4.0	9.0

Tableau 20 – Nombre d'apparition d'une sécheresse similaire ou plus sévère que 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario IPSL, pour un usage prospectif hypothèse basse.

Des sécheresses similaires ou plus fortes que 2018 se produiraient plus d'une année sur 3 sur le Dugeon et sur le Doubs à Morteau à l'horizon 2040-2070 ; la fréquence d'apparition de sécheresse majeure augmente sur presque tous les sous-bassins versants.

Le débit mensuel de la sécheresse la plus importante pour les périodes futures est également comparé au débit mensuel le plus faible de 2018, affecté du pourcentage d'augmentation des besoins par sous-bassins versants<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> A titre d'exemple : en considérant un débit minimal de 100 L/s en 2018 sur un bassin et que le besoin futur augmente de 20 L/s sur ce même bassin, un débit projeté futur dans le cours d'eau à 120 L/s sera considéré comme ayant une sévérité identique à celle de 2018 (100%), tandis qu'un débit de 60 L/s entraînera une sévérité 2 fois plus importante (50%).

	Drugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	151%	185%	221%	208%	169%	95%	151%	133%	154%	123%
2010-2040	21%	61%	35%	37%	49%	47%	58%	58%	50%	67%
2040-2070	17%	58%	27%	34%	47%	45%	58%	57%	47%	64%

Tableau 21 – Sévérité de la plus forte sécheresse par rapport à celle 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le modèle Aladin, pour un usage prospectif hypothèse basse (50% correspond à un débit 2 fois plus faible que 2018).

	Drugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	91%	109%	116%	112%	104%	71%	99%	97%	92%	97%
2010-2040	61%	72%	49%	52%	65%	61%	75%	75%	62%	77%
2040-2070	50%	62%	45%	48%	62%	55%	71%	71%	56%	67%

Tableau 22 – Sévérité de la plus forte sécheresse par rapport à celle 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le modèle IPSL, pour un usage prospectif hypothèse basse (50% correspond à un débit 2 fois plus faible que 2018).

Les bassins du Drugeon et du Doubs amont notamment présenteraient des débits mensuels minimaux sur la période plus de 2 fois inférieurs à la situation de 2018. La sévérité des étiages est jugée ici par rapport à la situation de 2018, pour laquelle tous les sous-bassins versants et tous les captages ne présentaient pas les mêmes difficultés : il faut donc croiser la vulnérabilité actuelle de chaque ressource avec cet indicateur pour évaluer la vulnérabilité future.

On remarque également qu'avec le modèle IPSL, les sécheresses tendent à être plus fréquentes, mais la sécheresse la plus importante est moins marquée que pour le modèle Aladin.

### 10.1.2. Adéquation ressource-besoins usages prospectifs (hypothèse haute)

L'exercice a été réalisé également pour un usage prospectif avec une consommation unitaire à la hausse (+10 % pour l'abreuvement du bétail et pour la consommation domestique).

	Dugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2010-2040	6.0	3.0	2.0	2.0	3.0	10.0	2.0	4.0	1.0	2.0
2040-2070	12.0	4.0	5.0	6.0	6.0	15.0	4.0	4.0	1.0	5.0

Tableau 23 – Nombre d'apparition d'une sécheresse similaire ou plus sévère que 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario Aladin, pour un usage prospectif hypothèse haute.

	Dugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	6.0	1.0	2.0	2.0	2.0	7.0	1.0	3.0	1.0	2.0
2010-2040	10.0	2.0	1.0	1.0	1.0	12.0	1.0	4.0	3.0	5.0
2040-2070	13.0	4.0	5.0	7.0	6.0	16.0	3.0	7.0	4.0	9.0

Tableau 24 – Nombre d'apparition d'une sécheresse similaire ou plus sévère que 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario IPSL, pour un usage prospectif hypothèse haute.

L'hypothèse d'une consommation unitaire à la hausse, augmente légèrement la fréquence d'apparition d'une sécheresse sévère par rapport à l'hypothèse d'une consommation basse.

	Dugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	151%	185%	221%	208%	169%	95%	151%	133%	154%	123%
2010-2040	14%	55%	31%	33%	45%	42%	53%	52%	43%	61%
2040-2070	11%	52%	23%	30%	42%	40%	52%	51%	40%	58%

Tableau 25 – Sévérité de la plus forte sécheresse par rapport à celle 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario Aladin, pour un usage prospectif hypothèse haute (50% correspond à un débit 2 fois plus faible que 2018).

Rapport final

	Drugeon	Doubs Labergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
1975-2005	91%	109%	116%	112%	104%	71%	99%	97%	92%	97%
2010-2040	56%	72%	49%	52%	65%	61%	75%	75%	60%	77%
2040-2070	45%	62%	45%	47%	62%	56%	70%	71%	54%	66%

Tableau 26 – Sévérité de la plus forte sécheresse par rapport à celle 2018 sur les périodes 2010-2040 et 2040-2070 pour le scénario Aladin, pour un usage prospectif hypothèse haute (50% correspond à un débit 2 fois plus faible que 2018).

La vulnérabilité de l’approvisionnement en eau potable est sensiblement plus marquée qu’avec l’hypothèse d’une consommation unitaire similaire à l’actuel (hypothèse basse), notamment sur le Doubs amont où des difficultés ont déjà eu lieu en 2018.

### 10.1.3. Conclusions

Au vu des difficultés remontées pour l’étiage 2018, et par comparaison avec les situations hydrologiques futures possibles, il apparaît que :

- Les sous-bassins versants du Drugeon et du Haut-Doubs aval apparaissent fortement vulnérables, au vu des difficultés rencontrées en 2018, des volumes prélevés, et de la sévérité des étiages attendus à horizon 2070 ;
- Le Haut-Doubs amont et médian est également très vulnérable dans sa configuration actuelle. On note que l’essentiel des volumes captés concerne le lac de Saint-Point dont les réserves sont théoriquement importantes (mais pas utilisables en l’état des installations) ;
- Le Lison et la Furieuse seront a priori moins impactés par des étiages très sévères mais la fréquence d’apparition est toutefois en augmentation à horizon 2070 ;
- La Loue est beaucoup plus robuste d’un point de vue de l’équilibre ressource-besoins, et semble moins affectée par les étiages sévères.

Il convient de conserver de la prudence vis-à-vis de ces résultats qu’il faut considérer comme des ordres de grandeurs au regard des incertitudes inhérentes à la démarche de modélisation (connaissance partielle du fonctionnement hydrologique, imprécisions de calage, incertitudes des projections climatiques, ...).

## 10.2. IMPACTS SUR LES USAGES HORS PRELEVEMENTS

### 10.2.1. Impact sur les activités aquatiques (kayak)

Les périodes d'un mois pour lesquelles le débit est inférieur au seuil de navigabilité en kayak sur une partie de la Loue fixé à  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  à Vuillafans, survient :

- Pour le modèle Aladin : environ 1 année sur 4 pour la période proche (2010-2040) et une année sur 3 pour la période lointaine (2040-2070) ;
- Pour le modèle IPSL : environ 1 année sur 3 pour la période proche (2010-2040) et 1 année sur 2 pour la période lointaine (2040-2070).

Pour les autres secteurs où l'activité nautique se pratique, on regarde l'indicateur sur le lac des Brenets, détaillé au paragraphe suivant.

### 10.2.2. Impact sur le niveau du lac des Brenets

Pour évaluer l'impact du changement climatique pour le tourisme au lac des Brenets, le niveau du lac a été simulé à partir du modèle hydrologique. Il est présenté sur la figure suivante pour les modèles climatiques IPSL et Aladin avec usages 'statut quo'.

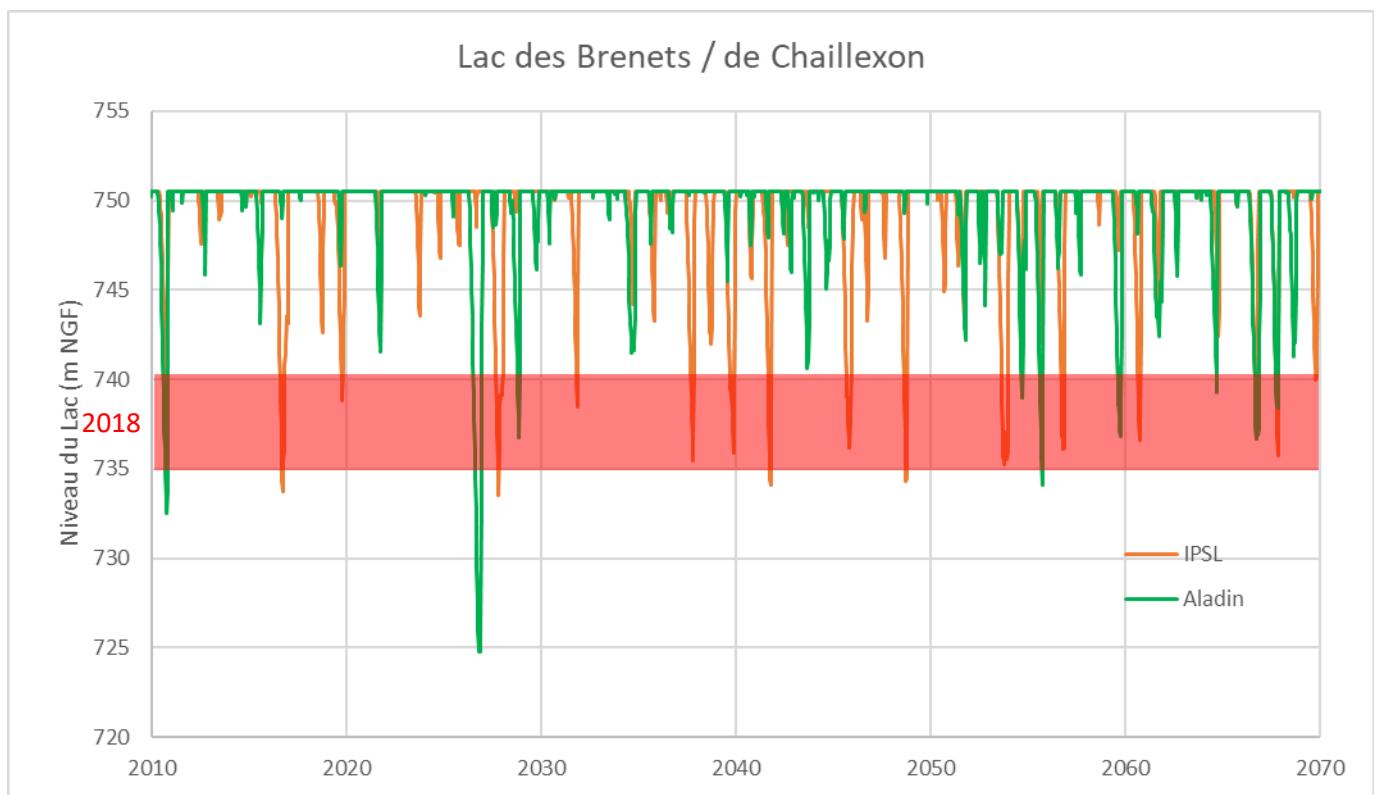


Figure 75- Evolution prévue du niveau du lac des Brenets en fonction des modèles climatiques et comparaison avec la situation de 2018 (en rouge).

La fréquence d'apparition d'une situation similaire à 2018 est notablement plus élevée à l'horizon lointain, notamment avec le modèle IPSL : jusqu'à 3 apparitions par décennie contre une ou deux par décennie jusqu'en 2040.

### **10.2.3. Impact sur la baignade**

L'augmentation des températures de l'eau et la possible dégradation de la qualité de l'eau par les nutriments (cf. § 9.1.2. ), pourrait entraîner des limitations de possibilité de baignade en favorisant le développement de cyanobactéries par exemple, sans qu'il soit possible de le quantifier à l'heure actuelle.



## C. DEFINITION DES STRATEGIES D'ADAPTATION

## 11. IDENTIFICATION DES SOLUTIONS POSSIBLES

Au regard des résultats de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau au sens large, un atelier réunissant différents acteurs du territoire a été organisé, avec pour objectif :

- De découvrir dans le détail les résultats de la première phase de l'étude.
- D'approfondir l'analyse des impacts de ces résultats sur tous les secteurs en jeu, mobilisant l'expertise de chacun.
- D'explorer les types de solutions envisageables (dans la perspective de définir une stratégie d'adaptation, dans un second temps).

Le travail s'est réalisé autour de 3 thèmes : l'agriculture, les milieux/usages des plans d'eau et rivières et l'eau potable et l'assainissement. Les différentes pistes d'actions envisageables (mais pas forcément toutes souhaitables ou souhaitées) ont été évoquées (voir figure suivante) : ce jeu d'actions a ensuite servi de base au travail de dimensionnement et de classement de ces actions, présenté ci-après.

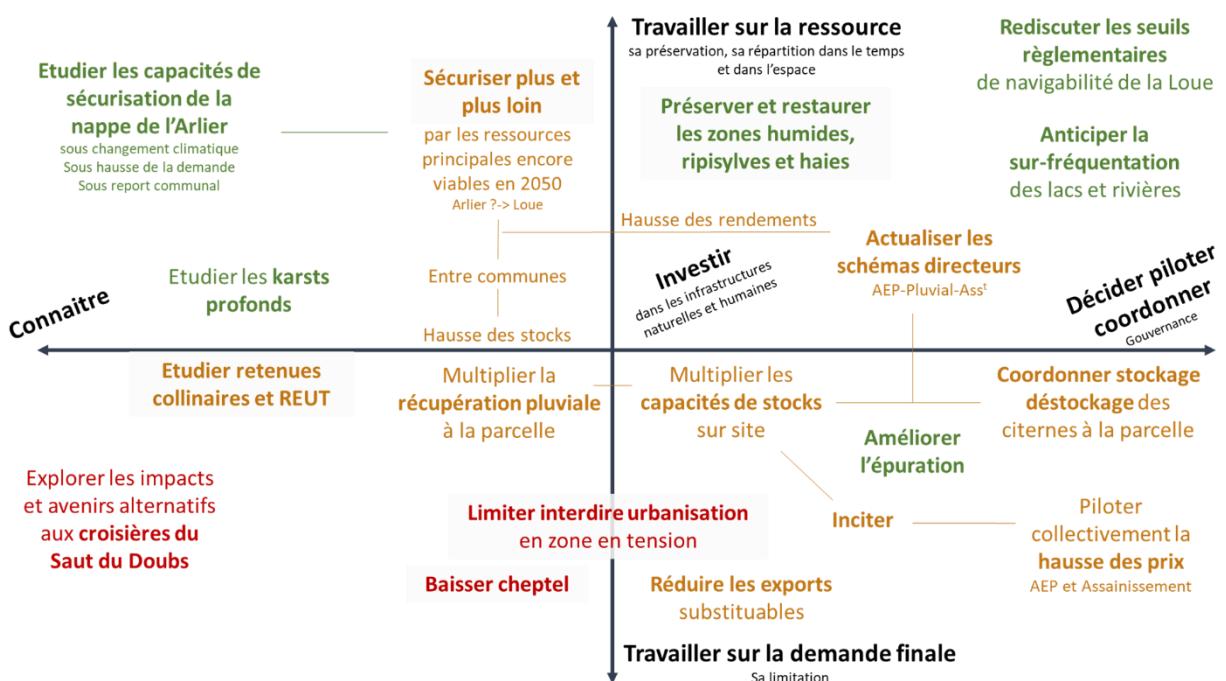


Figure 76- Actions possibles identifiées par les participants de l'atelier n°2 (7 novembre 2023) en vert les mesures sans regret, en rouge les mesures contraignantes de sobriété, en orange les mesures d'adaptation des usages.

## 12. DIMENSIONNEMENT DES SOLUTIONS UNITAIRES

### 12.1. EVALUATION DES BESOINS EN SECURISATION D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

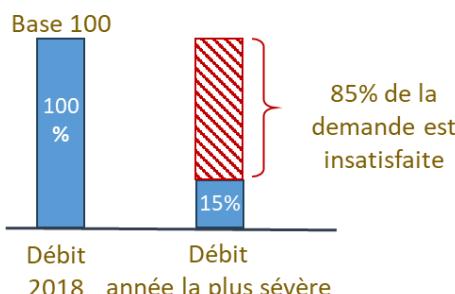
Un des enjeux majeurs sur lequel le changement climatique aurait un impact important est celui de la sécurisation de l'alimentation en eau potable (AEP). Pour répondre à cet enjeu, il est nécessaire de pouvoir quantifier le besoin en sécurisation. Pour les autres enjeux (présentés en détail au chapitre B), la quantification est plus difficile :

- soit parce que l'effet du changement climatique est plus difficilement quantifiable (sur la qualité de l'eau par exemple)
- soit parce que les actions envisageables pour remédier aux impacts ne peuvent pas être quantifiées : sur la thermie de l'eau par exemple, où la restauration des cours d'eau et de la ripisylve semble être le meilleur moyen d'action mais dont la quantification précise de l'effet est très complexe ; ou encore concernant les cyanobactéries dont le mécanisme de prolifération est encore mal connu (même si le rôle de la température et de la qualité de l'eau, donc soumis à l'impact du changement climatique, est possiblement significatif).

La ressource en eau (et l'effet du changement climatique) est modélisée de manière globale, mais il n'existe pas de seuil de défaillance déterminé pour les systèmes d'adduction en eau potable, notamment car ce seuil dépend des caractéristiques techniques des captages qui ne sont pas toujours connues. Pour illustrer cette difficulté, on peut prendre l'exemple d'une ressource dont on sait qu'elle n'a pas été défaillante lors d'un étiage donné, mais on ne sait pas si elle aurait été défaillante si l'étiage avait été plus sévère que celui-ci.

Il a été proposé de raisonner en utilisant l'étiage de 2018 comme référence et de raisonner en analyse de risques. Un certain nombre d'hypothèses ont été prises de manière à avoir une quantification du besoin de sécurisation qui permette une classification des actions. Ainsi, il est considéré que :

- Un système AEP en tension ou en crise en 2018, le sera si l'étiage est plus sévère que celui de 2018. On considère que la défaillance est proportionnelle au % de débit sous le débit 2018, comme illustré ci-dessous.



La sévérité de l'étiage considérée est celle présentée au paragraphe 10.1.1 (arrondie à 5% près).

- Un système AEP lié à une ressource abondante, même sous changement climatique, est jugé comme n'ayant pas de risque de défaillance de la ressource malgré la baisse à l'étiage (par exemple les ressources liées à la Loue et au lac de Saint-Point).

- Les volumes à sécuriser sont calculés en considérant que les étiages ont une durée de 3 mois (choix cohérent avec les observations récentes, mais difficile à quantifier réellement).
- La sécurisation s'entend ici comme la protection de l'année la plus sévère modélisée avec changement climatique (il n'y pas de notion de période de retour pour laquelle on accepte de ne pas sécuriser l'AEP).
- Dans les bassins versants, les volumes manquants sont les volumes prélevés sur le bassin versant, ils incluent donc les volumes qui alimentent d'autres bassins versants. Typiquement sur le bassin versant du Drugeon, cela inclut aussi les volumes qui alimentent la branche de Levier par exemple. Pour rappel les volumes sont calculés à partir des recensements de population<sup>12</sup> et de cheptel<sup>13</sup> puis recroisés avec les données de prélèvements par captage.

L'analyse est présentée au tableau suivant par bassins-versants (BV), en reprenant le principe d'une analyse de risque : le risque est ainsi le croisement de l'aléa (intensité des étiages futures) et de la vulnérabilité (sensibilité de la ressource à être en crise ou en tension).

N. B. : pour les communes isolées, qui sont pourtant une préoccupation majeure à l'heure actuelle car très vulnérables aux sécheresses (donc d'autant plus sous changement climatique), les discussions ont montré que leur sécurisation était déjà prévue pour la plupart ; par ailleurs, les premières quantifications (bien qu'incertaines) ont montré que l'enjeu se portait plutôt sur la sécurisation à l'échelle des bassins-versants.

N. B. : il est choisi de travailler avec le modèle climatique qui indique le risque d'étiage le plus sévère : ici le modèle Aladin (cf. §10.1.1). L'horizon de travail est celui de moyen terme (2040-2070).

*Tableau 27 – Analyse des besoins en sécurisation AEP sous changement climatique.*

Cible	Aléa ratio débit disponible/besoin de l'étiage le plus sévère par rapport au ratio débit disponible/besoin de la situation 2018	Vulnérabilité état en 2018	Risque volume potentiellement manquant Sur 3 mois d'étiage
BV du Drugeon	15%	En tension	85% de la consommation prélevée sur le BV
BV du Doubs à Labergement	50%	En tension	50% de la consommation
BV Doubs à Oye	25%	pas de tension (hors communes isolées)	pas de risque (si captage Saint-Point est adapté)
BV Doubs à Doubs	30%	En tension	70% de la consommation
BV Doubs à Ville du Pont	40%	En tension	60% de la consommation

<sup>12</sup> C'est-à-dire avec une hausse de 30% de la population pour le Haut-Doubs et de l'ordre de 10% en Haute-Loue.

<sup>13</sup> C'est-à-dire avec une stabilisation du cheptel par rapport à l'actuel

Cible	Aléa ratio débit disponible/besoin de l'étiage le plus sévère par rapport au ratio débit disponible/besoin de la situation 2018	Vulnérabilité état en 2018	Risque volume potentiellement manquant Sur 3 mois d'étiage
BV du Doubs Brenets	40%	En tension	60% de la consommation
BV Lison	60%	pas de tension (hors communes isolées)	Surtout des communes isolées hormis SIEPA et SIECEJ
BV Furieuse	40%	pas de tension (hors communes isolées)	A priori peu vulnérables car pas de tension en 2018, mais la résistance du BV à des évènements plus sévères n'est pas quantifiable : il a été choisi 40% de la consommation
BV Loue Vuillefans	50%	pas de tension (hors communes isolées)	Captages de la Loue apparaissent robustes (intrinsèque à l'hydrogéologie locale)
BV Loue à Chenecey	50%	pas de tension (hors communes isolées)	Captages de la Loue apparaissent robustes (intrinsèque à l'hydrogéologie locale)

Les volumes et les débits à sécuriser ainsi estimés sont présentés aux figures suivantes.

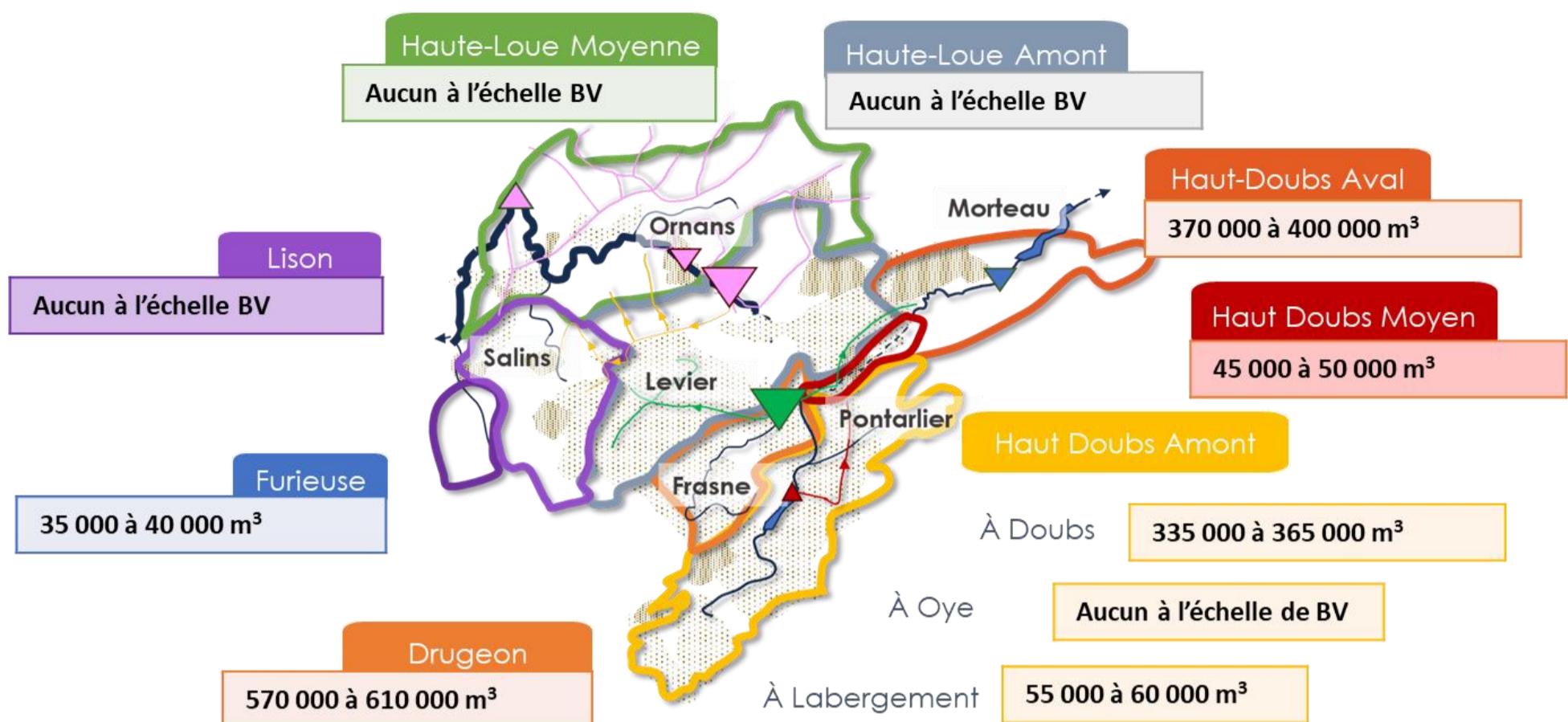


Figure 77- Besoin de sécurisation future pour l'AEP à l'échelle des ressources majeures – résultats en volumes.

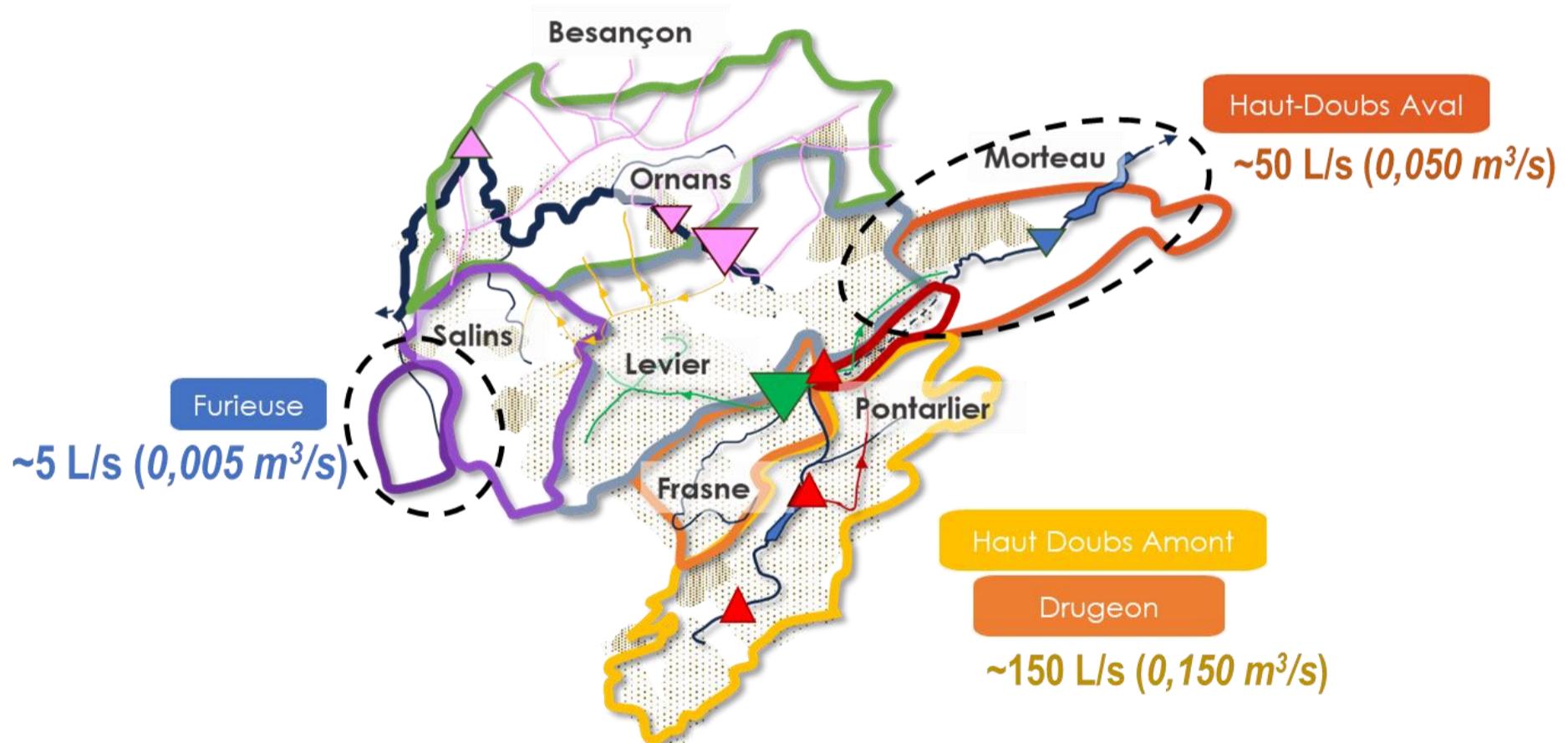


Figure 78- Besoin de sécurisation future pour l'AEP à l'échelle des ressources majeures – résultats en débit.

## 12.2. DIMENSIONNEMENT ET EVALUATION DES ACTIONS UNITAIRES

Les différentes actions ont ensuite été dimensionnées et comparées aux objectifs de sécurisation AEP (le cas échant), puis ont été évaluées au regard :

- De leur faisabilité :
  - Technique
  - Coût d'investissement
  - Coût de fonctionnement
  - Retours d'expérience connus
- De leurs effets, au regard du changement climatique, sur :
  - La sécurisation AEP
  - La qualité de l'eau
  - Les besoins en débit des milieux et des usages
  - L'agriculture et les autres usages économiques

Les différentes fiches-actions, ajustées à la lumière du retour des acteurs de l'eau lors de l'atelier 3 (voir § suivant), sont présentées en annexe.

Le tableau suivant synthétise les actions et les classe en fonction de leur niveau d'effet et de faisabilité.

Tableau 28 – Synthèses des actions évoquées.

		Faisabilité		Effet sur la sécurisation de l'alimentation en eau potable		Effet sur la qualité de l'eau		Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autre usages économiques	
	Action	Coût investissement	Coût fonctionnement	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité
Connaissance	Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier	€		+ +	?	...	...	+	??	...	...
	Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateur d'alerte, ...)	€		+	...	...	...	+	...	...	...
	Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts profonds)	€		+ +	??	...	...	...	...	...	...
	Actualiser le schéma directeur départemental AEP : à l'échelle de l'E PAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flétrir les solutions	€		+ +	...	...	...	...	...	...	...
	Mieux connaître l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés	€		...	...	...	...	+	...	+ +	...
	Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs	€		...	...	+	...	+	...	-	??
Usage de l'eau	Pédagogie sur les économies d'eau, kit économie d'eau	€	€	+ +	...	+	...	+	...	...	...
	Tarification progressive / incitative de l'eau	€		...	?	+	...	+	...	...	...
	Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)	€€€		+ +	?	...	...	+	...	...	...
	Limiter l'urbanisation (limitation de l'augmentation de population, ...)	€		+ +	??	+	?	+	?	-	...
	Limiter l'urbanisation (infiltration)	€		...	...	+	?	+	?	...	...
	Diminuer le cheptel	€		+ +	?	+	?	+	...	- -	?
	Techniques culturales, plantation de haies	€		...	...	+	?	++	?	+	?
	Irrigation	€€€		- -	...	...	...	- -	...	+	??

		Faisabilité		Effet sur la sécurisation de l'alimentation en eau potable		Effet sur la qualité de l'eau		Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autre usages économiques	
	Action	Coût investissement	Coût fonctionnement	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité
Ressource	Réduire les exports substituables	?		...	...	...	...	+	...	...	...
	Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources karstiques	€€€	€	+ +	...	...	...	-	...	+	...
	Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par <u>la Loue</u>	€€	€	+ + +	...	+	...	+ + -	...	+	...
	Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par le <u>lac de Saint-Point</u>	€€	€	+ + +	?	+	...	-	?	+	...
	Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par des ressources fiables en période d'étiage ( <u>ressources karstiques profondes de type vauclusienne</u> )	€€	€	+ +	??	...	...	-	...	+	...
	Augmentation du niveau du lac de Saint-Point (stockage)	€€€	€	+	...	+	...	+ +	??	+ -	...
	Action sur les pertes karstiques du Lac des Brenets/Chaillexon	€€€		...	...	...	...	-	??	++	...
	Limitation pertes karstiques dans le Doubs	€€		+	??	...	...	+ -	??	...	...
	Gestion de crise (alimentation par citerne)	€€	€€€€	+ + +	???	...	...	-	...	...	...
	Réserves saisonnières des Syndicats d'AEP	€€€€		+ +	??	...	...	-	...	...	...
	Réserves eau domestique	€€€€		+ +	?	+	...	+	...	...	...
	Réserves eau abreuvement	€€€€		+ +	?	+	...	+ -	...	+	...
	REUT	€€€		+	??	...	...	+	??	+	?
	Continuer à restaurer l'hydraulicité/morphologie des cours d'eau	€ - €€€		...	...	+	...	+ +	?	...	...
	Préserver et restaurer zones humides et ripisylves	€ - €€€		+	??	+ +	...	+ +	...	...	...
	Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...)	€€€		...	...	+ +	...	+	...	-	...

		Faisabilité		Effet sur la sécurisation de l'alimentation en eau potable		Effet sur la qualité de l'eau		Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autre usages économiques	
	Action	Coût investissement	Coût fonctionnement	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité	Effet	Incertitude de l'efficacité
Gouvernance	Gestion/Coordination des ressources	€		+	...	...	...	+	...	-	...
	Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)	€		...	...	...	...	+	...	-	...

€ Coût faible (< 1M€, soit <0.01€/m<sup>3</sup>sur 10ans)      + Effet positif relativement faible

€€ Coût moyen (< 5M€, soit <0.05€/m<sup>3</sup>sur 10ans)      ++ Effet positif important mais insuffisant (en tant que tel)

€€€ Coût fort (< 30M€, soit <0.30€/m<sup>3</sup>sur 10ans)      +++ Effet positif important suffisant

€€€€ Coût très fort (> 30M€, soit >0.30€/m<sup>3</sup>sur 10ans)

... non applicable / non déterminée / négligeable

? incertitude relativement faible

? ? incertitude importante

? ? ? incertitude très importante

- Effet négatif potentiel notable (il peut y avoir des effets positifs et négatifs à des endroits différents)

- - Effet négatif important

## 13. DEMARCHE DE DEFINITION DE LA STRATEGIE - CONSTRUCTION DE SCENARIOS GLOBAUX

Un atelier n°3 a été organisé, et a permis :

- De présenter le dimensionnement des solutions unitaires et de les amender à l'aune de l'expertise de chacun,
- De proposer des scénarios de stratégie globale, c'est-à-dire en combinant les différentes actions, et en mettant en débat ces actions (non nécessairement consensuelles) et leur priorisation :
  - Les participants ont insisté sur l'importance de la sobriété des usages (consommation domestique, traitement des fuites des réseaux, ...)
  - Les participants ont rappelé l'importance des actions dites « sans regret » (restauration des milieux, amélioration de la qualité de l'eau...)
  - Le stockage de l'eau pluviale à l'échelle de l'exploitation agricole et des habitations a également été portées comme solution à retenir
  - L'interconnexion pour la sécurisation inter-bassins est apparue pour de nombreux acteurs comme intéressante voire indispensable, alors que d'autres pointent notamment les risques de dérives.
- De repérer les actions non souhaitables : assez unanimement, le rebouchage des pertes karstiques (inefficace) et la création de retenues d'eau pour l'irrigation.

Le compte-rendu de cet atelier est fourni en annexe.

A la suite de cet atelier, et à la lumière des discussions et des débats qui y ont eu lieu, des scénarios globaux contrastés ont été travaillés et affinés pour permettre à l'instance politique de la CLE de prendre une décision stratégique. Les coûts et les enjeux ont été agrégés sous forme de fiches-actions individuelles (présentées en annexe). Les impacts de ces scénarios sur la ressource en eau ont été calculés à l'aide du modèle hydrologique.

### 13.1. SCENARIO 0 – CAMION-CITERNES

Le scénario 0 est un scénario permettant la comparaison avec les scénarios suivants : il considère que le territoire ne s'adapte pas et qu'en cas d'étiage sévère, une alimentation se fera par camion-citerne.

Il est estimé que près de 1,5 Mm<sup>3</sup> devra être transporté par camion-citerne lors de l'étiage le plus sévère envisagé par la prospective climatique (cf. figure 77).

Le coût de l'opération (qui sera donc possiblement répété même si le coût peut être considéré comme maximal) sera de l'ordre de 100M€ par crise.

De forts enjeux techniques se posent également, notamment en termes de logistique et de réactivité, ou encore des enjeux relatifs à l'origine de l'eau importée. Des impacts peuvent se produire sur la ressource sur laquelle se reporte la sécurisation, si elle est mal maîtrisée. Environnementalement, le transport routier de l'eau engendre également un impact sur la consommation énergétique et donc sur les émissions de gaz à effet de serre.

## 13.2. ACTIONS SANS REGRETS

Un certain nombre d'actions « sans regret » ont été identifiées : elles correspondent à des actions qui sont positives pour la société et son environnement indépendamment de l'évolution du climat. Le plus souvent sur le territoire Haut-Doubs Haute-Loue, ces actions sont déjà engagées ou déjà envisagées.

Les actions sans regret présentées ici sont communes à tous les scénarios. Les acteurs de l'eau consultés lors des ateliers ont rappelé l'importance de ces actions pour permettre au territoire de limiter l'effet du changement climatique au global.

Les actions sans regret sont les suivantes :

- Actions liées à la connaissance (connaissance des réseaux AEP, des ressources, de l'impact des usages, ...),
- Actions visant à favoriser l'infiltration des eaux pluviales,
- Actions de plantation de haies et d'agroécologie,
- Actions de restauration des cours d'eau et milieux humides au sens large,
- Actions de maintien/amélioration du rendement des réseaux d'eau potable pour éviter les fuites,
- Actions d'interconnexion des communes isolées, permettant de réduire leur vulnérabilité (au changement climatique mais aussi à la pollution ou aux avaries techniques par exemple),
- Actions de gouvernance de la ressource en eau et de coordination des actions,
- ...

Le coût d'investissement pour l'amélioration de la connaissance est estimé à ~1,4 M€<sup>14</sup>, et un coût de fonctionnement (instrumentation, ...) relativement faible, de l'ordre de 10 k€/an. Le coût pour la poursuite de l'interconnexion des communes isolées est estimé grossièrement à environ 30 M€, son fonctionnement de l'ordre de 60k€/an. Les autres actions sont déjà engagées par ailleurs ou auront un coût faible. Le coût global d'investissement est donc estimé à 32 M€.

Les enjeux techniques sont nombreux, notamment en termes d'études, de financement, et de maîtrise foncière pour les actions de restauration du milieu naturel.

L'impact de ces actions sur la ressource en eau et ses usages est franchement positif, même si la quantification de cet impact est difficile voire impossible à l'heure actuelle.

---

<sup>14</sup> Voir détail de l'estimation des coûts dans les fiches actions en annexe

### 13.3. SCENARIO 1A – SOBRIETE DE LA DEMANDE

Le scénario 1a est un scénario pour lequel l'effort est porté sur la consommation d'eau, avec les hypothèses suivantes :

- **-15 % de consommation domestique unitaire (kits économie d'eau)**
- **-10% de cheptel (baisse tendancielle)**
- **-10 % de consommation industrielle**

Le coût d'investissement est estimé à 0,7 M€ (essentiellement pour la sensibilisation/information et distribution de kits d'économie d'eau), et un coût de fonctionnement (communication, suivi...) relativement faible, de l'ordre de 20 à 30 k€/an. Le coût global d'investissement est estimé à 33 M€ en prenant en compte les actions sans regrets précédemment évoquées. Les enjeux techniques concernent surtout le pilotage et le suivi des mesures.

L'impact de ce scénario sur la sécurisation est de l'ordre de 0,27 Mm<sup>3</sup> sur les 1,5 Mm<sup>3</sup> dont on a estimé qu'il était nécessaire de sécuriser. Il est à noter que l'impact sur la sécurisation est différent selon les bassins versants, les bassins-versants du Haut-Doubs étant plus vulnérables.

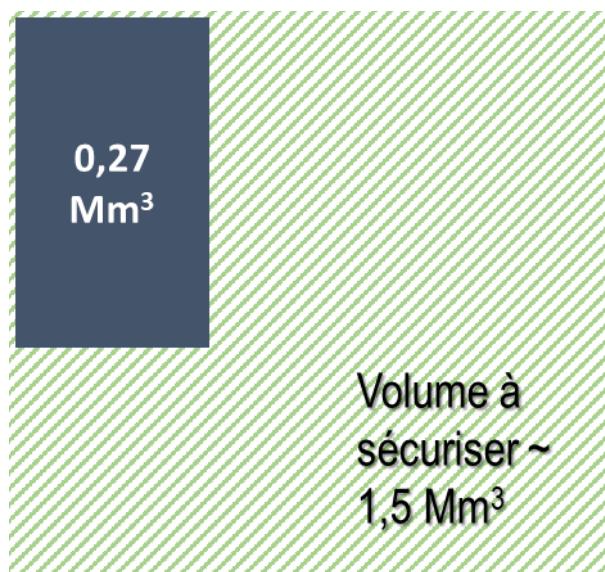


Figure 79- Effet du scénario 1a sur volumes à sécuriser (à échelle globale).

Vu la relative faible influence des prélèvements sur le milieu et vu les volumes en jeu, l'impact sera globalement modérément positif (qualitatif, quantitatif, ...), avec un impact positif sur le Drugeon de l'ordre de 5% pour les QMNA5 et négligeable dans les autres bassins-versants.

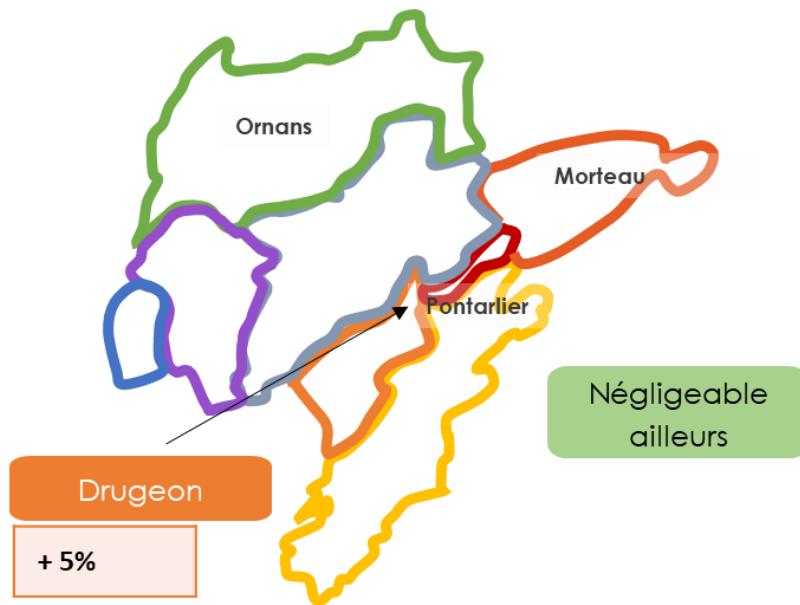


Figure 80- Effet du scénario 1a sur les débits d'étiage (QMNA5).

Dans ce scénario, la baisse globale des prélèvements en 2050 par rapport à la période actuelle est de seulement 2% car les calculs prennent en compte une augmentation de la population (assez forte pour le Haut-Doubs, voir §6.1.1). On notera que l'objectif gouvernemental est de 10% (cf. Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau, 2023).

### 13.4. SCENARIO 1B – LIMITATION DE LA DEMANDE

Le scénario 1b est un scénario pour lequel il y a limitation de la demande, avec les mêmes hypothèses que le scénario 1a, et en plus :

- **Pas d'augmentation de population par rapport à l'actuelle**
- **-20 % de cheptel (contre -10% au Sc1a)**
- **-15 % de baisse des consommations vers l'extérieur**

Le coût d'investissement et de fonctionnement est le même que le scénario 1a. Les enjeux de faisabilité sont importants et concerne l'acceptabilité sociale et la difficulté réglementaire de la limitation de l'augmentation de la population.

L'impact sur la sécurisation est de l'ordre de 0,57 Mm<sup>3</sup> sur les 1,5 Mm<sup>3</sup> estimés nécessaires de sécuriser. Il est à noter que l'impact sur la sécurisation est différent selon les bassins versants, les bassins-versants du Haut-Doubs étant plus vulnérables.

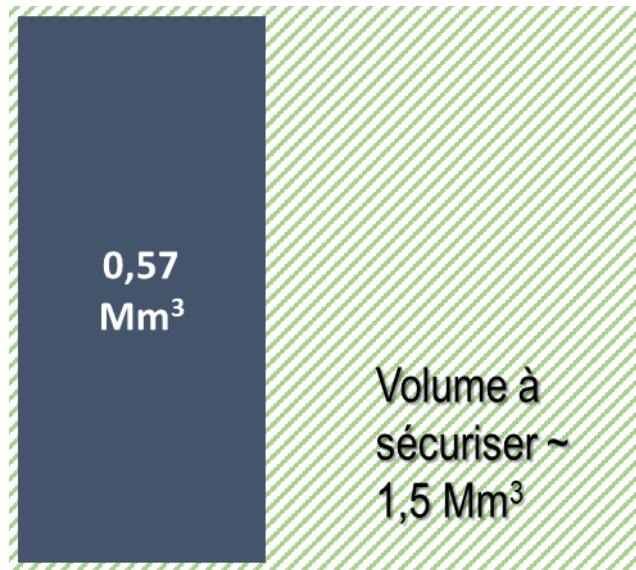


Figure 81- Effet du scénario 1b sur volumes à sécuriser (à échelle globale).

Vu la relative faible influence des prélèvements sur le milieu et vu les volumes en jeu, l'impact sera globalement modérément positif (qualitatif, quantitatif, ...), avec un impact positif sur le Drugeon de l'ordre de 10% pour les QMNA5 et négligeable ou faible dans les autres bassins-versants. Il est à noter que l'impact sur les activités économiques risque d'être important.

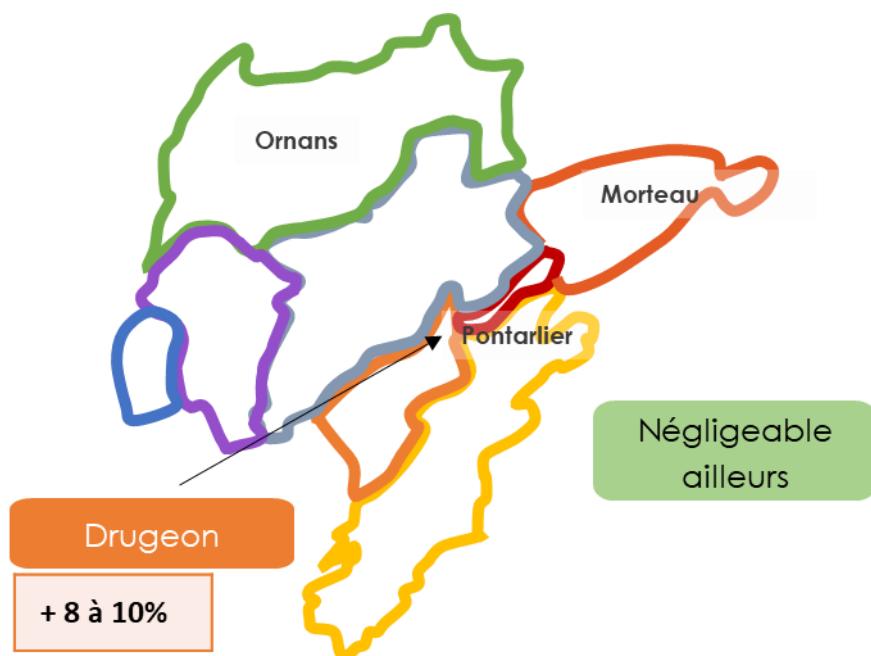


Figure 82- Effet du scénario 1b sur les débits d'étiage (QMNA5).

Dans ce scénario, la baisse globale des prélèvements en 2050 par rapport à la période actuelle est de 15%.

## 13.5. SCENARIO 2 – STOCKAGES

Le scénario 2 est un scénario pour lequel l'effort est porté sur le stockage d'eau pluvial, avec comme base les hypothèses du scénario 1a, et avec les hypothèses complémentaires suivantes (en cohérence avec ce que les acteurs de l'eau ont jugé possible ou vraisemblable) :

- **60 % des exploitations agricoles autonomes sur 2 mois d'étiage,**
- **20 % des habitations disposent de stock pluvial pour les eaux grises (-40 l/jour sur ces habitations) ;**
- **Augmentation du stockage du lac de Saint-Point (déjà prévu et engagé).**

Le coût d'investissement pour les stockages agricoles et domestiques est estimé à 366 M€ et de 3,5 M€ pour la restauration du barrage de Saint-Point. Le coût global est donc de 400M€ en prenant en compte les coûts du scénario 1A. Les coûts de fonctionnement sont faibles.

Les enjeux de ce scénario concernent la faisabilité technique des stockages individuels (notamment pour le stockage domestique), le pilotage des réserves d'eau pluviale (pour qu'elles soient utilisées au bon moment) et l'incitation (financière/réglementaire).

L'impact sur la sécurisation est de l'ordre de 0,6 Mm<sup>3</sup> sur les 1,5 Mm<sup>3</sup> estimés nécessaires de sécuriser. Il est à noter que l'impact sur la sécurisation est différent selon les bassins versants, les bassins-versants du Haut-Doubs étant plus vulnérables.

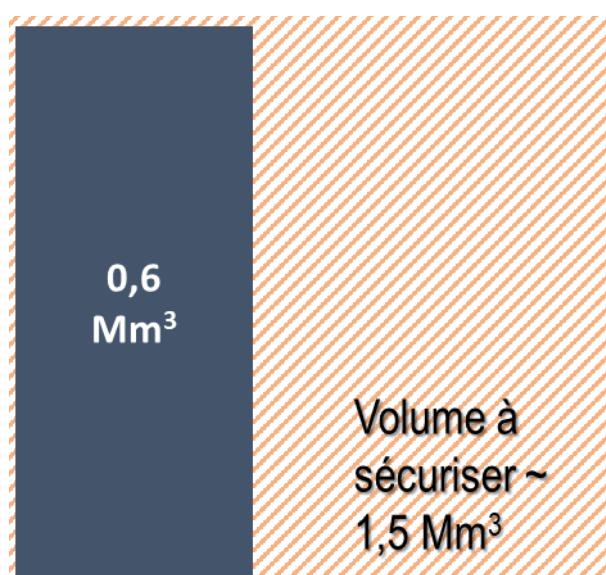


Figure 83- Effet du scénario 2 sur les volumes à sécuriser (à échelle globale).

Vu la relative faible influence des prélèvements sur le milieu et vu les volumes en jeu, l'impact sera globalement modérément positif (qualitatif, quantitatif, ...), ...), avec un impact positif sur le Drugeon et le Haut-Doubs amont de l'ordre de 10% pour les QMNA5 et négligeable ou faible dans les autres bassins-versants. Il est rappelé que le stockage s'entend comme un stockage des eaux de pluie par citerne et non comme des retenues collinaires ni des captages de sources (pour lesquels les impacts risquent d'être bien plus importants).

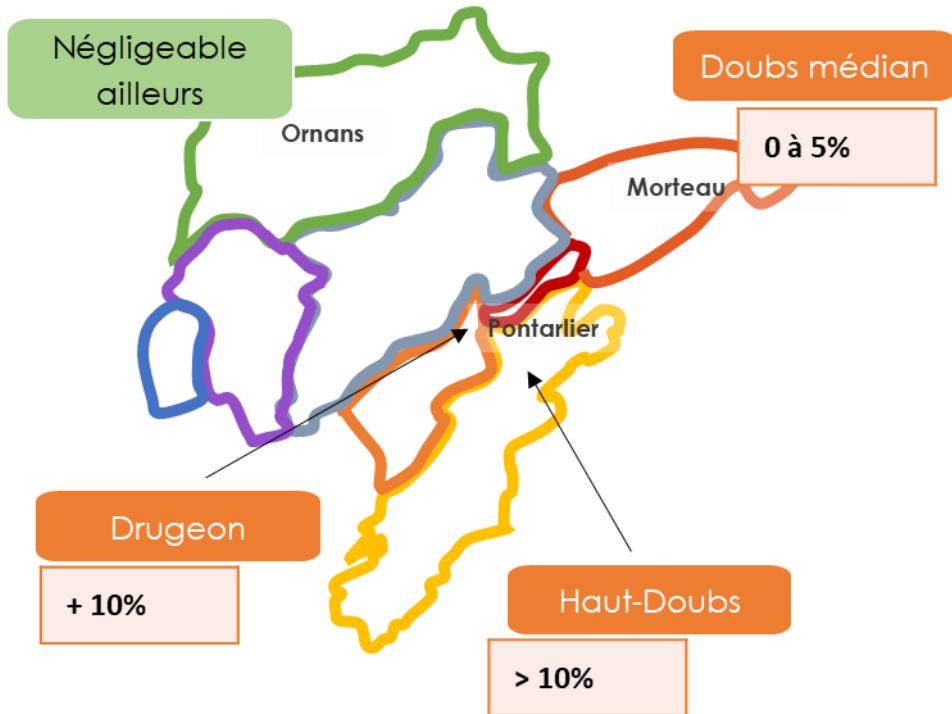


Figure 84- Effet du scénario 2 sur les débits d'étiage (QMNA5).

Dans ce scénario, la baisse globale des prélevements en 2050 par rapport à la période actuelle est de 8% annuellement et de près de 20% en période estivale (du fait du report de la consommation sur le stockage durant cette période).

### 13.6. SCENARIO 3 – INTERCONNEXIONS

Le scénario 3 est un scénario avec comme base les hypothèses du scénario 1a, et des actions complémentaires d'interconnexions entre les ressources vulnérables à l'étiage et celles moins vulnérables (Saint-Point et la Loue) avec les hypothèses suivantes (en cohérence avec ce que les acteurs de l'eau ont jugé possible ou vraisemblable) :

- **Interconnexion par la Loue (pour Morteau et Doubs médian),**
- **Interconnexion par le lac de Saint Point pour Pontarlier, Drugeon et Haut-Doubs**
- **Augmentation du stockage du lac de Saint-Point (déjà prévu et engagé).**

Le coût d'investissement pour les interconnexions est estimé à 5 M€ et de 3,5 M€ pour la surélévation du barrage de Saint-Point. Le coût global est donc de 40M€ en prenant en compte les coûts du scénario 1A. Les coûts de fonctionnement sont liés aux coûts énergétiques de pompage : ils sont estimés à environ 150k€ par crise.

Les enjeux de ce scénario concernent la faisabilité technique des interconnexions (adaptation des captages ?, capacités des canalisations existantes), le pilotage de ces interconnexions (coordination entre les acteurs de différents Services Publics d'Eau et d'Assainissement) et l'entretien (si utilisation exceptionnelle de ces interconnexions).

L'impact sur la sécurisation est complet, puisqu'il permet de répondre totalement au besoin en sécurisation.



Figure 85- Effet du scénario 3 sur les volumes à sécuriser (à échelle globale).

Malgré la relative faible influence des prélèvements sur le milieu et vu les volumes en jeu, l'impact sera globalement positif (qualitatif, quantitatif, ...), avec un impact positif sur le Drugeon et le Haut-Doubs amont de l'ordre de 10% à 30% pour les QMNA5 et faible dans les autres bassins-versants. L'impact du sur-prélèvement sur la Loue est à peine sensible d'après les simulations notamment du fait que les pertes du Doubs sont alimentées plus longtemps avec ce scénario.

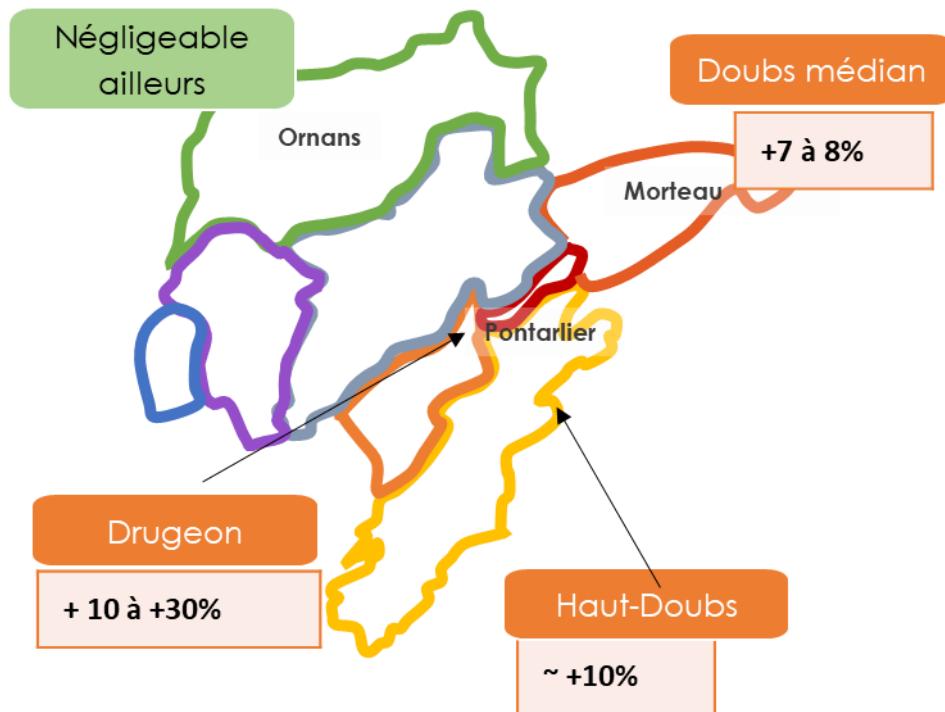


Figure 86- Effet du scénario 3 sur les débits d'étiage (QMNA5).

Dans ce scénario, la baisse globale des prélèvements en 2050 par rapport à la période actuelle est de 2%, ce qui est insuffisant par rapport au Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau (émis par le gouvernement en 2023).



## D. PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'E PAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

À la suite de la CLE du 29/05/2024, et aux échanges qui ont eu lieu, le plan d'action suivant est proposé.

Il est constitué d'une combinaison entre les actions sans regret et les scénarios 1a « Sobriété de la demande » et 3 « Interconnexions », avec une solution de stockage localement, là où ça s'avèrera pertinent. Il est constitué des axes principaux suivants :

- **Sobriété** de tous les usages (diminutions de la consommation par habitant, prise en compte de la baisse tendancielle du cheptel, économies d'eau industrielles, ...),
- De la continuation des actions dites sans-regrets visant à améliorer la **qualité de l'eau et des milieux aquatiques**,
- **Stockages** des eaux pluviales dans les exploitations et les habitations lorsque c'est pertinent et possible.
- La sécurisation par **interconnexion** pour les communes isolées et entre les ressources majeures et les territoires menacés par la sécheresse,
- Et enfin le développement d'une **gouvernance** de l'eau potable notamment à échelle pertinente.

Le plan d'action est décrit ci-après, avec :

- Une description des actions à mettre en œuvre,
- Un calendrier de mise en œuvre,
- Une synthèse des coûts estimatifs.

## 14. DESCRIPTION DES ACTIONS À METTRE EN ŒUVRE

### 14.1. CONNAISSANCE

#### 14.1.1. Action « Etudier les capacités de sécurisation des nappes de l'Arlier et du Drugeon »

Les nappes de l'Arlier et du Drugeon joue un rôle important dans l'alimentation en eau localement. Des tensions ont eu lieu sur cette ressource en 2018 et cette nappe fait partie des secteurs où les prélèvements ont sans doute un impact sur l'étiage des cours d'eau. Des questions se posent sur l'impact des prélèvements sur le débit du Drugeon notamment et sur la capacité de la nappe à subvenir aux besoins en période d'étiage<sup>15</sup>.

Une étude hydrogéologique doit être réalisée, permettant :

- d'améliorer la connaissance de la nappe (en continuité de l'étude Délimitation des ressources majeures pour l'eau potable sur la masse d'eau « Alluvions du Drugeon, Nappe de l'Arlier » de 2012 par Reilé) ;
- d'étudier finement les capacités de la nappe à soutenir les prélèvements actuels et futurs ;

---

<sup>15</sup> Il est à noter que le PGRE de 2015 écartait déjà la possibilité de développement de cette ressource.

- d'étudier l'impact de ces prélèvements sur le Drugeon, le Doubs, mais également l'impact sur la tourbière de Frasne-Drugeon (en relation potentielle avec ces nappes utilisées pour l'AEP), dont le fonctionnement est différent des échanges nappe/rivière classique.

Cette étude devra mettre en œuvre un programme de mesures et un suivi (piézométriques, débits, voire acquisition de données géologiques...). La nappe de l'Arlier et du Drugeon (au sens large) est un réservoir très complexe, cône de déjection glacière remanié par les dépôts alluvionnaires, avec une forte hétérogénéité de la perméabilité. Un **programme de recensement pour l'amélioration de la connaissance de l'impact des forages privés** devra également être réalisé. L'étude permettra de quantifier la relation entre nappe rivière et prélèvements à l'aide une modélisation hydrodynamique.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = CCGP	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs
<b>Coût d'investissement</b> ≈ 200 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 10 k€/an

#### **14.1.2. Action « Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...) »**

Sur les 144 captages AEP sur l'ensemble du territoire, une centaine sont des sources d'origine karstique. Au cours de l'étude prospective, il est apparu un manque de connaissance de la ressource de ces captages, et notamment du manque de suivi hydrométrique sur ces sources. Ce suivi peut en effet permettre d'affiner la compréhension de la dynamique de la source en période d'étiage et donc d'améliorer l'anticipation des périodes crises (et ainsi d'affiner les actions suivantes).

L'action porte donc sur :

- L'équipement en mesure de débits (au pas de temps journalier a minima) des sources captées sur le territoire (et non encore équipées), avec impérativement une mesure du débit 'naturel' et une mesure du débit prélevé (dans la continuité de l'action 8 du PGRE 2015). Les débits des cours d'eau associés à ces sources devront faire également l'objet de jaugeages.
- Une mesure des débits prélevés également sur les forages, couplée à la mesure des niveaux d'eau.
- La réalisation d'une étude de détermination des niveaux d'alerte à partir de ces suivis, permettant d'améliorer la connaissance des ressources stratégiques à solliciter en cas de crise. L'étude sera également l'occasion d'étudier l'influence des captages sur les petits cours d'eau afin de limiter les impacts sur les débits d'étiage et d'améliorer la connaissance des échanges eaux superficielles et eaux souterraines.
- Le recensement des forages privés.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs
<b>Coût d'investissement</b> ≈ 400 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 10 k€/an

#### **14.1.4. Action « Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts) »**

Parmi les ressources qui permettraient de sécuriser l'alimentation en eau potable, les ressources karstiques apparaissent comme intéressantes, pour la diversification et pour la sécurisation en étiage (au moins partielle). Dans la continuité de l'action n°13 du PGRE, il y a eu définition de zones à préserver de certaines de ces ressources pour éviter les pollutions : il reste à les mettre en place de façon opérationnelle (définition des zones de sauvegarde) et à définir quel niveau de protection est nécessaire pour le traduire dans les documents d'urbanisme, et surtout à caractériser quantitativement les ressources disponibles.

Pour permettre cette quantification, des études des systèmes karstiques identifiés dans l'étude de 2013 (IdéesEaux et Caille) sont nécessaires, avec les investigations suivantes<sup>16</sup> :

- Suivi de débit
- Traçage(s)
- Analyses physico-chimiques et isotopiques
- Pompage vasque vauclusienne
- Diagnostic de forage
- Reconnaissance géophysique
- Forage de reconnaissance.

L'exploitation potentielle de nouvelles ressources doit prendre en compte le fait que cette exploitation puisse avoir un impact sur le milieu naturel. La relation entre karst et eau superficielle doit donc être étudiée et caractérisée.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> ≈ 420 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 10k€/an

#### **14.1.5. Action « Mutualiser les schémas directeurs AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions »**

Des schémas directeurs d'alimentation en eau potable ont déjà été réalisés sur une partie au moins du territoire, à une échelle soit large (échelle départementale en 2016) soit à l'échelle des collectivités (à des dates plus ou moins anciennes). Pourtant, pour la réflexion de la sécurisation de l'AEP à l'échelle du territoire de l'EPAGE, au vu du changement climatique, une étude de type schéma directeur doit être réalisée pour prendre en compte les interactions entre unités de gestion, mais également à échelle plus fine (communale) pour prendre en compte les spécificités locales. C'est une étape clé pour dimensionner les actions sur la ressource / de gouvernance.

Ce Schéma stratégique de sécurisation de l'Alimentation en Eau Potable doit permettre de dimensionner assez finement les besoins /possibilités en interconnexion notamment entre les différents Services Publics d'Eau et d'Assainissement. Les études précédemment évoquées sur les ressources de la nappe de l'Arlier et les ressources karstiques seront avancées en parallèle et alimenteront la réflexion du schéma directeur AEP à l'échelle de l'EPAGE.

<sup>16</sup> Les systèmes suivants ont été jugés les plus intéressants : sources de Bief Poutot et Grande, source du Bief, Plateau de Gilley / Les Combes, Synclinal Val de Rochejean / Métabief, Synclinal Val de Saint Point

Il est à noter que des schémas directeurs sont en cours dans les Services Publics d'Eau et d'Assainissement, la présente action s'entend alors comme une mutualisation et une harmonisation des études existantes.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement / Département et EPAGE HDHL pour la coordination.	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> ≈ 300 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

#### 14.1.6. Action « Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs »

Les activités de croisière au niveau du lac de Chaillexon/Brenets sont menacées par les étiages de plus en plus sévères sur le Doubs, du fait du changement climatique. Il y a nécessité de trouver des alternatives nécessitant moins de hauteur d'eau en période estivale. Une étude économique et touristique doit permettre de proposer des alternatives durables aux pratiques aujourd'hui menacées.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = ?	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs
<b>Coût d'investissement</b> ≈ <50 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

## MILIEUX

### 14.1.7. Action « Continuer à restaurer l'hydraulicité/la morphologie des cours d'eau »

Les actions visant à améliorer la qualité des habitats aquatiques et à restaurer globalement le bon fonctionnement du milieu naturel lié à l'eau, contribuent à améliorer la capacité des poissons et invertébrés à résister aux épisodes de sécheresse, dont la fréquence et la sévérité sera plus importante à l'avenir. Ces actions, déjà largement engagées (voir action n°12 du PGRE de 2015, volet B du Contrat Haute Loue Haut Doubs et programme(s) LIFE), doivent être poursuivies pour permettre au milieu aquatique de résister au changement climatique.

Il est à noter que l'incidence de la restauration de l'hydraulicité de cours d'eau doit permettre un retour à un « cycle sédimentaire » classique avec des phases de colmatage des incisions et ouvertures lors des crues. L'effet de la restauration morphologique sur les pertes est toutefois encore difficile à évaluer, et des efforts doivent être portés sur la caractérisation de cet effet.

Par ailleurs ces travaux qui visent à ralentir les flux d'eau en reméandrant les cours et remontant le fond de leurs lits, souvent incisés, permettent de redonner du potentiel aux nappes d'accompagnement.

L'étude prospective a montré que les effets du changement climatique sur les débits d'étiage étaient plus marqués sur le Drigeon, le Haut-Doubs moyen, la Furieuse et le Lison et sur les petits affluents karstiques de façon générale. Les actions de restauration pourront être priorisées sur ces secteurs pour permettre d'atténuer les effets du changement climatique.

Il est à noter que des projets de restauration des cours d'eau sur le secteur ont été identifiés par l'EPAGE et sont chiffrés à environ 10 M€. On notera également qu'un calcul grossier sur l'ensemble du linéaire des cours d'eau (en considérant un coût de 300 000€ au km) donnerait un coût sur l'ensemble du secteur de 180 M€.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = EPAGE HDHL et fédération de Pêche	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action sans regret, déjà en partie engagée (10M€ identifiés à ce stade à plusieurs dizaines de millions d'euros pour des restaurations de l'ensemble des cours d'eau)	<b>Coût de fonctionnement</b> $\approx \emptyset$

### 14.1.8. Action « Préserver et restaurer zones humides et ripisylves »

Le rôle des zones humides et des ripisylves dans le bon fonctionnement des milieux aquatiques, et donc sur la ressource en eau de façon général, est majeur sur la qualité de l'eau, sur la température de l'eau, sur la biodiversité, et sur la limitation des effets des crues. De plus, les zones humides permettent de jouer un rôle de stockage du carbone, et contribuent donc à limiter le changement climatique.

La restauration et la préservation des zones humides et des ripisylves sont donc indispensables pour lutter contre les impacts du changement climatique. Cette action est de type action « sans regret ». Pour ce qui est de la restauration des zones humides, elle est déjà engagée notamment par les programmes du Contrat Haute Loue Haut Doubs et LIFE de l'Union Européenne.

L'effet du changement climatique sur la thermie de l'eau et sur les espèces aquatiques les plus sensibles, apparaît plus prégnant sur le la Loue moyenne (à l'aval de Cléron) et sur la partie amont des cours d'eau du Haut-Doubs de façon générale : les actions permettant de limiter la température de l'eau (par exemple sur la ripisylve) les actions pourront être priorisée sur ces secteurs afin de limiter les effets du réchauffement de l'eau. Une cartographie récente (2024) de la température de l'eau pourra permettre de cibler plus précisément ces actions sur la rivière Loue. Il est également à noter que sur le Doubs, la ripisylve est peu développée et donc une action serait d'autant plus nécessaire.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = EPAGE HDHL, CEN, Fédération chasse et Fédération de Pêche	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée (pour les zones humides)	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

#### 14.1.9. Action « Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...) »

L'effet du changement climatique sur la qualité de l'eau est lié à la diminution des débits d'étiage (et donc une moins grande dilution des polluants) et à un lessivage plus important des nutriments après les périodes de sécheresse. Pour compenser cette dégradation attendue de la qualité de l'eau, les actions d'amélioration de la qualité des rejets au sens large doivent être poursuivies.

Ces actions sont déjà en partie engagées (mises aux normes des stations d'épuration ou STEP, actions A1 et A2 du Contrat Haute Loue Haut Doubs, étude « flux admissibles »), et font partie des actions « sans regret ».

On notera que la baisse des débits d'étiage dus au changement climatique va rendre le Haut-Doubs (Haut-Doubs moyen, Drugeon, ...) et Lison/Furieuse plus vulnérable aux enjeux de dilution des pollutions et des effluents des STEP en particulier. Il y a par exemple un enjeu sur la dilution des rejets de la STEP de Pontarlier dont les volumes vont augmenter et où les débits d'étiage vont être affectés par le changement climatique. Les actions de mise aux normes des STEP devront donc être renforcées dans ces secteurs.

Sur la Loue, si l'effet du changement climatique sur les débits apparaît moins fort, les enjeux piscicoles et les effets attendus sur la température font que la question de la qualité de l'eau est importante (cyanobactéries, ...). L'effort sur l'amélioration de la qualité de l'eau de ce secteur devra être important, avec en particulier la question des flux de nutriments agricoles, notamment dans la partie basse de la vallée de la Loue.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = divers	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

## 14.2. USAGES

### 14.2.1. Action « Techniques culturales, plantation de haies »

Il a été montré que le changement climatique va accroître l'intensité des sécheresses estivales et des canicules, ce qui aura pour conséquence une possible diminution des productions de fourrage et des impacts sur les animaux en été notamment (abreuvement accru, souffrance dus à la chaleur). Dans le cadre de l'adaptation au changement climatique, l'action “Techniques culturales, plantation de haies” se présente comme une stratégie visant à renforcer la résilience des écosystèmes agricoles. En effet, l'adaptation des techniques culturales au sens large joue un rôle clé dans cette résilience ; on notera toutefois que l'effet réel de ces mesures n'est pas systématiquement quantifié par des données scientifiques (en fonction des contextes qui peuvent être très différents sur le secteur).

Par exemple, le projet PARASOL souligne l'importance des haies bocagères dans la rétention de l'eau dans le sol et en réduisant l'évapotranspiration (EVP), mais aussi pour l'amélioration de l'infiltration et de la lutte contre le ruissellement. L'étude Resysth met en évidence les effets positifs de l'agroforesterie, offrant un ombrage au bétail, un stockage d'eau racinaire amélioré, et un complément de fourrage pour les animaux.

Certains éleveurs ont adopté le vêlage d'automne pour minimiser la consommation d'eau estivale du cheptel, en sevrant les veaux avant l'été.

Ces changements de pratique entraînent des conséquences significatives sur le travail agricole. Cette action doit s'accompagner de la formation des agriculteurs et éleveurs à ces techniques alternatives.

Le développement des techniques culturales alternatives est par ailleurs déjà engagé, notamment au travers du programme Resysth, dont les actions concrètes doivent être poursuivies ou mises en œuvre.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Chambre d'agriculture	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

### 14.2.2. Action « Limiter l'effet de l'urbanisation (favoriser l'infiltration) »

La limitation de l'effet de l'urbanisation en favorisant l'infiltration s'inscrit dans une démarche globale répondant aux défis posés par le changement climatique, notamment en termes de quantité, qualité et préservation des milieux naturels. Bien que l'impact d'une meilleure infiltration des eaux de pluie soit complexe à quantifier durant les périodes de sécheresse ou d'étiage, la mise en œuvre de cette action doit permettre d'améliorer les conditions de recharge des nappes phréatiques et de lisser la disponibilité de l'eau au cours du temps.

Un effet positif est également anticipé sur la qualité de l'eau, en réduisant la présence d'eau claire lors des épisodes pluvieux dans les stations d'épuration (STEP) et donc en améliorant le rendement de celles-ci. Il convient néanmoins de rester vigilant quant à l'apport de pollution dans les nappes par les eaux pluviales, dans certains contextes (chaussée, parkings, ...).

Les PLUi dans leur ensemble incitent voire imposent l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle : une communication efficace et un accompagnement des collectivités et des particuliers permettront de déployer efficacement cette action.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Communautés de communes	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

### 14.2.3. Action « Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites) »

Afin de réduire les besoins en prélèvements, en particulier en période de sécheresse, une action importante vise à réduire les fuites des réseaux d'adduction en eau potable et donc d'améliorer leur rendement.

Le bilan du PGRE 2015 pointe une amélioration régulière du rendement des réseaux (du moins ceux renseignés sur la base de données SISPEA) : l'objectif semble en moyenne près d'être atteint (85% de rendement dans le PGRE). La marge de manœuvre à grande échelle semble donc faible puisque l'amélioration des derniers pourcentages de rendement aurait des coûts élevés. En revanche il est indiqué que certains réseaux montrent des rendements encore trop faibles. Le bilan du PGRE suggère qu'un suivi plus précis des réseaux ayant des rendements déclarés comme inférieurs à 50% et ceux dont les données sont absentes de SISPEA devrait être réalisé.

L'effort pour améliorer le rendement (et le maintenir dans les secteurs où il est déjà bon) doit être maintenu.

<b>Maitre d'ouvrage</b> = Communautés de communes	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ Ø

### 14.2.4. Action « Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau »

Afin de limiter les besoins en prélèvements, en particulier en période de sécheresse dont l'intensité va aller en s'accroissant, une action visant à limiter la consommation unitaire domestique doit être mise en œuvre, avec deux principaux axes :

- des actions de pédagogie sur les économies d'eau, communication sur les situations de crise, ...
- la mise en place de kits économie d'eau (régulateurs de débit douche, mousseurs pour robinet, sacs de diminution du volume de chasse d'eau).

Cette action s'inscrit en cohérence avec le plan eau du gouvernement (Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau, 2023). Les campagnes de sensibilisation et l'installation d'équipements économies en eau ont démontré leur efficacité, notamment en période de sécheresse. En effet, un programme ambitieux peut permettre une réduction de 15% de la consommation d'eau par habitant. Les équipement économiseurs doivent être efficaces sans que cela n'entraîne une perte de confort pour les utilisateurs : un trop faible débit pour les mousseurs par exemple pourrait par exemple induire la non-utilisation des équipements. Plusieurs retours d'expériences sont disponibles notamment celui du syndicat Mixte d'Études et de Gestion de la Ressource en Eau du Département de la Gironde.

Pour garantir le succès de ces initiatives, il est crucial de mettre en place un pilotage rigoureux et un suivi constant. Ces mesures permettent non seulement de vérifier l'atteinte des objectifs fixés, mais aussi d'ajuster les actions en fonction des résultats obtenus et des besoins évolutifs.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement et EPAGE pour animation	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> ≈ 700 k€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 20 à 30k€ (campagnes de communication)

#### 14.2.6. Action « Economies d'eau industrielle »

Avec le même objectif que pour l'action précédente, des économies dans l'usage de l'eau industrielle sont à réaliser. Un objectif d'une réduction de 10% de la consommation actuelle est posé (cohérent avec l'objectif du Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau de 2023) et sera atteint avec la mise en place :

- d'équipements plus performants et économes en eau, comme des machines de lavage en circuit fermé, du nettoyage haute pression, ...;
- d'actions de sensibilisation et de formation des employés sur la réduction des gaspillages.

Il est à noter que des démarches sur de la sobriété sont en cours d'instauration via la DREAL, le volet agro-industriel étant possiblement encore à améliorer.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = Industriels et EPAGE pour animation	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> = Ø

#### 14.2.7. Action « Economies d'eau agricole »

L'usage agricole de l'eau étant important sur certains secteurs (jusqu'à plus de 50% de la consommation), des actions de sobriété de la consommation en eau pour cet usage sont également à mettre œuvre. Il est à noter que, sur le territoire, l'eau agricole est majoritairement utilisée pour l'abreuvement du bétail mais les efforts pour la limitation de la consommation peuvent se porter sur les usages annexes (nettoyage, ...). Il est à noter également que le programme Resysth et Assec (abreuvement) donnent des préconisations pour un abreuvement efficace.

Les hypothèses de consommation future prises pour la caractérisation des risques de difficulté d'alimentation en eau potable, font état d'une baisse tendancielle du cheptel de 10% à l'horizon 2050. Cette baisse est due en partie aux baisses de rendements fourragers attendus. Si d'autres trajectoires d'évolution du cheptel étaient observées, ce qui exercerait une influence nette sur la consommation en eau potable dans le territoire, la stratégie devrait être révisée.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = Chambre d'agriculture	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret », déjà en partie engagée	<b>Coût de fonctionnement</b> = Ø

## 14.4. RESSOURCES

### 14.4.1. Action « Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources vulnérables »

La vulnérabilité des communes dont le réseau d'adduction en eau potable est isolé du reste du territoire va être exacerbée par le changement climatique, du fait de l'augmentation de la sévérité des étiages. C'est d'autant plus prégnant pour les communes qui dépendent de ressources karstiques, car ces ressources sont pour beaucoup intrinsèquement vulnérables aux étiages sévères.

Pour pallier cette vulnérabilité, les populations doivent être raccordées par des interconnexions qui seront mises en action en période de crise.

Les besoins en interconnexions sont fortement influencés par les spécificités locales, ce qui nécessite une identification précise des localités et un travail par bassin versant (BV). Par conséquent, il est essentiel de réaliser une étude approfondie des interconnexions à mettre en place, en élaborant un Schéma Stratégique d'Alimentation en Eau Potable à l'échelle du territoire. À terme, cette gestion devra être assurée à l'échelle intercommunale par du personnel qualifié, garantissant ainsi une distribution efficace et durable de l'eau potable. Les communes ayant subi des crises d'alimentation majeures ces dernières années doivent être prioritairement ciblées (Montgesoye, Châteauvieux-les-Fossés, Remoray-Boujeons, Reculfoz, Le Crouzet, ...) ; certaines actions sont d'ailleurs peut être en cours.

Cette action est identifiée dans le plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin Rhône-Méditerranée qui indique qu'il est nécessaire de disposer de plusieurs modes d'approvisionnement par unité de distribution d'ici 2030. Plusieurs interconnexions de ce type ont été mises en œuvre ou sont en cours de mise en œuvre ces dernières années (Arc-sous-Cicon, ...).

Le coût d'investissement est estimé de façon très grossière à ce stade, puisqu'un travail d'identification des besoins et de prédimensionnement devra être fait dans le cadre du Schéma Stratégique de Sécurisation de l'Alimentation en Eau Potable à l'échelle du territoire. Une attention particulière doit être portée sur l'impact sur le prix de l'eau de ces travaux, puisqu'ils concernent parfois des communes peu peuplées et donc sur lesquelles le coût peut être lourd.

Maitres d'ouvrage = Collectivités	Secteur = Haut-Doubs & Haute Loue
Coût d'investissement = 30M€	Coût de fonctionnement ≈ 60k€/crise, moitié moins en moyenne annuelle hors crise pour prendre en compte l'entretien, ...

### 14.4.2. Action « Approvisionnement des secteurs vulnérables par le lac de Saint-Point »

Vu l'impact que fait subir le changement climatique sur la ressource en eau et sur l'alimentation en eau potable, les besoins en sécurisation sont très forts. Les actions présentées par ailleurs, même si elles apparaissent indispensables, ne suffisent pas à contrebalancer l'effet des étiages sévères qui est calculé à l'horizon 2050. Par ailleurs, le territoire est caractérisé par une disparité géographique de la réaction des ressources en eau aux sécheresses de façon générales et de celles causées par le changement climatique. En particulier, la ressource du lac de Saint-Point d'une part et de la rivière Loue d'autre part, apparaissent comme suffisamment abondantes pour pouvoir servir de ressource de secours aux autres ressources du territoire qui apparaissent beaucoup plus vulnérables.

L'élément essentiel de la sécurisation de l'alimentation en eau potable dans ce plan d'action, est donc l'interconnexion entre les ressources abondantes du lac de Saint-Point et de la rivière Loue avec les réseaux du Haut-Doubs qui sont vulnérables.

L'action ici consiste donc à interconnecter les captages du Lac de Saint Point avec les réseaux AEP du Drugeon et du Haut-Doubs amont ; cette interconnexion doit être entendue comme une solution de sécurisation de l'alimentation en eau du territoire et non comme une augmentation des volumes à prélever. Il est à noter que le projet de captage du Mont d'Or pourrait contribuer à cette sécurisation par interconnexion (en lieu et place des captages du lac ou en complément).

La réhabilitation du barrage du lac de Saint-Point, qui a vocation en premier lieu à assurer le bon fonctionnement des zones humides amont et le soutien d'étiage aval du Doubs (et de ce fait des zones humides aval également) permettra également d'optimiser les différents usages. Cette action fait partie intégrante de la stratégie d'adaptation au changement climatique ici présentée. Cette action est déjà engagée (en cours d'étude de détail) et est surtout nécessaire pour le soutien d'étiage du Doubs : si elle est présentée ici par cohérence géographique, cette réhausse n'est pas prévue comme une opportunité d'augmenter les prélèvements.

La faisabilité et la mise en œuvre de cette interconnexion doivent être soigneusement étudiées, au vu notamment du Schéma stratégique de sécurisation de l'AEP du territoire qui doit mettre en évidence entre autres les infrastructures existantes qui pourraient être réutilisées. Il paraît nécessaire de revoir le captage du lac afin de permettre une plus grande marge de manœuvre ; le besoin d'un traitement supplémentaire de l'eau doit également être étudié. La gestion devra être assurée à l'échelle intercommunale par du personnel qualifié, garantissant ainsi une approche cohérente et efficace.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs
<b>Coût d'investissement</b> = 2M€ (+3,5M€ pour le barrage de Saint-Point)	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 45k€/crise, moitié moins en moyenne annuelle hors crise pour prendre en compte l'entretien, ...

#### 14.4.3. Action « Approvisionnement des secteurs vulnérables par la Loue »

Corollairement à l'action précédente, l'action ici consiste donc à interconnecter les captages de la Loue avec les réseaux AEP de Morteau et de sa région et du Haut-Doubs médian.

La faisabilité et la mise en œuvre de cette interconnexion doivent être soigneusement étudiées, au vu notamment du Schéma stratégique de sécurisation de l'Alimentation en Eau Potable du territoire qui doit mettre en évidence entre autres les infrastructures existantes qui pourraient être réutilisées (par exemple l'interconnexion récente entre le SIEHL et le plateau des Combes).

Ici aussi, le principe de l'action est la sécurisation de l'alimentation en eau potable et ne doit pas permettre une augmentation significative des prélèvements. La mise en place de cette action, indispensable pour éviter les crises de doit être conditionnée à des actions de sobriété.

L'influence du sur-pompage sur les captages de Loue existants et sur la réaction du réseau du SIEHL devra être étudiée. Il est rappelé que le débit d'étiage (QMNA5) de la Loue est de l'ordre de 3,4 m<sup>3</sup>/s à 4 m<sup>3</sup>/s et que le sur-prélèvement nécessaire à la sécurisation est de l'ordre de 0,07 m<sup>3</sup>/s environ (soit 2% du débit).

<b>Maitres d'ouvrage</b> = Services Publics d'Eau et d'Assainissement	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = 3M€	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 55k€/crise, moitié moins en moyenne annuelle hors crise pour prendre en compte l'entretien, ...

#### 14.4.4. Action « Réserves eau abreuvement »

La création de réserves d'eau pluviale vise à soulager la pression sur les ressources en eau vulnérables, il s'agit d'une action à favoriser et développer collectivement dans les zones où c'est nécessaire.

Les réserves d'eau pluviale pour l'abreuvement du bétail sont déjà déployées par certains agriculteurs sur le territoire. C'est une solution qui permet de soulager localement le réseau d'adduction en eau, sous réserve que l'utilisation de cette réserve se fasse au bon moment (c'est-à-dire au plus fort de l'étiage). Une coordination entre agriculteurs et collectivité est donc nécessaire pour optimiser au mieux l'utilisation de ces réserves.

Le schéma directeur eau potable du territoire pourrait repérer des zones où les solutions d'interconnexions sont difficiles ou coûteuses et donc où il serait intéressant de développer collectivement des réserves d'eau de pluie, en particulier pour le secteur agricole (fermes isolées ou trop distantes du réseau, ...). Des solutions de financement devraient donc être proposées spécifiquement pour permettre ce développement local : il est rappelé que des dispositifs d'aide existent déjà (CD25, Région, Etat...).

<b>Maitres d'ouvrage</b> = collectivités / chambre d'agriculture	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret » sauf à ce que le Schéma directeur fasse apparaître une nécessité de développement de cette solution localement en lieu et place d'une interconnexion.	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ coût de traitement et de maintenance pour les agriculteurs

#### 14.4.5. Action « Réserves eau domestique »

Le stockage domestique de l'eau pluviale permet de réduire l'utilisation de l'eau du réseau d'eau potable pour diverses applications telles que le lavage du linge, le nettoyage des sols intérieurs, l'évacuation des excreta et l'arrosage. Cependant, plusieurs enjeux techniques doivent être pris en compte : l'un des plus important est la nécessité de la mise en place d'un double réseau (eau potable et eau non-potable), ce qui dans les habitations existantes peut s'avérer complexe. Il est nécessaire d'accompagner les particuliers dans l'installation des cuves de récupération, en envisageant des solutions de financement là où cette solution sera jugée structurante pour la maîtrise de la sécurisation de l'AEP. Ailleurs, il s'agit d'une action « sans regret » destinée à limiter les prélèvements dans le milieu naturel qu'il convient de soutenir : les PLUi déployés sur le territoire ont déjà recommandé pour beaucoup la mise en œuvre de ce type de stockage d'eau de pluie.

Les réserves domestiques doivent être mises en place avec prudence (stricte séparation avec le réseau AEP) et à valider avec l'ARS et services publics d'eau et d'assainissement.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = collectivités	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs & Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = action « sans regret » sauf à ce que le Schéma directeur fasse apparaître une nécessité de développement de cette solution localement en lieu et place d'une interconnexion.	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ coût de maintenance pour les usagers

## 14.5. GOUVERNANCE

### 14.5.1. Action « Gestion/Coordination des ressources »

La coordination des ressources en eau dans la stratégie d'adaptation au changement climatique est cruciale puisqu'elle fait intervenir plusieurs acteurs (plusieurs collectivités concernées par les interconnexions, nécessité de coordonner les actions d'autres acteurs que ceux de la gestion de l'eau potable directement tels que les agriculteurs, la population générale, ...).

La gestion et la coordination des ressources en eau impliquent donc l'organisation d'un symposium sur l'organisation globale et sur la stratégie tarifaire. Ce symposium abordera des principes communs, la gestion des stocks et des flux. L'objectif est d'aboutir à l'établissement d'un plan de gestion opérationnel à l'échelle de la zone d'étude. Ce plan inclura le suivi des dispositifs de stockage, des interconnexions, et des actions à mettre en œuvre. De plus, il prévoit un accompagnement continu des collectivités, avec un interlocuteur central pour assurer une coordination efficace et durable.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = CLE / EPAGE	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = faible	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 30 000€

### 14.5.2. Action « Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)»

Le changement climatique ayant un impact plus ou moins fort sur les débits d'étiage, des conflits risquent d'apparaître entre les usages de navigation et de loisirs sur les cours d'eau (en particulier le kayak et la baignade) sur le milieu naturel.

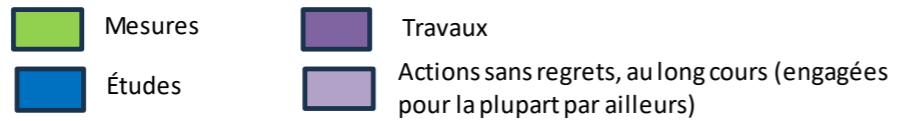
Une étude spécifique apparaît nécessaire pour mieux comprendre ces impacts et ainsi mieux encadrer les activités liées à l'eau pour minimiser leur impact. Cette étude doit en particulier permettre de définir les seuils de débit en dessous desquels la pratique du kayak a un impact sur le milieu aquatique ; et d'autre part qualifier l'impact de la baignade sur les milieux aquatiques (lacs et rivières) sous changement climatique (augmentation de la sévérité des étiages et augmentation de la température de l'eau).

Au vu de cette étude, une réflexion doit être menée sur la gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...), pour permettre de minimiser l'impact de cet usage sur le milieu tout en permettant l'accès au milieu naturel par la population, en particulier en périodes de canicules pour le rafraîchissement. Des actions de sensibilisation vont être nécessaire sur le long terme.

<b>Maitres d'ouvrage</b> = EPAGE / départements	<b>Secteur</b> = Haut-Doubs Haute Loue
<b>Coût d'investissement</b> = 50 000€ (pour l'étude)	<b>Coût de fonctionnement</b> ≈ 10 000€

## **15. CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE**

Le calendrier de mise en œuvre est présenté en page suivante.



Planning du plan d'action		2025			2026			2027			2028			2029			2030			2031					
	Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Connaissance																								
Arlier	Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier																								
Sources	Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte...)																								
Karsts	Amélioration de la connaissance des ressources potentielles (karsts profonds)																								
SDAEP	Actualiser/Mutualiser le schéma directeur AEP à l'échelle de l'E PAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flétrir les solutions																								
Saut Doubs	Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs																								
	Gouvernance																								
Coordination	Gestion/Coordination des ressources																								
Fréquentation	Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières...)																								
	Milieux																								
Restauration	Continuer à restaurer l'hydraulité/la morphologie des cours d'eau																								
Zones Humides	Préserver et restaurer zones humides et ripisylves																								
Qualité	Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...)																								
	Usages																								
Haies	Techniques culturales, plantation de haies																								
Infiltration	Limiter l'effet de l'urbanisation (favoriser l'infiltration)																								
Rendement	Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)																								
Economie Eau Domestique	Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau																								
Economie Eau Industrielle	Economies d'eau industrielle																								
Economie Eau Agricole	Economies d'eau agricole																								
	Ressources																								
Communes Isolées	Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources karstiques																								
Interconnexion Saint Point	Approvisionnement des secteurs vulnérables par le lac de Saint-Point																								
Interconnexion Loue	Approvisionnement des secteurs vulnérables par la Loue																								
Stockage Agricole	Réserves eau abreuvement																								
Stockage Domestique	Réserves eau domestique																								

## 16. SYNTHÈSE DES COUTS ESTIMATIFS

Les coûts estimatifs sont synthétisés dans le tableau suivant. Les coûts d'investissement ont été rapportés au nombre de m<sup>3</sup> consommés (sur le territoire et exportés, sans tenir compte des fuites) en considérant une durée d'amortissement de 20 ans, pour obtenir un surcoût au m<sup>3</sup>.

	Coût estimatif d'investissement	Coût estimatif de fonctionnement par an
<b>Connaissance</b>		
Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier	200 000 €	
Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...)	400 000 €	
Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts profonds)	420 000 €	10 000 €
Actualiser le schéma directeur départemental AEP : à l'échelle de l'E PAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions	300 000 €	
Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs	50 000 €	
<b>Gouvernance</b>		
Gestion/Coordination des ressources	Ø	30 000 €
Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)	50 000 €	10 000 €
<b>Milieux</b>		
Continuer à restaurer l'hydraulicité/la morphologie des cours d'eau	« sans regret » (10M€ à plusieurs dizaines de M€)	
Préserver et restaurer zones humides et ripisylves	« sans regret »	
Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...)	« sans regret »	
<b>Usages</b>		
Techniques culturelles, plantation de haies	« sans regret »	
Limiter l'effet de l'urbanisation (favoriser l'infiltration)	« sans regret »	
Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)	« sans regret »	
Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau	700 000 €	30 000 €
Economies d'eau industrielle	« sans regret »	
Economies d'eau agricole	« sans regret »	
<b>Ressources</b>		
Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources karstiques	30 000 000 €	30 000 €
Approvisionnement des secteurs vulnérables par le lac de Saint-Point*	5 500 000 €	30 000 €
Approvisionnement des secteurs vulnérables par la Loue	3 000 000 €	30 000 €
Réserves eau abreuvement	à définir	
Réserves eau domestique	à définir	
<b>Total</b>	<b>40 620 000 €</b>	<b>170 000 €</b>
<b>Coût au m<sup>3</sup>, en répartissant le coût sur 13 Mm<sup>3</sup> annuels (utilisés à l'échelle du territoire et exportés), amortis sur 20 ans pour les investissements</b>	<b>0.16 €</b>	<b>0.01 €</b>

\*y compris réhabilitation du barrage de Saint-Point

Au vu du planning proposé et des coûts, l'échelonnement suivant des investissements peut être proposé :

	2025	2026	2027
Investissement	1 410 000 €	6 485 000 €	32 725 000 €

## 17. LIEN AVEC LE SDAGE

Le tableau suivant fait la correspondance entre les actions proposées ici avec les mesures identifiées dans le SDAGE et le programme du Contrat Haut-Doubs Haute Loue.

		Lien avec le programme de mesure du SDAGE
<b>Connaissance</b>		
Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier		RES0101
Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...)		RES0101
Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts profonds)		RES0101
Actualiser le schéma directeur départemental AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions		RES0101
Mieux connaître l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés		RES0601
Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs		RES0601
<b>Gouvernance</b>		
Gestion/Coordination des ressources		RES0303
Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)		MIA0701
<b>Milieux</b>		
Continuer à restaurer l'hydraulique/la morphologie des cours d'eau		MIA0203
Préserver et restaurer zones humides et ripisylves		MIA0602
Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...)		IND0202
<b>Usages</b>		
Techniques culturelles, plantation de haies		AGR0202
Limiter l'effet de l'urbanisation (favoriser l'infiltration)		ASS0201
Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)		RES0202
Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau		RES0202
Economies d'eau industrielle		RES0203
Economies d'eau agricole		RES0201
<b>Ressources</b>		
Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources karstiques		RES0701
Approvisionnement des secteurs vulnérables par le lac de Saint-Point		RES0801
Approvisionnement des secteurs vulnérables par la Loue		RES0801
Réserves eau abreuvement		RES0201
Réserves eau domestique		RES0202



## BIBLIOGRAPHIE

Ademe. 2015. Evaluer les conséquences du changement climatique sur les forêts et mobiliser les acteurs pour l'adaptation - Parc naturel régional du Haut Jura.

AERMC. 2014. Etat des connaissances - Alluvions du Drugeon, nappe de l'Arlier- FRDG348.

Al Domany M, Touchart L, Bartout P. 2015. L'évaporation et le bilan hydrologique des étangs pelliculaires.

arnexhistoire.blogspot.com. 2013. Le percement du tunnel du Mont d'Or et ses inondations.

ARTELIA. 2018. Schéma directeur d'alimentation en eau potable CCFD. 4161947.

ARTELIA. 2019. Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche. 4162107.

ARTELIA. 2021. Etude pour la réhabilitation du barrage du Lac de Saint-Point. 4162378.

Binet S, Gogo S, Laggoun-Défarge F. 2013. A water-table dependent reservoir model to investigate the effect of drought and vascular plant invasion on peatland hydrology. Journal of Hydrology 499:132-139.

BRGM. 2009. Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France pour le risque de sécheresse géotechnique (retrait-gonflement des sols argileux). RP-56771-FR.

BRGM. 2014. Appui au SCHAPI 2014 - Module 1 - Rôle et contribution des eaux souterraines d'origine karstique dans les crues de la Loue à Chenecey-Buillon. RP-63844-FR.

BRGM. 2018. Projet QUARSTIC : QUALité des eaux et Réseau de Surveillance des rivières Comtoises. Rapport final. RP-68315-FR.

BRGM. 2023. NUTRI-Karst – Réponses des agro-hydro-systèmes du massif du Jura face au changement climatique et aux activités anthropiques. Rapport final de la Tâche 1 V1. BRGM/RP-72229-FR.

Caër T. 2016. Interprétation structurale et équilibre mécanique : La calcul à la rupture appliqué aux chaînes d'avant-pays. Cas du Jura. [PhD Thesis]. PhD Thesis.

Centre d'études et de prospective. 2013. Agriculture Forêt Climat : vers des stratégies d'adaptation. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Chen I-C, Hill JK, Ohlemüller R, Roy DB, Thomas CD. 2011. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. Science 333:1024-1026.

Chronoenvironnement. 2019. Étude de l'état de santé des rivières karstiques en relation avec les pressions anthropiques sur leurs bassins versants. Rapport des tranches 1 et 2 A. Volet qualité physique et chimique.

Daufresne M, Boët P. 2007. Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. Global Change Biol 13:2467-2478.

Dianeige. 2020. Climsnow - adaptation aux chagements cliamtiques.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Doubs. Conseil général. 1873. Rapports et délibérations / Conseil général du Doubs.

DREAL. 2021. Débits et changement climatique sur des chroniques longues en Bourgogne Franche-Comté (plus de cent ans).

Duranel, Thompson, Birmingham, Cubizolle, Durepaire. 2016. Impact de l'enrésinement du bassin versant sur le bilan hydrique des tourbières acides de fond d'alvéole granitique.

Eaucea. 2022. Etude globale sur l'incidence socio-économique et environnementale des sécheresses sur le bassin amont de la Seine. Seine-Grand-Lacs.

EPTB Saône et Doubs. 2020. L'assèche du Doubs en 2018 : retour sur un épisode hydroclimatique exceptionnel.

Est Républicain. 2016. Pontarlier : il y a 115 ans, l'usine Pernod brûlait.... [consulté le 2023 mai 25].  
<https://www.estrepublicain.fr/edition-haut-doubs/2016/09/26/pontarlier-il-y-a-115-ans-l-usine-pernod-brulait>

Explore2070. 2012a. Hydrologie de surface – B4 – Etude de la thermie des cours d'eau. BRL, Irstea et MeteoFrance.

Explore2070. 2012b. Hydrologie de surface - Guide de lecture des fiches de synthèse.

Explore2070. 2012c. Hydrologie de surface B2a – Hydrologie de la Métropole.

Fédération Peche Allier. 2021. Réseau de Suivi Thermique Allier - Résultats 2020.

Fédération Peche Saône et Loire. 2016. Etude des populations de truite commune et du métabolisme thermique du cours principal du Méchet et de ses principaux affluents(71).

Geos. 2009. Récupération des eaux du tunnel du Mont d'or à Vallorbe. 102704. Office fédéral de l'énergie OFEN.

Huet. 1954. Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes. Bulletin français de Pisciculture.

ICARE. 2022. Prospective « Eau – Agriculture – Changement climatique » en Bourgogne – Franche-Comté.

IdéesEaux, BE Caille, MFR, CPIE. 2013. Identification des ressources karstiques majeures pour l'alimentation en eau potable en vue de leur protection sur une partie du massif du Jura. AERMC.

Jacquemin P. 1984. Réponse hydrodynamique des hauts-bassins du Doubs et de la Loue. Besançon.

LE BARBU, PHILIPPE, CADET. 2019. Sécheresse 2018 dans le Haut-Doubs : du jamais vu depuis 1906.

Lhosmot. 2023. Transferts d'eau et de carbone entre les tourbières, l'atmosphère et les aquifères : Modèles hydrologiques, géochimiques et de flux de gaz à effet de serre de la tourbière active de Frasne (Massif du Jura, France). Laboratoire chrono-environnement (Besançon).

Masclet F. 2015. Etude d'impact d'une hystérésis sur le module de neige CemaNeige. IRSTEA.

MétéoFrance. 2021. Agriculture et ressource en eau en Bourgogne-Franche-Comté, Prospectives à l'horizon 2050.

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

- MNHN. 2014. Le changement climatique et les réseaux écologiques.
- OFEV. 2022. Adaptation de la forêt aux changements climatiques. Confédération Suisse.
- Onema, Cemagref. 2010. Changement climatique et invasions biologiques. Impacts sur les écosystèmes aquatiques, risques pour les communautés et futurs moyens de gestion.
- Palhol, Rojat, Rucquoi, Gasc-Barbier. 2010. Evaluation de l'impact du changement climatique sur l'aléa « mouvement de terrain ». In: Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2010.
- Parmesan C, Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421:37-42.
- Perrin C. 2002. Vers une amélioration d'un modèle global pluie-débit au travers d'une approche comparative. *La Houille Blanche* 88:84-91.
- Ponçot, Bertrand, Lhosmot, Pohl, Toussaint, Steinmann, Pinel, Caldírak. 10 ans de suivis et 8 modèles climatiques permettent l'estimation des impacts du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique de la tourbière de Frasne (Massif du Jura, France).
- Reilé. 2012a. Délimitation des ressources majeures pour l'eau potable sur la masse d'eau « Alluvions du Drugeon, Nappe de l'Arlier.
- Reilé. 2012b. Détermination du volume prélevable - Sous-bassin du Haut-Doubs.
- Reilé. 2018. Campagnes de reconnaissance des pertes du Doubs par traçages. DDT 25.
- Safege. 2016. Schéma départemental d'alimentation en eau potable du Doubs. Département du Doubs.
- Sogreah. 2011. Étude des volumes maximums prélevables de l'Ouche et de ses affluents. 1741452. SMAE Ouche et affluents.
- Suez Consulting. 2021. Mise à jour du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable et modélisation du réseau du SIEHL. 20CAE038.
- Thiéry. 2018. Logiciel ÉROS version v7.1. Guide d'utilisation. Rapport BRGM/RP-67704-FR. BRGM.
- Turetsky MR, Benscoter B, Page S, Rein G, Van Der Werf GR, Watts A. 2015. Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geosci* 8:11-14.
- Université de Franche Comté. 2016. Le Doubs entre Oye-et-Palet et Remonot : Impacts de l'agglomération de Pontarlier sur le Doubs / Stage immersion M2 QuEST 2015/2016.
- Verdi. 2011. Schéma directeur d'alimentation en eau potable du plateau des Combes. ENV – 08.00261.
- Vernaux. 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherche écologique sur le réseau hydrographique du Doubs : essai de biotypologie. *Ann. Scient. Univ. Fr. Comté. Biol. Anim.* 3.

Base de données ONDE : <https://onde.eaufrance.fr/content/assec>

Base de données STEP Doubs-Jura

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

Base de données BNPE : <https://bnpe.eaufrance.fr/>

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

# ANNEXES

Rapport final

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES EN EAU A L'ECHELLE DE L'EPAGE ET DU SAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE EN  
VUE D'UNE STRATEGIE D'ADAPTATION

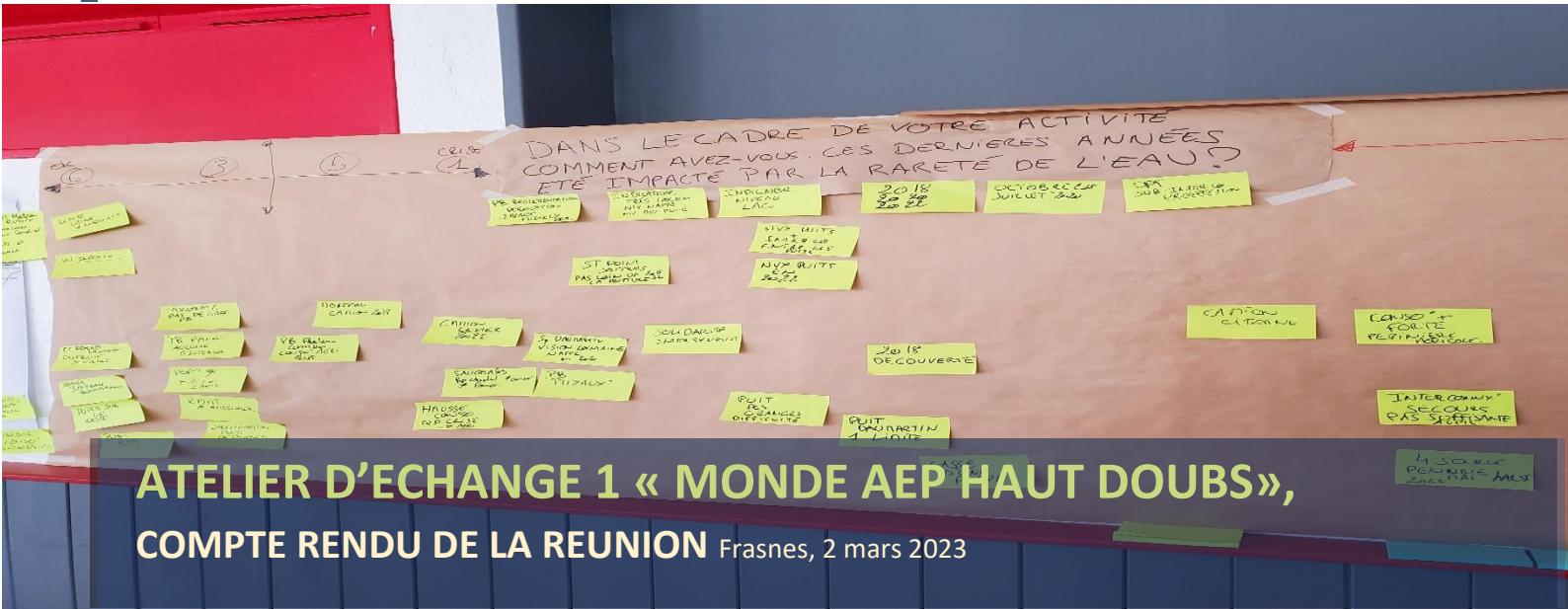


# ANNEXE 1

## COMPTE-RENDU DES ATELIERS DE MARS 2023

# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



### ATELIER D'ECHANGE 1 « MONDE AEP HAUT DOUBS », COMPTE RENDU DE LA REUNION Frasnes, 2 mars 2023

#### Un atelier pour débriefer les impacts des sécheresses récentes et défricher la démarche

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'idée est de pouvoir comprendre ô combien les années de sécheresse connues ces dernières années vont se répéter et si leur intensité va augmenter.

**3 ateliers sont prévus sur un et demi de démarche :** Une première série d'ateliers par « monde » pour discuter la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle ; un second atelier pour partager les résultats des modèles et explorer ce qu'ils impliquent ; enfin un troisième pour consolider des scénarios d'actions, à mettre en débat en Commission Locale de l'Eau, mais aussi dans l'ensemble des instances du territoire.

Ce document rend compte des premiers échanges opérés en mars 2023 lors de 5 « mini-ateliers » par monde : Agriculture, Tourisme, Eau potable, Milieux Aquatiques.

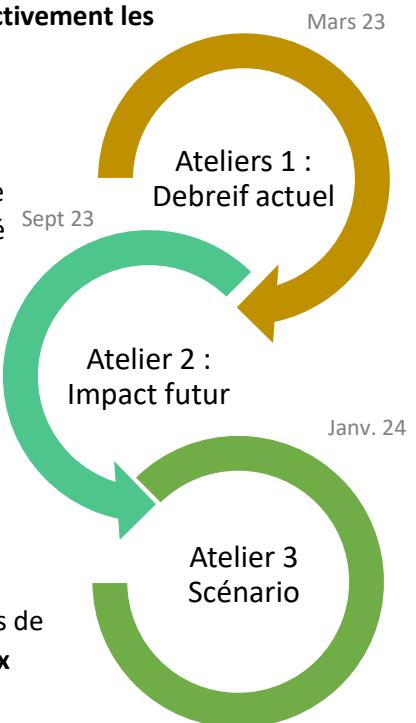


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche



*16 personnes étaient présentes pour cet atelier « Eau potable sur le bassin du Haut Doubs ». Globalement, certains secteurs et certaines organisations (communales notamment) semblent se sentir vulnérables face à la sécheresse, leurs ressource s'avérant trop fragiles et trop peu diversifiées par rapport à la sécheresse, de nombreux secteurs spécifiques ayant témoigné avoir dû boucler leur service au camion-citerne. Pour les mieux dotés, la situation interroge l'optimisation de leur système de fonctionnement technique (panne, dimensionnement, diversification) en cas de crise à venir et leur capacité à fournir les volumes de secours demandés face aux hausses actuelles (report agricole) ou future (population) de demande en eau.*

## **Impact des récentes sécheresses : situations ressenties sur le terrain par le monde agricole**

### **Pour 1 personne : « Les sécheresses nous ont plongé dans une situation de crise » :**

C'est l'assèchement, en 2022, des 4 sources alimentant la commune qui incite M. Pourcelet à se positionner dans le gradient de crise majeure.

- ▶ A Arc-sous-Cicon à partir de Mai, les 4 sources de la commune ont montré des signes de faiblesse, la pénurie franche s'opérant à partir de mi-mai, du jamais vu sur la commune.
- ▶ Une pépinière horticole, avec des besoins en eau spécifique au printemps a dû se reporter sur le réseau d'eau potable, sa nouvelle cuve pluviale<sup>1</sup> de 500 m<sup>3</sup> étant vide (au bout de 15 jours d'autonomie)
- ▶ La liaison avec le Syndicat des Eaux de Dommartin s'est avérée insuffisante d'un point de vue capacitaire pour se substituer à la pénurie locale à partir de mi-Juillet.
- ▶ En conséquence, le transport de la ressource en eau s'est opéré par camion-citerne, avec pour difficulté de trouver de la ressource disponible, mais aussi des camions, l'ensemble demandant beaucoup d'énergie et de stress.

### **Pour 8 personnes : « Elles ont nécessité de franchises adaptations »**

Deux dimensions ont été soulignées comme prépondérantes dans le positionnement intermédiaire de ce groupe : le constat de **ressources locales défaillante** d'un côté, et la **fragilité de certains systèmes de production** ou d'interconnexion de l'autre, selon une certaine diversité de situations.

Dans l'ensemble, et selon les différentes années sèches (2018-2020-2022), la plupart des participants de ce groupe n'ont **pas cumulé ces types de difficultés les mêmes années**, leur évitant le sentiment complet d'être en crise structurelle, certains ayant cependant bouclé leur service au camion-citerne (Levier en 2018, Morteau en 2020). Ceci étant, ils témoignent avoir appris de cette période, et être désormais dans une

<sup>1</sup> A noter que suite à un appel rapide de la pépinière pour mieux comprendre la configuration, la pépinière semble ne pas pouvoir bénéficier de subvention pour la construction de la cuve alors qu'elle constitue un des enjeux majeur pour l'approvisionnement de la commune.



posture d'attention « vive » et d'adaptation de leur stratégie de gestion sur le sujet, des actions correctives structurelles ayant déjà été mise en œuvre et étant aussi planifiées à l'avenir (« ce qui couté cher »), les subventions demandées se révélant d'ailleurs en augmentation sur le sujet (prospection, rénovation, interconnexion). Les services de l'Etat mettent aussi en avant des gestions de crise et dérogations rapides, défavorables aux milieux cependant, ayant permis de répondre aux urgences ressenties à l'échelle locale.

Dans le détail, les participants ont connu à leur échelle :

- ▶ **La défaillance d'au moins une de leur ressource**, avec des effets de tarissement complet ou de ressources insuffisantes pour faire face à la demande (puits, sources karstiques, lac). Si la plupart ont pu s'appuyer sur d'autres ressources en propre ou celle de leurs voisins interconnectés, certains ont connu des ruptures de service complètes ou très proches (Val de Morteau, Levier, Les Alliés, CCGP en 2018, Lac de Saint Point 2018 et 2020, Saugeais, etc.). L'ouverture de nouvelles ressources a pu soulager certains systèmes (CCGP)
- ▶ **La défaillance de certains de leur matériel ou portion de leur réseau**. Certains systèmes, sur ces périodes sèches, n'ont en effet pas été en mesure d'opérer à leur capacité maximale soit du fait de défaillances techniques momentanées (pompe et section en panne ou en travaux) soit du fait d'infrastructure de trop faible capacité ou simplement inexistante (pompe, réservoirs et connexions internes). Si ces situations paraissaient acceptables jusque-là, la défaillance de certaines ressources locales liée à la sécheresse a mis exergue la nécessité d'avoir désormais des systèmes de substitution en capacité totale de fonctionnement et dimensionné pour la crise. La CCGP et la branche de levier du SIE de Dommartin ont témoigné avoir été dans cette situation.
- ▶ **L'augmentation des consommations pendant les crises** (+75 % dans le Saugeais par exemple) avec notamment le report soudain, total ou partiel, des besoins agricoles sur les réseaux AEP suite au tarissement de leur source ou de leur réserve pluviale. Les systèmes communaux du Saugeais ou du Val de Morteau n'ont souvent pas réussi à y faire face demandant secours aux interconnexions voisines (SIE de Dommartin, SIE Plateau de Russey).
- ▶ **Une solidarité effective entre structures de gestion**. Très positives sur le principe, les interconnexions de secours ont bénéficié de manière contrasté à chacun. On peut distinguer :
  - Ceux ne disposant **pas d'interconnexion** alternatives (et ayant fini « au camion-citerne » certains années - Levier, Morteau)
  - Ceux pour lesquels les interconnexions se sont révélées **utiles mais insuffisantes** (limite capacitaire des infrastructures, connexion que dans un sens, ressource alternative elle aussi trop tendue arrivant en limite de réserve – Levier, Saugeais).
  - Ceux témoignant de dispositifs de connexion ayant « **bien marché** » mais révélant des « situations limites » si ce type d'années se multipliaient ou si les demandes en eau de secours venait à augmenter (plateau de Russey et val de Morteau)

#### Pour 4 personnes : « Nous avons été faiblement impacté »

Globalement, ces participants n'ont pas connu de problèmes majeurs, leur ressources s'étant montrées « stables », « excédentaires », « diversifiées » dans l'ensemble (CC Frasnes et Drugeon, Les granges), à l'exception de certaines espaces très spécifiques (communes du « haut » pour la CC Lacs et Montagne). Tous témoignent cependant ne plus pouvoir se permettre de défaillance technique au mauvais moment. Et d'exprimer une inquiétude sur les sécheresses de plus en plus violentes et longues, sans visibilité claire sur ce qu'il va arriver.



## Consolidation des hypothèses de demandes en eau actuelles et futures

---

Plusieurs chiffres ont été présentés à l'échelle annuelle sur les prélèvements totaux d'AEP, sur les rendements et sur la question de la consommation domestique (voir la présentation pour plus de détail). Plusieurs appuis des participants pour consolider ces hypothèses :

### La consommation domestique dans le Haut-Doubs et son évolution

- Pour le calcul de la consommation domestique, ARTELIA était reparti des chiffres de consommation domestique moyenne indiqués dans le SDAEP (Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable du Doubs, 2016) : 135 L/j/habitant et par EauFrance : 146 L/j/habitant.
  - Les participants ont souligné que ces chiffres paraissaient surestimés pour la seule consommation domestique : la consommation unitaire domestique serait plutôt de l'ordre de 38 à 40 m<sup>3</sup>/an/habitant soit entre 105 et 110 L/j/habitant.
  - Le chiffre actuel sera affiné à l'aide des schémas directeurs AEP disponibles (collecte des données en cours).
- Concernant la saisonnalité, les participants se sont accordés pour dire qu'elle était très faible et que la consommation domestique restait globalement stable l'été, sauf durant les périodes caniculaires (20 à 30% d'augmentation dans ce cas).
- Le chiffre global de la consommation domestique dans le Haut-Doubs peut être obtenu en multipliant la consommation unitaire par le nombre d'habitants. Mais des exports étant également réalisés à l'extérieur du bassin, il faudra d'abord affiner ces volumes avant d'avoir un chiffre fiable (voir ci-après).
- Sur l'évolution future de la consommation domestique unitaire, elle devrait rester globalement stable. Si des économies d'eau sont possibles par bonne volonté des utilisateurs et la réduction de l'utilisation de l'eau par les appareils électroménagers, on ne peut exclure de nouveaux usages, comme le remplissage des piscines qui connaissent un essor dans la région depuis quelques années.

### L'évolution de la population future

- ▶ La population a largement augmenté dans le Haut-Doubs selon les données de l'INSEE, passant d'environ 50 000 habitants dans les années 1970 à 75 000 habitants en 2019.
- ▶ Selon les éléments prospectifs des SCoTs locaux et les participants présents à l'atelier, cette dynamique d'augmentation de population devrait se poursuivre dans les années à venir. Un scénario prospectif de + 30% d'habitants à l'horizon 2050 est retenu.



## Rendements

- ▶ Sur la base des informations disponibles et collectées dans le bilan du PGRE (2022), où la moyenne des rendements de réseau s'élevait à 84% en 2020, ARTELIA tablait sur un rendement global de 80% dans le Haut-Doubs.
- ▶ Les participants ont indiqué que ce chiffre était surestimé et que le rendement s'établirait plutôt autour de 70%.
- ▶ Le rendement réel actuel sera réévalué à l'aide des informations des schémas directeurs disponibles (collecte des données en cours).
- ▶ Pour le futur, les participants ont indiqué que les rendements devraient continuer à s'améliorer (objectif de 80% ?).

## Exports

- ▶ La question des exports hors bassin versant est importante dans une logique de modélisation en chaîne. En effet, ces volumes prélevés (appelés prélèvement bruts) ne reviennent pas sur le bassin versant une fois consommés et donc ne sont plus disponibles pour l'aval du bassin versant. Ils doivent être mis au compte du bassin récepteur, soit hors périmètre si en dehors de la zone d'étude, soit au compte d'un bassin versant de l'étude (du bassin du Doubs vers la Loue par exemple).
- ▶ Des informations sur les exports ont été collectées de façon parcellaire lors de l'atelier. Il a été convenu de revenir vers les gestionnaires AEP pour leur demander des informations plus précises sur les volumes exportés (collecte des données en cours).

## Synthèse des critères d'analyse complémentaire au besoin-ressource, évoqués par les participants

- ▶ Analyser le cumul des périodes sans précipitations
  - Périodes de plus de 15 jours



## Tableau des personnes présentes

Exploitants AEP du Haut-Doubs	
Philippe BINETRUY	Président SIE Dommartin
Claude BINETRUY	SIE Haut Plateau Russey
Frédéric TOUBIN	Président SIE Bians les Usiers
Marie-Noelle DUFFAIT	Présidente SIE des Tareaux
Vincent BOUHELIER	SIE des Tareaux
Daniel DEFRAZNE	Président SIE Combès derniers et élu CCGP
Représentants des collectivités locales	
Sylvain CHARRIERE	CCGP / technique
Kevin FADIN	CCVal Morteau / élu
Claude LIETTA	CCLMHD / élu
Sarah COURDIER	CFD / technique
Eric LIEGEON	CFD / élu
Julien POURCELOT	CC Montbenoit / élu
Sébastien REUILLE	CC Montbenoit / technique
Dylan BEGRAND	CD25
Partenaires territoriaux (services de l'Etat)	
Nicole APPERRY	ARS
Etienne MAMET	DDT
EPAGE	
Amélie BARBIER-DODANE	EPAGE HDHL, SAGE
Cyril THEVENET	Direction EPAGE HDHL
Bureaux d'études	
Yannick Arama	YAC
Clément MEIRONE	ARTELIA

## Contact

**Amélie Barbier Dodane**  
Chargée de mission  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : a.barbier-dodane@eaudoubsloue.fr



# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



### ATELIER D'ECHANGE 1 « AEP HAUTE LOUE », COMPTE RENDU DE LA REUNION Ornans, 3 mars 2023

#### Un atelier pour débriefer les impacts des sécheresses récentes et défricher la démarche

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'idée est de pouvoir comprendre ô combien les années de sécheresse connues ces dernières années vont se répéter et si leur intensité va augmenter.

**3 ateliers sont prévus sur un an et demi de démarche** : Une première série d'ateliers par « monde » pour discuter la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle ; un second atelier tous ensemble pour partager les résultats des modèles et explorer ce qu'ils impliquent ; enfin un troisième, sur le même modèle, pour consolider des scénarios d'actions, à mettre en débat en Commission Locale de l'Eau, mais aussi dans l'ensemble des instances du territoire.

Ce document rend compte des premiers échanges opérés en mars 2023 lors de 5 « mini-ateliers » par monde : Agriculture, Tourisme, Eau potable, Milieux Aquatiques et plus particulièrement celui des acteurs de l'AEP du bassin de la Haute Loue.

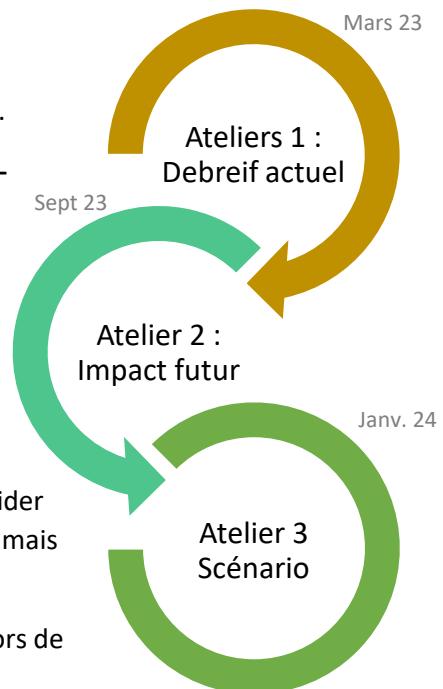


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

*16 personnes étaient présentes pour cet atelier « AEP sur le bassin de la Haute Loue ». Concernant les sécheresses actuelles, elles ont globalement témoigné de situations difficiles, mais pas critiques, à l'exception de quelques communes pas ou trop faiblement interconnectées. La situation actuelle et par analogie le changement climatique en cours et à venir interrogent les stratégies actuelles face à la rareté de l'eau : coordination de la gestion solidaire de crise (temps de crise et planification), financement des infrastructures, moyens d'instaurer une culture de la rareté, etc. Notons que les bassins versants s'avèrent peu identifiées alors que les résultats seront exprimés à ces échelles. Dans le détail :*

## **Impact des récentes sécheresses : situations ressenties sur le terrain côté AEP Haute Loue**

### **Pour 4 personnes : « Les sécheresses nous ont plongé dans une crise (2), ou pas loin (2) »**

Ce sont d'abord les partenaires techniques et financiers, Département, Agence de l'eau et ARS qui témoignent de leur forte préoccupation pour la zone de travail à l'aune de ce qu'ils rencontrent ailleurs. Ils mettent en exergue :

- ▶ le nombre, l'envergure et la **répétition des crises sur le terrain**, que cela s'exprime sur
  - la ressource en eau (sources taries, 40% des cours d'eau avec des assecs, comité sécheresse dès Mars) ou
  - le maintien des services (recours au camion-citerne dans un nombre important de communes, réserves communales à la limite de la rupture).
- ▶ A cela s'ajoute **des tendances défavorables** exacerbant les potentiels de crises, qu'elles soient :
  - conjoncturelles (report soudain de la demande agricole sur les réseaux AEP)
  - ou structurelles (augmentation de fond de la population).

Selon eux, les **conflits d'usage ont été évités de justesse** ces dernières années, témoignant que le territoire ne peut pas rester inactif sur la question. Au-delà, la faiblesse des ressources dans le milieu et l'impact sur son état ont posé de forts problèmes pour l'économie touristique du Haut-Doubs, pointant des conséquences au-delà de l'agriculture et de l'AEP.

Au titre des solutions en cours de déploiement, ils observent une augmentation des demandes de subvention pour adapter les systèmes de gestion témoignant d'une **volonté d'anticipation** de la part des gestionnaires de terrain.

Si 2018 a été une surprise, le territoire commence à se mettre en mouvement, les interconnexions étant en hausse, et des pistes de travail jusque-là laissées de côté semblent en cours de mobilisation (travail sur les zones humides, économie d'eau, réserve pluviale dans les exploitations, etc.)

De son côté, le **SAEP de Byans-sur-Doubs** a, pour sa part, fait l'expérience d'une situation de quasi-crise structurelle en 2022. La rupture d'un barrage sur la Loue en proximité de Lombard a affecté la recharge de la nappe alluviale de la Loue à l'amont.

Cette dernière, trop faiblement dotée dans cette double situation de sécheresse et d'absence d'ouvrage, s'est avérée quasi défaillante, le syndicat ayant **frôlé la livraison par camion de citerne**.

Depuis des travaux d'interconnexions et de diversification des ressources ont été menés, rassurant pour l'avenir à moyen terme.



## Pour 4 personnes : « Elles ont nécessité de franches adaptations »

Pour ce groupe, à l'échelle globale où s'opère leur gestion, les sécheresses n'ont pas impacté frontalement le maintien du service principalement du fait de **ressources multiples**. Ceci étant, certains indicateurs territoriaux paraissent inquiétants et parmi eux les assecs du Haut-Doubs, sur le bassin voisin et les **difficultés des communes ne disposant que d'une seule ressource**.

A ce titre, une culture de la rareté de l'eau semble poindre et un participant de pointer : « En 2022, il n'a pas fallu communiquer beaucoup pour qu'on se rende compte de la crise. Ca sautait aux yeux ». Dans le détail,

- ▶ Le **Grand Besançon** (hors périmètre de l'étude) a témoigné disposer de trois ressources principales d'approvisionnement sur différents bassins. Durant les différentes périodes de sécheresse, il adapte la saisonnalité de ses prélèvements et tend à privilégier la nappe de Novillars située sur le Doubs moyen plutôt que la branche Loue en tension.
- ▶ La Communauté de Commune des **Portes du Doubs**, n'a pas connu de défaillance d'ordre général, sa ressource principale étant alimentée par le « cœur des ressources de la vallée de la Loue ». Elle identifie cependant clairement la fragilité structurelle des communes non interconnectées, et dont certaines ont fini au camion-citerne.
- ▶ Côté SIE du **Pays de Quingey**, « le système a tenu mais on était limite ».
  - L'interconnexion avec la branche de Lombard du SAEP de Byans et le nouveau schéma directeur du Syndicat constituent désormais une sécurité patente. Son représentant plébiscite par ailleurs la construction de réserves à inscrire dans les PLUi, et souligne positivement les financements départementaux des citerne aux agriculteurs de manière à retarder leur report sur les réseaux AEP en tension.
  - Si la sécheresse pose des questions quantitatives pour l'AEP, elle interroge fortement le volet Assainissement sur le volet **qualité de l'eau**. « Nos plus petits cours d'eau ne sont alimentés, en été, plus que par les rejets de STEP ... ».

## Pour 7 personnes : « Nous avons été faiblement impacté ou très à la marge »

Pour ce groupe, les épisodes de sécheresse estivale des dernières années n'ont pas déclenché de crise majeure sur leur territoire ou au sein de leur organisation. La **multiplicité de leurs ressources et leur relative abondance**, en lien avec leur positionnement géographique les ont relativement épargnés.

Ceci étant un certain nombre de perspectives laisse présager des difficultés (au premier rang desquels la sécheresse hivernale actuelle et les résultats de la présente étude) et impliquer **des choix d'ordre plus politiques** notamment autour de l'évolution des prix, de la répartition des efforts financiers, du transfert de la compétence, du découragement de certains usages incohérents en lien avec le manque de ressource actuels et à venir, etc. Dans le détail :

- ▶ Du côté du **SIE Rennes Chay**, les réserves ont presque été vidées.
  - Outre le fait d'être passé près de la crise, ces épisodes ont mise en exergue la nécessité de travailler à l'amélioration des rendements du réseau pour lesquels il existe encore de vraies marges de manœuvre.
  - Le syndicat a également été confronté à des actes de vandalisme sur les bouches à incendies, comportement qui pourraient émerger plus massivement si la ressource et les canicules se multiplient.



- Le **SIE de la Haute Loue** est pour sa part pourvoyeur d'eau pour ses membres mais aussi pour les communautés voisines (Grand Besançon, Plateau d'Amancey, etc.). Lors des précédents épisodes de sécheresses, les sources karstiques ont clairement connu une dynamique de baisse à l'étiage. Les ressources de la Haute-Loue ont néanmoins permis de répondre à la situation. Une nouvelle capacité de stockage permet à Hautepierre le Chatelet de mieux sécuriser la branche vers le plateau d'Amancey. La question de la coordination et de la **répartition financière des efforts** constitue une forte préoccupation.
- Pour le **SIE du Plateau d'Amancey**, la situation est largement dépendante du SIE de la Haute Loue à qui il achète des volumes en gros. En période d'étiage, leurs propres ressources s'avèrent très basses. Un travail sur le pilotage des consommations paraît primordial en période de crise ainsi que d'exploration de nouvelles ressources (en cours). A l'échelle globale, les demandes en eau sur leur périmètre ne semblent pas augmenter. L'instauration de compteur communicant paraît constituer une piste de travail nécessaire, de même que coordonner l'usage des réserves pluviales des exploitations agricoles.
- Côté **Communauté de Commune Loue et Lison**, la situation ne paraît pas critique au regard du nombre d'interconnexions permettant de globalement sécuriser leur système.

Plus globalement, tous les participants ont échangé sur plusieurs points transversaux :

- Si tout le monde a aujourd'hui connaissance de la fragilité du territoire face aux épisodes de sécheresse, les habitants du territoire n'ont **pas encore de culture profonde de la rareté de l'eau**. Autrement dit, personne n'a été témoin d'un infléchissement important des consommations en période de crise. Si les consommations baissent, c'est un mouvement de long terme plus global, peu corrélé au sentiment de rareté locale. Il devrait d'ailleurs connaître un plateau-plancher et ne plus baisser.
- Si tout le monde loue les solidarités entre structures, les adaptations structurelles qu'elles appellent, semblent demander de se pencher très sérieusement sur plusieurs aspects sonnant et trébuchant :
  - Faut-il utiliser **un signal-prix** pour obliger les consommateurs à opérer des économies d'eau plus sérieuses et permettre de financer des investissements appelés à être plus importants (recherche et diversification des ressources, forage profond, hausse des rendements, création d'interconnexion, élargissement des réserves, etc.) ? Plusieurs plaident à minima pour l'instauration généralisée de la tarification progressive.
  - Faut-il généraliser, les **compteurs pilotable à distance** qui permettraient de mieux piloter les situations de crises (connaissance en direct des consommations, mise en place de plafond journalier automatisés, etc.) ?
  - Comment coordonner et conventionner **avec les agriculteurs** pour que leurs réserves pluviales soient disponibles prioritairement pour les temps de crise et quel impact pour et sur leur contribution financière ?
  - Devra-t-on réguler la multiplication éventuelle de construction des **piscines** ?
  - Dans le cadre du développement de nouvelles ressources pluviales ou de transfert, impliquant de moindres consommations d'eau issues du réseau local AEP, mais un maintien ou une hausse des volumes amenés aux stations d'épuration, faudra-t-il spécifiquement augmenter le prix des **contributions pour l'assainissement collectif** ou instaurer une taxe aux équipements de récupération d'eau de pluie ?

Un ensemble de question à explorer et mettre en perspective des résultats de l'étude.



# Consolidation des hypothèses de demandes en eau actuelles et futures à intégrer au modèle

---

Plusieurs chiffres ont été présentés à l'échelle annuelle sur les prélèvements totaux d'AEP, sur les rendements et sur la question de la consommation domestique (voir la présentation pour plus de détail). Plusieurs appuis des participants pour consolider ces hypothèses :

## La consommation domestique dans le Haute-Loue et son évolution

- Pour le calcul de la consommation domestique, ARTELIA était reparti des chiffres de consommation domestique moyenne indiqués dans le SDAEP (Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable du Doubs, 2016) : 135 L/j/habitant et par EauFrance : 146 L/j/habitant.
  - Les participants ont souligné que ces chiffres paraissaient surestimés pour la seule consommation domestique : la consommation unitaire domestique serait plutôt de l'ordre de 38 à 40 m<sup>3</sup>/an/habitant soit entre 105 et 110 L/j/habitant.
  - Le chiffre actuel sera affiné à l'aide des schémas directeurs AEP disponibles (collecte des données en cours).
- Concernant la saisonnalité, les participants se sont accordés pour dire qu'elle était très faible et que la consommation domestique restait globalement stable toute l'année.
- Le chiffre global de la consommation domestique dans le bassin versant de la Haute-Loue peut-être obtenu en multipliant la consommation unitaire par le nombre d'habitants. Mais des exports étant également réalisés à l'extérieur du bassin, il faudra d'abord affiner ces volumes avant d'avoir un chiffre fiable (voir ci-après).
- Sur l'évolution future de la consommation domestique unitaire, elle devrait rester globalement stable. Si des économies d'eau sont possibles par bonne volonté des utilisateurs et la réduction de l'utilisation de l'eau par les appareils électroménagers, on ne peut exclure de nouveaux usages, comme le remplissage des piscines qui connaissent un essor dans la région depuis quelques années.

## L'évolution de la population future

- ▶ La population a globalement augmenté dans le BV de la Haute-Loue selon les données de l'INSEE, passant d'environ 38 000 habitants dans les années 1970 à 53 000 habitants en 2019.
- ▶ Selon les éléments prospectifs des SCoTs locaux et les participants présents à l'atelier, cette dynamique d'augmentation de population devrait se poursuivre à plus faible allure dans les années à venir. Un scénario prospectif de + 10% d'habitants à l'horizon 2050 est retenu.

## Rendements

- ▶ Sur la base des informations disponibles et collectées dans le bilan du SDAGE (2016), ARTELIA tablait sur un rendement global de 75% dans le BV de la Haute-Loue.
- ▶ Les participants ont indiqué que ce chiffre était probablement surestimé et que le rendement s'établirait plutôt autour de 70%.



- Le rendement réel actuel sera réévalué à l'aide des informations des schémas directeurs disponibles (collecte des données en cours).
- **Pour le futur**, les participants ont indiqué que les rendements devraient continuer à s'améliorer.

## Exports

- Dans le cadre de l'étude, la question des exports est importante car les volumes exportés doivent être pris en compte et réalloués, dans le cadre du modèle, dans leur bassin de rejet, ce dernier pouvant être hors périmètre de l'étude (export vers Besançon par exemple) ou alloués à un autre sous bassin de l'étude (du Doubs vers la Haute Loue par exemple, ou de la Haute Loue vers Loue moyenne). Des informations sur les exports ont été collectées de façon parcellaire lors de l'atelier, les exports étant initialement entendu, par les gestionnaires, entre structures. Or, ici, une même structure gestionnaire peut en interne transférer de l'eau d'un bassin à l'autre (Cas du SIE d'Amancey, de la Haute Loue, de Dommartin, de Bans, de Russey, etc.).
- Ce travail nécessitant une analyse des gestionnaires, il a été convenu de revenir vers les gestionnaires AEP pour leur demander des informations plus précises sur les volumes exportés (collecte des données en cours).

## Synthèse des critères d'analyse complémentaire au besoin-ressource, évoqués par les participants

- Analyser le cumul des périodes sans précipitations
  - Périodes de plus de 15 jours
  - Périodes de plus de 45 jours



# Tableau des personnes présentes

---

Exploitants AEP de la Haute-Loue	
Marc JACQUOT	SIPQ Pays Quingey
Pierre MAIRE	SIEPA Syndicat Plateau d'Amencey / président
Philippe BOUQUET	Syndicat de la Haute-Loue / président
Cécile PERRIN	Syndicat de la Haute-Loue
Philippe EDME	SAEP de Byans sur Doubs
Gérard PANLIN	SIE Rennes Chay / élu
Représentants des collectivités locales	
Beatrix LOIZON	VP CD25
Angèle PRILLARD	CC Loue Lison
Aurore BROCHARD	CCPHD / tech
Hugo FAUGET	GBM / tech
Denis JACQUIN	GBM / élu
Associations	
Laurent FABRICE	Assoc consommateurs (CLCV)
Partenaires territoriaux (services de l'Etat)	
Nicole APPERRY	ARS
Sébastien CANAULT	Agence de l'eau
Sophie CAREME	Agence de l'eau
Bureaux d'études	
Yannick Arama	YAC
Clément MEIRONE	ARTELIA

## Contact

---

**Amélie Barbier Dodane**  
Chargée de mission  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : a.barbier-dodane@eaudoubsloue.fr

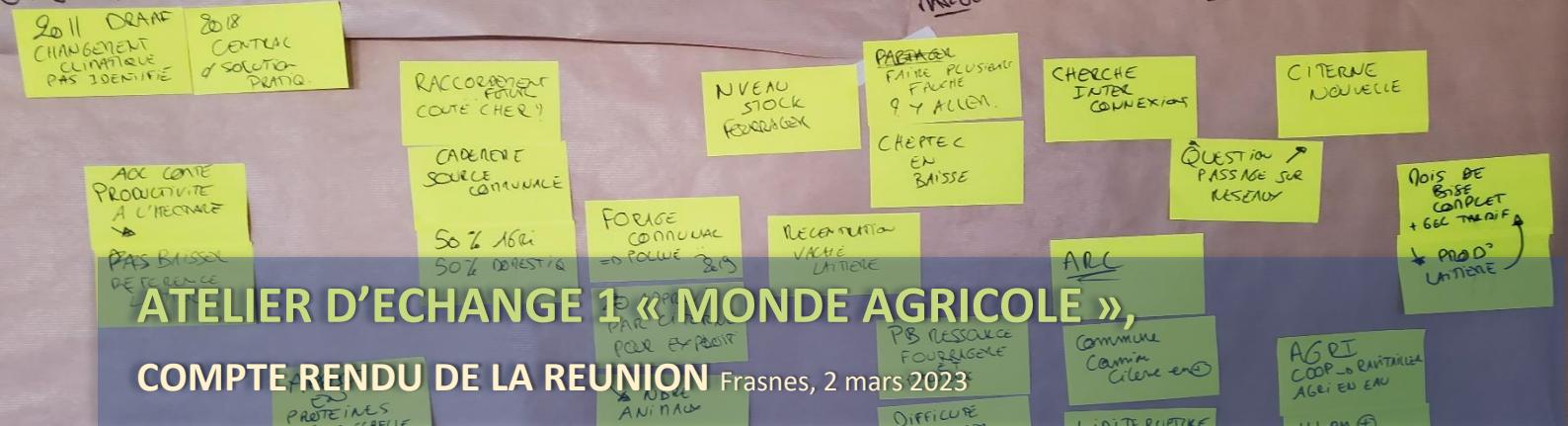


# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



CADRE DE VOTRE ACTIVITÉ  
AVEZ-VOUS CES DERNIÈRES ANNÉES  
ETÉ PAR LA RARETÉ DE L'EAU ?



### Un atelier pour débriefer les impacts des sécheresses récentes et défricher la démarche

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'idée est de pouvoir comprendre ô combien les années de sécheresse connues ces dernières années vont se répéter et si leur intensité va augmenter.

**3 ateliers sont prévus sur un et demi de démarche :** Une première série d'ateliers par « monde » pour discuter la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle ; un second atelier pour partager les résultats des modèles et explorer ce qu'ils impliquent ; enfin un troisième pour consolider des scénarios d'actions, à mettre en débat en Commission Locale de l'Eau, mais aussi dans l'ensemble des instances du territoire.

Ce document rend compte des premiers échanges opérés en mars 2023 lors de 5 « mini-ateliers » par monde : Agriculture, Tourisme, Eau potable, Milieux Aquatiques.

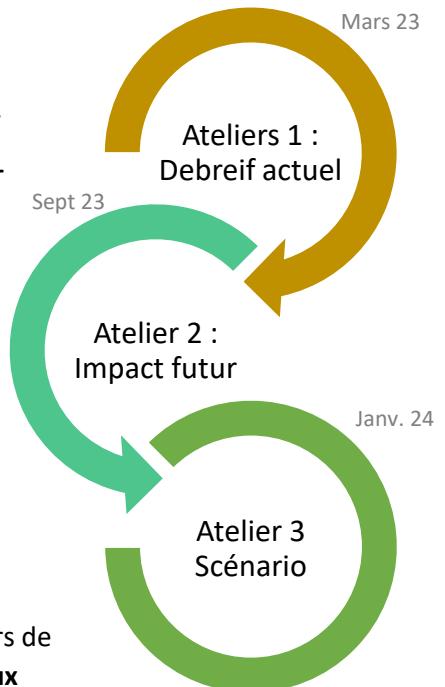


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

*23 personnes étaient présentes pour cet atelier « monde agricole ». Globalement les personnes présentes ont semblé très activement concernées par l'impact du changement climatique. Les exploitants présents ont témoigné de situations dès aujourd'hui difficiles à très difficiles quant à la ressource fourragère et l'accès à la ressource en eau. Côté prospective de leur activité l'évolution des cheptels et le développement d'infrastructure autonome et leur pilotage ont été plus particulièrement discuté. La situation particulière des élevages caprins, maraîchage/petits fruits et des fromageries a également été abordée.*

## **Impact des récentes sécheresses : situations ressenties sur le terrain par le monde agricole**

---

### **Pour 8 personnes : « Les sécheresses nous ont plongé dans une crise, ou pas loin » :**

C'est la **rupture d'approvisionnement en eau potable**, cumulée à une difficulté fourragère, qui incite à se positionner proche du gradient de « crise » et les participants de témoigner, dans le détail :

- ▶ D'une situation de rupture totale de l'approvisionnement de la commune ou
- ▶ D'une rupture partielle uniquement pour l'approvisionnement des exploitations.
- ▶ Dans tous les cas, un approvisionnement en camion-citerne d'urgence pendant 6 à 7 semaines, soit en direct, soit via la coopérative, avec une difficulté de trouver les camions disponibles d'un côté, et la ressource de l'autre.

Le sentiment de crise semble aussi lié à l'**absence de ressource alternative disponible**

- ▶ A l'échelle communale, avec une ressource unique défaillante, pas d'interconnexion avec d'autres réseaux ou forage alternatif finalement inopérant (pour des questions sanitaires)
- ▶ A l'échelle de l'exploitation, citerne non disponible (absence ou vide), source à la parcelle tarie au milieu de l'été

En termes de **conséquence et perspectives** de court terme

- ▶ A l'échelle communale : se raccorder à d'autres réseaux (cher)
- ▶ A l'échelle de l'exploitation, décision de :
  - Baisser le cheptel non laitier
  - De construire de nouvelles citernes et de réserver ce volume au moment où l'approvisionnement communal est défaillant
  - Explorer la possibilité de nouveaux forages (pour les plus riches)

La DRAAF identifie pour sa part que le changement climatique était absent des prospectives agricoles il y a 10 ans et que c'est devenu un point central dans les préoccupations actuelles et pour lesquelles aucune perspective simple ne semble se dessiner aujourd'hui.

Les questions fourragères ont aussi été soulevées dans ce groupe, les deux dimensions cumulées constituant l'effet de crise ressenti pour les mieux dotés en eau d'abreuvement. Elles sont traitées dans le point suivant.



## Pour 7 personnes : « Elles ont nécessité de franches adaptations »

Pour ce groupe (tous des éleveurs bovin et caprin), les problèmes d'accès à l'eau d'abreuvement semblent moins aigus, disposant de ressources communales suffisantes ou de ressource alternative en propre.

Les sécheresses mettent d'abord à mal **l'autonomie fourragère** de leur exploitation :

- ▶ Des périodes « sans » précipitations de plus en plus longue en été, au printemps
- ▶ L'apparition de sécheresses hivernales doublées d'impacts de la bise plus important
- ▶ La pullulation de campagnol suite aux épisodes secs

En conséquence, **les productions fourragères et herbagères sont en très forte baisse** globalement et de manière drastique dans les zones séchantes avec :

- ▶ Une attention aux périodes sans précipitation de plus de 15 jours, les réserves utiles en eau étant de cet ordre dans 50 % des sols selon un participant
- ▶ Des productions moitié à deux tiers moins importantes dans les zones exposées (au Sud, au vent, en pente) selon un autre et le report sur des zones jusque là peu exploitée (zone au nord, zone humide)
- ▶ Un **déséquilibre fourrager structurel** semble se dessiner avec le cumul d'années sèches, mettant à mal certains équilibres (économique, temps, stress, etc.)

**Les pics de canicule** (nombre de jour au-delà de 27 °C) et la baisse de la qualité fourragère dûe aux gels tardifs **ont également impacté les productions laitières (en baisse)**

En termes de **conséquence et perspectives** sur l'exploitation, les exploitants et la filière

- ▶ **Le pilotage de la fauche, des troupeaux et des stocks** fourragers est complexifié avec des choix économique peu rentables (multiplication des fauches, des charges énergétiques, du temps, etc.), des ressources fourragère AOP peu substituable et du stress psychologique (miser sur le « regain » d'automne incertain en dernier recours)
- ▶ **Le pilotage économique de long terme est brouillé** avec la perspective d'une crise capacitaire et des questions structurelle de long termes (économique, paysagère, etc.)
  - Faut-il recréer des haies ? Arrêter de sortir les bêtes en été ?
  - Faut-il décapitaliser une partie des cheptels et faire mieux avec moins ? baisser les couts ?
  - Faut-il adapter structurellement la filière et le cahiers des charges (baisser références laitières, etc.)
- ▶ **Côté Maraichage**, l'exploitante présente a expliqué ne pas avoir été impacté par les arrêtés sécheresses sur ses parcelles irriguées. Sur celles-ci, elle est passé au goutte à goutte. Sur les parcelles non irriguées, elle a adapté ses plantations. Les températures au-delà de 30°C lors des pics de chaleur grillent les productions. Côté **petits fruits** aux Fourgs, perte de la récolte.

## Pour 4 personnes : « Nous avons été faiblement impacté »

- ▶ Les représentants des **fruitières** expliquent ne pas avoir été impacté en direct, les réseaux AEP ayant tenus là où elles se situent. De nouveaux process consomment par ailleurs moins d'eau, mais des progrès restent à faire. Une recrudescence de salmonelle et listeria cependant.
- ▶ Les exploitants en bovin lait de ce « groupe » témoignent avoir été moins impactés que les précédents. D'un point de vue quantitatif, ils disposent de **ressources alternatives** avec des sources privées ou des citernes leur permettant de moins ou pas dépendre des ressources communales en été. Ils mettent cependant en avant des problèmes de qualité de l'eau de leurs sources à la parcelle, certaines bactéries résistant aux traitements chlorés.



## Consolidation des hypothèses de demandes en eau actuelles et futures

---

Plusieurs méthodes de calculs ont été présentées à l'échelle annuelle (Bdd ASSECs de la Chambre Régionale d'Agriculture + méthode ARTELIA : voir la présentation pour plus de détail), les ordres de grandeurs trouvés étant relativement similaires. Plusieurs appuis des participants pour consolider ces hypothèses :

### Les besoins théoriques en eau des UGB bovins et caprins et leur évolution

**Pour les bovins-lait,** il faut distinguer eau verte (abreuvement) et eau blanche (eau de process de la traite) :

- ▶ **Pour l'eau blanche**, on considère que la demande en eau est de 20l/j/vache laitière, ces dernières représentant en moyenne entre 55 et 60 % des cheptels locaux de l'AOP. Cette eau de lavage semble en augmentation pour des raisons sanitaires.
- ▶ **Pour l'eau d'abreuvement**, il faut distinguer la moyenne annuelle et les variations saisonnières
  - A l'échelle annuelle, les 60 l/UGB/j identifiés dans la littérature départementale semblent sous évalués : **75 l paraissent plus justes.**
  - Les variation saisonnières :
    - **En hiver**, de novembre à avril, la consommation par UBG est de **20 litres supérieure par jour**, liée aux rations sèches par rapport à la période printanière et les étés humides.
    - Le recours au foin **en cas d'été sec**, comme ces dernières années de sécheresse, rajoute clairement deux mois supplémentaire dans l'année où le **besoin en eau des UGB est plus important**.
    - **Concernant le futur**, la hausse de consommation en été devrait se généraliser en juillet et Aout, liés aux canicules et pâturage sec/affourrage au foin.

**Pour les caprins**, la consommation par tête est de 5 à 8 l/jour.

### L'évolution des cheptels historique et future

- ▶ Selon les participants, si les cheptels bovin lait ont connu une augmentation progressive ces dernières années, on observe une stabilisation voire des signaux faible d'une amorce de repli en lien avec les sujets abordés dans l'atelier.
- ▶ **Dans le futur**, aucun participant n'a défendu une augmentation du cheptel. En termes de probabilité ressentie, la tendance va plutôt à la baisse. Mais l'idée étant de tester un stress test, il paraît intéressant de modéliser **un scénario avec un cheptel constant**.

### La demande en eau du maraîchage irrigué

#### Les besoins à l'hectare

- ▶ Actuellement, un ordre de grandeur est donné de l'ordre de 1700m<sup>3</sup>/ha sur la période de Mai à Septembre avec une approche responsable. Evocation de 2000 m<sup>3</sup> pour être plus représentatif des pratiques d'irrigation.



- Pas d'évolution spécifique discutée **pour le futur**

### **Les surfaces irriguées**

- Les surfaces irriguées n'ont pas été récoltées à ce stade à l'échelle du périmètre d'étude.  
La DRAAF propose de mettre ces données à disposition de l'équipe technique
- **Dans le futur**, on imagine que toutes les surfaces en pluvial passent en irrigué.

### **L'irrigation des céréales et des prairies**

- Aujourd'hui cette demande est très marginale
- **Dans le futur**, Les participants n'imaginent pas le développement de prairies irriguées dans le futur, cela n'étant pas dans la culture du territoire.

### **Origine de l'eau pour exploitation bovin-lait**

- La grande majorité des prélèvements s'opère sur réseau AEP. Quand des citernes pluviales existent (à la marge aujourd'hui), elles sont utilisées en priorité pour réduire le coût des charges d'eau tout au long de l'année.
- **Dans le futur**, les participants envisagent que **le développement des citernes se généralise** et qu'elles soient gérées, en lien avec la multiplication des sécheresses, comme une **ressource alternative en cas de défaillance des réseaux d'eau potable**.  
Dans ce cadre, il est imaginé que ces citernes puissent être remplies pas seulement avec la ressource pluviale, mais également via le réseau AEP juste avant les épisodes de rareté de la ressource, en étroite collaboration avec les SIE. Cela n'est pas sans poser des questions d'équilibre économique des SIE et des questions sanitaires quant à la qualité des laits fromagers.

### **Synthèse des critères d'analyse complémentaire au besoin-ressource, évoqués par les participants**

- Analyser le cumul/fréquence d'années sèches
- Analyser le cumul des périodes sans précipitations
  - Périodes de plus de 15 jours
  - Périodes de plus de 1.5 mois (capacité d'autonomie des citernes)
- Analyser les périodes de canicules
  - Au-delà de 27°C (baisse des productivités laitières)
  - Au-delà de 30° (production maraîchères qui grillent)



# Tableau des personnes présentes

Exploitants secteur bassin du Haut-Doubs	
Philippe CHAPUIS	Bovin lait fromager
Yves LOUVRIER	Bovin lait fromager / Elu Maire Cluse et Mijoux
Emilien CLAUDEPIERRE	Bovin lait fromager / Elu CA
Florian STUDER	Bovin lait fromager
Robert BEYELER	Petits Fruits / GAB 25/90
Exploitant.e.s secteur bassin de la Loue	
Nicolas LECATRE	Bovin lait fromager / GAEC des Azurés
Aurélien DORNIER	Bovin lait fromager / Elu, Maire
Bérangère MARTIN	Maraichage
Damien CASTELLA	Bovin lait fromager / Elu, Maire
Représentants des filières (exploitants-élus et techniciens)	
Gérard COQUARD	Exploitant bovin lait / secteur Loue / CIGC
Marie-Françoise DE DOMINICIS	Directrice FRCL
Jean-Baptiste CATTIN	Exploitant Bovin lait fromager / secteur loue / Vice-président FRCL
Mathias BOUILLET	Exploitants Bovin Lait / Secteur BV de la Cuisance FRCL Massif Jurassien /
Eric FEVRIER	Exploitant Bovin Lait fromager / secteur Loue / Président URFAC et Mont d'Or
Partenaires techniques Consulaires	
Didier TOURRENNE	Chambre agriculture du Doubs
Pauline MURGUE	Chambre agriculture BFC
Partenaires territoriaux (Collectivités, services de l'Etat à	
Laure-Antide NAHORNYS	DDT
Florent VIPREY	DRAAF
Marie-Paul Brand	Département du Doubs /Elue
Amélie BARBIER-DODANE	EPAGE HDHL, SAGE
Cyril THEVENET	Direction EPAGE HDHL
Bureaux d'études	
Yannick Arama	YAC
Clément MEIRONE	ARTELIA

## Contact

**Amélie Barbier Dodane**  
Chargée de mission  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : a.barbier-dodane@eaudoubsloue.fr

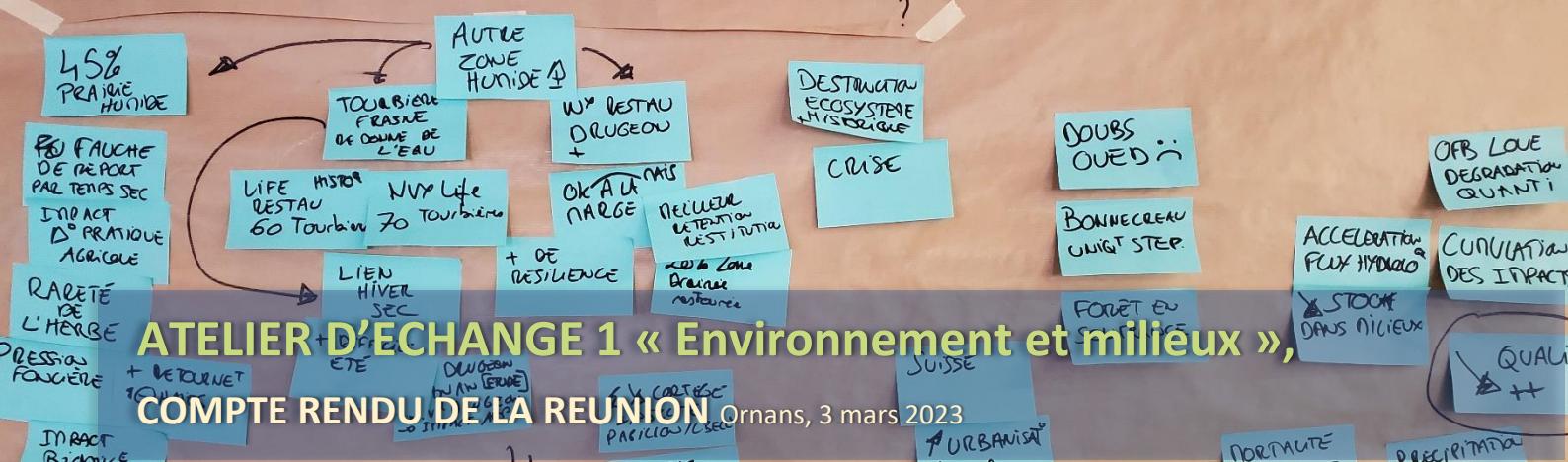


# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



... ET DANS LE CADRE DE VOTRE ACTIVITÉ, COMMENT LES MILIEUX ONT ÉTÉ IMPACTÉ PAR LA RARETÉ DE L'EAU ?



### Un atelier pour débriefer les impacts des sécheresses récentes et défricher la démarche

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'idée est de pouvoir comprendre ô combien les années de sécheresse connues ces dernières années vont se répéter et si leur intensité va augmenter.

**3 ateliers sont prévus sur un et demi de démarche :** Une première série d'ateliers par « monde » pour discuter la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle ; un second atelier pour partager les résultats des modèles et explorer ce qu'ils impliquent ; enfin un troisième pour consolider des scénarios d'actions, à mettre en débat en Commission Locale de l'Eau, mais aussi dans l'ensemble des instances du territoire.

Ce document rend compte des premiers échanges opérés en mars 2023 lors de 5 « mini-ateliers » par monde : Agriculture, Tourisme, Eau potable, Milieux Aquatiques.

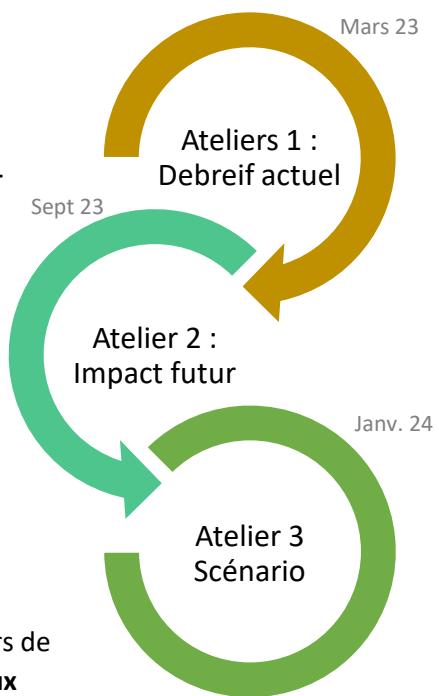


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

*16 personnes étaient présentes pour cet atelier « Environnement -milieux aquatiques ». Les personnes ont mis en avant que le fonctionnement des milieux aquatiques est loin d'être optimal pour que le territoire puisse faire face aux sécheresses actuelles et à venir. Les capacités de recharge, stockage et restitution de l'eau en période d'étiage sont altérées face aux incisions de cours d'eau et zones et prairies humides dégradées. Leur détérioration historique progressive constitue une épine dans le pied du territoire alors que les sécheresses risquent de devenir plus récurrente à l'avenir. Les populations d'insectes, libellules, écrevisses et poissons d'eau froide sont mises à mal.*

## **Impact des récentes sécheresses : situations ressenties sur le terrain par les acteurs de l'environnement**

---

### **Pour 3 personnes : « Les sécheresses exacerbant une crise des milieux déjà existante »**

Les personnes se positionnant sur le gradiant de crise le plus aigüe mettent en avant la **détérioration globale et historique des rivières, zones humides et tourbières** sur le territoire étudié. Ils ont une moins bonne, voire **mauvaises, réponse aux situation de sécheresses** actuelles et exacerbant le sentiment de crise sur la ressource et sa disponibilité. Deux impacts différents sont soulignés :

- ▶ Un **impact sur la biodiversité** propre des écosystèmes
- ▶ Un **impact sur les services** qu'ils pourraient rendre au territoire mais ne sont plus ou moins en mesure de procurer :
  - **Ralentir et stocker** de la ressource en eau en hiver
  - **La rendre disponible et la redonner** en été à l'étiage, pour le cours d'eau lui-même et pour les usages associés
- ▶ « Aujourd'hui, il y a une accélération du cycle de l'eau, avec des plus grosses crues et des plus gros étiages. [Indépendamment de la pluviométrie], le mauvais état cumulé de la rivière et de ses milieux explique largement cette situation. **L'imperméabilisation** des sols, le **drainage** agricole et la diminution des linéaires de haies ont accéléré les flux et diminué la capacité de stockage des sols. **L'incision** du lit des cours d'eau (leur enfouissement et passage toujours au même endroit) a accéléré les débits, augmenté les pertes karstiques et « vidé » les nappes souterraines. **L'augmentation de la demande** en eau sublime cette situation (plus de prélèvements, moins d'eau disponible pour l'aval).
- ▶ En conséquence, le « Doubs est devenu un oued » et les sécheresses « mettent en lumière quelque chose que l'on sait depuis longtemps mais qui là devient palpable », « concret » pour tout le monde, jusqu'à des [défaillances sur l'eau potable].

### **Pour 7 personnes : « certaines zones en crise, d'autres qui s'en sortent mieux »**

Si l'ensemble des participants souscrivent aux premières prises de paroles à l'échelle globale, les suivants expliquent s'être placé sur un gradiant de sentiment plus nuancé car certains zones s'en sortent mieux que d'autres. Pour autant, la situation est loin d'être rassurante.



- Sur les **secteurs préservés ou restaurés**, « on voit clairement **de meilleures réponses** à la sécheresse ».
  - « Sur le **Drugeon**, les tourbières et zones humides ont permis d'abonder les nappes en période hivernale et rendre disponible de la ressource en période de sécheresse ». « Ce secteur a mieux résisté ».
  - « Le programme Life de **restauration** a permis de restaurer et d'optimiser le fonctionnement de ces milieux ». « On étude la relation entre ces restaurations et deux puits AEP ». « Le prochain Life permettra de continuer dans cette dynamique. Si c'est positif, c'est néanmoins loin d'être assez ».
- **D'autres secteurs** ou dimensions paraissent en revanche **en forte souffrance** et moins bien armées :
  - L'ensemble des secteurs de **cours d'eau incisés**
  - les **petits cours d'eau de tête de bassin** sur la Haute-Loue connaissant des assecs
  - les **prairies humides**, représentant 45 % des milieux humides du territoire, espace de stockage central de l'eau dans les sols. Elles ont tendance à constituer des zones de reports de paturage et de fauche pendant les sécheresses. Les pratiques agricoles en évolution et sous pression foncière favorisent **leur retournement**. Elles perdent en conséquence certaines de leurs caractéristiques utiles en période de sécheresse.
- **Les sécheresses dégradent aussi la qualité de l'eau**, les faibles débits concentrant
  - Les phosphores issus de l'agriculture et des stations d'épurations,
  - La température, cette dernière augmentant fortement dans les zones non ombragées, favorisant
  - L'eutrophisation (apparition d'algues, asphyxie des écosystèmes)
- En conséquence l'impact sur les populations liées aux milieux est vraiment significatif :
  - **Les cortèges d'insectes et de libellules** ont fortement souffert des sécheresses et hausse de température tout comme les populations d'**écrevisses**
  - **Les populations de poissons** et notamment les poissons d'eau froide (truites) sont en chutes libres. « La pêche a été interdite pendant un mois cette année ». « L'impact sur le tourisme de pêche est vraiment significatif ».

Enfin, la réfection voir la réhausse de la retenue du **Lac de Saint-Point** apparaît fondamentale en période de sécheresse, cette dernière permettant de soutenir les débits à l'aval (bénéficiant au Haut-Doubs, mais aussi à la Haute-Loue).

### Pour 3 personnes : « Une crise encore partielle et une prise de conscience en cours ? »

- Une personne met en avant le fait que les crises actuelles ne sont pas encore à l'image de celles à venir. « **On est pas encore dans le dur** ». L'apparition de faibles recharges hivernales et la réduction, voire la disparition des stocks de neige sont mis en avant comme autant de facteurs de risque pour l'avenir.
- Cette succession de crises liées au manque d'eau a aussi permis **une certaine prise de conscience** émergeante. Elle renforce les investissements en termes de **suivi scientifique, de vulgarisation** et laisse entendre l'apparition d'une certaine culture de la rareté de l'eau dans le Doubs qui reste cependant à conforter.



# **Consolidation des hypothèses de demandes en eau actuelles et futures**

---

Diverses questions ont été discutées lors de cet atelier dans le but de recueillir l'avis des participants sur les hypothèses à appliquer pour les futures demandes en eau. Les discussions ont principalement porté sur les problématiques rencontrées au sein de l'EPAGE (voir ci-dessus), plus que sur la discussion précise des hypothèses. Voici néanmoins quelques éléments rapportés par les participants sur ce point :

## **La consommation domestique et son évolution**

- Sur la consommation domestique, les participants ont alerté sur l'augmentation du nombre de piscines (notamment dans la partie Haut-Doubs) qui devrait causer à terme une augmentation de la consommation domestique.
- L'augmentation de la fréquentation touristique est également soulignée.
- Les participants ont rappelé que la pression anthropique portait évidemment sur le quantitatif mais également sur l'aspect qualitatif.
- Les participants sont d'accord pour envisager une poursuite de la hausse démographique (20 à 30% en plus d'ici à 2050).

## **La consommation agricole et son évolution**

- Les participants ont souligné l'évolution rapide du secteur agricole (en particulier filière Comté) ces dernières décennies avec pour conséquence la moindre disponibilité des prairies permanentes.
- L'hypothèse future d'une stabilisation du cheptel paraît cohérente.

### **Synthèse des critères d'analyse complémentaire au besoin-ressource, évoqués par les participants**

- ▶ Prendre en compte l'artificialisation des sols dans la modélisation
- ▶ Impact des exports (potentielle hausse dans le futur ?)



# Tableau des personnes présentes

---

Structures	
Christian ROSSIGNON	Fédération de pêche du Doubs
Jean-Pierre BELON	Fédération de pêche du Doubs
Frédéric SIMONET	Fédération de chasse du Doubs
Manon GISBERT	CEN BFC
Tania JALOCHA	PNR Pays Horloger
Julien MORONVAL	PNR Haut Jura
Gérard MAMET	SOS Loue et rivières comtoises
Emilie GEORGER	CPIE du Haut Doubs
Christophe GUINCHARD	OFB
Patrick GINDRE	OFB
Vincent FISTER	Pole Karst
Jean-Luc LAMBERT	OFD
Partenaires territoriaux (Collectivités, services de l'Etat)	
Beatrix LOIZON	Département du Doubs /Elue
Adrien DUCOULOUX	EPAGE Doubs Dessoubre
Amélie BARBIER-DODANE	EPAGE HDHL, SAGE
Geneviève MAGNON	EPAGE HDHL
Benjamin KNAGBEL	EPAGE HDHL
Cyril THEVENET	Direction EPAGE HDHL
Bureaux d'études	
Yannick Arama	YAC
Clément MEIRONE	ARTELIA

## Contact

---

### Amélie Barbier Dodane

Chargée de mission

Tel : 03.81.26.65.52

@ : a.barbier-dodane@eaudoubsloue.fr



# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



### Un atelier pour débriefer les impacts des sécheresses récentes et défricher la démarche

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'idée est de pouvoir comprendre ô combien les années de sécheresse connues ces dernières années vont se répéter et si leur intensité va augmenter.

**3 ateliers sont prévus sur un et demi de démarche :** Une première série d'ateliers par « monde » pour discuter la situation initiale de chacun, la démarche et les données d'entrée du modèle ; un second atelier pour partager les résultats des modèles et explorer ce qu'ils impliquent ; enfin un troisième pour consolider des scénarios d'actions, à mettre en débat en Commission Locale de l'Eau, mais aussi dans l'ensemble des instances du territoire.

Ce document rend compte des premiers échanges opérés en mars 2023 lors de 5 « mini-ateliers » par monde : Agriculture, Tourisme, Eau potable, Milieux Aquatiques.

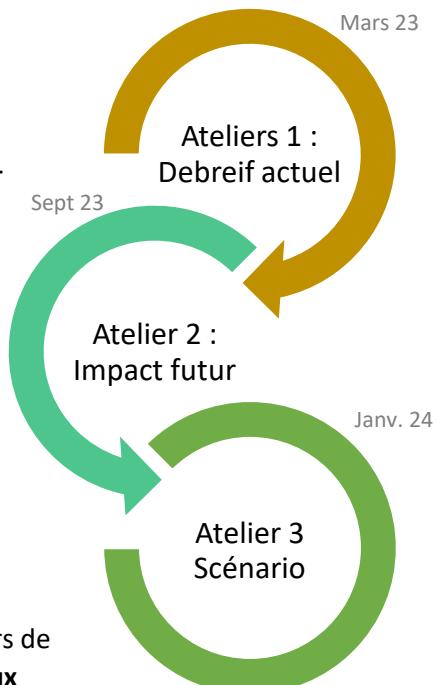


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

*15 personnes étaient présentes pour cet atelier « acteurs du tourisme sur les bassins de la Haute-Loue et du Haut-Doubs ».*

*Globalement les participants ont témoigné d'impacts très importants des sécheresses actuelles sur les activités touristiques du territoire : des débits trop faibles et des impacts sur l'offre de navigation sur le Haut-Doubs (Saut du Doubs et Saint-Point) et la Loue, des concentrations des pollutions et des températures limitant drastiquement l'offre de baignade et de pêche (Haute-Loue). A plus long terme, ils redoutent l'apparition de conflits d'usages face à l'incapacité potentielle du territoire à fournir de l'eau à tous les usages pendant la pointe de fréquentation touristique. Au-delà, et dans ce contexte, ils se demandent si l'offre de fraîcheur en période estivale est amenée à ne pas pouvoir être maintenue, comme l'offre de ski en période hivernale.*

## **Impact des récentes sécheresses : situations ressenties sur le terrain par le monde du tourisme**

---

### **Pour 2 personnes : « Les sécheresses nous ont plongé dans une crise franche » :**

C'est d'abord dans le secteur aval du Haut-Doubs que les acteurs témoignent d'un sentiment de crise très important remettant structurellement en cause leur activité et notamment **les gestionnaires des vedettes du Saut du Doubs**. Les sécheresses ont en effet réduit drastiquement **les débits** et mis en péril le maintien de leur offre de navigation depuis Villers-le-Lac.

Globalement, les différents épisodes ont poussé à de multiples adaptations avec des embarcadères décalés, des **croisières réduites** en longueur jusqu'à ce que l'offre ne soit plus satisfaisante pour le client (**paysage altéré** par les marnages, la boue, l'absence de cascade, etc.) **ou tout simplement impossible** à mettre en œuvre. Dans le détail :

- ▶ En **2018**, si Juin et Juillet sont restés exploitables, Août a obligé d'arrêter le service.
- ▶ En **2022**, la sécheresse a commencé dès Juin, faisant passer l'offre de croisière de 7 à uniquement 2 km, avec à certains moments plus d'accès viables, un Saut du Doubs assec, l'offre proposée ayant perdue toute attractivité sur une période relativement longue. Dans ce cadre les résultats économiques se sont avérés désastreux et l'image du site et de l'offre s'en est trouvée altérée sur le long terme.
- ▶ Si cette situation était amenée à se reproduire et se maintenir, les participants estiment qu'il faudrait **fermer l'activité** celle-ci n'ayant plus de sens d'un point de vue économique, mais aussi psychologique (maintien d'un service dégradé dans un espace ayant perdu son caractère exceptionnel faisant la fierté du territoire).

Une autre personne s'est positionné « en crise structurelle », dans le secteur de la Haute-Loue. Nous proposons de traiter son point de vue directement dans le chapitre suivant dans lequel d'autres situations similaires ont été évoquées.



## Pour 6 personnes : « Face aux sécheresses, entre crises structurelles et franches adaptations »

Ce niveau de difficulté s'est principalement exprimé sur le secteur de la Haute-Loue mais aussi sur le Lac de Saint-Point avec des conditions d'exercice ayant pu se maintenir mais dans des conditions de dégradations telles que la situation pose des questions structurelles sur le long terme.

Dans le secteur de la Haute-Loue, les sécheresses et canicules ont d'abord exacerbé les problèmes de **qualité de l'eau**. L'élévation de la **température et la concentration des polluants** dans le cadre d'un très faible débit ont généré une **pollution bactérienne** de grande ampleur, déclenchant un arrêté interdisant la baignade. Les **faibles débits** (en dessous de 5m<sup>3</sup>/s) ont par ailleurs amené la préfecture à **interdire la navigation** sur la quasi-totalité du linéaire. Dans le détail :

- ▶ Un projet, en bord de rivière, de reprise de **gîte et de bar a été mis à mal à Cléron** au moment de son ouverture en l'absence d'offre de pêche, de baignade et de navigation en canoë. La prolifération des mousses et odeurs a frappé les acteurs sur le terrain.
- ▶ Les modalités de gestion de la crise et leur application ont été fortement interrogé par les participants :
  - **La concentration de l'activité de kayak en un seul point** du cours d'eau est apparue contre-productive à tous les représentants de la pratique, avec un impact fort sur les milieux à l'endroit autorisé et des conditions de pratiques très dégradées. Si la pratique a pu se maintenir, les conditions d'exercice dans ce cadre sont fortement interrogées. L'arrêté ne semble, pour les participants, plus en adéquation, avec l'évolution des débits en cours, interrogeant la pertinence actuelle des niveaux de **débit réservé** et leur évolution. Malgré les étiages sévères, les professionnels présents estiment qu'il aurait été plus judicieux de mieux répartir la fréquentation, d'autres sites étant dans les faits tout aussi praticables que la seule zone autorisée. La mortalité de nombreux arbres en bord de cours d'eau a également frappé les esprits, ainsi que l'annulation de certains événements clés.
  - **L'interdiction de la baignade du fait de cyanobactéries** a pour sa part constitué une première et posé des difficultés de régulation et de communication, le territoire n'ayant pas d'habitude de gestion de ce type d'épisode. Certains arrêtés d'interdiction ayant été plusieurs fois cassés, ils ont laissé les Offices du Tourisme dans l'expectative quant aux **consignes à donner**.
- ▶ Plus globalement, sous l'effet de la canicule, et malgré les interdictions, les locaux et touristes ont tout de même continué de se baigner sur l'ensemble du linéaire, questionnant la mise en œuvre attendue de la règle, les moyens dédiés au contrôle et de fait les motivations sous-jacente derrière cette mise en œuvre uniquement de principe. Au-delà, quasi aucune zone de report n'étant disponible sur le territoire lors de ces épisodes, ce type de situation interroge en tant que tel la **pérennité de l'offre de fraîcheur et baignade** que constitue le Haut-Doubs dans l'espace touristique français.
- ▶ **La dégradation progressive de l'offre de pêche**, autrefois de très grande qualité, et reconnue internationalement, a également été mise en avant. Selon les participants, ce type d'épisode exacerbe une crise structurelle de fond liée à la **baisse de la qualité de l'eau** et au passage au lisier dans les exploitations agricoles et la trop faible mise aux normes de certaines fruitières. « La pêche à la mouche, c'est fini, et le tourisme qui allait avec aussi ».



## Pour 5 personnes : « Les sécheresses ont demandé des adaptations de l'activité à court et moyen terme »

Au Lac de Saint-Point, sur le bassin versant du Haut-Doubs, les gestionnaires de la base de loisir témoignent de difficultés liées au **marnage du Lac**. « Nous avons loué nos bateaux dans des conditions qui nous ont fait honte. Pour accéder à l'eau, les clients devaient marcher dans la **boue**. La prolifération des algues a aussi généré des odeurs nauséabondes. Les clients revenaient couverts de la tête au pied ». « On se demande qui décide des lâchers d'eau ». Il va falloir adapter notre matériel (ponton flottant, bateau, accès) pour assurer la continuité de notre offre et ne pas fermer comme en Aout 2018, ou proposer des conditions dégradées toute la saison comme en 2022 ».

Outre le tourisme estival, c'est l'**offre hivernale** qui est impactée, notamment par la hausse des température et la baisse des précipitations sous forme de neige. « L'exploitation de la neige et du ski sous 1200 mètre d'altitude, c'est fini ». Cela interroge le projet économique et territorial, à Météabief notamment. « L'enjeu est de pouvoir **diversifier** nos activités à la fois vers l'été, pour compenser la baisse hivernale, mais aussi en hiver même, pour répondre à l'alternance de période avec et sans neige ».

La gestion des risques a également été évoquée à plusieurs reprises. Le **risque incendie** constitue sûrement une nouveauté à anticiper pour le territoire avec un enjeu de s'y préparer sérieusement. Les gestionnaires de l'activité kayak témoigne aussi de débits qui leur paraissent plus chaotiques avec des étiages suivis de **crues plus importantes**, impactant la stabilité des berges et la production d'embâcles en conséquence.

## Pour 2 personnes : « Les sécheresses ont nécessités des adaptations à la marge mais questionnent pour l'avenir »

Pour compléter les échanges, deux personnes ont interrogé la situation globale du tourisme et pointé des questions stratégiques que font émerger les questions de manque d'eau :

- La destination Doubs semble s'installer dans le paysage touristique national estival comme une **destination de fraîcheur**. On voit apparaître notamment une nouvelle clientèle de gens du sud fuyant les températures trop importantes dans ces régions. Dans ce cadre, les activités de pleine nature constituent clairement les principaux support de cette attractivité, **les cours d'eau étant centraux** dans l'expression de ce que peut offrir le territoire.
- Alors même que le territoire est plus attractif en période estivale, et pourrait soutenir aussi un glissement de l'hiver vers l'été, les **caractéristiques géologiques karstiques** du territoire grèvent structurellement ce potentiel si les précipitations venaient à manquer structurellement à l'été et face au changement climatique.
- Dans ce cadre, plusieurs réflexions sont portées par les participants :
  - La destination Doubs fraîcheur peut-elle réellement se maintenir dans le temps ? **L'assèchement du Saut du Doubs** constitue un exemple de perte d'attractivité potentielle. **L'incapacité d'offrir des points de baignade** une autre.
  - Les **conflits d'usage pour accéder à l'AEP**, entre demande domestique, demande agricole et demande touristique vont-ils augmenter face au manque d'eau et grever là aussi ce potentiel de développement ?



# Consolidation des hypothèses de demandes en eau actuelles et futures

---

La discussion principale de l'atelier s'est focalisée autour de l'impact de la fréquentation touristique sur la ressource en eau, son évolution dans le futur et sa spatialisation au sein du périmètre d'étude.

## La fréquentation touristique et son évolution

- L'impact de la fréquentation touristique sur la consommation domestique est difficile à estimer. Seule une forte variation de cette fréquentation aurait un impact significatif sur la consommation domestique totale.
  - Des données ont été transmises par Doubs Tourisme sur la fréquentation touristique. Elles sont difficiles à analyser car la série de données ne concerne que quatre années pleines (de 2019 à 2022) et l'impact de la pandémie de Covid masque une potentielle évolution. On remarque toutefois que sur le Haut-Doubs, la fréquentation de touristes est passée de 1,6 millions en 2019 contre 2,1 millions en 2022.
  - Ces chiffres vont dans le sens des propos tenus par les professionnels lors de l'atelier : le tourisme dans la région se porte bien, d'autant plus avec les vagues de chaleur à répétition et dans le contexte post-Covid. Le Haut-Doubs est perçu comme une destination touristique « refuge » l'été. Une forte croissance des touristes en provenance du Sud (Var, Italie) a d'ailleurs été observée.
- Sur les disparités spatiales liées au tourisme, les participants ont indiqué que dans le BV de la Loue, 70% de la fréquentation touristique était observée entre juin et septembre, alors que dans le Haut-Doubs, 60% de la fréquentation touristique est encore observée l'hiver (40% l'été).
- **Sur l'évolution future** de la fréquentation touristique, une évolution saisonnière devrait d'abord s'opérer. Le tourisme d'hiver dans le Haut-Doubs devrait diminuer au profit du tourisme d'été (destination fraîcheur) : 60% l'été et 40% l'hiver. Sur la fréquentation totale, les participants ont plutôt émis l'hypothèse d'une fréquentation stable dans le Haut-Doubs (malgré une légère hausse l'été) et une fréquentation en légère hausse toute l'année en Haute-Loue.

## La production de neige artificielle et son évolution

- Pour la production de neige artificielle sur le massif du Haut-Doubs, les prélèvements s'élèvent à environ 50 000 m<sup>3</sup> d'eau par an (dont 50% à Métabief). Après discussion, il s'avère que ces prélèvements sont pour la plupart importés de Suisse. Ils sont donc négligeables dans l'analyse des besoins en eau, d'autant plus que la station de Métabief s'est engagée à réduire progressivement la pratique du ski alpin.



## Tableau des personnes présentes

---

Instances locales du tourisme	
Beatrix LOIZON	Comité Départemental du Tourisme / CD25
Philippe LEBUGLE	Comité Départemental du Tourisme / directeur
Julien VRIGNON	Office tourisme Pays Haut-Doubs / directeur
Anne-Charlotte AGGREY	Office tourisme Destination Loue Lison / directrice
Patricia PAQUIEZ	Office tourisme Destination Loue Lison / VP
Collectivités locales	
Cyril TORRES	CCGP / tech tourisme
Kajsa BIARD	CC Val Morteau / tech tourisme
Annabelle VIDA	CFD / tech tourisme
Claire LEBOISSELIER	Syndicat Mixte du Mont d'Or / Station Métabief
Représentants des activités touristiques locales	
Patrice CAMPIONI	Fédération Française de canoë kayak / relais local
Samuel GOGUILLOT	Canoé kayak Montgesoye
Alix Pouillard	Val Nature
Marion NORMAND	Base nautique Lac Saint Point
Thierry ROBERT	Base nautique Lac Saint Point
Murielle MICHEL	Vedettes panoramiques du saut du Doubs
EPAGE	
Amélie BARBIER-DODANE	EPAGE HDHL, SAGE
Cyril THEVENET	Direction EPAGE HDHL
Bureaux d'études	
Yannick Arama	YAC
Clément MEIRONE	ARTELIA

## Contact

---

**Amélie Barbier Dodane**  
Chargée de mission  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : a.barbier-dodane@eaudoubsloue.fr





## ANNEXE 2

# RESULTAT DE LA SIMULATION IPSL POUR LES SCNEARIOS SANS PRELEVEMENTS ET AVEC PRELEVEMENTS PROSPECTIFS

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.162	0.349	1.027	0.777	0.025	0.859	4.142	7.007	0.076	0.203
	2040-2070	0.138	0.246	0.726	0.558	0.019	0.798	3.487	6.046	0.062	0.167
Sans prélevements	2010-2040	0.229	0.336	1.061	0.805	0.023	0.841	4.210	7.109	0.088	0.204
	2040-2070	0.207	0.234	0.767	0.590	0.018	0.788	3.550	6.147	0.074	0.169
Différence	2010-2040	-41%	4%	-3%	-4%	9%	2%	-2%	-1%	-16%	-1%
	2040-2070	-51%	5%	-6%	-6%	6%	1%	-2%	-2%	-19%	-1%

Tableau – Influence des usages actuels sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique IPSL, par rapport à la situation statut quo.

		Dugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.162	0.349	1.027	0.777	0.025	0.859	4.142	7.007	0.076	0.203
	2040-2070	0.138	0.246	0.726	0.558	0.019	0.798	3.487	6.046	0.062	0.167
Usage prospectifs	2010-2040	0.151	0.350	1.022	0.773	0.026	0.860	4.138	7.004	0.076	0.203
	2040-2070	0.127	0.247	0.720	0.553	0.019	0.797	3.483	6.043	0.062	0.167
Différence	2010-2040	-7%	0%	0%	-1%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%
	2040-2070	-8%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%

Tableau 29 – Influence des usages prospectifs avec hypothèse de consommation basse sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique IPSL, par rapport à la situation statut quo.

		Drugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.162	0.349	1.027	0.777	0.025	0.859	4.142	7.007	0.076	0.203
	2040-2070	0.138	0.246	0.726	0.558	0.019	0.798	3.487	6.046	0.062	0.167
Usage prospectifs	2010-2040	0.143	0.350	1.020	0.770	0.026	0.860	4.129	6.997	0.075	0.203
	2040-2070	0.119	0.247	0.716	0.550	0.019	0.797	3.475	6.035	0.060	0.167
Différence	2010-2040	-11%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	-2%	0%
	2040-2070	-13%	0%	-1%	-1%	1%	0%	0%	0%	-3%	0%

Tableau 30 – Influence des usages prospectifs avec hypothèse de consommation haute sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique IPSL, par rapport à la situation statut quo.

		Drugeon	DoubsLabergement	DoubsOye	DoubsDoubs	DoubsVilleduPont	DoubsBrenets	LoueVuillafans	LoueChenecey	FurieuseSalins	Lison
Actuel	2010-2040	0.162	0.349	1.027	0.777	0.025	0.859	4.142	7.007	0.076	0.203
	2040-2070	0.138	0.246	0.726	0.558	0.019	0.798	3.487	6.046	0.062	0.167
Pertes karstiques faibles	2010-2040	0.162	0.349	1.027	0.777	0.191	1.026	3.978	6.833	0.076	0.203
	2040-2070	0.138	0.246	0.726	0.558	0.145	0.931	3.358	5.902	0.062	0.167
Différence	2010-2040	0%	0%	0%	0%	650%	19%	-4%	-2%	0%	0%
	2040-2070	0%	0%	0%	0%	650%	17%	-4%	-2%	0%	0%

Tableau 31 – Influence d'une modification des pertes karstiques sur le QMNA5 à l'échelle des sous-bassins versants pour le modèle climatique IPSL, par rapport à la situation statut quo.

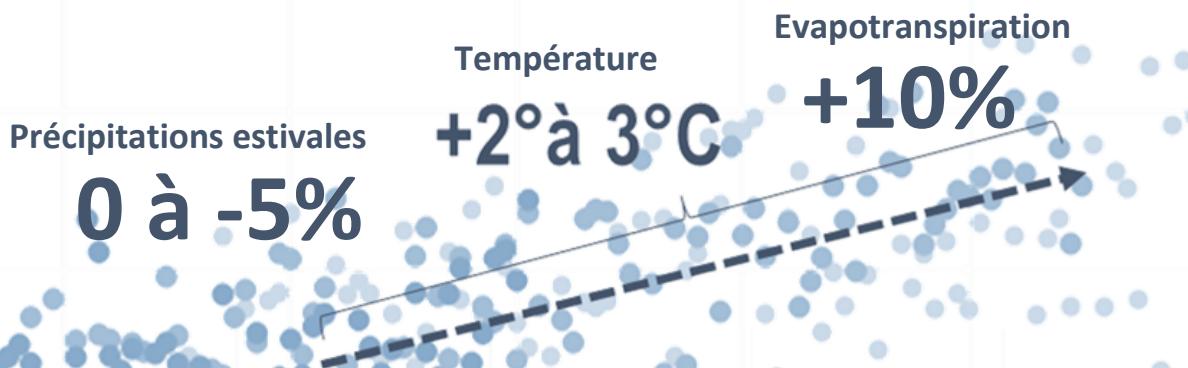


## ANNEXE 3

### COMPTE-RENDU DE L'ATELIER N°2

# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

## L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future



### ATELIER D'ECHANGE 2

## « Présentation des résultats et discussions des impacts »

Un atelier pour partager les résultats et explorer les impacts et implications sur les activités et équilibres du territoire

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'EPAGE propose aux acteurs du territoire d'explorer l'état des ressources en eau à l'horizon 2050. Les années de sécheresse connues ces dernières années vont-elles se répéter ? Leur fréquence et répétition mettra-t-elle à mal les équilibres territoriaux ?

**Après 9 mois de travail**, 5 ateliers de consolidation des demandes en actuelles et futures et 3 comités techniques de consolidation, l'atelier 2 a vocation de **vous présenter les ordres de grandeurs qui sortent du modèle**.

Ce document rend compte des questions et réflexions des participants face à ces résultats ainsi que leur exploration des enjeux pour y faire face.

Bonne lecture !

Et rendez-vous à l'atelier 3, en mars prochain, pour discuter et orienter les choix stratégiques à présenter en Commission Locale de l'Eau !

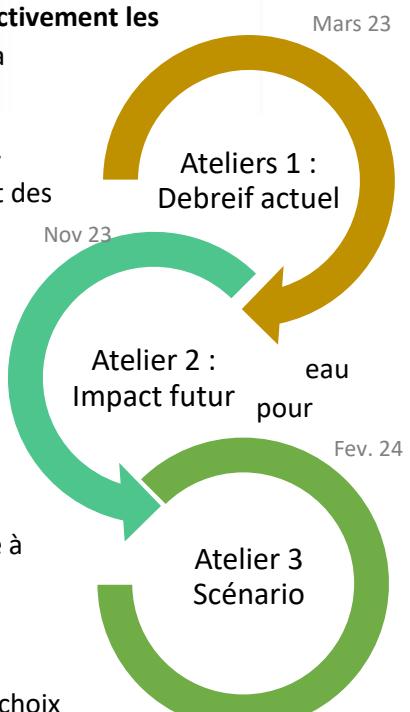


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

# Résumé des données principales

Une situation qui se tend sérieusement sur le Haut Doubs

## Débit d'étiage actuel

Loue

niveau les plus bas dans les rivières

Haut-Doubs

**4 à 6 m<sup>3</sup>/s**

**<1 m<sup>3</sup>/s**  
Ressource limitée

## Débit d'étiage 2050

Loue

niveau les plus bas dans les rivières

Haut-Doubs

**-10 à -20%**

**-30 à -45%**  
Baisse + importante

## Evolution des prélèvements sur le territoire

en millions de m<sup>3</sup>

2020

2050

**19.5 Mm<sup>3</sup>**

**21 à 23 Mm<sup>3</sup>**

## Taux de retour sécheresse 2018

Haut-Doubs

Tous les **5 à 10** ans

Tous les **2 à 5** ans

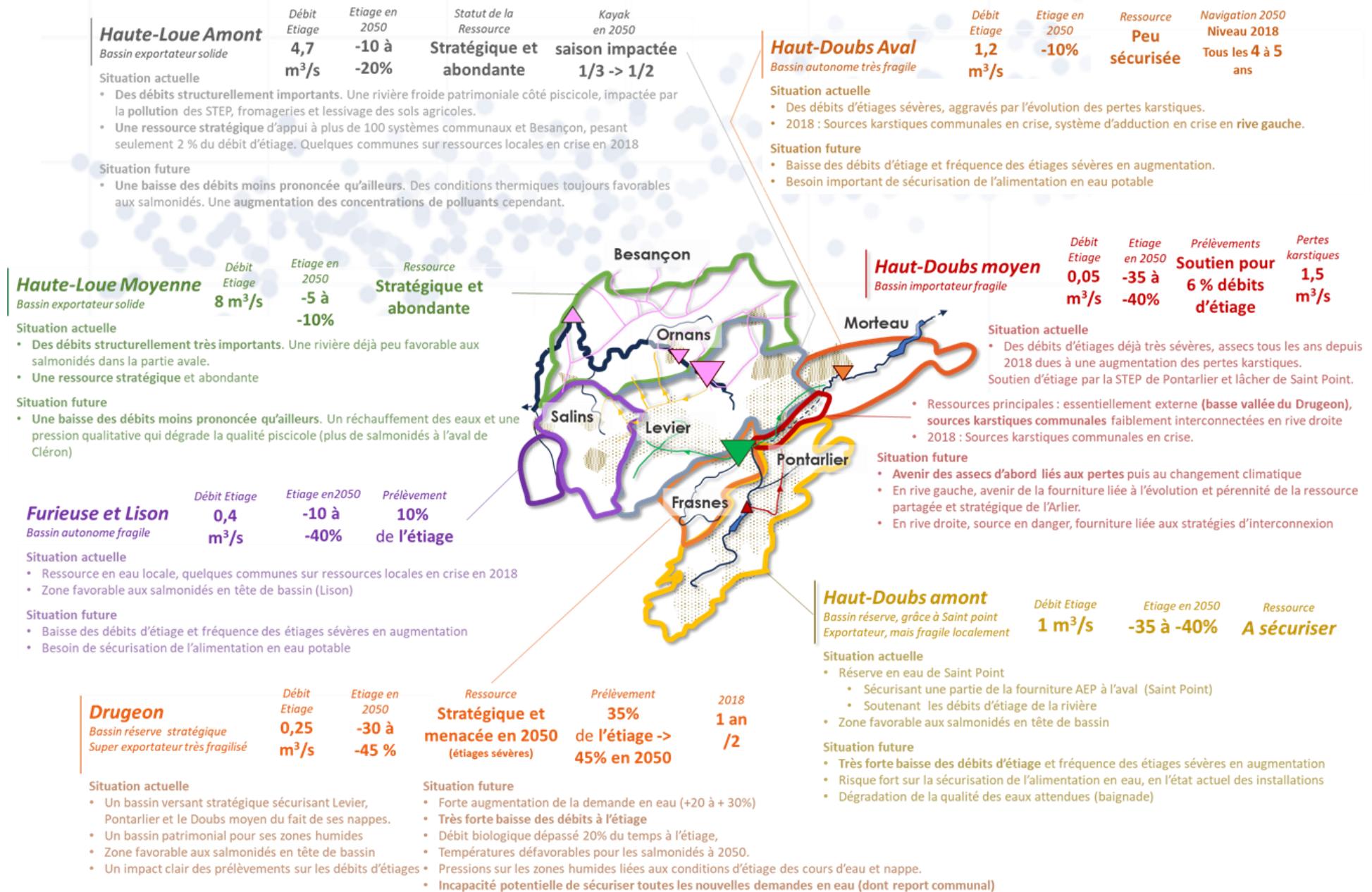
## Poids des prélèvements dans l'étiage en 2050

Les autres

**3 à 10 %**

Sous bassins du Drugeon

**>40 %** de l'étiage



# Présentation des résultats : questions-réponses

---

*Pour découvrir les éléments présentés dans le détail, merci de vous référer à la présentation, jointe avec ce compte-rendu*

**« La demande agricole future est considérée comme stable dans vos données d'entrée du modèle, mais la profession pressent clairement une diminution du cheptel, réflexion partagée au premier atelier. Pourquoi avoir maintenu une hypothèse de maintien du cheptel ? »**

Lors des premiers ateliers, les participants à l'atelier agricole ont tablé sur une baisse d'au minimum 10% du cheptel à l'échéance 2050, laquelle s'ajoute à la dynamique en cours, et notamment la décapitalisation des génisses à l'export. Dans le cadre des débats, l'équipe technique a amené l'idée suivante : modéliser le fonctionnement hydrologique local de demain constitue une opportunité d'opérer un « stress test » sous changement climatique et il serait peut-être intéressant de faire tourner le modèle avec un scénario de demande au moins égale à aujourd'hui, pour voir « si le fonctionnement actuel du territoire passe ». Les participants se sont rangés à cette idée, sachant que la dynamique tendancielle du cheptel est en effet à la baisse.

**« Le modèle prend-il en compte l'impact des vents séchants, qui paraissent plus importants à côté de chez moi ? « Aussi, que fait le modèle quand il n'y a plus d'eau dans les sols ? On voit bien que parfois, tout est sec, il n'y a plus rien à évapotranspirer ». « On sait que notre forêt va disparaître, cela est-il pris en compte dans le modèle et notamment sur l'évapotranspiration » ?**

Dans la présentation, nous avons beaucoup lié la hausse de la température et l'évapotranspiration, pour simplifier. En réalité, plusieurs phénomènes rentrent en jeu et sont synthétisés en un seul indicateur appelé « évapotranspiration ». Derrière ce dernier il faut distinguer la transpiration des plantes qui intercepte une partie des précipitations et la rejette en partie vers l'atmosphère et l'évaporation des plans d'eau océanique, lacustre et de la neige. Plusieurs choses jouent sur l'évapotranspiration et parmi elles les types de sols, les types de végétations, les niveaux de précipitations, l'altitude, les températures de l'air et du sol, les vents, l'humidité dans l'air et le sol, etc. L'évolution des vents est donc comprise dans l'indicateur « évapotranspiration ». Ceci étant, il faut imaginer que cela est pris en compte à des échelles macroterritoriales et que les variations relatives très locales, entre deux communes par exemple, ne sont sûrement pas très bien reproduites dans les données climatiques.

Concernant la seconde question, dans le modèle, la réserve en eau des sols est modélisée. Pour aller vite, quand il n'y a plus d'eau, il n'y a plus d'évapotranspiration. Les effets de seuil sont donc eux aussi bien pris en compte à l'échelle globale de chaque sous bassin versant.

Concernant l'évolution de la forêt, nous pensons que le jeu de données climatiques issu de DRIAS ne modélise pas un changement drastique des caractéristiques du sol sur le périmètre de l'étude. Ainsi, le modèle fonctionne à type de sol constant. Cet élément (le type de couvert végétal) a clairement un fort impact sur les résultats de l'évapotranspiration. Une participante souligne d'ailleurs que, contre-intuitivement, la disparition de la forêt pourrait jouer favorablement sur les volumes d'eau qui vont à la rivière (et négativement pour pleins d'autres paramètres). En effet, les résineux ont généralement un taux d'interception des eaux plus importants que pour une strate herbacée rase du fait de leur feuillage persistant captant les précipitations d'automne et hiver.

**« Pourquoi le débit de la Loue est-il moins impacté que celui du Haut-Doubs ? On pourrait imaginer que ces territoires étant relativement proche, il n'y ait pas de grande différence ».**

Le modèle ayant été calé sur l'observé, on remarque une différence de réponse aux situations de basses eaux entre la Loue et le Haut-Doubs. Cela peut être due à la position de la Loue à l'aval du système hydrologique, aux caractéristiques géologiques impactant les vitesses d'écoulement, etc. Ces différences ne sont pas très étonnantes d'un point de vue théorique.

**« Le problème c'est le cumul d'années sèches déficitaires, notamment sur les réservoirs, les zones humides, les nappes ».**

En effet, et les cumuls sont pris en compte dans le modèle. Ceci étant, les données climatiques sont méthodologiquement distribuées pour ne pas accorder toutes les années sèches ensemble. Ainsi, la situation actuelle de cumul de plusieurs années sèches les unes derrière les autres, aura tendance à ne pas être reproduite par les données utilisées, ou dans tous les cas, pas dans les mêmes intensités de fréquence.

**« Dans une diapositive, la formulation laisserait penser que les kayakistes sont responsables « de l'atteinte de limite de navigation règlementaire fixée par la préfecture ». Sommes-nous d'accord que ce n'est pas le message que vous voulez passer » ?**

En effet, nous soulignons que réglementairement, dû au changement climatique, il ne sera pas possible aux kayakistes de naviguer 2 mois par an en moyenne, le débit dans la rivière étant inférieur au seuil réglementaire de navigabilité fixé par la préfecture.

# Exploration des implications sur la disponibilité en eau

## L'agriculture

### Impact et implication pour l'eau d'abreuvement

La plupart des **exploitations sont dépendantes de la ressource AEP**. Dans les communes les plus rurales, la demande des exploitations est supérieure à la moitié de la demande globale. La variation de la demande agricole en eau est donc stratégique en période de crise dans certaines parties du territoire. Les agriculteurs notent aussi qu'elle n'est pas politiquement prioritaire face à la demande domestique à l'échelle préfectorale en charge des temps de crise.

Au-delà des difficultés de gestion du manque d'eau, les participants voient poindre **des conflits d'usages** qui pourraient être dévastateur pour la vie des villages et l'équilibre psycho-social des habitants du territoire.

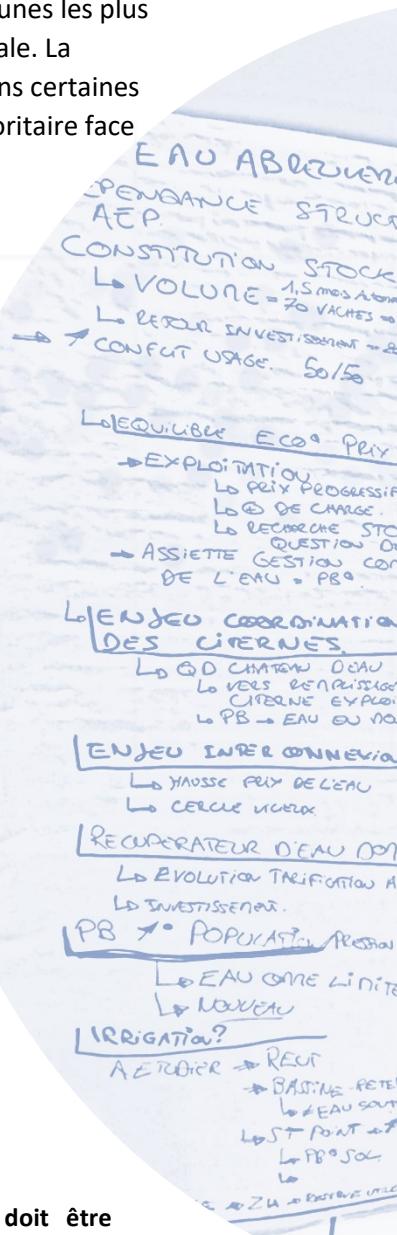
Face aux résultats, les participants partagent quelques idées à mettre en œuvre dans les années qui viennent :

A l'échelle des exploitations,

- La demande en eau par UGB va augmenter en été de 70 à 120 l/j du fait de l'alimentation en fourrage sec (voir partie suivante)
- Face à la moindre ou non disponibilité de l'eau des réseaux communaux, il va falloir **constituer du stockage pluvial** à minima dans toutes les zones de tensions, voire dans l'ensemble des exploitations du territoire, pour gagner en autonomie et soulager le système communal. La construction de citernes doit pouvoir couvrir les périodes de faible disponibilité en eau, soit au minimum entre 1.5 et 2 mois de réserve. Pour des raisons de qualité de l'eau, ces stocks doivent être régulièrement mobilisés. Cet enjeu limite les volumes capacitaires des citernes à installer et implique une coordination du remplissage et du destockage avec la commune, pour que l'eau tourne. Un traitement de l'eau pluviale s'ajoute au coût d'investissement, constituant une réelle charge à amortir.

A l'échelle de la commune :

- **La gestion des ressources communales et des citernes des exploitations doit être coordonnée.** Aujourd'hui, les citernes existantes sont en partie vides au moment où arrive la période de crise. Mais elles bénéficient aujourd'hui de subventions publiques et devraient à la fois servir l'intérêt de l'exploitation, mais aussi l'intérêt général et être remplies pour faire face à la période de crise.



En conséquence se pose l'enjeu de discuter et coordonner les modalités de remplissage, à la fois sur le plan pratique mais aussi sur les plans financiers. L'équitabilité des contributions financières (et notamment le prix de l'eau pour remplir ces citerne) constitue clairement un enjeu dans un contexte où l'investissement, malgré les subventions, repose fortement sur les fonds propres des exploitations (avec des amortissements évoqués, de l'ordre de 20 ans).

Un participant donne un exemple. Il paraîtrait utile, en période de déficit pluviométrique printanier (pas d'eau pour remplir ses réserves) que l'exploitant puisse remplir ses citerne avec l'Eau potable de la commune, à un cout moins élevé et la stocker pour la crise estivale (et du coup soulager le réseau en restant autonome des ressources communales pendant la crise).

- **Les autres activités (entreprises/domestiques) doivent elles aussi investir dans des capacités de stockage du pluvial** pour les eaux grises ne serait-ce que pour une question d'équité, mais aussi d'efficacité en période de crise. Cette ambition est plus simple dans le neuf.
- Alternativement ou cumulativement, **les communes isolées doivent s'interconnecter**.
- **En conséquence, une hausse du prix de l'eau paraît inéluctable que ce soit pour les exploitants ou les autres usagers. Elle sera la conséquence :**
  - Des investissements dans les infrastructures d'interconnexion et de stockage
  - De la moindre consommation d'eau liée à la consommation d'origine pluviale. A ce titre, la tarification de l'assainissement devra elle aussi augmenter, soit reposer sur d'autres sources de financement (forfait à la surface de toiture, compteur de sorties des eaux usées...) .
  - Dans ce contexte, les modalités de la tarification progressive et incitative constituent un enjeu. Trop forte, elle risquerait d'inciter les exploitants à se reporter d'autant plus sur le stockage pluvial et créer un cercle vicieux quant à l'augmentation des prix. Si elle doit pénaliser des consommations déraisonnables, il paraît important de distinguer les grilles tarifaires domestiques des grilles tarifaires agricoles car on ne parle pas des mêmes types de volumes en jeu.

A l'échelle territoriale :

- Il paraît important de conditionner le droit de construire et accueillir des nouvelles populations au fait de bénéficier de ressource en eau suffisante. L'eau doit être une limite.
- Enfin, certains ont interrogé l'intérêt et la faisabilité d'irriguer certaines zones et productions stratégiques. La réutilisation des eaux traités usées, les retenues collinaires et le lac de Saint Point ont été évoquées. Certains participants se sont montrés réticents aux bassines, témoignant d'un risque de fuite en avant, les exemples montrant que ce type d'infrastructure n'incite pas à la sobriété en termes de consommation en eau. L'Espagne a été citée en exemple, certains territoire étant désormais dans une crise structurelle inextricable. L'eau souterraine ne doit pas être utilisée pour l'irrigation.

## Impact et implication pour l'autonomie fourragère

Les résultats impliquent clairement une baisse de production fourragère à venir.

Si les **coupes printanières** vont s'opérer plus tôt au printemps, le risque de gel va s'accentuer. En altitude, cette première coupe printanière aura aussi du mal à sécher, avec un risque accru sur la qualité du foin et la production stratégique de cette première coupe.

Les **coupes estivales** vont devenir impossibles sur une large partie du territoire. 2/3 des sols étant séchant, les productions vont griller sur pied, obligeant les exploitants à se reporter sur le stock de foin sec hivernal. Dans ce contexte, le stock de fourrage va s'en trouver entamé, alors que la production sera globalement moins élevée.

Concernant les **coupes automnales**, le regain dépendra des précipitations de fin aout et septembre. Si elles arrivent trop tard, ce regain n'aura pas le temps de pousser avant l'hiver. Il n'est pas du tout certain que les configurations de l'automne dernier, avec beaucoup de précipitation se renouvellent tous les ans. Au-delà, les coupes de regain n'ont pas permis de compenser les pertes de printemps et d'été, laissant penser que la production fourragère sera structurellement en baisse. Les résultats ne sont pas clairs sur l'accumulation d'années sèches. A titre d'exemple, plusieurs années d'affilée de type 2022, mettrait clairement les exploitations en crise.

Dans ce contexte, il paraît important que :

- Toutes les exploitations investissent dans une **capacité de stockage du fourrage** pour augmenter leur autonomie. Une réserve d'un an paraît raisonnable.
- Les exploitants continuent de **tester de nouvelles variétés à semer**. A ce titre le test de la luzerne n'est pas concluant, ce dernier semblant attirer les campagnols.
- Les prairies permanentes, semblent ne pas mieux résister à la sécheresse, mais elles repartent plus vite que les prairies temporaires.
- Si ces solutions aideront, elles ne paraissent pas pouvoir structurellement répondre à l'intensité des problèmes à venir. L'ensemble des participants estime qu'une **décapitalisation du cheptel** paraît inévitable. La compensation par une hausse des prix des produits à la vente ne paraît pas évidente aujourd'hui, les problèmes d'inflation et de surstock grévant cette perspective.

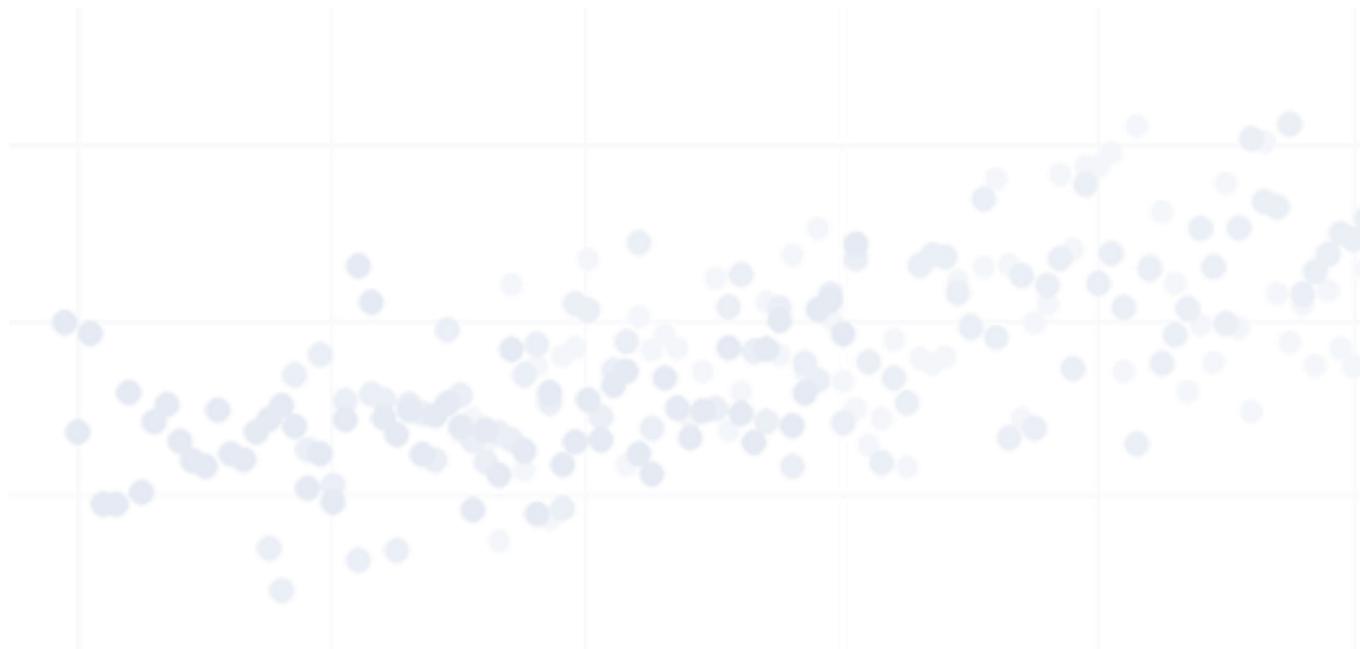
En conséquence, les revenus des exploitants risquent de diminuer sur le long terme. Certains évoquent des systèmes d'exploitation économes en charge comme un passage obligé à venir.

## Impact et implication pour le lessivage des sols et la pollution des cours d'eau

Sur ce dernier sujet, la situation n'est pas simple. Plusieurs éléments sont abordés :

- Selon Nutrikarst, une partie de la production de nitrates est d'origine géologique.
- Les systèmes lisier constituent les sources de lessivage les plus importantes, notamment si l'épandage s'est opéré juste avant un épisode pluvieux et sont par ailleurs clairement les systèmes les moins chers à mettre en œuvre au moment de l'investissement dans les nouveaux bâtiments. Pour inciter à des **systèmes mixtes, ou fumier paillé**, il paraît nécessaire de **proposer des incitations financières**, pour qu'ils soient économiquement compétitifs.
- Le pilotage de l'épandage du lisier est difficile, notamment la prévision des précipitations. Cette année les fosses sont encore pleines en novembre, alors que la période n'est bientôt plus propice, les conditions n'ayant jamais été pleinement réunies.

Plus globalement, les participants ont débattu de la capacité d'adaptation des exploitations et du système agricole. Aujourd'hui, les changements à l'œuvre sont trop rapides et les exploitations n'arrivent pas à s'adapter aussi vite qu'il le faudrait. Une crise sociale majeure pourrait arriver dans les exploitations. Il faut trouver un rythme de changement qui correspondent à une inertie de système, capable de bifurquer à l'échelle de 10 à 15 ans.



# Les milieux, rivières et usages des rivières et plan d'eau

## Impact et implications sur l'état des cours d'eau

En l'état actuel, et sans même prendre en compte les impacts à venir du changement climatique, **l'état dégradé des cours d'eau** fait consensus. Cette situation actuelle (et le référentiel qui est pris dans l'étude) découle de divers effets anthropiques, dont l'artificialisation des milieux.

La situation dégradée du milieu (dans la configuration climatique actuelle), a **de fortes répercussions** : baisse de débit, température de l'eau élevée, enfoncement des nappes d'accompagnement, déconnexion des berges... Les petits affluents à la Loue notamment ne sont globalement pas en meilleur état que les cours d'eau principaux.

La qualité de l'eau en tant que telle est souvent déjà dégradée à l'heure actuelle (STEP vieillissantes, apports agricoles, ...).

Les participants indiquent que la situation actuelle, même au vu des changements climatiques à venir, **pourrait être améliorée** avec une bonne restauration écologique et qualitative des cours d'eau et des milieux (préservation, restauration, ripisylve, pédagogie, ...).

Il est également discuté que l'échelle de l'étude ne permet pas de mettre en évidence l'impact de prélèvements (même petits) sur des milieux fragiles (par exemple des petits cours d'eau). Un participant donne l'exemple d'un cours d'eau qui se 'vide' pendant les heures de pompage.

## Impact et implications sur la pêche

Le tourisme de pêche n'est **plus un tourisme majeur** sur le territoire. Il persiste sur le lac Saint-Point mais est indépendant de la pêche à la truite.

Le tourisme de pêche est un tourisme qui s'adapte. La truite est l'espèce emblématique du territoire cependant sa disparition dans certains tronçons de cours d'eau du territoire n'implique pas l'absence de faune piscicole des rivières mais un remplacement des cortèges d'espèces.

Il y a cependant des doutes concernant les espèces qui occuperont les cours d'eau : 4 années sur 5, la température de l'eau sera trop élevée pour les truites et 1 année sur 5 la température de l'eau sera probablement trop basse pour d'autres espèces qui pourraient prendre la place.

## Impact et implication sur la navigation

La navigation est déjà fortement impactée sur le **lac de Chaillexon**. La pertinence des navigations motorisées de type croisière est clairement interrogée.

Pour le Lac de **Saint-Point**, les bas niveaux n'empêchent pas complètement la navigation des kayaks. Depuis 2018 les loueurs ont pris la décision de ne plus naviguer sur le tronçon du Doubs entre le lac Saint-Point et Pontarlier afin de ne pas abîmer le milieu.

Les participants insistent sur la pédagogie à déployer pour que les pratiquants (notamment les kayakistes autonomes) limitent l'impact de leur comportement sur le milieu. Il est rappelé que l'arrêté préfectoral **sur la Loue** a été défini sur un socle de conciliation des usages et non à but unique de protection des milieux. Il n'y a pas eu d'étude officielle sur le seuil posé de navigabilité (une étude traitant de l'impact sur les bryophytes et datant d'une dizaine d'années est en ligne sur le site du CBN) ; et les participants conviennent d'un besoin d'étude pour la définition de ce seuil, notamment au regard du changement climatique.

## Impact et implication sur le tourisme

Les participants pointent l'intérêt croissant pour le **tourisme de montagne et de fraicheur** avec un fort attrait pour les lacs en particulier et plus généralement les milieux aquatiques. Des **conflits d'usages** existent aujourd'hui et sont à prévoir demain : conflit avec la protection de milieux naturels (forte pression de fréquentation sur les sites en APPB, des sites RAMSAR...) et avec les ressources en eau (forte fréquentation de baignade dans des lacs avec prélèvement AEP).

L'afflux touristique fait face à une **interdiction de la baignade** entre nouvelle (sur)fréquentation et présence de cyanobactéries détectées sur la basse Loue, potentiellement dû à la qualité des cours d'eau (présence qui risque de s'accentuer avec le changement climatique). Détectée dans les zones de baignades contrôlées par l'ARS, ces dernières sont probablement également présentes sur la moyenne Loue ou ailleurs.

La concentration de baigneurs dans des zones non-aménagées en période d'étiage implique par ailleurs un fort impact sur les milieux et les berges. Les zones de baignades sont généralement situées sur des radiers ou sur des frayères à apron. Il y a nécessité de trouver un équilibre entre interdiction et prévention ; et d'améliorer la communication (panneaux en bord de berge, offices de tourisme...).

L'impact de la baignade sur le milieu naturel pourrait être sous-évalué notamment par rapport à l'impact du kayak par exemple.



## Impact et implications sur la qualité du Drugeon et du lac Saint-Point

**L'impact des prélevements sur les zones humides** dans la vallée du Drugeon est complexe (relation avec les tourbières, nappe alluviale, ...). Une étude est en cours pour mesurer l'impact de deux prélevements spécifiques pour l'AEP, situés en zone de tourbières, sur les zones humides et les cours d'eau alentours.

**Le soutien d'étiage par le Lac de Saint-Point** est interrogé, étant donné que les assecs à l'aval sont présents quelques soient le niveau de soutien par le lac. Il est rappelé que ces assecs sont principalement dû à l'évolution des pertes karstiques ces dernières années. La baisse marquée des débits d'étiage du fait du changement climatique dans le bassin versant du Haut-Doubs pourrait rendre caduque la pertinence de ce dernier. Il est rappelé par les participants que les zones humides associées au lac sont majeures et sont (seront) protégées par la législation Natura 2000.

### Note complémentaire du gestionnaire sur la gestion du soutien d'étiage depuis Saint Point

Si le soutien d'étiage assuré par le Lac n'a que peu d'incidence en aval d'Arçon/Maison du bois, il a en revanche un effet sur le Doubs sur plusieurs kilomètres avant d'arriver dans les zones de pertes et notamment sur le tronçon Oye et Pallet - Arçon et sur les zones humides situées à l'aval du lac, classées aussi en Natura 2000. Des travaux sur la zone d'Arçon sont par ailleurs prévus pour améliorer l'efficience de ce soutien d'étiage.

## L'eau potable et l'assainissement

### Impact et implication sur les ressources communales

Les participants indiquent que les ressources individuelles des communes « isolées » (non raccordées à un syndicat disposant de ressources importantes) sont d'ores et déjà en tension lors des périodes d'étiages prolongés.

La sécheresse 2023 est même identifiée comme pire que 2022 et 2018 par certains élus (secteur du Saugeais notamment). Le Syndicat des eaux de la Haute Loue a également eu un pic de production cet été pour alimenter des communes périphériques.

Le SIE d'Amancey évoque que l'étiage des sources communales arrive de plus en plus tôt pour les communes isolées.

Pour la partie amont du Haut-Doubs, il est évoqué que les communes isolées ne pourront pas s'en sortir toutes seules à l'avenir.

Sur le secteur de Quingey (moyenne Loue), il est évoqué que la ressource est déjà fortement sollicitée.

Ainsi, globalement les participants évoquent un report, en période de tension, déjà en cours vers les grandes ressources (via les syndicats) engagé depuis 2018, et qui va s'accentuer à l'avenir.

Des problèmes de **dégradation de la qualité** de l'eau sont également évoqués sur ces petites ressources en période de pluie.

Certains émettent des inquiétudes sur la capacité de grandes ressources à faire face si toutes les communes actuellement isolées se reportent en même temps sur celles-ci. Le SIE des Taraux évoque notamment le report sur le lac Saint Point.

Les représentants des « grands » syndicats évoquent qu'il est compliqué d'aider des communes isolées qui n'ont pas fait les efforts nécessaires sur les rendements de réseaux.

En termes de pistes de solution, les élus indiquent qu'il faut être prudent sur le **développement de la population** dans le Haut Doubs mais qu'il est difficile de freiner le phénomène.

La question d'une **articulation de la gestion des citerne individuelles** (agricoles notamment) dans les villages est posée. Nécessité que les citernes soient pleines au début de la sécheresse pour éviter un report soudain sur les réseaux AEP.

## Impacts et implications sur les grandes ressources principales

Concernant la **nappe de l'Arlier**, le constat semble partagé de sa vulnérabilité à l'avenir. L'impact des prélèvements sur le débit d'étiage du Drugeon porte à discussion et la CCGP évoque des fonctionnements assez différents selon la localisation des puits (proches du Drugeon ou plus éloignés comme les puits de Champagne).

La capacité future de la nappe à alimenter la population attendue en 2040-2070 pose question et n'est pas connue. Un **besoin de meilleure connaissance** à ce sujet est évoqué.

Pour la **Haute Loue**, la ressource dans le futur semble rester importante. Des travaux d'interconnexion sont déjà en cours pour apporter de l'eau sur Arc-sous-Cicon et le Syndicat des Combes (secteur Val de Morteau).

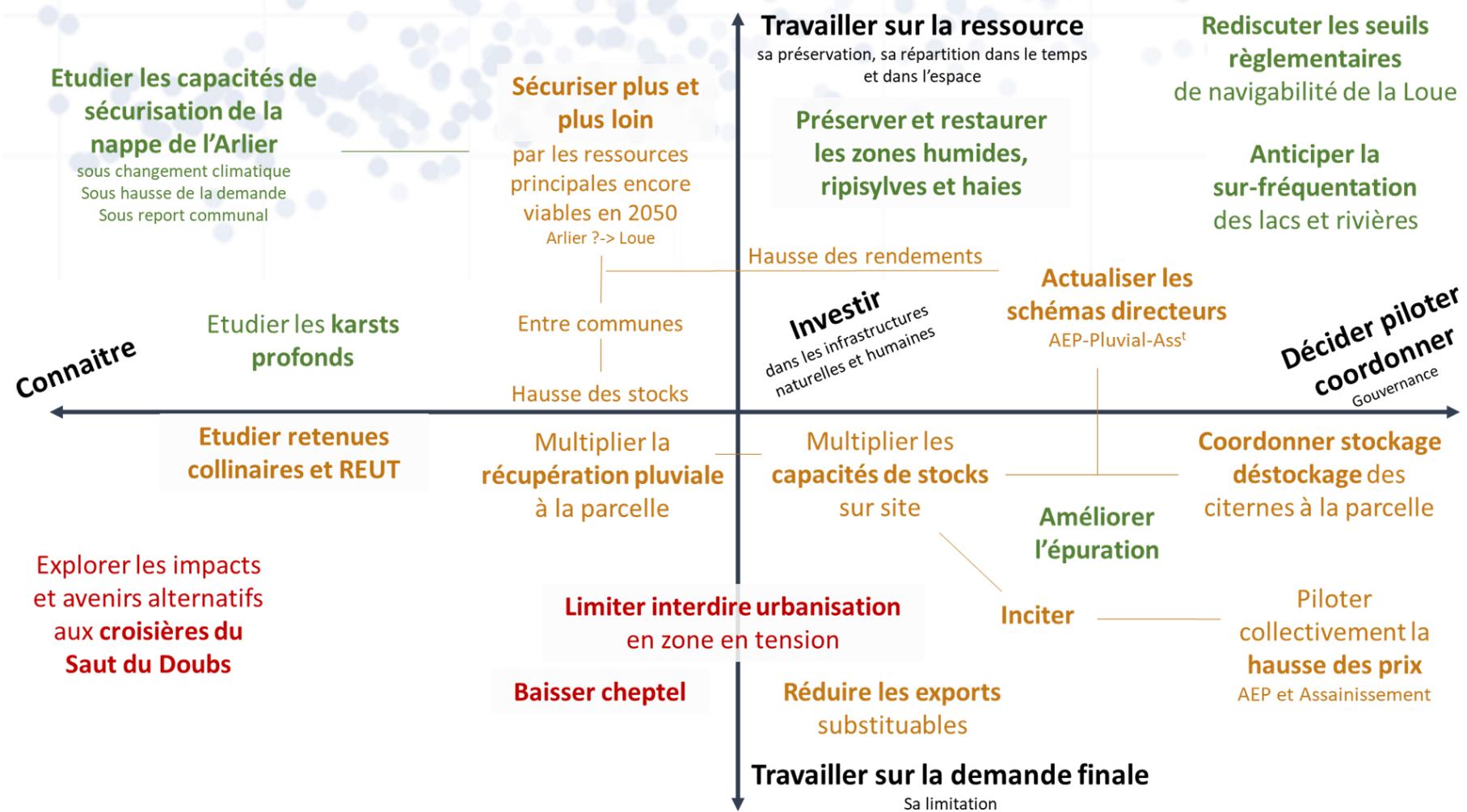
La piste de remonter dans le futur de l'eau de la Haute Loue vers le Haut Doubs (syndicat de Dommartin notamment) est évoquée avec en parallèle la possibilité de « récupérer » 3.5 Mm<sup>3</sup> qui alimentent actuellement des communes du Grand Besançon (qui chercherait à être autosuffisant grâce à ses autres ressources).

L'absence de représentants du secteur du Val de Morteau n'a pas permis d'évoquer le devenir des ressources de ce territoire.

La problématique du **devenir de l'assainissement** dans un contexte de forte baisse des débits d'étiage, notamment sur le Haut-Doubs a été également soulevée.

Sur le secteur du Grand Pontarlier, il est évoqué que ce sujet sera à court terme encore plus prégnant que l'AEP avec une grande difficulté attendue pour pouvoir répondre techniquement et financièrement à la baisse attendue des « droits à polluer ».

# Solutions identifiées par les participants :



# Prochain Atelier 3 le 5 Mars 2024

Sur la base de ce premier brainstorming, les bureaux d'études vont tenter de quantifier les bénéfices et implications des diverses solutions mises sur la table par les participants.

Vous serez invités à :

- qualifier les facilités ou difficultés de mise en œuvre, mais aussi l'acceptabilité des solutions proposées.
- Puis débattre des gammes de solutions préférentielles à planifier et appuyer sur le long terme par les pouvoirs publics.



## Contact

### Cyril THEVENET

Directeur de l'EPAGE Haut-Doubs Haute-Loue  
Tel : 03.81.26.65.54  
@ : c.thevenet@eaudoubsloue.fr

### Maud Le Nagard

Animatrice du Contrat de bassin Haut-Doubs Loue  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : m.lenagard@eaudoubsloue.fr



## Tableau des personnes présentes

Structure	Nom / Fonction
Agriculteur Loue	LECATRE Nicolas / GAEC des Azurés
Agriculteur Haut-Doubs	CHAPUIS Philippe
Chambre agriculture du Doubs	TOURENNE Didier
Chambre agriculture BFC	SAUCE Stéphane / Elu
URFAC	FEVRIER Éric / Président URFAC et Syndicat mont d'or
EPAGE HD HL	DORNIER Aurélien / Elu
DDT	NAHORNYJ Laure-Antide
SIE Dommartin	BINETRUY Philippe / Président
SIE des Tareaux	BOUHELIER Vincent / Président
SIE de Joux	DEFRASNE Daniel / Président
CCGP	CHARRIERE Sylvain / Tech
CCLMHD	LIETTA Claude / Elu
CFD	LIEGEON Éric / Elu Eau Assainissement
SIEPA / Syndicat plateau d'Amancey	MAIRE Pierre / Président
Associations de consommateurs (CLCV)	LAURENT Fabrice
Agence de l'eau	CANAULT Sébastien
Département du Doubs	LOIZON Beatrix / Elue
SIPQ / Pays Quingey	JACQUOT Marc
CCPHD	BROCHARD Aurore
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	ROBERT Marie-Christine / Vice-présidente
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	GUINCHARD Christian / 4eme Vice-président
Fédération de Pêche du Doubs	ROSSIGNON Christian
Fédération de Pêche du Doubs	BELON Jean Pierre
EPTB Saône Doubs	CARONE Florence
SOS Loue et rivières Comtoises	MAMET Gérard
OFB	GUINCHARD Christophe / Directeur
PNR Pays Horloger	JALOCHA Tania
SOCIETE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DE FRAISANS	MIGEON Alain
Canoé kayak Montgesoye	GOGUILLOT Samuel
Canoé kayak Quingey	POUILLARD Alix / Directeur Val Nature
Département du Doubs	VERNIER Benoit
CC Loue Lison	MERCIER Diane
EPAGE HDHL	KNAEBEL Benjamin
YAC	ARAMA Yannick
ARTELIA	VIGOUROUX Rémi
EPAGE HDHL	THEVENET Cyril / Directeur
EPAHE HDHL	LE NAGARD Maud / Contrat de rivière



## ANNEXE 4 FICHES ACTIONS

Type d'action : Connaissance

## 1. Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier

### Type d'action : Connaissance

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Coûts d'étude et de modélisation ~ 200 000€ (dépend du programme de mesure associé (nouveaux piézomètres, stations de débit, etc...) et de la résolution du modèle)

##### Fonctionnement (€/an)

Ras

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Nécessité de mettre en œuvre un programme de mesures et un suivi (piézométriques, débits, voire acquisition de données géologiques...). La nappe de l'Arlier et du Drugeon (au sens large) est un réservoir très complexe, cône de déjection glaciée remanié par les dépôts alluvionnaires, avec une très forte hétérogénéité de la perméabilité. Il convient de ne pas s'intéresser qu'au Drugeon, mais également à l'impact sur la tourbière de Frasne-Drugeon, c'est très différent des échanges nappe/rivière classique.

Connaissance de l'impact des forages privés.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">++</span>	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span>	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">??</span>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

2. Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...)

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

144 captages AEP sur l'ensemble du territoire dont une centaine de sources. (Les captages sont principalement des sources et certaines sont probablement déjà équipées)

Prix unitaire d'investissement pour un suivi de débit : env. 4 000€ (voir plus si nécessité d'installer un seuil jaugeur et de réaliser des courbes de tarage)

➔ Coût total ~ 400 000€

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Etude de détermination des niveaux d'alerte

Faire un état de toutes les ressources abandonnées depuis des années

Améliorer la connaissance des échanges eaux superficielles et eaux souterraines

Action nécessaire sur les petits cours d'eau afin de limiter les impacts sur les débits d'étiage

Recueil des données actuelles important pour partir d'une base solide

Améliorer la connaissance des ressources stratégiques à solliciter en cas de crise

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Anticipation des situations de crise	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + contribue à améliorer la connaissance de l'adéquation besoins/ressource	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

### **3. Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts)**

## Type d'action : Connaissance

<b>Faisabilité</b>	
<b>Coût (estimation en ordre de grandeur)</b>	
<b>Investissement (€)</b>	<b>Fonctionnement (€/an)</b>
~ 1 000 000 € (d'après étude Agence de l'eau 2013) pour l'ensemble des ressources	~10 k€/an pour le suivi/entretien du réseau de mesure
~ 420 000 € pour les ressources ciblées par l'EPAGE Haut-Doubs Haute Loue.	
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<b>Éléments à prendre en compte</b>	<b>Retour d'expérience/Actions en cours</b>
Investigation à réaliser :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de débit</li> <li>• Traçage</li> <li>• Analyses physico-chimiques et isotopiques</li> <li>• Pompage vasque vauclusienne</li> <li>• Diagnostic de forage</li> <li>• Reconnaissance géophysique</li> <li>• Forage de reconnaissance</li> </ul>	
Mise en place de zone de sauvegarde pour éviter les pollutions des ressources (obligatoire sur le périmètre du SAGE).	
Coordonner/connaître les forages privés	
Améliorer la compréhension des liens eau superficielle / eau souterraine	

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau		
Effet = + + Meilleure connaissance de la ressource Possibilité d'exploitation de nouvelles sources	Incertitude = ? ? Possibilité de trouver de nouvelles ressources suffisantes et résilientes reste incertaine (quantitativement et qualitativement)	Effet = ***	Incertitude = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques		
Effet = + Exploitation éventuelle de nouvelles sources ayant un impact sur le milieu naturel.	Incertitude = *** Connaissance des impacts (notamment sur l'aval lointain)	Effet = ***	Incertitude = ***

Pour les ressources karstiques majeures, les besoins en études ont été précisés par l'EPAGE →  
Liste des ressources prioritaires :

N°	Nom de la ressource	Exploitation ressource	Zone d'étude	Code masse d'eau
1	Source de la Tuffière	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
2	Sources Schlumberger et Grande Source Bleue	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
3	Sources Arcier et Bergeret	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
4	Sources de l'Ain et La Papeterie	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
5	Source de la Saine	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
6	Source de Derrière le Mont	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
7	Source Martin	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
8	Sources C Tunnel du Mont d'Or et La Creuse	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
9	Source du Doubs	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
10	Synclinal Val de Rochejean / Métabief	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
11	Synclinal Val de Saint Point	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
12	Sources du Maine et de l'Ecoutot	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
13	Sources de Bief Poutot et Grande Baume	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
14	Source Baume Archée	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
15	Sources du Dessoubre et Bief Ayroux	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
16	Plateau de Gilley / Les Combes	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
17	Source du Bief	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
21	Source de la Furieuse	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
30	Karst profond de la vallée du Doubs	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG237
31	Source Moulin Bournez et Puits Cinquin	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153

#### **Liste des ressources prioritaires repérées comme nécessitant une amélioration de la connaissance :**

- Sources de Bief Poutot et Grande
  - Source du Bief
  - Plateau de Gilley / Les Combes
  - Synclinal Val de Rochejean / Métabief
  - Synclinal Val de Saint Point

RESSOURCE KARSTIQUE			Etudes complémentaires									
N° ref. RK			Suivi de débit (nombre de sources)	Tracage (nombre)	Localisation des traçages	Analyses physio-chimiques (nombre de sources)	Analyses isotopiques (nombre de points d'eau)	Pompage vasque vauclusienne (nombre de sources)	Diagnostic de forage (nombre de forages)	Reconnaissance géophysique (nombre de campagnes)	Forage de reconnaissance (nombre)	
<b>18 Source du Bief 77 ZIF</b>			<b>1</b>			<b>1</b>						
<b>21 Sources Bief Poutot_Grande Baume 38 ZIF</b>			<b>1</b>			<b>1</b>						
<b>23 Plateau de Gilley_Les Combes 70 ZIF</b>							<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>29 Synclinal Val de Saint Point 81 ZIF</b>										<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>32 Synclinal Val de Rochejean_Métabief 50 ZIF</b>										<b>1</b>	<b>2</b>	
		Nbre	2	0	0	2	1	1	0	3	5	
		PU	4000	3000		1000	400	30000	12000	10000	70000	
	Total HT		<b>8 000</b>	-	-	<b>2 000</b>	<b>400</b>	<b>30 000</b>	-	<b>30 000</b>	<b>350 000</b>	
										TOTAL GENERAL HT	<b>420 400</b>	

Pour aller plus loin :

4. Actualiser les schémas directeurs AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)  
~ 300 000€

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Définir l'échelle de travail : étude de schéma directeur à réaliser à l'échelle suffisante de l'EPAGE par exemple pour prendre en compte les interactions entre unités de gestion, mais également à échelle plus fin (communale) pour prendre en compte les spécificités locales.

Des SDAEP sont existants ou en cours, il conviendrait de les affiner et/ou de les cordonner à plus large échelle.

Structuration gouvernance à une échelle cohérente et faire du lien entre SDAEP intercommunaux

Autres outils :

- PGSSE
- PIC

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + Mise en place de mesures permettant :	<u>Incertitude</u> = *** L'étude permettra dans tous les cas l'amélioration de la gestion des réseaux et de la ressource	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

5. Mieux connaître l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

Faible coût d'étude (< 50 k€)

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Etude spécifique

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = *** Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel des activités baignades/navigation	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Conflit milieux / usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel des activités baignades/navigation	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + + Enjeux économiques pour les professionnels du tourisme	<u>Incertitude</u> = ***

## 6. Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs

### Type d'action : Connaissance

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Faible coût d'étude (<50 k€)	<u>Fonctionnement (€/an)</u>
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Etude spécifique	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Conflit milieux / Usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel de la navigation motorisée	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Conflit milieux / Usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel de la navigation motorisée Trouver des alternatives nécessitant moins de hauteur d'eau	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Perte financière pour les professionnels du tourisme	<u>Incertitude</u> = ?? Alternatives à trouver ?

Type d'action : Usage de l'eau

## 7. Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Communication ~ 30-50k€

Kit d'économie d'eau = 10 € par foyer

~ 40 000 foyers concernés dans les zones en tension --> 400 k€

~ 72 000 foyers concernés sur l'ensemble du territoire --> 720 k€

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Pilotage et suivi.

Toucher les professionnels permettrait d'avoir plus d'impact

Quelle communication pour les zones "non-tendues" (pour participation aux efforts comme les autres) ?

##### Fonctionnement (€/an)

Communication régulière, évaluation de la démarche, ...  
~ 10-20k€/an

##### Retour d'expérience/Actions en cours

- Des chercheurs de [l'université de Stanford](#) ont mis en évidence dans la région de San Francisco qu'une hausse des publications à hauteur de 100 articles sur la sécheresse au cours d'une période bimestrielle était associée à une réduction de 11 à 18 % de l'utilisation de l'eau.
- La distribution de kits d'économie d'eau [dans la région de Bordeaux](#) a entraîné une baisse de consommation de 5 à 15%, les régions rurales présentant les baisses les plus fortes.
- Programme ECODO Collectivité Eau du Bassin Rennais (3 à 5% d'économies ?, en cours d'évaluation).

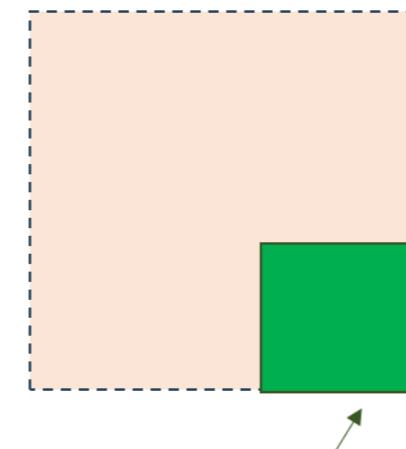
Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<b>Effet = + +</b> Efficacité prouvée des campagnes de sensibilisation et des équipements économies sur la consommation d'eau : ces campagnes peuvent être ciblées sur les périodes de sécheresse. <b>→ 15% d'économie d'eau par habitant avec un programme ambitieux</b>	<b>Incertitude =</b> Incertitude seulement sur le niveau d'économie à espérer.
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<b>Effet = +</b> Effet positif sur les cours d'eau et zones humides impactés par les prélevements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...) <b>→ effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer</b>	<b>Incertitude =</b> Incertitude liée au niveau d'effet.
<b>Effet = ***</b>	<b>Incertitude = ***</b>

### Déclinaison quantitative de l'action unitaire #7

Effet de la baisse de consommation de 15% par habitant par rapport à l'actuel

## Pour les communes isolées

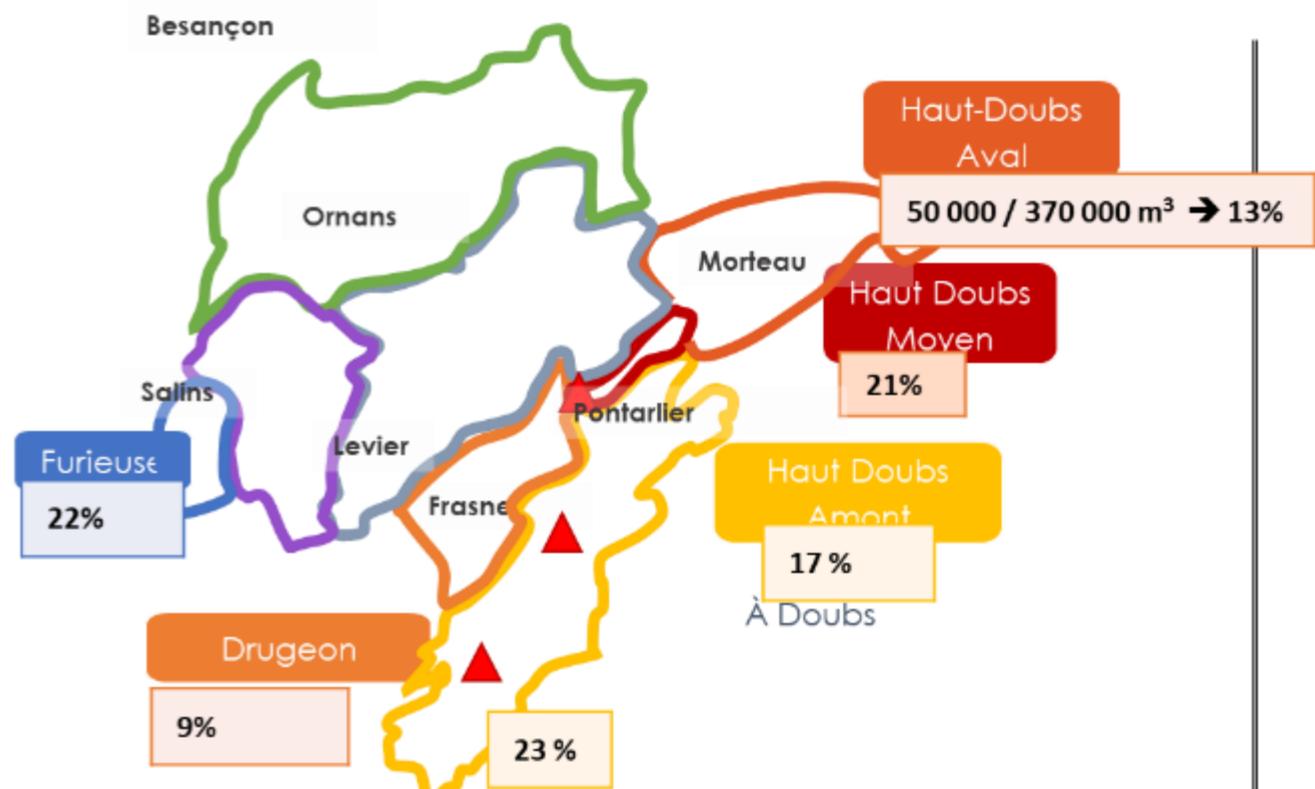
Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 100 000 m<sup>3</sup>

## A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant : Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



## 8. Tarification progressive / incitative de l'eau

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur) <u>Investissement (€)</u> Planification et mise en place de la mesure	RAS
Technique/Règlementaire/Politique	Retour d'expérience/Actions en cours
<u>Éléments à prendre en compte</u> Changement du mode de facturation Incertitude réglementaire concernant les implications socio-économiques Travail entre EPCI sur le prix de l'eau, les investissements  Piste d'action : tarification saisonnière ou en sécheresse avec télérelève des compteurs d'eau  Nécessite dans tous les cas des actions de communications (informer sur les effets de la mesure, informer la consommation de l'usager en temps réel, proposer un simulateur de tarification de l'eau)	L'étude de Brent et Ward, menée en Australie en 2019, met en évidence que la perception des prix n'a pas d'influence positive ou négative sur la consommation d'eau.  Tarification saisonnière utilisée surtout dans les communes touristiques (ex : Pays de Fouesnant)

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Répercussion relativement faible sur la consommation d'eau, sauf si couplée à de la communication / pédagogie	<u>Incertitude</u> = ? Incertitude sur les effets en périodes de sécheresse et de canicule Risque d'augmentation de forages privés et non réglementés	<u>Effet</u> = + Effet faiblement positif (amélioration de l'efficacité STEP par concentration des effluents).	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Effet positif sur les cours d'eau impacts par les prélèvements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...) → effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Difficulté à imposer aux hôpitaux ou agriculteurs par exemple Attention aux conflits entre contrainte pour particuliers et tarif pour les zones de loisirs aquatiques par exemple Conséquences sociales : quels accès au rafraîchissement en période de canicule

Brent DA, Ward MB. 2019. *Price perceptions in water demand*. Journal of Environmental Economics and Management 98:102266.

Smith SM. 2022. *The effects of individualized water rates on use and equity*. Journal of Environmental Economics and Management 114:102673.

<https://www.leceze.fr/actualites/eau-potable-des-enjeux-qui-depassent-la-tarification-progressive-avis-adopte>

## 9. Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	Fonctionnement (€/an)
<u>Investissement</u> (€)	RAS
Etudes spécifiques sur la gestion des réseaux	
Travaux d'entretien des réseaux	
Une étude de l'agence de l'eau RMC a estimé entre 3 à 161€/m <sup>3</sup> d'eau économisé dans le cadre de projet de renouvellement, avec une moyenne à 9€ par m <sup>3</sup> d'eau économisé (AERMC 2017).	

Technique/Réglementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	Retour d'expérience/Actions en cours
Mise en place de plan de gestion des réseaux et d'outils de surveillance	
Réalisation d'études AEP	
Renouvellement des réseaux PVC + fonte grise	
Prise en compte des rendements sur l'espace privé aussi	
Mettre en place un taux de renouvellement des réseaux minimum (1 à 2%)	
Attention au coût supplémentaire pour les derniers %	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">++</span> Diminution des pertes d'eau avant distribution	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> Marge d'amélioration faible sauf localement (rendements déjà sensiblement amélioré ces dernières années)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Diminution des volumes d'eaux brutes prélevées au milieu naturel (surface et souterraine), effet positif à l'échelle locale mais effet global quasi-nul (du fait de la restitution des fuites au milieu naturel)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

Le Bilan du PGRE 2015 pointe une amélioration régulière du rendement des réseaux (du moins ceux renseignés sur la base de données SISPEA) : l'objectif semble en moyenne près d'être atteint (85% de rendement dans le PGRE).

Tableau 1: Rendement moyen des réseaux d'AEP des UGE du PGRE du Haut-Doubs

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Nombre de réponses</b>	46	46	47	50	63	52
<b>Moyenne des rendements de réseau (%)</b>	80,1	80,0	82,2	81,5	83,2	84,1

En revanche il est indiqué que certains réseaux montrent des rendements encore trop faibles. Le bilan du PGRE suggère : « un suivi plus précis des réseaux ayant des rendements déclarés comme inférieurs à 50% et ceux dont les données sont absentes de SISPEA devrait être réalisé. »

## 10. A Limitation de l'augmentation de population, ...

Déclinaison quantitative de l'action unitaire #10  
Effet de la non-augmentation de la population par rapport à l'état actuel

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité
Coût (estimation en ordre de grandeur)
<u>Investissement</u> (€) Accompagnement des collectivités dans l'élaboration des documents d'urbanisme

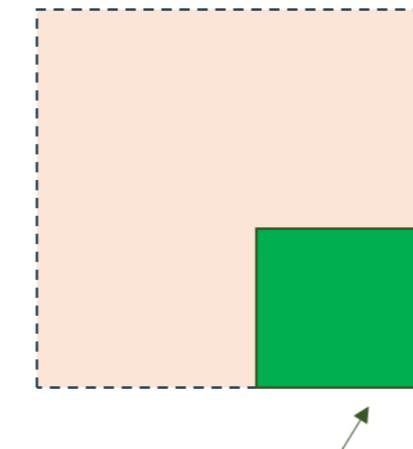
Fonctionnement (€/an)
Etudes technico-économiques précises à déployer sur le territoire

Technique/Règlementaire/Politique
<u>Éléments à prendre en compte</u> Législation (PLU) Difficile de limiter la population avec le dynamisme de l'emploi en Suisse

### Retour d'expérience/Actions en cours

### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>

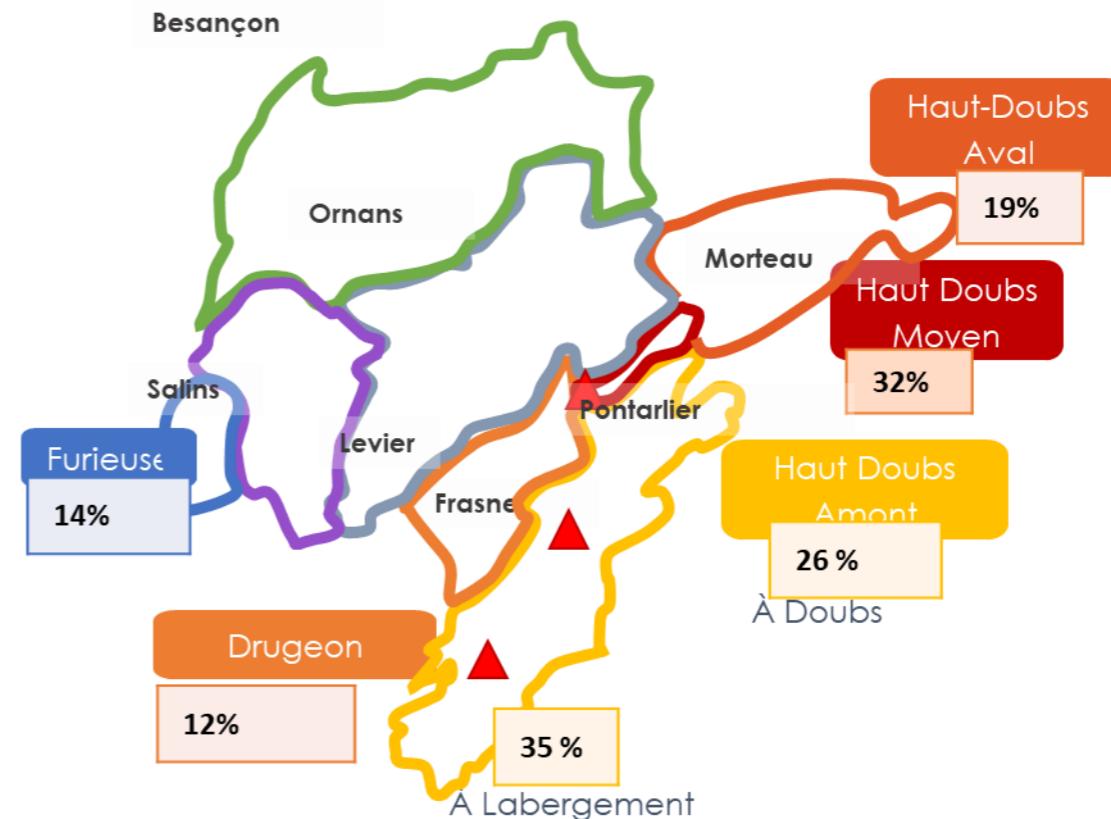


Effet de la mesure ~ 110 000 m<sup>3</sup>

Effet sur la sécurisation AEP	
<u>Effet</u> = + + Limitation de la croissance démographique → Stabilisation de la demande	
<u>Incertitude</u> = ?? La possibilité réelle de régulation de l'évolution démographique est incertaine	
Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Effet faiblement positif (amélioration de l'efficacité STEP par concentration des effluents et moins de flux polluant au global).	<u>Incertitude</u> = ??
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	
<u>Effet</u> = + Effet légèrement positif sur les cours d'eau impactés par les prélèvements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...)	<u>Incertitude</u> = ?? Effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer
Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Limitation des activités économiques au sens large	<u>Incertitude</u> = ??

### A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant : Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



## 10. B Favoriser l'infiltration en zone urbaine

### Type d'action : Usage de l'eau

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Communication Accompagnement des collectivités et des particuliers	<u>Fonctionnement (€/an)</u> Etudes technico-économiques précises à déployer sur le territoire
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Législation (PLU) Etudes technico-économiques à déployer sur le territoire	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> =	<u>Incertitude</u> =	<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Effet positif par possible amélioration du soutien d'étiage, et présence moindre d'eau claire lors de crues dans les STEP	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> Apport de pollution en nappe (usage de revêtement infiltrant) ?
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Recharge de la nappe non dégradée voire améliorée si incitation à l'infiltration à la parcelle Répond à plusieurs enjeux (quantité, qualité, milieux naturels)	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> L'effet d'une meilleure infiltration des eaux de pluie est difficile à quantifier en période de sécheresse/étiage	<u>Effet</u> =	<u>Incertitude</u> =

## 11. Diminution du cheptel

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

#### Investissement (€)

Accompagnement des éleveurs

#### Fonctionnement (€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Conciliation

Diversification vers espèces plus frugales en eau (ex: Pyrénées)

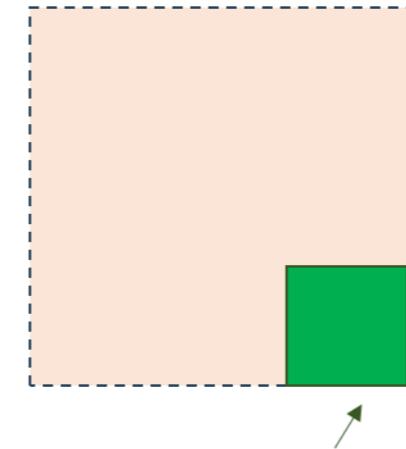
Baisse du cheptel plutôt estimée à 10% à moyen terme

Quid des industriels ?

#### Retour d'expérience/Actions en cours

### Pour les communes isolées

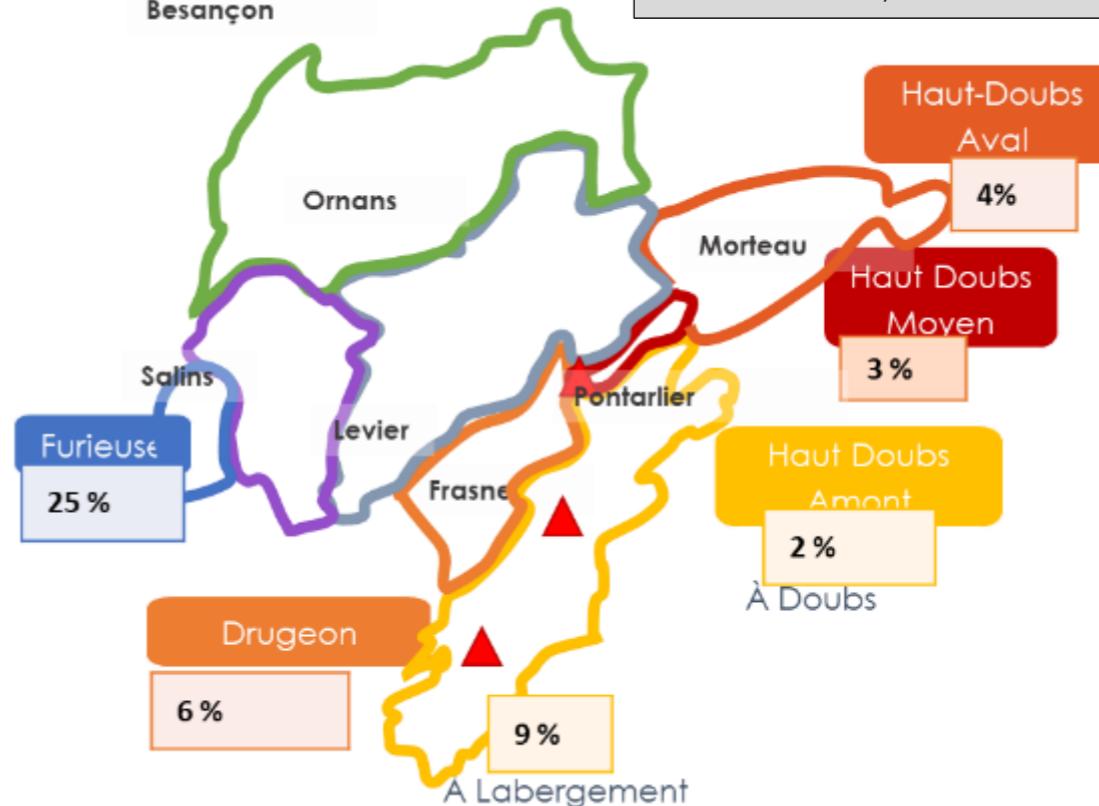
Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 65 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant :  
Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
Effet = + +	Incertitude = ***	Effet = +	Incertitude = ***
Ex : diminution de 20% du cheptel → effet différent selon les zones, voir page suivante		L'apport de nutriments (azote, notamment) au milieu naturel due au bétail apparaît significative (cf. Nutrikarst) : une diminution de la taille du cheptel (en conservant le mode d'exploitation des terres) devrait avoir pour effet de diminuer la charge polluante.	
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
Effet = + Effet légèrement positif sur les cours d'eau impactés par les prélevements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...)	Incertitude = *** → effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer	Effet = - - Diminution de la quantité de produits bruts produite (lait) et par conséquent de fromage (activité économique forte localement)	Incertitude = ?? Répercussions sur les agriculteurs et sur l'économie locale

## 12. Techniques culturales, plantation de haies

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
Investissement (€)	Fonctionnement (€/an)
Plantation des haies [~ 18€/ml, d'après barème 2023 AFAC Agroforesteries]	10 à 30 €/100 mètres linéaires/an ( <a href="http://www.chambres-agricultures.fr">www.chambres-agricultures.fr</a> )
Formation des agriculteurs et éleveurs aux techniques « alternatives » Développer les systèmes agricoles limitant les pertes d'eau des parcelles (agroforesteries, agriculture de conservation des sols...)	
Technique/Règlementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	
Changement de pratique, conséquences sur le travail agricole Faciliter les infiltrations des eaux de pluie Prévention des ruissellements de surface	<p><b>Retour d'expérience/Actions en cours</b></p> <p>Projet PARASOL – Les haies bocagères, permettent la rétention de l'eau dans le sol par diminution de l'EVP.</p> <p>Etude Resysth synthétise les effets positifs de l'agroforesterie : protection pour les cultures (ombre, gel, ...), effets agronomiques (stockage d'eau racinaire), complément de fourrage, ...</p> <p>Vélage d'automne: certains éleveurs ont opté pour les vélages d'automne afin de réduire la consommation estivale du cheptel en sevrant les veaux avant l'été.</p>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Pas ou peu d'effet sur les débits d'étiage	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Limitation de l'érosion et limitation de lixiviation de l'azote	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + + Biodiversité	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier	<u>Effet</u> = + Augmentation du rendement pour le fourrage en période de sécheresse Effet des haies et agroforesterie sur le stress thermique donc indirectement sur l'abreuvement	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier

Aller plus loin :

<https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/territoires-environnement/gestion-de-l-espace/resysth/>

<https://parasol.projet-agroforesterie.net/>

## 13. Irrigation (prairies et maraîchage)

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

Création de retenue collinaire collective : 550 – 800 €/ha pour de l'irrigation de grande culture

Consommation d'eau de 1000 à 1500 m<sup>3</sup>/ha irrigué pour la prairie.

Pour le maraîchage, dans le secteur entre 500 m<sup>3</sup> et 1000 m<sup>3</sup>/ha/an en général. Les surfaces sont généralement très faibles (<1ha par exploitation), les volumes en jeu aussi.

###### Fonctionnement (€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Forte emprise au sol et pertes par évapotranspiration

Réglementaire : Impact sur les cours d'eau et l'environnement.

Acceptabilité sociétale ?

##### Retour d'expérience/Actions en cours

PRAIR'IRR – Projet test dans la région AURA – Identification des pratiques innovantes chez les agriculteurs : le projet est en cours, les premiers résultats ne sont pas encore disponibles.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color:red;">- -</span> Risque de conflit d'usage si ressource limitée	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color:red;">- -</span> Déficit de recharge de la nappe Perte par évapotranspiration Diminution des débits à l'aval si les ouvrages se multiplient	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = <span style="color:green;">+</span> Augmentation du rendement (fourrage et donc production laitière) Développement du maraîchage	<u>Incertitude</u> = <span style="color:orange;">? ?</span> Pertinence économique pour l'irrigation du fourrage à évaluer, mais probablement faible

Type d'action : Ressources

## 14. Réduire les exports substituables

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur) <u>Investissement (€)</u> Coût reporté sur les syndicats 'extérieurs'	
Technique/Règlementaire/Politique	Retour d'expérience/Actions en cours
<u>Éléments à prendre en compte</u> Difficile de trouver des substitutions possibles n'ayant pas d'impact négatifs sur d'autres milieu déjà en tension. On notera que que l'alimentation actuelle de l'agglomération du Grand Besançon par des ressources situées sur le bassin Haut-Doubs-Haute-Loue pourrait être substitué par une ressource karstique profonde à l'amont de Besançon qui n'est pas en tension. Acceptabilité politique de la solution	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Effet négligeable sur la sécurisation AEP, les prélèvements concernés n'étant pas un facteur limitant pour l'AEP (l'essentiel des exports hors bassin concernent des prélèvements dans la Loue)		<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = *** <u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Légère augmentation du débit dans la Loue : <ul style="list-style-type: none"> <li>environ 0,050 m<sup>3</sup>/s à Montgesoye pour un débit d'étiage à 4,2 m<sup>3</sup>/s</li> <li>environ 0,110 m<sup>3</sup>/s à Chenecey pour un débit d'étiage à 6,5 m<sup>3</sup>/s</li> </ul>	<u>Incertitude</u> = *** Effet de seuil pour les autres usages (par exemple le kayak)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Possibles effets de seuils vis-à-vis des contraintes réglementaires pour la navigation des Kayak ?

- **Disposer de plusieurs modes d'approvisionnement** des unités de production d'eau potable,

[https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierm/files/content/2023-12/aermc\\_plaan\\_adaptation\\_changement\\_climatique\\_brochure\\_a4\\_v13\\_bigbang\\_web\\_0.pdf](https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierm/files/content/2023-12/aermc_plaan_adaptation_changement_climatique_brochure_a4_v13_bigbang_web_0.pdf)

Voir également la disposition 5E – 03 du SDAGE : renforcer les actions préventives de protection des captages d'eau potable

## 15. Développer les interconnexions pour des communes isolées pour limiter la vulnérabilité

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

#### Investissement (€)

Estimation très préliminaire entre 100k€ et 1000k€ (très variable selon la configuration des communes) ; avec une hypothèse de ~300k€ par commune en moyenne, pour une centaine de communes isolées (ou insuffisamment interconnectées), on obtient environ 30 M€ : à préciser après la réalisation de Schémas Directeurs AEP à l'échelle du territoire.

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Etude des interconnexions à mettre en place, via la réalisation d'un Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable à l'échelle du territoire.

Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

Très dépendant des spécificités locales : identifier les localités et travail par BV

#### Fonctionnement (€/an)

Coût énergétique difficile à évaluer, mais par analogie avec les grosses interconnexions, ~ 60k€/an

#### Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin Rhône-Méditerranée :

- ➔ Disposer de plusieurs modes d'approvisionnement par unité de distribution d'ici 2030

Mesures en cours d'application sur le territoire.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> <span style="color: blue;">+</span> Forte réduction de la vulnérabilité des communes isolées, mise en évidence en 2018 et 2022 (également évoquée dans le Schéma Départemental AEP et dans les études volumes prélevables)	<u>Incertitude</u> = Faible	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: red;">-</span> Report de volume sur les autres ressources selon la localisation du report (si le report se fait sur une autre ressource vulnérable, l'effet pourra être négatif au global)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = ***

## 16. Substitution des ressources vulnérables par la Loue

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Loue --> Pontarlier => 15km de canalisation ~ <b>4,5 M€</b> Pour alimenter les bassins versants du Drugeon et du Haut-Doubs à Ville-du-Pont et Doubs à Doubs. Besoin de 120l/s (430 m <sup>3</sup> /h, 400 mCE) : Pompes ~ 500k€.	<u>Fonctionnement (€/an)</u> Coût de fonctionnement* ~ 2*200kWh/an pour 90 jours de fonctionnement ~ 90 k€/an => Pour 900 000 m <sup>3</sup>
Loue --> Morteau => 5km de canalisation ? (Interconnexion déjà prévue juste au SIE des Combes) ~ <b>1,5 M€</b> Pour alimenter le bassin versant du Haut-Doubs à l'amont des Brenets. Besoin de 70l/s (250 m <sup>3</sup> /h, 400 mCE) : Pompes ~250k€.	Coût de fonctionnement* ~ 1*250kWh/an pour 90 jours de fonctionnement ~ 55 k€/an => Pour 550 000 m <sup>3</sup>
<i>Les coûts sont considérés par certains acteurs comme pouvant être jusqu'à 3 fois plus forts</i>	
<i>Attention à l'augmentation des coûts énergétiques à moyen terme</i>	
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Faisabilité et mise en œuvre à étudier. Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié. Entretien	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin Rhône-Méditerranée : ➔ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <b>+++</b> Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures	<u>Incertitude</u> = Faible Attention à la dépendance à une seule ressource	<u>Effet</u> = <b>+</b> Soulagement des ressources vulnérables aux prélèvements (dilution)	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <b>++ / -</b> Effet négatif sur les débits de la Loue a priori très faible (car le débit à l'étiage reste important, malgré le changement climatique) ( <b>&lt;5% du débit d'étiage</b> )  Effet de soulagement des ressources au droit desquelles les prélèvements impactent probablement les cours d'eau (Vallée du Drugeon notamment)	<u>Incertitude</u> = *** Etude d'impact à réaliser pour évaluer précisément l'impact du prélèvement à l'échelle locale. Incertitude sur le sentiment de non-vulnérabilité qui pourrait pousser à ne pas réduire la consommation.	<u>Effet</u> = <b>+</b> Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = ***

## 17. Substitution des ressources vulnérables par Saint Point

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

Saint-Point --> Pontarlier : adaptation du réseau existant, modification du captage, ... 7km / 2 M€

Saint-Point --> Morteau => Pontarlier vers Morteau = 30km /10 M€

*Il est à noter que les communes à proximité de Morteau sont déjà interconnectées par le SIEHL*

*Les coûts sont considérés par certains acteurs comme pouvant être jusqu'à 3 fois plus forts*

###### Fonctionnement (€/an)

Coût de fonctionnement 2 fois plus faible que depuis la Loue (altimétrie faible)\*

~ 45 k€/an => Pour 900 000 m<sup>3</sup>

Coût de fonctionnement \*

~ 27 k€/an => Pour 550 000 m<sup>3</sup>

\* pour une année de crise

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Faisabilité et mise en œuvre à étudier.

Captage du lac à revoir pour permettre une plus grande marge de manœuvre : attention risque d'un traitement supplémentaire nécessaire ?

Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin

Rhône-Méditerranée :

- ➔ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + + Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures	<u>Incertitude</u> = ? Possibilité d'adaptation du captage du lac ? Remplissage du lac en période de sécheresse à long-terme ?	<u>Effet</u> = + Soulagement des ressources vulnérables aux prélèvements (dilution)	<u>Incertitude</u> = *** RAS
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Effet légèrement négatif sur le niveau du Lac et sur son rôle de soutien d'étiage. <b>0,150 à 0,200 m<sup>3</sup>/s par rapport à 1,800 m<sup>3</sup>/s de soutien d'étiage (objectif de soutien moyen)</b>	<u>Incertitude</u> = ? Incidence précise à évaluer (dépend des zones alimentées)	<u>Effet</u> = + Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = *** RAS

## 18. Augmentation du stockage Saint-Point (réhausse saisonnier du niveau)

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

L'avant-projet sommaire indique un coût de l'ordre de 2 500 k€ (APS Artelia) à 3 500 k€

##### Fonctionnement (€/an)

Coût de fonctionnement faible (quelque k€/an)

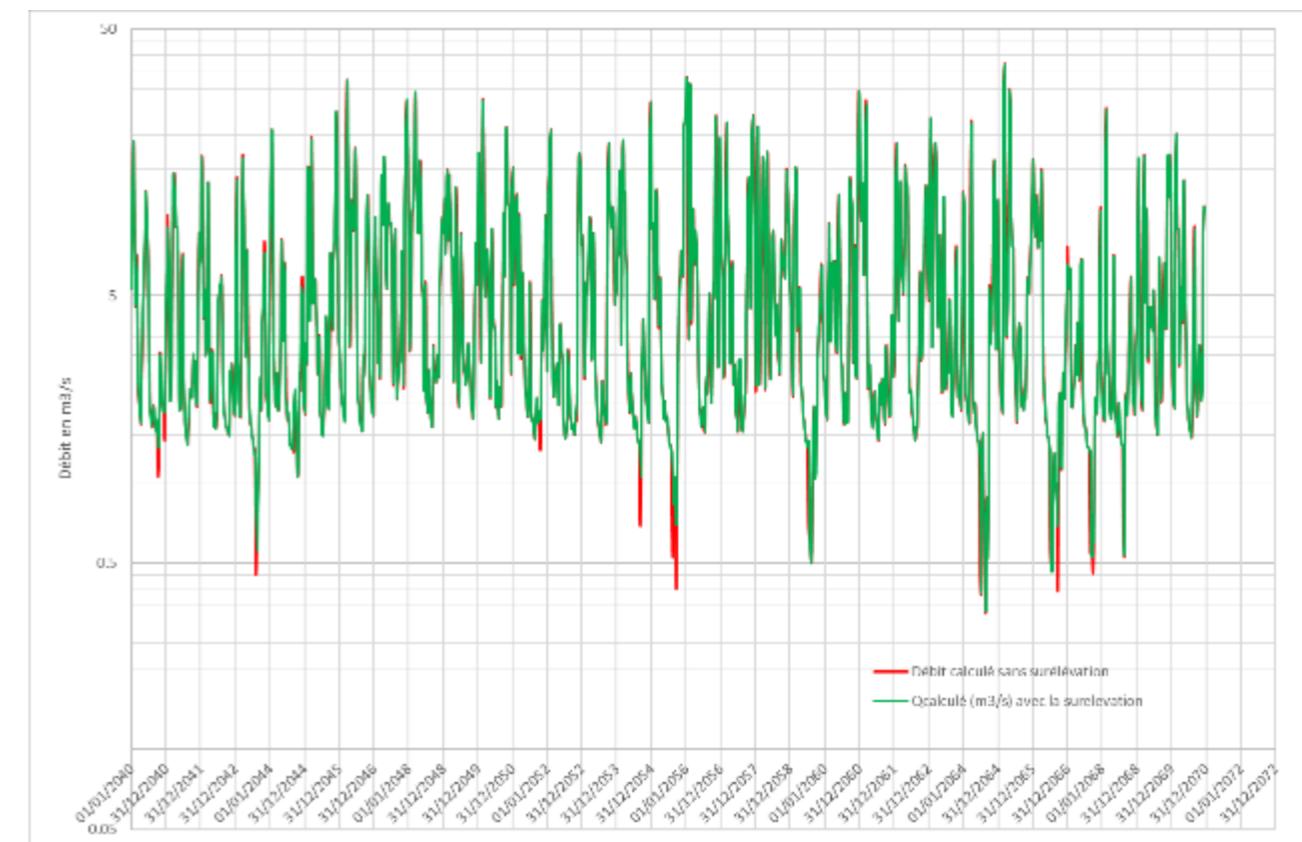
#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

La réhausse de 25cm permet un volume d'eau supplémentaire de 1.2 Mm<sup>3</sup> stocké dans le lac de Saint-Point

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau		
Effet = +	Incertitude =	Effet = +	Incertitude = ***
Volumes disponibles pour l'AEP déjà très importants, effet d'un surstockage peu important			
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques		
Effet = + +	Incertitude = ??	Effet = - +	Incertitude = ***
Effet positif sur le soutien d'étiage du Doubs (au moins jusqu'à Pontarlier). Soutien aux zones humides en aval Effet sur le milieu naturel en amont à préciser	Incidence précises à évaluer sur les zones humides (notamment du lac)	Etude d'impact en cours	



Effet de la surélévation sur les débits à Oye-et-Pallet (présenté ici avec la gestion actuelle du soutien d'étiage)

## 19. Limiter les pertes karstiques du Lac des Brenets/Chaillexon

### Type d'action : Ressources

Faisabilité			
Coût (estimation en ordre de grandeur)		Fonctionnement (€/an)	
<u>Investissement</u> (€) Coût de travaux probablement très élevé, même s'il n'existe pas de réel projet pour l'instant.			
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b> <u>Éléments à prendre en compte</u> Efficacité de l'action incertaine.		<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Tentative de bouchage des pertes en 2003 (échec)	
Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Maintien d'un site de baignade et préservation de l'activité nautique Protection de la biodiversité (le marnage du lac de chaillexon permet la minéralisation de la matière organique et le développement d'herbiers favorables à la reproduction piscicole quand il se remet en eau) Effet à l'aval négatif par baisse du débit du Doubs à l'étiage (et baisse des résurgences d'eau froides à l'aval) ?	<u>Incertitude</u> = ?? Efficacité de la mesure très incertaine	<u>Effet</u> = ++ Maintien d'un site de navigation et préservation de l'activité touristique/loisir	<u>Incertitude</u> = ***

## 20. Limitation des pertes karstiques dans le Doubs par la construction de margelles

### Type d'action : Ressources

Faisabilité			
Coût (estimation en ordre de grandeur)			
<u>Investissement (€)</u> Cout des travaux mal connu, et dépendant du projet réellement envisagé (margelles, injection de ciment, ...) : de 100 à 1000k€ ?		<u>Fonctionnement (€/an)</u>	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Efficacité incertaine à court et à long terme		<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Les solutions de type margelle ont été mises en œuvre de nombreuses fois au cours de l'histoire récente, sans grand succès.	
Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Efficacité notable pour le secteur de Morteau (si installation efficace)	<u>Incertitude</u> = ??? Les retours d'expérience sur les solutions de type margelle mettent en évidence un effet limité (voir nul sur les actions réalisées en 2018), et dans tous les cas non permanent	<u>Effet</u> = *** Effet nul sur les actions réalisées en 2018	<u>Incertitude</u> = *** Incertitude
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + - Effet théoriquement légèrement positif sur les assècs du Haut Doubs, impact sur la Loue très limité  Les simulations hydrologiques ont montré que lorsque les pertes karstiques étaient diminuées (situation anté-2018 par rapport à une situation pré-2018), une légère perte de débit est observée sur la Loue mais les effets sont fortement bénéfiques pour le Doubs.  La diminution des circulations souterraines (au global, entraîne une augmentation de la température estivale des eaux de surface)	<u>Incertitude</u> = ??? Les retours d'expérience sur les solutions de type margelle mettent en évidence un effet limité (voir nul sur les actions réalisées en 2018), et dans tous les cas non permanent	<u>Effet</u> = *** Effet paysage négatif	<u>Incertitude</u> = *** Incertitude

## 21. Gestion de crise (alimentation par citerne)

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Aucun, à condition que le nombre de camion-citerne disponible soit suffisant

##### Fonctionnement (€/an)

Communes isolées volume manquant : ~ 730 000 m<sup>3</sup>  
Volume camion-citerne : ~ 30 m<sup>3</sup>

→ ~ 24 500 camions

Coût de l'essence + location des camions  
Coût d'une rotation ~ 2000€

Volume manquant sur l'ensemble de la zone : ~ 1.7M m<sup>3</sup>

**~100 M€ par année de crise exceptionnelle**

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Logistique  
Réactivité  
Origine des volumes importés ?

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + + Sécurisation des volumes manquants dans les régions en tension →	<u>Incertitude</u> = ? ? ? Difficultés logistiques en cas de crise, en particulier disponibilité des camions citerne (surtout si sécheresse régionale ou nationale)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Sur-prélèvement dans une autre région possiblement impactant selon la source d'approvisionnement	<u>Incertitude</u> = *** à déterminer selon source d'approvisionnement	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 22. Réserves saisonnières des Syndicats d'AEP

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€) 1200 - 1600€ /m <sup>3</sup> stocké + raccordement réseau Volume manquant total : ~ 1.7 M m <sup>3</sup> Volume manquant sur les communes isolées : ~ 730 000 m <sup>3</sup> ➔ Coût de l'opération très élevé	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Technique/Réglementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Réalisation d'une étude spécifique (détermination des volumes, emplacement, raccordement réseau, etc.). Conservation de la qualité de l'eau (temps de résidence dans la citerne de stockage). Emprise au sol importante. (génie civil sur-dimensionné) Problèmes de qualité (temps de stockage)	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Classiquement le stockage d'eau traitée est sur quelques jours seulement, il n'y pas de retour d'expérience sur du stockage saisonniers localement.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + Volume disponible en période de sécheresse/étiage	<u>Incertitude</u> = ? ? Conservation de la qualité de l'eau et temps de résidence dans la citerne de stockage ➔ risque de développement bactérien ?	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Déficit de recharge de la nappe Diminution des débits à l'aval si ces ouvrages se multiplient Emprise au sol importante	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 23. Récupération des eaux de pluie / Réserves d'eau de type domestique

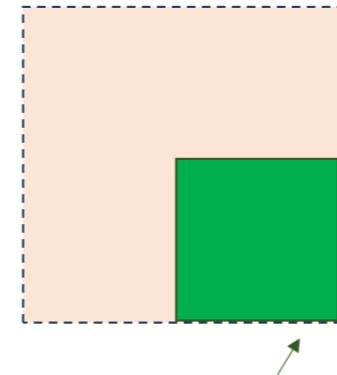
Déclinaison quantitative de l'action unitaire #23

Hypothèse : 40L/jour économisés par habitant sur tout le territoire (3 mois)

Attention : c'est une hypothèse optimiste car tous les habitants ne pourront vraisemblablement pas être équipés en conséquence

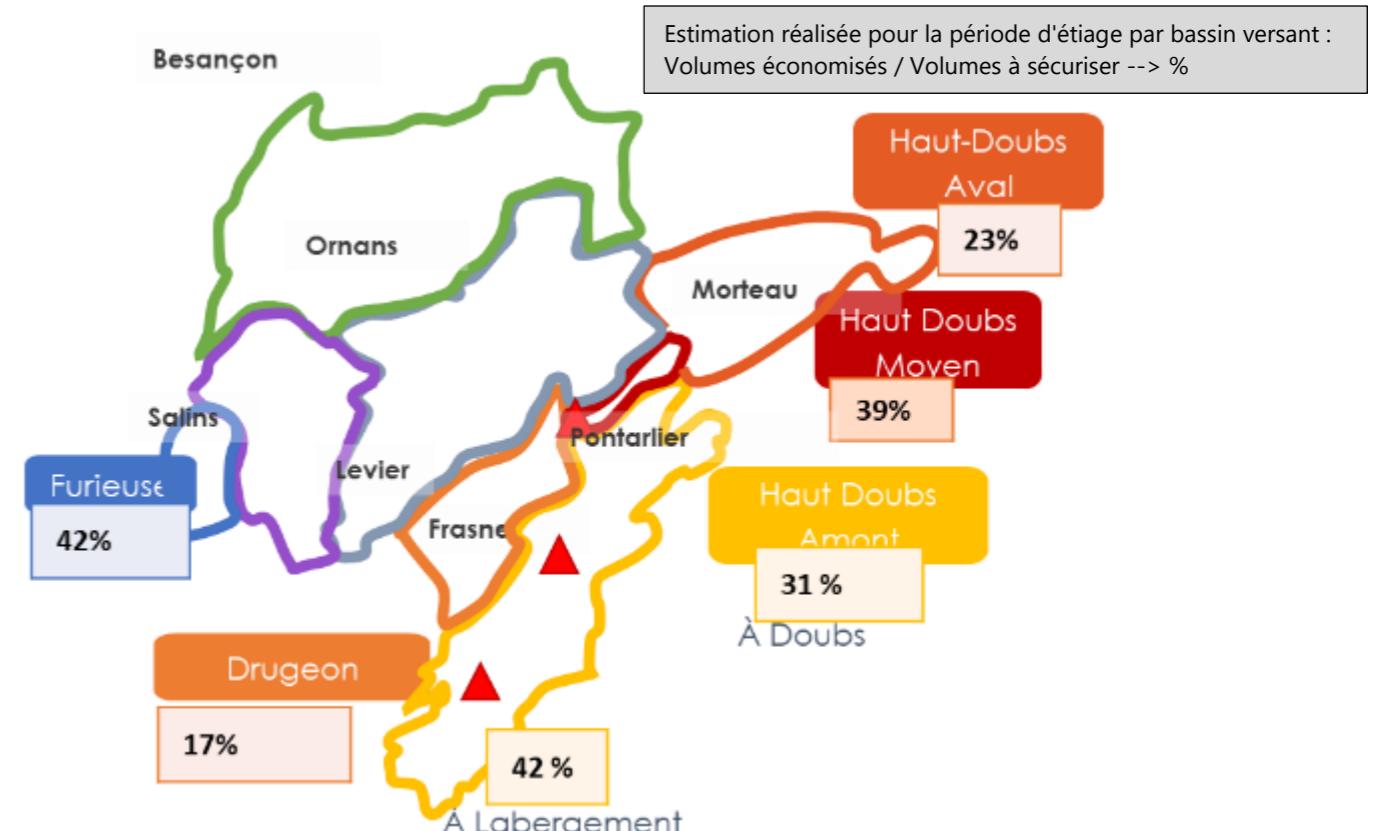
### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 165 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants



#### Type d'action : Ressources

##### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€) Fonctionnement (€/an)

Cuves récupération des eaux de pluie individuelles ou collectives :

Cuve enterrée ou en surface : ~ 1000€ / m<sup>3</sup>

40L/jour et par habitant substituable (wc, lave-linge, ...)

3,6 m<sup>3</sup>/habitant sur l'étiage de 90j donc 3600€ par habitant → 561 M€

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Accompagnement des particuliers pour l'installation des cuves de récupération (financement ?)

Difficulté de la mise en place dans les habitations existantes (réseau secondaire) → toutes les habitations ne pourront sans doute pas être équipées

Difficultés réglementaires (facturation traitement eaux usées)

Possibilité de contraindre systématiquement la récupération des eaux pluviales pour les nouvelles constructions, voire de conditionner la construction de piscine à la récupération d'eau de pluie.

Problème d'équilibre du service d'assainissement (souvent non collectif dans petits villages)

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<u>Effet</u> = + + Soulagement de la pression sur les ressources vulnérables (à évaluer précisément) Utilisations possibles de l'eau brute : <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavage de linge</li> <li>Lavage des sols intérieurs</li> <li>Évacuation des excréta</li> <li>Arrosage</li> </ul>	<u>Incertitude</u> = ? Etat incertain de la réserve en période de tension <u>Effet</u> = + Diminution des volumes à traiter lors de la potabilisation <u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<u>Effet</u> = + Possible soulagement local de ressources vulnérables du fait de prélèvements moindres.	<u>Incertitude</u> = *** Impact de la diminution des prélèvements sur la ressource à évaluer <u>Effet</u> = *** <u>Incertitude</u> = ***

## 24. Récupération des eaux de pluie et stockage pour l'abreuvement du bétail

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

- Création de goyas (mare artificielle) ~ 20 000 € TTC/unité selon les dimensions (terrassement, pose de la bâche, des plymouths et des bacs) pour un stockage de 100 à 500 m<sup>3</sup> (étude Resysth)
- Citernes : réhabilitation de citerne ~ 30 000 € TTC/unité (étude Resysth)
- 80 k€ pour une exploitation de 70 vaches (300m<sup>3</sup>) (retour atelier)

Hypothèse : pour un stockage de 30 à 50 m<sup>3</sup>  
 ➔ Entre 100€ et 1000€/m<sup>3</sup> → 500€/m<sup>3</sup> en moyenne  
 7,5 m<sup>3</sup> à stocker par UGB → 3 750 € /UGB  
 ➔ **423 M€ à l'échelle du territoire**

###### Fonctionnement (€/an)

Faible (quelques k€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

###### Financement

Pilotage collectivités/agriculteurs

###### Risque sanitaire

Capter des sources peut être très préjudiciables pour le milieu.  
 L'évaporation des mares artificielles peut également être préjudiciable, même si on capte de l'eau de pluie.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

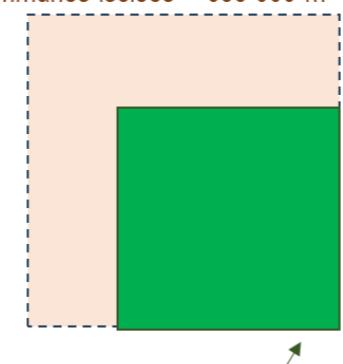
Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<u>Effet</u> = + + Soulagement de la pression sur les ressources vulnérables en période d'étiage	<u>Incertitude</u> = ? Nécessite que l'utilisation se fasse au bon moment (Gouvernance\pilotage)  Etat incertain de la réserve en période de tension
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<u>Effet</u> = - + Déficit de recharge de la nappe Perte par évapotranspiration si stockage à l'air libre Diminution des débits à l'aval si ces ouvrages se multiplient (Ces effets sont faibles a priori)  Possible soulagement local de ressources vulnérables du fait de prélèvements moindres	<u>Incertitude</u> = *** Impact de la diminution des prélèvements sur la ressource à évaluer  <u>Effet</u> = + Diminution de la pression liée au manque d'eau

### Déclinaison quantitative de l'action unitaire #24

Hypothèse : toutes les exploitations sont équipées pour une autonomie complète en période de sécheresse (3 mois)

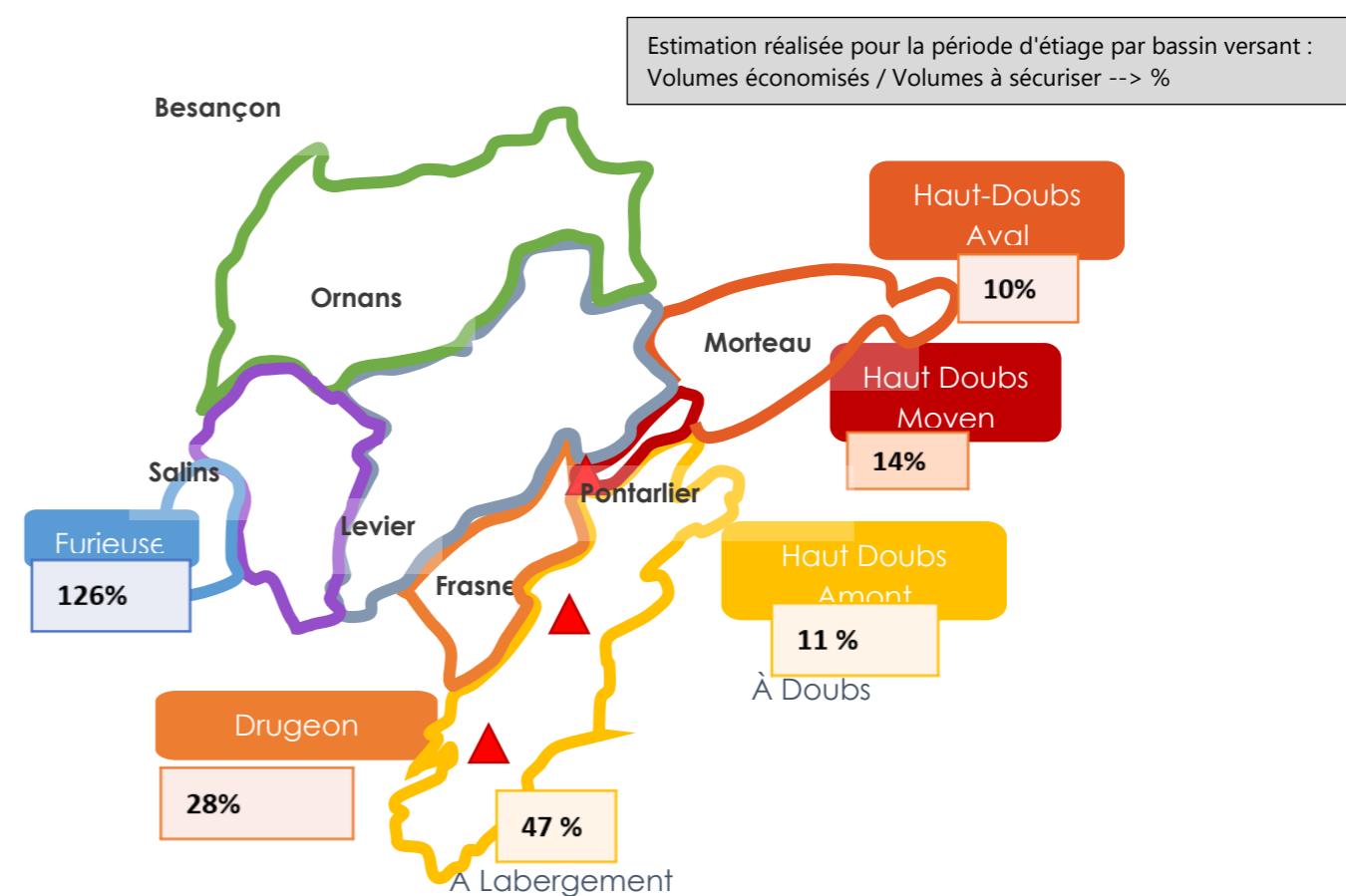
### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 320 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants



## 25. Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT)

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Adaptation des infrastructures préexistantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>Potabilisation STEP : traitement usage irrigation</li> <li>Stockage / raccordement / station pompage</li> </ul> Investissements lourds, à préciser au cas par cas	Coût élevé : de 0,25 à 0,80 €/m <sup>3</sup> contre 0,01 à 0,15 €/m <sup>3</sup> en irrigation classique (D'après B. Molle, spécialiste REUT à l'INRAE)  Pour aller plus loin : Voir 'II. Estimation des effets économiques de la REUT' in Malo Huard. Guide d'étude de la faisabilité technique et économique d'un projet de Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) en irrigation agricole. Sciences de l'environnement. 2010
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Acceptabilité sociale (« facteur beurk ») Communication Etudes techniques spécifiques Explorer les possibilités pour la vidange des piscines publiques et privées?	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Volume nécessaire toujours disponible (circuit +/- fermé)	<u>Incertitude</u> = ?? Faisabilité de l'opération	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Quel effet sur la REUT sur la qualité des eaux globale ?
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - + - Les STEP participant au soutien d'étiage, la suppression des rejets via la REUT aura donc un effet négatif sur les débits  + Réduction des prélèvements	<u>Incertitude</u> = ?? évaluer précisément les effets positifs/négatifs entre réduction des prélèvements et diminution des rejets et donc du soutien à l'étiage	<u>Effet</u> = + Possible nouvel usage agricole d'irrigation	<u>Incertitude</u> = ?? Faisabilité de l'opération

## 26. Continuer à restaurer l'hydraulicité/la morphologie des cours d'eau

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Dépendant des travaux réalisés et du linéaire Pouvant aller de 100 000€ à plusieurs millions ~ 300 000 €/km	
Financement par le programme LIFE de l'UE - Le programme LIFE est un instrument financier de la Commission européenne, dédié au soutien de projets innovants, privés ou publics, dans les domaines de l'environnement et du climat.	
Technique/Règlementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	
Etude hydraulique et restauration Difficile d'évaluer les impacts sur les pertes karstiques Maitrise foncière compliquée	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Plusieurs actions de restauration réalisées ou en projet sur le territoire. Etude de l'effet sur la ressource en eau en cours sur le secteur Gouterot / Champs Guidevaux à Bannans et La Rivière-Drugeon dans le cadre du Life Climat)

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Possiblement positif selon les captages : besoin de définir des objectifs de réhausse des nappes lors de l'élaboration des projets (si pertinent)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Effet positif sur la thermie de l'eau et capacité d'autoépuration des cours d'eau	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + + Restauration de la continuité écologique du cours d'eau (longitudinale et transversale) Amélioration du transport sédimentaire Suppression de l'étalement de la ligne d'eau et augmentation potentielle de débits dans les zones de pertes.	<u>Incertitude</u> = ? Retour à un 'cycle sédimentaire' classique avec des phases de colmatage des incisions et ouvertures lors des crues. Effet de la restauration morphologique sur les pertes à évaluer ?	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 27. Préserver et restaurer les zones humides et les ripisylves

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Coût dépendant du linéaire traité Financement par le programme LIFE de l'UE - Le programme LIFE est un instrument financier de la Commission européenne, dédié au soutien de projets innovants, privés ou publics, dans les domaines de l'environnement et du climat.	<u>Fonctionnement (€/an)</u>
<u>Éléments à prendre en compte</u> Etude adaptée Maitrise foncière compliquée	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Technique/Réglementaire/Politique	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Possible soutien d'étiage plus important	<u>Incertitude</u> = ?? Amélioration du soutien d'étiage <i>difficile à quantifier</i>	<u>Effet</u> = ++ Effet positif sur la thermie de l'eau Capacité épuratoire des ZH	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = ++ Corridor écologique Absorption de l'énergie du cours d'eau lors des crues Stabilisation des berges Possible soutien d'étiage plus important Effet important sur l'atténuation du changement climatique	<u>Incertitude</u> = ? Amélioration du soutien d'étiage <i>difficile à quantifier</i>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 28. Action d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie)

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Investissement privés/publics multiples et lourds financièrement	
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Diminution de l'usage des pesticides et phytosanitaires Conciliation avec les acteurs (agriculteurs...) Travail sur la qualité des rejets de STEP Diminution des points de rejet au milieu naturel en cas de forte pluie Préservation de l'état des sols Nécessité de mieux communiquer entre Monde agricole et l'eau potable (présence de pesticide, ...)	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + + Eau de meilleure qualité	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Amélioration de la qualité des eaux favorable à la biodiversité	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Craindre d'une perte de rendement agricole avec des contraintes sur les intrants (phytosanitaires et nutriments) Coût économique important	<u>Incertitude</u> = ***

Type d'action : Gouvernance

Type d'action : Gouvernance

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Etablissement d'un plan de gestion opérationnel à l'échelle de la zone d'étude (de l'ordre d'une centaine de millier d'euros) : suivi des dispositifs de stockage, des interconnexions, des actions à mettre œuvre...	Pilotage
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Prise en compte de l'ensemble des acteurs Communication Accompagnement individuel ? PTGE ? Transfert des compétences Eau et Assainissement	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Meilleure gestion des volumes	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Diminution des pressions en période d'étiage	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Pression en période sèche, si des restrictions sont appliquées (déjà le cas de manière récurrente)	<u>Incertitude</u> = ***

## 30. Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)

### Type d'action : Gouvernance

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Communication/concertation	communication/concertation
Éléments à prendre en compte Gestion des enjeux politiqueséconomiques Moyens réglementaires pour gérer la fréquentation	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Préservation du milieu en faveur de la biodiversité Quel est le moins impactant : rafraîchissement en milieu naturel ou piscines privées?	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Pression sur le tertiaire avec limitation des activités de loisir et du tourisme	<u>Incertitude</u> = ***



## ANNEXE 5

### COMPTE-RENDU DE L'ATELIER N°3

Type d'action : Connaissance

## 1. Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier

### Type d'action : Connaissance

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Coûts d'étude et de modélisation ~ 200 000€ (dépend du programme de mesure associé (nouveaux piézomètres, stations de débit, etc...) et de la résolution du modèle)

##### Fonctionnement (€/an)

Ras

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Eléments à prendre en compte

Nécessité de mettre en œuvre un programme de mesures et un suivi (piézométriques, débits, voire acquisition de données géologiques...). La nappe de l'Arlier et du Drugeon (au sens large) est un réservoir très complexe, cône de déjection glaciée remanié par les dépôts alluvionnaires, avec une très forte hétérogénéité de la perméabilité. Il convient de ne pas s'intéresser qu'au Drugeon, mais également à l'impact sur la tourbière de Frasne-Drugeon, c'est très différent des échanges nappe/rivière classique.

Connaissance de l'impact des forages privés.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">++</span>	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span>	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">??</span>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

2. Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateurs d'alerte, ...)

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

144 captages AEP sur l'ensemble du territoire dont une centaine de sources. (Les captages sont principalement des sources et certaines sont probablement déjà équipées)

Prix unitaire d'investissement pour un suivi de débit : env. 4 000€ (voir plus si nécessité d'installer un seuil jaugeur et de réaliser des courbes de tarage)

➔ Coût total ~ 400 000€

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Etude de détermination des niveaux d'alerte

Faire un état de toutes les ressources abandonnées depuis des années

Améliorer la connaissance des échanges eaux superficielles et eaux souterraines

Action nécessaire sur les petits cours d'eau afin de limiter les impacts sur les débits d'étiage

Recueil des données actuelles important pour partir d'une base solide

Améliorer la connaissance des ressources stratégiques à solliciter en cas de crise

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Anticipation des situations de crise	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + contribue à améliorer la connaissance de l'adéquation besoins/ressource	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

### **3. Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts)**

## Type d'action : Connaissance

<b>Faisabilité</b>	
<b>Coût (estimation en ordre de grandeur)</b>	
<b>Investissement (€)</b>	<b>Fonctionnement (€/an)</b>
~ 1 000 000 € (d'après étude Agence de l'eau 2013) pour l'ensemble des ressources	~10 k€/an pour le suivi/entretien du réseau de mesure
~ 420 000 € pour les ressources ciblées par l'EPAGE Haut-Doubs Haute Loue.	
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<b>Éléments à prendre en compte</b>	<b>Retour d'expérience/Actions en cours</b>
Investigation à réaliser :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de débit</li> <li>• Traçage</li> <li>• Analyses physico-chimiques et isotopiques</li> <li>• Pompage vasque vauclusienne</li> <li>• Diagnostic de forage</li> <li>• Reconnaissance géophysique</li> <li>• Forage de reconnaissance</li> </ul>	
Mise en place de zone de sauvegarde pour éviter les pollutions des ressources (obligatoire sur le périmètre du SAGE).	
Coordonner/connaitre les forages privés	
Améliorer la compréhension des liens eau superficielle / eau souterraine	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + Meilleure connaissance de la ressource Possibilité d'exploitation de nouvelles sources	<u>Incertitude</u> = ?? Possibilité de trouver de nouvelles ressources suffisantes et résilientes reste incertaine (quantitativement et qualitativement)	<u>Effet</u> = *** 	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Exploitation éventuelle de nouvelles sources ayant un impact sur le milieu naturel.	<u>Incertitude</u> = *** Connaissance des impacts (notamment sur l'aval lointain)	<u>Effet</u> = *** 	<u>Incertitude</u> = ***

Pour les ressources karstiques majeures, les besoins en études ont été précisés par l'EPAGE →  
Liste des ressources prioritaires :

N°	Nom de la ressource	Exploitation ressource	Zone d'étude	Code masse d'eau
1	Source de la Tuffière	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
2	Sources Schlumberger et Grande Source Bleue	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
3	Sources Arcier et Bergeret	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
4	Sources de l'Ain et La Papeterie	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
5	Source de la Saine	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
6	Source de Derrière le Mont	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
7	Source Martin	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
8	Sources C Tunnel du Mont d'Or et La Creuse	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
9	Source du Doubs	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
10	Synclinal Val de Rochejean / Métabief	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
11	Synclinal Val de Saint Point	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
12	Sources du Maine et de l'Ecoutot	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
13	Sources de Bief Poutot et Grande Baume	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
14	Source Baume Archée	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
15	Sources du Dessoubre et Bief Ayroux	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
16	Plateau de Gilley / Les Combes	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153
17	Source du Bief	Non-exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG154
21	Source de la Furieuse	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG149
30	Karst profond de la vallée du Doubs	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG237
31	Source Moulin Bournez et Puits Cinquin	Exploitée	Karst Massif du Jura	FRDG153

## Liste des ressources prioritaires repérées comme nécessitant une amélioration de la connaissance :

- Sources de Bief Poutot et Grande
  - Source du Bief
  - Plateau de Gilley / Les Combes
  - Synclinal Val de Rochejean / Métabief
  - Synclinal Val de Saint Point

RESSOURCE KARSTIQUE			Etudes complémentaires								
N° ref. RK			Suivi de débit (nombre de sources)	Tracage (nombre)	Localisation des traçages	Analyses physio-chimiques (nombre de sources)	Analyses isotopiques (nombre de points d'eau)	Pompage vasque vauclusienne (nombre de sources)	Diagnostic de forage (nombre de forages)	Reconnaissance géophysique (nombre de campagnes)	Forage de reconnaissance (nombre)
18 Source du Bief 77 ZIF			1			1					
21 Sources Bief Poutot_Grande Baume 38 ZIF			1			1					
23 Plateau de Gilley_Les Combes 70 ZIF							1	1		1	1
29 Synclinal Val de Saint Point 81 ZIF										1	2
32 Synclinal Val de Rochejean_Métabief 50 ZIF										1	2
		Nbre	2	0	0	2	1	1	0	3	5
		PU	4000	3000		1000	400	30000	12000	10000	70000
	Total HT		8 000	-	-	2 000	400	30 000	-	30 000	350 000
										TOTAL GENERAL HT	420 400

Pour aller plus loin :

4. Actualiser les schémas directeurs AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)  
~ 300 000€

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Définir l'échelle de travail : étude de schéma directeur à réaliser à l'échelle suffisante de l'EPAGE par exemple pour prendre en compte les interactions entre unités de gestion, mais également à échelle plus fin (communale) pour prendre en compte les spécificités locales.

Des SDAEP sont existants ou en cours, il conviendrait de les affiner et/ou de les cordonner à plus large échelle.

Structuration gouvernance à une échelle cohérente et faire du lien entre SDAEP intercommunaux

Autres outils :

- PGSSE
- PIC

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + Mise en place de mesures permettant :	<u>Incertitude</u> = *** L'étude permettra dans tous les cas l'amélioration de la gestion des réseaux et de la ressource	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

5. Mieux connaître l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés

Type d'action : Connaissance

**Faisabilité**

Coût (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

Faible coût d'étude (< 50 k€)

Fonctionnement (€/an)

Technique/Règlementaire/Politique

Éléments à prendre en compte

Etude spécifique

Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = *** Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel des activités baignades/navigation	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Conflit milieux / usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel des activités baignades/navigation	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + + Enjeux économiques pour les professionnels du tourisme	<u>Incertitude</u> = ***

## 6. Explorer les impacts et avenir alternatifs aux croisières du Saut du Doubs

### Type d'action : Connaissance

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€) Faible coût d'étude (<50 k€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Éléments à prendre en compte Etude spécifique	Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Conflit milieux / Usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel de la navigation motorisée	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Conflit milieux / Usage navigation mieux appréhendé Meilleur encadrement possible de l'impact sur le milieu naturel de la navigation motorisée Trouver des alternatives nécessitant moins de hauteur d'eau	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Perte financière pour les professionnels du tourisme	<u>Incertitude</u> = ?? Alternatives à trouver ?

Type d'action : Usage de l'eau

## 7. Pédagogie sur les économies d'eau, kits économie d'eau

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Communication ~ 30-50k€

Kit d'économie d'eau = 10 € par foyer

~ 40 000 foyers concernés dans les zones en tension --> 400 k€

~ 72 000 foyers concernés sur l'ensemble du territoire --> 720 k€

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Pilotage et suivi.

Toucher les professionnels permettrait d'avoir plus d'impact

Quelle communication pour les zones "non-tendues" (pour participation aux efforts comme les autres) ?

##### Fonctionnement (€/an)

Communication régulière, évaluation de la démarche, ...  
~ 10-20k€/an

##### Retour d'expérience/Actions en cours

- Des chercheurs de [l'université de Stanford](#) ont mis en évidence dans la région de San Francisco qu'une hausse des publications à hauteur de 100 articles sur la sécheresse au cours d'une période bimestrielle était associée à une réduction de 11 à 18 % de l'utilisation de l'eau.
- La distribution de kits d'économie d'eau [dans la région de Bordeaux](#) a entraîné une baisse de consommation de 5 à 15%, les régions rurales présentant les baisses les plus fortes.
- Programme ECODO Collectivité Eau du Bassin Rennais (3 à 5% d'économies ?, en cours d'évaluation).

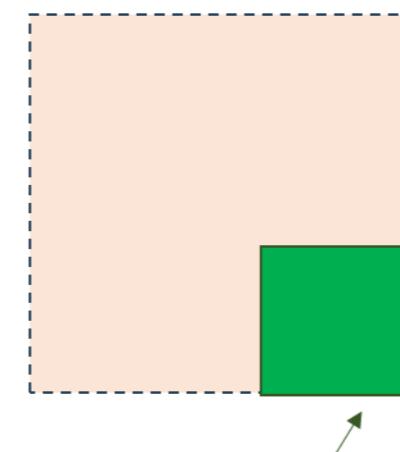
Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<b>Effet = + +</b> Efficacité prouvée des campagnes de sensibilisation et des équipements économies sur la consommation d'eau : ces campagnes peuvent être ciblées sur les périodes de sécheresse. <b>→ 15% d'économie d'eau par habitant avec un programme ambitieux</b>	<b>Incertitude =</b> Incertitude seulement sur le niveau d'économie à espérer.
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<b>Effet = +</b> Effet positif sur les cours d'eau et zones humides impactés par les prélevements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...) <b>→ effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer</b>	<b>Incertitude =</b> Incertitude liée au niveau d'effet.
<b>Effet = ***</b>	<b>Incertitude = ***</b>

### Déclinaison quantitative de l'action unitaire #7

Effet de la baisse de consommation de 15% par habitant par rapport à l'actuel

## Pour les communes isolées

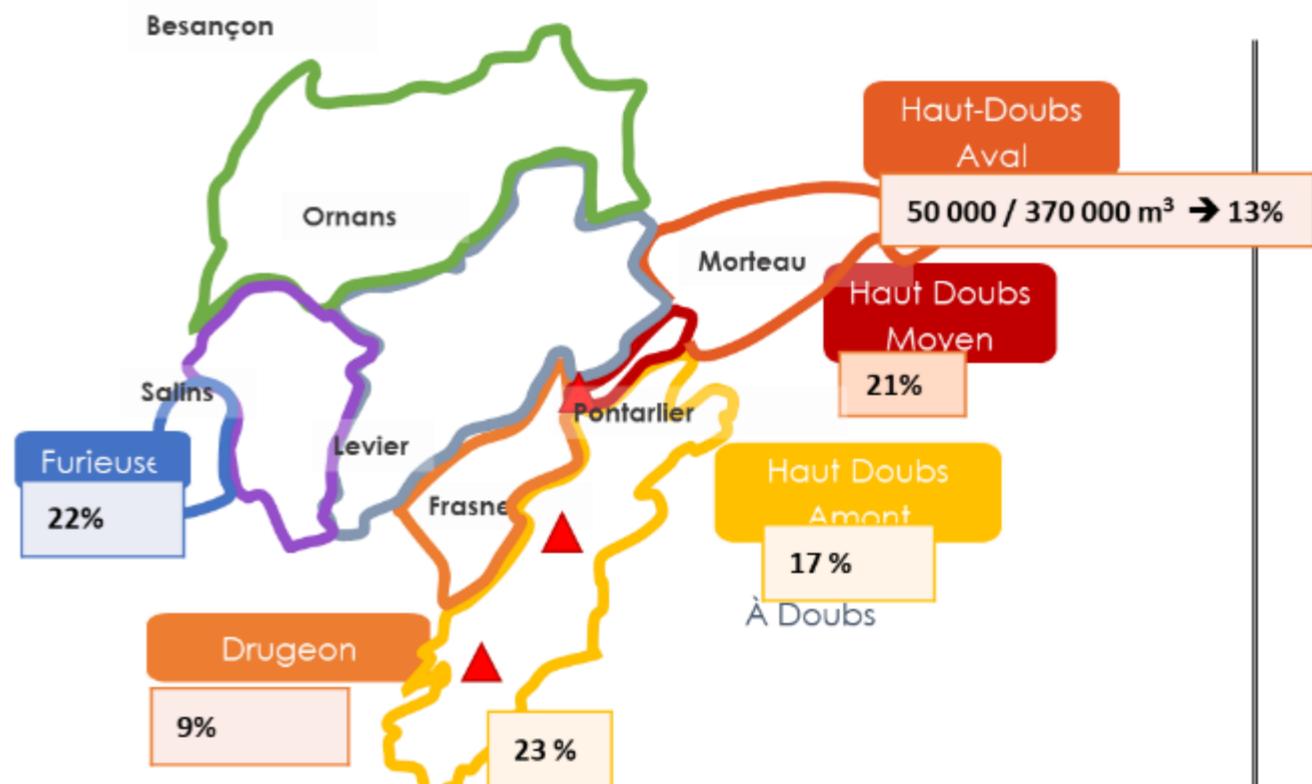
Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 100 000 m<sup>3</sup>

## A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant : Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



## 8. Tarification progressive / incitative de l'eau

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur) <u>Investissement (€)</u> Planification et mise en place de la mesure	RAS
Technique/Règlementaire/Politique	Retour d'expérience/Actions en cours
<u>Éléments à prendre en compte</u> Changement du mode de facturation Incertitude réglementaire concernant les implications socio-économiques Travail entre EPCI sur le prix de l'eau, les investissements  Piste d'action : tarification saisonnière ou en sécheresse avec télérelève des compteurs d'eau  Nécessite dans tous les cas des actions de communications (informer sur les effets de la mesure, informer la consommation de l'usager en temps réel, proposer un simulateur de tarification de l'eau)	L'étude de Brent et Ward, menée en Australie en 2019, met en évidence que la perception des prix n'a pas d'influence positive ou négative sur la consommation d'eau.  Tarification saisonnière utilisée surtout dans les communes touristiques (ex : Pays de Fouesnant)

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Répercussion relativement faible sur la consommation d'eau, sauf si couplée à de la communication / pédagogie	<u>Incertitude</u> = ? Incertitude sur les effets en périodes de sécheresse et de canicule Risque d'augmentation de forages privés et non réglementés	<u>Effet</u> = + Effet faiblement positif (amélioration de l'efficacité STEP par concentration des effluents).	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Effet positif sur les cours d'eau impacts par les prélèvements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...) → effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Difficulté à imposer aux hôpitaux ou agriculteurs par exemple Attention aux conflits entre contrainte pour particuliers et tarif pour les zones de loisirs aquatiques par exemple Conséquences sociales : quels accès au rafraîchissement en période de canicule

Brent DA, Ward MB. 2019. *Price perceptions in water demand*. Journal of Environmental Economics and Management 98:102266.

Smith SM. 2022. *The effects of individualized water rates on use and equity*. Journal of Environmental Economics and Management 114:102673.

<https://www.leceze.fr/actualites/eau-potable-des-enjeux-qui-depassent-la-tarification-progressive-avis-adopte>

## 9. Augmentation des rendements des réseaux AEP (limitation des fuites)

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	Fonctionnement (€/an)
<u>Investissement</u> (€)	RAS
Etudes spécifiques sur la gestion des réseaux	
Travaux d'entretien des réseaux	
Une étude de l'agence de l'eau RMC a estimé entre 3 à 161€/m <sup>3</sup> d'eau économisé dans le cadre de projet de renouvellement, avec une moyenne à 9€ par m <sup>3</sup> d'eau économisé (AERMC 2017).	

Technique/Réglementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	Retour d'expérience/Actions en cours
Mise en place de plan de gestion des réseaux et d'outils de surveillance	
Réalisation d'études AEP	
Renouvellement des réseaux PVC + fonte grise	
Prise en compte des rendements sur l'espace privé aussi	
Mettre en place un taux de renouvellement des réseaux minimum (1 à 2%)	
Attention au coût supplémentaire pour les derniers %	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">++</span> Diminution des pertes d'eau avant distribution	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> Marge d'amélioration faible sauf localement (rendements déjà sensiblement amélioré ces dernières années)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Diminution des volumes d'eaux brutes prélevées au milieu naturel (surface et souterraine), effet positif à l'échelle locale mais effet global quasi-nul (du fait de la restitution des fuites au milieu naturel)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

Le Bilan du PGRE 2015 pointe une amélioration régulière du rendement des réseaux (du moins ceux renseignés sur la base de données SISPEA) : l'objectif semble en moyenne près d'être atteint (85% de rendement dans le PGRE).

Tableau 1: Rendement moyen des réseaux d'AEP des UGE du PGRE du Haut-Doubs

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Nombre de réponses</b>	46	46	47	50	63	52
<b>Moyenne des rendements de réseau (%)</b>	80,1	80,0	82,2	81,5	83,2	84,1

En revanche il est indiqué que certains réseaux montrent des rendements encore trop faibles. Le bilan du PGRE suggère : « un suivi plus précis des réseaux ayant des rendements déclarés comme inférieurs à 50% et ceux dont les données sont absentes de SISPEA devrait être réalisé. »

## 10. A Limitation de l'augmentation de population, ...

Déclinaison quantitative de l'action unitaire #10  
Effet de la non-augmentation de la population par rapport à l'état actuel

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité
Coût (estimation en ordre de grandeur)
<u>Investissement (€)</u> Accompagnement des collectivités dans l'élaboration des documents d'urbanisme

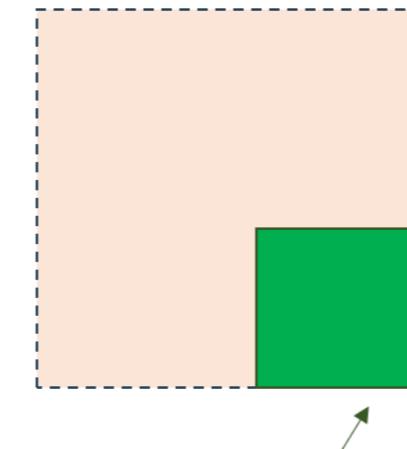
Fonctionnement (€/an)
Etudes technico-économiques précises à déployer sur le territoire

Technique/Réglementaire/Politique
<u>Éléments à prendre en compte</u> Législation (PLU) Difficile de limiter la population avec le dynamisme de l'emploi en Suisse

### Retour d'expérience/Actions en cours

### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>

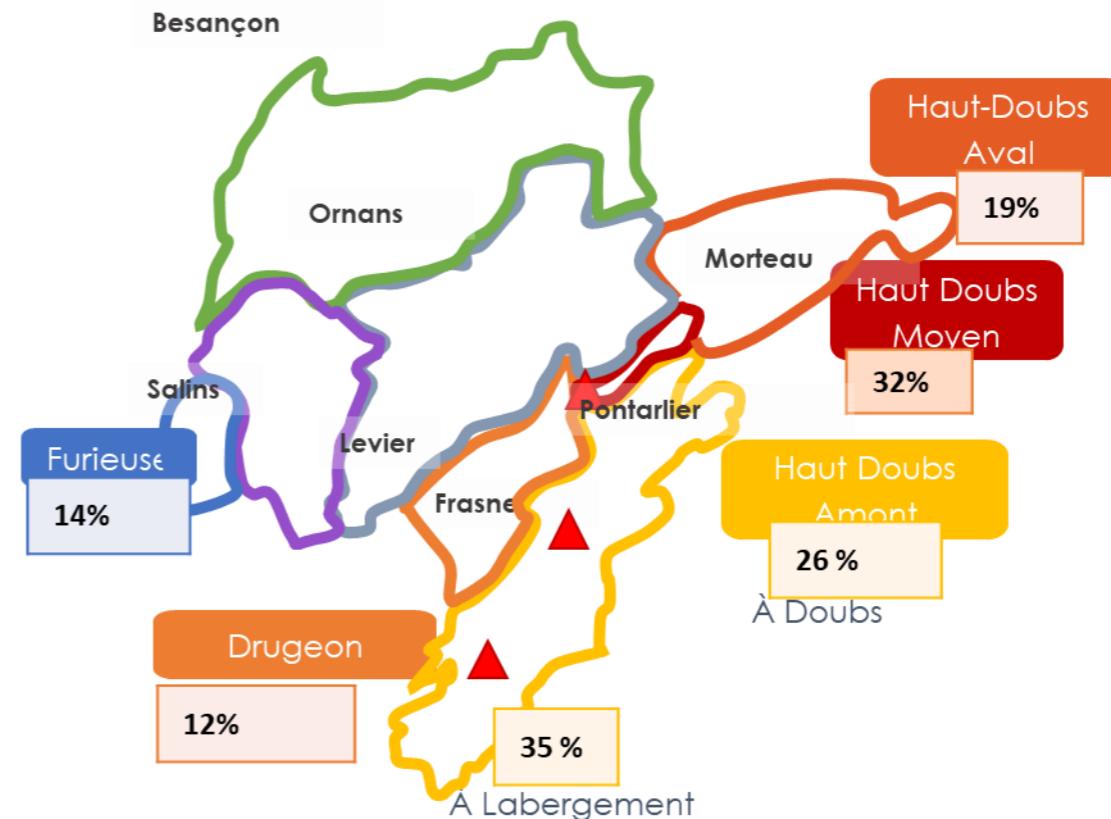


Effet de la mesure ~ 110 000 m<sup>3</sup>

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<u>Effet</u> = + + Limitation de la croissance démographique → Stabilisation de la demande	<u>Incertitude</u> = ?? La possibilité réelle de régulation de l'évolution démographique est incertaine
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<u>Effet</u> = + Effet légèrement positif sur les cours d'eau impactés par les prélèvements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...)	<u>Effet des économies d'eau</u> sur le milieu à évaluer <u>Effet</u> = - Limitation des activités économiques au sens large

### A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant : Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



## 10. B Favoriser l'infiltration en zone urbaine

### Type d'action : Usage de l'eau

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Communication Accompagnement des collectivités et des particuliers	<u>Fonctionnement (€/an)</u> Etudes technico-économiques précises à déployer sur le territoire
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Législation (PLU) Etudes technico-économiques à déployer sur le territoire	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> =	<u>Incertitude</u> =	<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Effet positif par possible amélioration du soutien d'étiage, et présence moindre d'eau claire lors de crues dans les STEP	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> Apport de pollution en nappe (usage de revêtement infiltrant) ?
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Recharge de la nappe non dégradée voire améliorée si incitation à l'infiltration à la parcelle Répond à plusieurs enjeux (quantité, qualité, milieux naturels)	<u>Incertitude</u> = <span style="color: orange;">?</span> L'effet d'une meilleure infiltration des eaux de pluie est difficile à quantifier en période de sécheresse/étiage	<u>Effet</u> =	<u>Incertitude</u> =

## 11. Diminution du cheptel

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

#### Investissement (€)

Accompagnement des éleveurs

#### Fonctionnement (€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Conciliation

Diversification vers espèces plus frugales en eau (ex: Pyrénées)

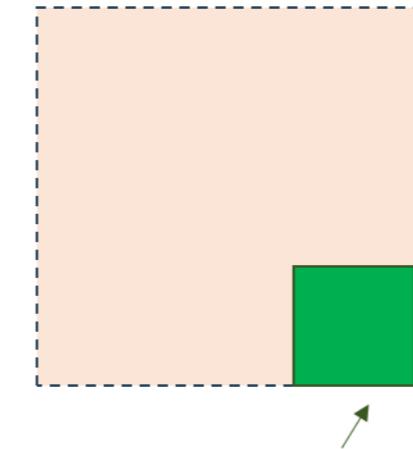
Baisse du cheptel plutôt estimée à 10% à moyen terme

Quid des industriels ?

#### Retour d'expérience/Actions en cours

### Pour les communes isolées

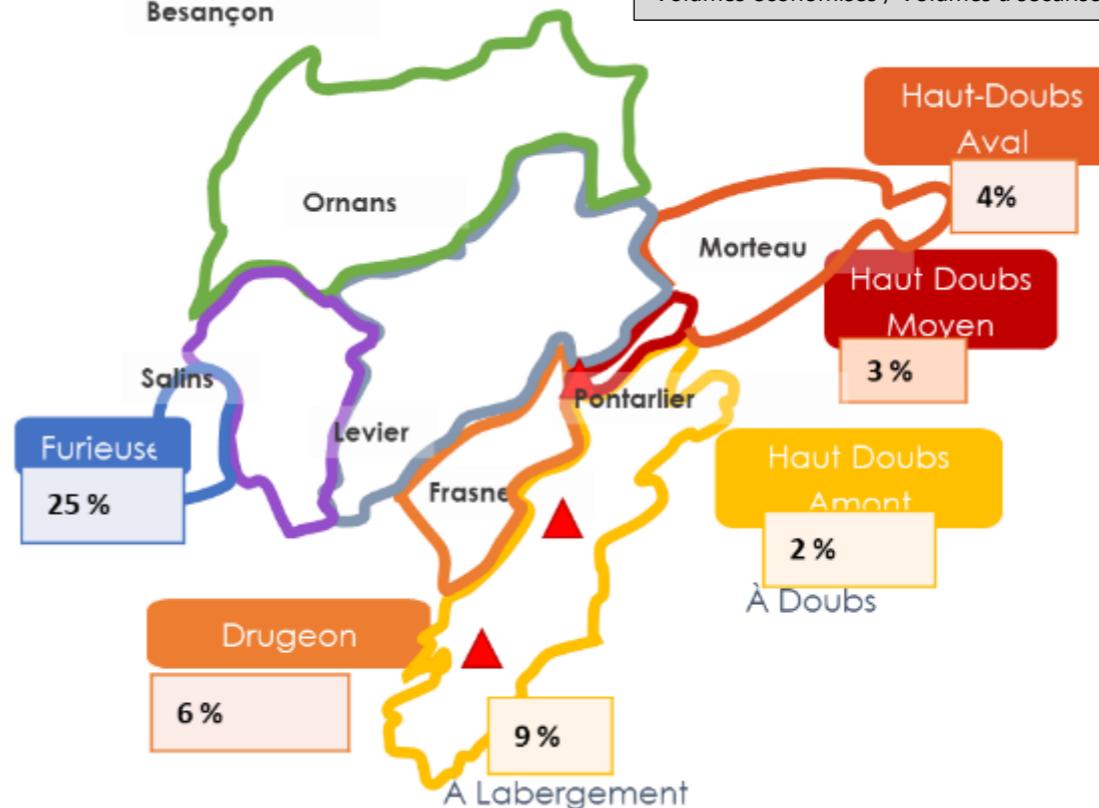
Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 65 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants

Estimation réalisée pour la période d'étiage par bassin versant :  
Volumes économisés / Volumes à sécuriser --> %



Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
Effet = + +	Incertitude = ***	Effet = +	Incertitude = ***
Ex : diminution de 20% du cheptel → effet différent selon les zones, voir page suivante		L'apport de nutriments (azote, notamment) au milieu naturel due au bétail apparaît significative (cf. Nutrikarst) : une diminution de la taille du cheptel (en conservant le mode d'exploitation des terres) devrait avoir pour effet de diminuer la charge polluante.	
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
Effet = + Effet légèrement positif sur les cours d'eau impactés par les prélevements (petit cours d'eau amont, Drugeon, ...)	Incertitude = *** → effet des économies d'eau sur le milieu à évaluer	Effet = - - Diminution de la quantité de produits bruts produite (lait) et par conséquent de fromage (activité économique forte localement)	Incertitude = ?? Répercussions sur les agriculteurs et sur l'économie locale

## 12. Techniques culturales, plantation de haies

### Type d'action : Usage de l'eau

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
Investissement (€)	Fonctionnement (€/an)
Plantation des haies [~ 18€/ml, d'après barème 2023 AFAC Agroforesteries]	10 à 30 €/100 mètres linéaires/an ( <a href="http://www.chambres-agricultures.fr">www.chambres-agricultures.fr</a> )
Formation des agriculteurs et éleveurs aux techniques « alternatives » Développer les systèmes agricoles limitant les pertes d'eau des parcelles (agroforesteries, agriculture de conservation des sols...)	
Technique/Règlementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	
Changement de pratique, conséquences sur le travail agricole Faciliter les infiltrations des eaux de pluie Prévention des ruissellements de surface	<p><b>Retour d'expérience/Actions en cours</b></p> <p>Projet PARASOL – Les haies bocagères, permettent la rétention de l'eau dans le sol par diminution de l'EVP.</p> <p>Etude Resysth synthétise les effets positifs de l'agroforesterie : protection pour les cultures (ombre, gel, ...), effets agronomiques (stockage d'eau racinaire), complément de fourrage, ...</p> <p>Vélage d'automne: certains éleveurs ont opté pour les vélages d'automne afin de réduire la consommation estivale du cheptel en sevrant les veaux avant l'été.</p>

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Pas ou peu d'effet sur les débits d'étiage	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Limitation de l'érosion et limitation de lixiviation de l'azote	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + + Biodiversité	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier	<u>Effet</u> = + Augmentation du rendement pour le fourrage en période de sécheresse Effet des haies et agroforesterie sur le stress thermique donc indirectement sur l'abreuvement	<u>Incertitude</u> = ? Difficile à quantifier

Aller plus loin :

<https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/territoires-environnement/gestion-de-l-espace/resysth/>

<https://parasol.projet-agroforesterie.net/>

## 13. Irrigation (prairies et maraîchage)

### Type d'action : Usage de l'eau

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

Création de retenue collinaire collective : 550 – 800 €/ha pour de l'irrigation de grande culture

Consommation d'eau de 1000 à 1500 m<sup>3</sup>/ha irrigué pour la prairie.

Pour le maraîchage, dans le secteur entre 500 m<sup>3</sup> et 1000 m<sup>3</sup>/ha/an en général. Les surfaces sont généralement très faibles (<1ha par exploitation), les volumes en jeu aussi.

###### Fonctionnement (€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Forte emprise au sol et pertes par évapotranspiration

Réglementaire : Impact sur les cours d'eau et l'environnement.

Acceptabilité sociétale ?

##### Retour d'expérience/Actions en cours

PRAIR'IRR – Projet test dans la région AURA – Identification des pratiques innovantes chez les agriculteurs : le projet est en cours, les premiers résultats ne sont pas encore disponibles.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color:red;">- -</span> Risque de conflit d'usage si ressource limitée	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color:red;">- -</span> Déficit de recharge de la nappe Perte par évapotranspiration Diminution des débits à l'aval si les ouvrages se multiplient	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = <span style="color:green;">+</span> Augmentation du rendement (fourrage et donc production laitière) Développement du maraîchage	<u>Incertitude</u> = <span style="color:orange;">? ?</span> Pertinence économique pour l'irrigation du fourrage à évaluer, mais probablement faible

Type d'action : Ressources

## 14. Réduire les exports substituables

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur) <u>Investissement (€)</u> Coût reporté sur les syndicats 'extérieurs'	
Technique/Règlementaire/Politique	Retour d'expérience/Actions en cours
<u>Éléments à prendre en compte</u> Difficile de trouver des substitutions possibles n'ayant pas d'impact négatifs sur d'autres milieu déjà en tension. On notera que que l'alimentation actuelle de l'agglomération du Grand Besançon par des ressources situées sur le bassin Haut-Doubs-Haute-Loue pourrait être substitué par une ressource karstique profonde à l'amont de Besançon qui n'est pas en tension. Acceptabilité politique de la solution	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Effet négligeable sur la sécurisation AEP, les prélèvements concernés n'étant pas un facteur limitant pour l'AEP (l'essentiel des exports hors bassin concernent des prélèvements dans la Loue)		<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = *** <u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Légère augmentation du débit dans la Loue : <ul style="list-style-type: none"> <li>environ 0,050 m<sup>3</sup>/s à Montgesoye pour un débit d'étiage à 4,2 m<sup>3</sup>/s</li> <li>environ 0,110 m<sup>3</sup>/s à Chenecey pour un débit d'étiage à 6,5 m<sup>3</sup>/s</li> </ul>	<u>Incertitude</u> = *** Effet de seuil pour les autres usages (par exemple le kayak)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Possibles effets de seuils vis-à-vis des contraintes réglementaires pour la navigation des Kayak ?

- **Disposer de plusieurs modes d'approvisionnement** des unités de production d'eau potable,

[https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierm/files/content/2023-12/aermc\\_plaan\\_adaptation\\_changement\\_climatique\\_brochure\\_a4\\_v13\\_bigbang\\_web\\_0.pdf](https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierm/files/content/2023-12/aermc_plaan_adaptation_changement_climatique_brochure_a4_v13_bigbang_web_0.pdf)

Voir également la disposition 5E – 03 du SDAGE : renforcer les actions préventives de protection des captages d'eau potable

## 15. Développer les interconnexions pour des communes isolées pour limiter la vulnérabilité

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

#### Investissement (€)

Estimation très préliminaire entre 100k€ et 1000k€ (très variable selon la configuration des communes) ; avec une hypothèse de ~300k€ par commune en moyenne, pour une centaine de communes isolées (ou insuffisamment interconnectées), on obtient environ 30 M€ : à préciser après la réalisation de Schémas Directeurs AEP à l'échelle du territoire.

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Etude des interconnexions à mettre en place, via la réalisation d'un Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable à l'échelle du territoire.

Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

Très dépendant des spécificités locales : identifier les localités et travail par BV

#### Fonctionnement (€/an)

Coût énergétique difficile à évaluer, mais par analogie avec les grosses interconnexions, ~ 60k€/an

#### Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin Rhône-Méditerranée :

- ➔ Disposer de plusieurs modes d'approvisionnement par unité de distribution d'ici 2030

Mesures en cours d'application sur le territoire.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> <span style="color: blue;">+</span> Forte réduction de la vulnérabilité des communes isolées, mise en évidence en 2018 et 2022 (également évoquée dans le Schéma Départemental AEP et dans les études volumes prélevables)	<u>Incertitude</u> = Faible	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <span style="color: red;">-</span> Report de volume sur les autres ressources selon la localisation du report (si le report se fait sur une autre ressource vulnérable, l'effet pourra être négatif au global)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = <span style="color: green;">+</span> Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = ***

## 16. Substitution des ressources vulnérables par la Loue

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Loue --> Pontarlier => 15km de canalisation ~ <b>4,5 M€</b> Pour alimenter les bassins versants du Drugeon et du Haut-Doubs à Ville-du-Pont et Doubs à Doubs. Besoin de 120l/s (430 m <sup>3</sup> /h, 400 mCE) : Pompes ~ 500k€.	<u>Fonctionnement (€/an)</u> Coût de fonctionnement* ~ 2*200kWh/an pour 90 jours de fonctionnement ~ 90 k€/an => Pour 900 000 m <sup>3</sup>
Loue --> Morteau => 5km de canalisation ? (Interconnexion déjà prévue juste au SIE des Combes) ~ <b>1,5 M€</b> Pour alimenter le bassin versant du Haut-Doubs à l'amont des Brenets. Besoin de 70l/s (250 m <sup>3</sup> /h, 400 mCE) : Pompes ~250k€.	Coût de fonctionnement* ~ 1*250kWh/an pour 90 jours de fonctionnement ~ 55 k€/an => Pour 550 000 m <sup>3</sup>
<i>Les coûts sont considérés par certains acteurs comme pouvant être jusqu'à 3 fois plus forts</i>	
<i>Attention à l'augmentation des coûts énergétiques à moyen terme</i>	
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Faisabilité et mise en œuvre à étudier. Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié. Entretien	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin Rhône-Méditerranée : ➔ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = <b>+++</b> Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures	<u>Incertitude</u> = Faible Attention à la dépendance à une seule ressource	<u>Effet</u> = <b>+</b> Soulagement des ressources vulnérables aux prélèvements (dilution)	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = <b>++ / -</b> Effet négatif sur les débits de la Loue a priori très faible (car le débit à l'étiage reste important, malgré le changement climatique) ( <b>&lt;5% du débit d'étiage</b> )  Effet de soulagement des ressources au droit desquelles les prélèvements impactent probablement les cours d'eau (Vallée du Drugeon notamment)	<u>Incertitude</u> = *** Etude d'impact à réaliser pour évaluer précisément l'impact du prélèvement à l'échelle locale. Incertitude sur le sentiment de non-vulnérabilité qui pourrait pousser à ne pas réduire la consommation.	<u>Effet</u> = <b>+</b> Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = ***

## 17. Substitution des ressources vulnérables par Saint Point

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

Saint-Point --> Pontarlier : adaptation du réseau existant, modification du captage, ... 7km / 2 M€

Saint-Point --> Morteau => Pontarlier vers Morteau = 30km /10 M€

*Il est à noter que les communes à proximité de Morteau sont déjà interconnectées par le SIEHL*

*Les coûts sont considérés par certains acteurs comme pouvant être jusqu'à 3 fois plus forts*

###### Fonctionnement (€/an)

Coût de fonctionnement 2 fois plus faible que depuis la Loue (altimétrie faible)\*

~ 45 k€/an => Pour 900 000 m<sup>3</sup>

Coût de fonctionnement \*

~ 27 k€/an => Pour 550 000 m<sup>3</sup>

\* pour une année de crise

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Faisabilité et mise en œuvre à étudier.

Captage du lac à revoir pour permettre une plus grande marge de manœuvre : attention risque d'un traitement supplémentaire nécessaire ?

Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique – Bassin

Rhône-Méditerranée :

- ➔ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + + Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures	<u>Incertitude</u> = ? Possibilité d'adaptation du captage du lac ? Remplissage du lac en période de sécheresse à long-terme ?	<u>Effet</u> = + Soulagement des ressources vulnérables aux prélèvements (dilution)	<u>Incertitude</u> = *** RAS
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Effet légèrement négatif sur le niveau du Lac et sur son rôle de soutien d'étiage. <b>0,150 à 0,200 m<sup>3</sup>/s par rapport à 1,800 m<sup>3</sup>/s de soutien d'étiage (objectif de soutien moyen)</b>	<u>Incertitude</u> = ? Incidence précise à évaluer (dépend des zones alimentées)	<u>Effet</u> = + Sécurisation de l'abreuvement dépendant du réseau AEP, avec une eau de bonne qualité sanitaire.	<u>Incertitude</u> = *** RAS

## 18. Augmentation du stockage Saint-Point (réhausse saisonnier du niveau)

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

L'avant-projet sommaire indique un coût de l'ordre de 2 500 k€ (APS Artelia) à 3 500 k€

##### Fonctionnement (€/an)

Coût de fonctionnement faible (quelque k€/an)

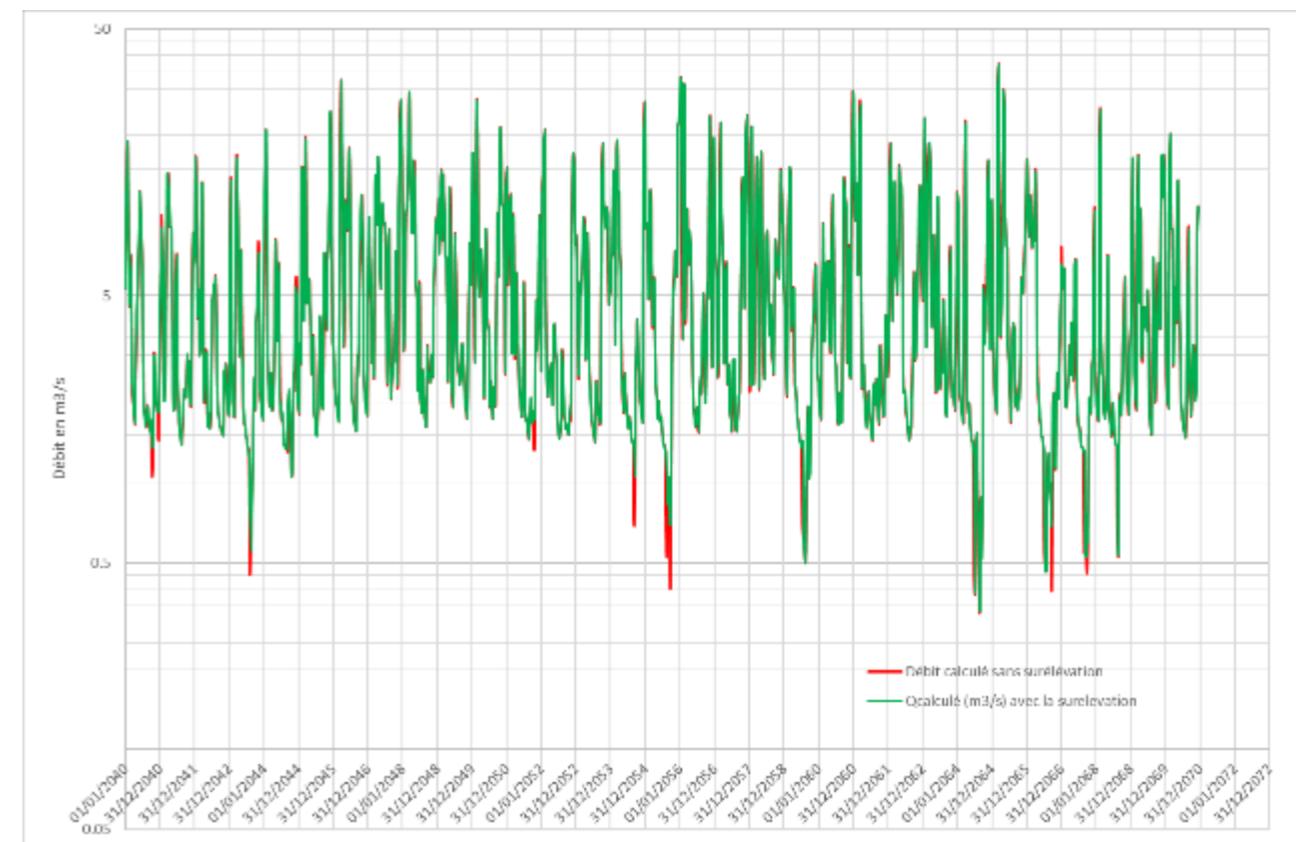
#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

La réhausse de 25cm permet un volume d'eau supplémentaire de 1.2 Mm<sup>3</sup> stocké dans le lac de Saint-Point

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau		
Effet = +	Incertitude =	Effet = +	Incertitude = ***
Volumes disponibles pour l'AEP déjà très importants, effet d'un surstockage peu important			
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques		
Effet = + +	Incertitude = ??	Effet = - +	Incertitude = ***
Effet positif sur le soutien d'étiage du Doubs (au moins jusqu'à Pontarlier). Soutien aux zones humides en aval Effet sur le milieu naturel en amont à préciser	Incidence précises à évaluer sur les zones humides (notamment du lac)	Etude d'impact en cours	



Effet de la surélévation sur les débits à Oye-et-Pallet (présenté ici avec la gestion actuelle du soutien d'étiage)

## 19. Limiter les pertes karstiques du Lac des Brenets/Chaillexon

### Type d'action : Ressources

Faisabilité			
Coût (estimation en ordre de grandeur)		Fonctionnement (€/an)	
<u>Investissement</u> (€) Coût de travaux probablement très élevé, même s'il n'existe pas de réel projet pour l'instant.			
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b> <u>Éléments à prendre en compte</u> Efficacité de l'action incertaine.		<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Tentative de bouchage des pertes en 2003 (échec)	
Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Maintien d'un site de baignade et préservation de l'activité nautique Protection de la biodiversité (le marnage du lac de chaillexon permet la minéralisation de la matière organique et le développement d'herbiers favorables à la reproduction piscicole quand il se remet en eau) Effet à l'aval négatif par baisse du débit du Doubs à l'étiage (et baisse des résurgences d'eau froides à l'aval) ?	<u>Incertitude</u> = ?? Efficacité de la mesure très incertaine	<u>Effet</u> = ++ Maintien d'un site de navigation et préservation de l'activité touristique/loisir	<u>Incertitude</u> = ***

## 20. Limitation des pertes karstiques dans le Doubs par la construction de margelles

### Type d'action : Ressources

Faisabilité			
Coût (estimation en ordre de grandeur)			
<u>Investissement (€)</u> Cout des travaux mal connu, et dépendant du projet réellement envisagé (margelles, injection de ciment, ...) : de 100 à 1000k€ ?		<u>Fonctionnement (€/an)</u>	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Efficacité incertaine à court et à long terme		<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Les solutions de type margelle ont été mises en œuvre de nombreuses fois au cours de l'histoire récente, sans grand succès.	
Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Efficacité notable pour le secteur de Morteau (si installation efficace)	<u>Incertitude</u> = ??? Les retours d'expérience sur les solutions de type margelle mettent en évidence un effet limité (voir nul sur les actions réalisées en 2018), et dans tous les cas non permanent	<u>Effet</u> = *** Effet nul sur les actions réalisées en 2018	<u>Incertitude</u> = *** Incertitude
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + - Effet théoriquement légèrement positif sur les assècs du Haut Doubs, impact sur la Loue très limité  Les simulations hydrologiques ont montré que lorsque les pertes karstiques étaient diminuées (situation anté-2018 par rapport à une situation pré-2018), une légère perte de débit est observée sur la Loue mais les effets sont fortement bénéfiques pour le Doubs.  La diminution des circulations souterraines (au global, entraîne une augmentation de la température estivale des eaux de surface)	<u>Incertitude</u> = ??? Les retours d'expérience sur les solutions de type margelle mettent en évidence un effet limité (voir nul sur les actions réalisées en 2018), et dans tous les cas non permanent	<u>Effet</u> = *** Effet paysage négatif	<u>Incertitude</u> = *** Incertitude

## 21. Gestion de crise (alimentation par citerne)

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€)

Aucun, à condition que le nombre de camion-citerne disponible soit suffisant

##### Fonctionnement (€/an)

Communes isolées volume manquant : ~ 730 000 m<sup>3</sup>  
Volume camion-citerne : ~ 30 m<sup>3</sup>

→ ~ 24 500 camions

Coût de l'essence + location des camions  
Coût d'une rotation ~ 2000€

Volume manquant sur l'ensemble de la zone : ~ 1.7M m<sup>3</sup>

**~100 M€ par année de crise exceptionnelle**

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Logistique

Réactivité

Origine des volumes importés ?

##### Retour d'expérience/Actions en cours

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + + Sécurisation des volumes manquants dans les régions en tension →	<u>Incertitude</u> = ? ? ? Difficultés logistiques en cas de crise, en particulier disponibilité des camions citerne (surtout si sécheresse régionale ou nationale)	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Sur-prélèvement dans une autre région possiblement impactant selon la source d'approvisionnement	<u>Incertitude</u> = *** à déterminer selon source d'approvisionnement	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 22. Réserves saisonnières des Syndicats d'AEP

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€) 1200 - 1600€ /m <sup>3</sup> stocké + raccordement réseau Volume manquant total : ~ 1.7 M m <sup>3</sup> Volume manquant sur les communes isolées : ~ 730 000 m <sup>3</sup> → Coût de l'opération très élevé	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Technique/Réglementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u> Réalisation d'une étude spécifique (détermination des volumes, emplacement, raccordement réseau, etc.). Conservation de la qualité de l'eau (temps de résidence dans la citerne de stockage). Emprise au sol importante. (génie civil sur-dimensionné) Problèmes de qualité (temps de stockage)	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Classiquement le stockage d'eau traitée est sur quelques jours seulement, il n'y pas de retour d'expérience sur du stockage saisonniers localement.

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + + Volume disponible en période de sécheresse/étiage	<u>Incertitude</u> = ?? Conservation de la qualité de l'eau et temps de résidence dans la citerne de stockage → risque de développement bactérien ?	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - Déficit de recharge de la nappe Diminution des débits à l'aval si ces ouvrages se multiplient Emprise au sol importante	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 23. Récupération des eaux de pluie / Réserves d'eau de type domestique

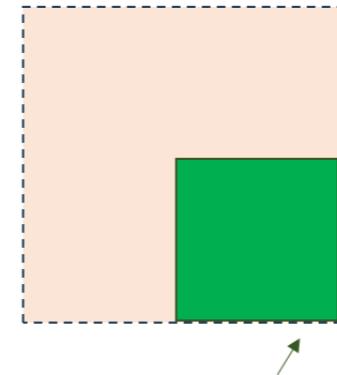
Déclinaison quantitative de l'action unitaire #23

Hypothèse : 40L/jour économisés par habitant sur tout le territoire (3 mois)

Attention : c'est une hypothèse optimiste car tous les habitants ne pourront vraisemblablement pas être équipés en conséquence

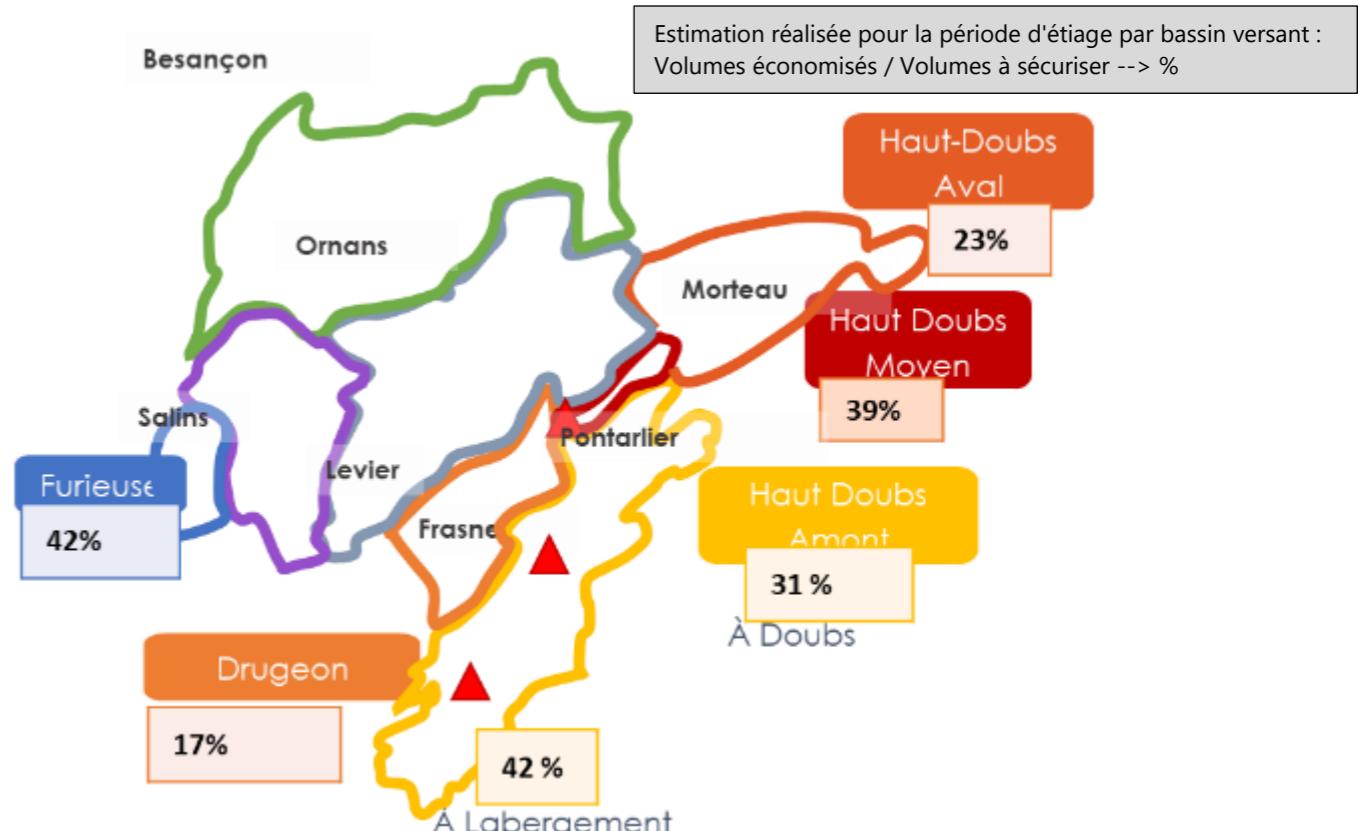
### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 165 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants



#### Type d'action : Ressources

##### Faisabilité

Coût (estimation en ordre de grandeur)

##### Investissement (€) Fonctionnement (€/an)

Cuves récupération des eaux de pluie individuelles ou collectives :

Cuve enterrée ou en surface : ~ 1000€ / m<sup>3</sup>

40L/jour et par habitant substituable (wc, lave-linge, ...)

3,6 m<sup>3</sup>/habitant sur l'étiage de 90j donc 3600€ par habitant → 561 M€

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

Accompagnement des particuliers pour l'installation des cuves de récupération (financement ?)

Difficulté de la mise en place dans les habitations existantes (réseau secondaire) → toutes les habitations ne pourront sans doute pas être équipées

Difficultés réglementaires (facturation traitement eaux usées)

Possibilité de contraindre systématiquement la récupération des eaux pluviales pour les nouvelles constructions, voire de conditionner la construction de piscine à la récupération d'eau de pluie.

Problème d'équilibre du service d'assainissement (souvent non collectif dans petits villages)

Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<u>Effet</u> = + + Soulagement de la pression sur les ressources vulnérables (à évaluer précisément) Utilisations possibles de l'eau brute : <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavage de linge</li> <li>Lavage des sols intérieurs</li> <li>Évacuation des excréta</li> <li>Arrosage</li> </ul>	<u>Incertitude</u> = ? Etat incertain de la réserve en période de tension <u>Effet</u> = + Diminution des volumes à traiter lors de la potabilisation <u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<u>Effet</u> = + Possible soulagement local de ressources vulnérables du fait de prélèvements moindres.	<u>Incertitude</u> = *** Impact de la diminution des prélèvements sur la ressource à évaluer <u>Effet</u> = *** <u>Incertitude</u> = ***

## 24. Récupération des eaux de pluie et stockage pour l'abreuvement du bétail

### Type d'action : Ressources

#### Faisabilité

##### Coût (estimation en ordre de grandeur)

###### Investissement (€)

- Création de goyas (mare artificielle) ~ 20 000 € TTC/unité selon les dimensions (terrassement, pose de la bâche, des plymouths et des bacs) pour un stockage de 100 à 500 m<sup>3</sup> (étude Resysth)
- Citernes : réhabilitation de citerne ~ 30 000 € TTC/unité (étude Resysth)
- 80 k€ pour une exploitation de 70 vaches (300m<sup>3</sup>) (retour atelier)

Hypothèse : pour un stockage de 30 à 50 m<sup>3</sup>  
 ➔ Entre 100€ et 1000€/m<sup>3</sup> → 500€/m<sup>3</sup> en moyenne  
 7,5 m<sup>3</sup> à stocker par UGB → 3 750 € /UGB  
 ➔ **423 M€ à l'échelle du territoire**

###### Fonctionnement (€/an)

Faible (quelques k€/an)

#### Technique/Règlementaire/Politique

##### Éléments à prendre en compte

###### Financement

Pilotage collectivités/agriculteurs

###### Risque sanitaire

Capter des sources peut être très préjudiciables pour le milieu.  
 L'évaporation des mares artificielles peut également être préjudiciable, même si on capte de l'eau de pluie.

##### Retour d'expérience/Actions en cours

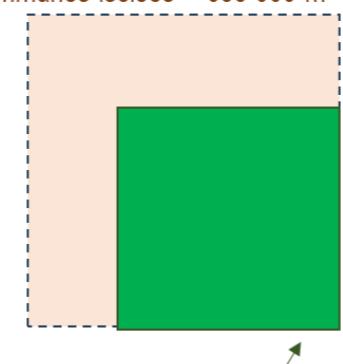
Effet sur la sécurisation AEP	Effet sur la qualité de l'eau
<b>Effet = + +</b> Soulagement de la pression sur les ressources vulnérables en période d'étiage	<b>Incertitude = ?</b> Nécessite que l'utilisation se fasse au bon moment (Gouvernance\pilotage)  Etat incertain de la réserve en période de tension
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages	Effet sur l'agriculture et autres activités économiques
<b>Effet = - +</b> Déficit de recharge de la nappe Perte par évapotranspiration si stockage à l'air libre Diminution des débits à l'aval si ces ouvrages se multiplient (Ces effets sont faibles a priori)  Possible soulagement local de ressources vulnérables du fait de prélèvements moindres	<b>Incertitude = ***</b> Impact de la diminution des prélèvements sur la ressource à évaluer  <b>Effet = +</b> Diminution de la pression liée au manque d'eau

### Déclinaison quantitative de l'action unitaire #24

Hypothèse : toutes les exploitations sont équipées pour une autonomie complète en période de sécheresse (3 mois)

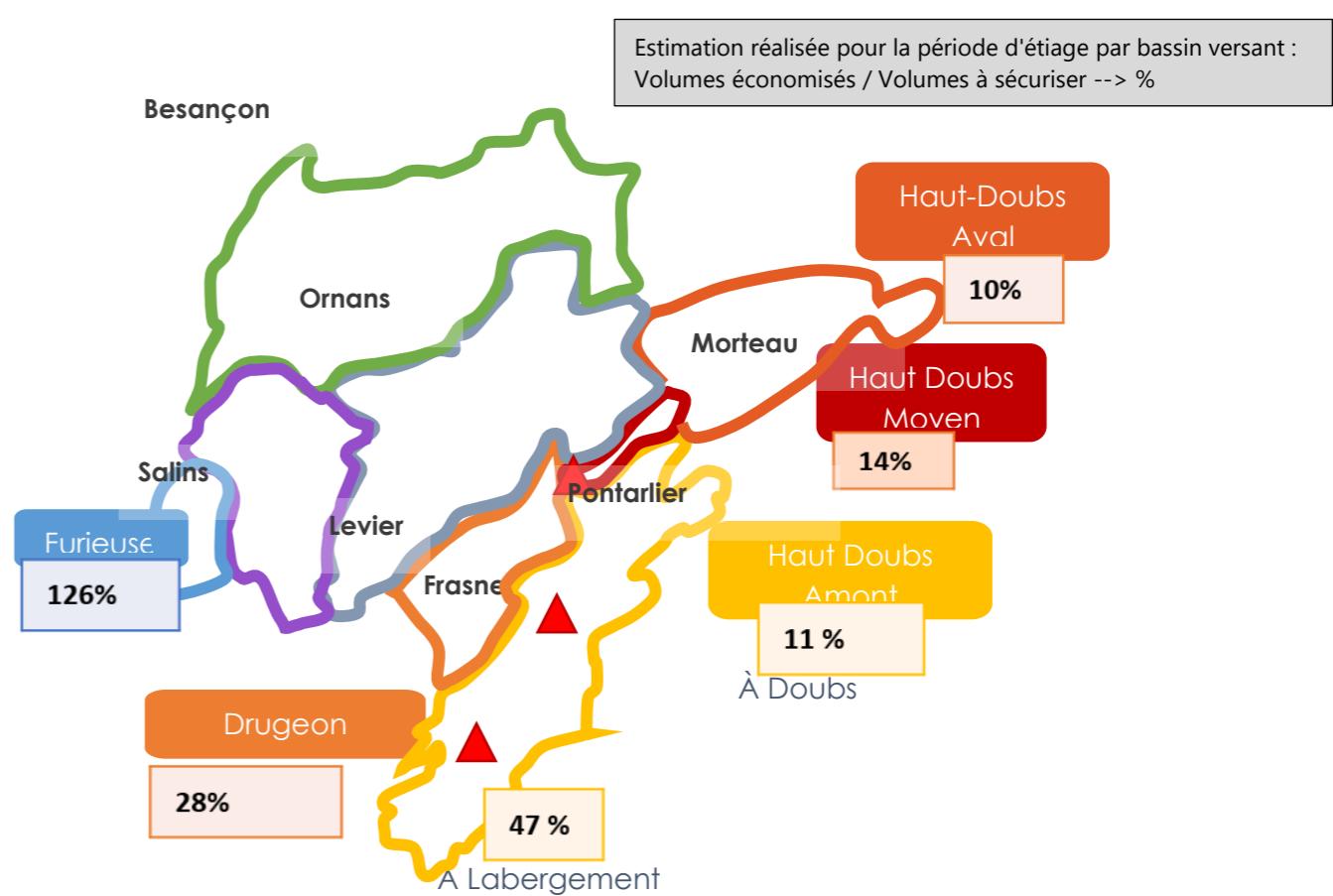
### Pour les communes isolées

Volume à sécuriser pour les communes isolées ~ 635 000 m<sup>3</sup>



Effet de la mesure ~ 320 000 m<sup>3</sup>

### A l'échelle des bassins versants



## 25. Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT)

### Type d'action : Ressources

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Adaptation des infrastructures préexistantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>Potabilisation STEP : traitement usage irrigation</li> <li>Stockage / raccordement / station pompage</li> </ul> Investissements lourds, à préciser au cas par cas	Coût élevé : de 0,25 à 0,80 €/m <sup>3</sup> contre 0,01 à 0,15 €/m <sup>3</sup> en irrigation classique (D'après B. Molle, spécialiste REUT à l'INRAE)  Pour aller plus loin : Voir 'II. Estimation des effets économiques de la REUT' in Malo Huard. Guide d'étude de la faisabilité technique et économique d'un projet de Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) en irrigation agricole. Sciences de l'environnement. 2010
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Acceptabilité sociale (« facteur beurk ») Communication Etudes techniques spécifiques Explorer les possibilités pour la vidange des piscines publiques et privées?	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Volume nécessaire toujours disponible (circuit +/- fermé)	<u>Incertitude</u> = ?? Faisabilité de l'opération	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = *** Quel effet sur la REUT sur la qualité des eaux globale ?
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = - + - Les STEP participant au soutien d'étiage, la suppression des rejets via la REUT aura donc un effet négatif sur les débits  + Réduction des prélèvements	<u>Incertitude</u> = ?? évaluer précisément les effets positifs/négatifs entre réduction des prélèvements et diminution des rejets et donc du soutien à l'étiage	<u>Effet</u> = + Possible nouvel usage agricole d'irrigation	<u>Incertitude</u> = ?? Faisabilité de l'opération

## 26. Continuer à restaurer l'hydraulicité/la morphologie des cours d'eau

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Dépendant des travaux réalisés et du linéaire Pouvant aller de 100 000€ à plusieurs millions ~ 300 000 €/km	
Financement par le programme LIFE de l'UE - Le programme LIFE est un instrument financier de la Commission européenne, dédié au soutien de projets innovants, privés ou publics, dans les domaines de l'environnement et du climat.	
Technique/Règlementaire/Politique	
Éléments à prendre en compte	
Etude hydraulique et restauration Difficile d'évaluer les impacts sur les pertes karstiques Maitrise foncière compliquée	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u> Plusieurs actions de restauration réalisées ou en projet sur le territoire. Etude de l'effet sur la ressource en eau en cours sur le secteur Gouterot / Champs Guidevaux à Bannans et La Rivière-Drugeon dans le cadre du Life Climat)

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = *** Possiblement positif selon les captages : besoin de définir des objectifs de réhausse des nappes lors de l'élaboration des projets (si pertinent)	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Effet positif sur la thermie de l'eau et capacité d'autoépuration des cours d'eau	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + + Restauration de la continuité écologique du cours d'eau (longitudinale et transversale) Amélioration du transport sédimentaire Suppression de l'étalement de la ligne d'eau et augmentation potentielle de débits dans les zones de pertes.	<u>Incertitude</u> = ? Retour à un 'cycle sédimentaire' classique avec des phases de colmatage des incisions et ouvertures lors des crues. Effet de la restauration morphologique sur les pertes à évaluer ?	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 27. Préserver et restaurer les zones humides et les ripisylves

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Coût dépendant du linéaire traité Financement par le programme LIFE de l'UE - Le programme LIFE est un instrument financier de la Commission européenne, dédié au soutien de projets innovants, privés ou publics, dans les domaines de l'environnement et du climat.	<u>Fonctionnement (€/an)</u>
<u>Éléments à prendre en compte</u> Etude adaptée Maitrise foncière compliquée	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Technique/Réglementaire/Politique	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Possible soutien d'étiage plus important	<u>Incertitude</u> = ?? Amélioration du soutien d'étiage <i>difficile à quantifier</i>	<u>Effet</u> = ++ Effet positif sur la thermie de l'eau Capacité épuratoire des ZH	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = ++ Corridor écologique Absorption de l'énergie du cours d'eau lors des crues Stabilisation des berges Possible soutien d'étiage plus important Effet important sur l'atténuation du changement climatique	<u>Incertitude</u> = ? Amélioration du soutien d'étiage <i>difficile à quantifier</i>	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***

## 28. Action d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie)

### Type d'action : Ressources

<b>Faisabilité</b>	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Investissement privés/publics multiples et lourds financièrement	
<b>Technique/Règlementaire/Politique</b>	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Diminution de l'usage des pesticides et phytosanitaires Conciliation avec les acteurs (agriculteurs...) Travail sur la qualité des rejets de STEP Diminution des points de rejet au milieu naturel en cas de forte pluie Préservation de l'état des sols Nécessité de mieux communiquer entre Monde agricole et l'eau potable (présence de pesticide, ...)	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + + Eau de meilleure qualité	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Amélioration de la qualité des eaux favorable à la biodiversité	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Craindre d'une perte de rendement agricole avec des contraintes sur les intrants (phytosanitaires et nutriments) Coût économique important	<u>Incertitude</u> = ***

Type d'action : Gouvernance

Type d'action : Gouvernance

Faisabilité	
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement</u> (€)	<u>Fonctionnement</u> (€/an)
Etablissement d'un plan de gestion opérationnel à l'échelle de la zone d'étude (de l'ordre d'une centaine de millier d'euros) : suivi des dispositifs de stockage, des interconnexions, des actions à mettre œuvre...	Pilotage
Technique/Règlementaire/Politique	
<u>Éléments à prendre en compte</u>	<u>Retour d'expérience/Actions en cours</u>
Prise en compte de l'ensemble des acteurs Communication Accompagnement individuel ? PTGE ? Transfert des compétences Eau et Assainissement	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = + Meilleure gestion des volumes	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Diminution des pressions en période d'étiage	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = + Pression en période sèche, si des restrictions sont appliquées (déjà le cas de manière récurrente)	<u>Incertitude</u> = ***

## 30. Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)

### Type d'action : Gouvernance

Faisabilité	Fonctionnement (€/an)
Coût (estimation en ordre de grandeur)	
<u>Investissement (€)</u> Communication/concertation	communication/concertation
Technique/Règlementaire/Politique	Retour d'expérience/Actions en cours
<u>Éléments à prendre en compte</u> Gestion des enjeux politiqueséconomiques Moyens réglementaires pour gérer la fréquentation	

Effet sur la sécurisation AEP		Effet sur la qualité de l'eau	
<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = ***	<u>Incertitude</u> = ***
Effet sur les besoins en débit des milieux et des usages		Effet sur l'agriculture et autres activités économiques	
<u>Effet</u> = + Préservation du milieu en faveur de la biodiversité Quel est le moins impactant : rafraîchissement en milieu naturel ou piscines privées?	<u>Incertitude</u> = ***	<u>Effet</u> = - Pression sur le tertiaire avec limitation des activités de loisir et du tourisme	<u>Incertitude</u> = ***



## ANNEXE 5

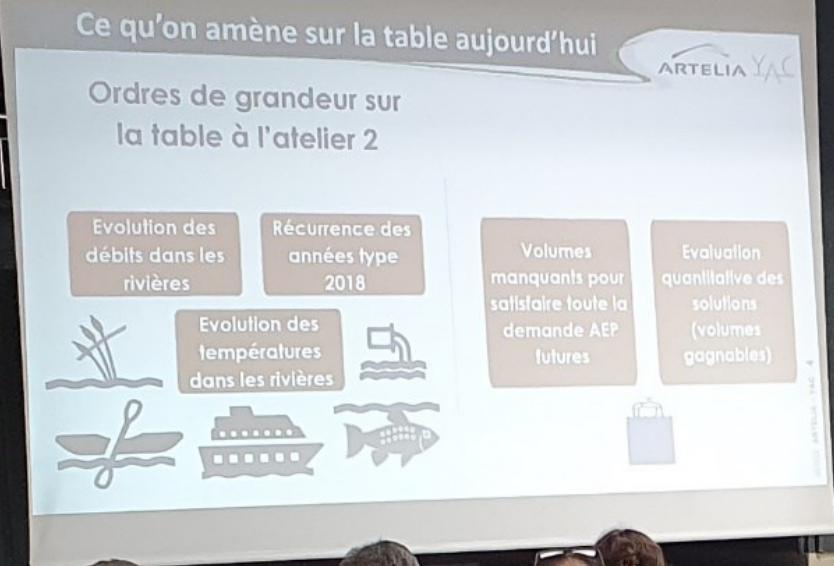
### COMPTE-RENDU DE L'ATELIER N°3

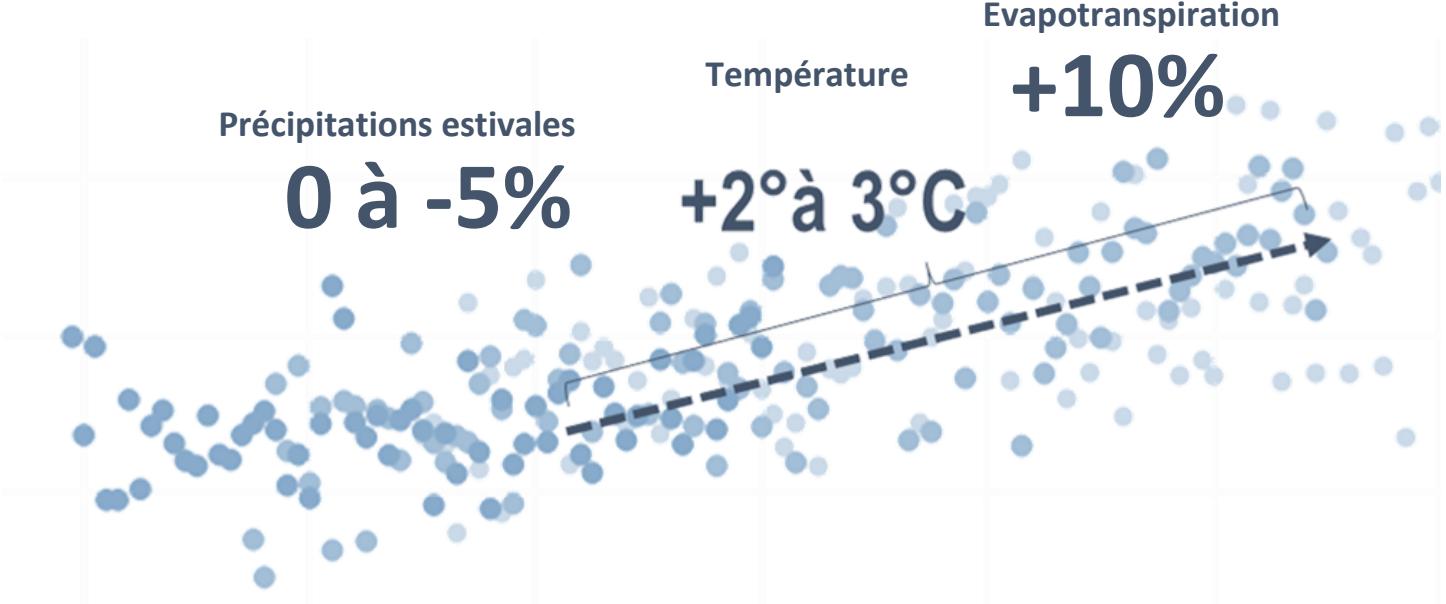
# HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE 2050

L'impact du changement climatique sur la disponibilité en eau future

ATELIER D'ECHANGE 3

« Quantification de la vulnérabilité de la distribution AEP et exploration des scénarios de solutions possibles »





## Un atelier pour partager les résultats et explorer les impacts et implications sur les activités et équilibres du territoire

La démarche Haut-Doubs Haute-Loue 2050 a pour objectif d'**explorer collectivement les impacts probables du changement climatique** sur la ressource en eau et sa disponibilité pour les milieux et usages du territoire.

Avec l'appui d'une équipe technique indépendante et d'**un modèle besoin-ressource dédié**, l'EPAGE propose aux acteurs du territoire d'explorer l'état des ressources en eau à l'horizon 2050. Les années de sécheresse connues ces dernières années vont-elles se répéter ? Leur fréquence et répétition mettra-t-elle à mal les équilibres territoriaux ?

**Après 9 mois de travail**, 5 ateliers de consolidation des demandes en eau actuelles et futures et 5 comités techniques de consolidation, un atelier 2 présentant les premiers résultats, cet atelier 3 se propose d'explorer spécifiquement la vulnérabilité de l'AEP et les solutions quantifiées pour y répondre.

Ce document rend compte des questions et réflexions des participants face à ces résultats et proposition.

Bonne lecture !

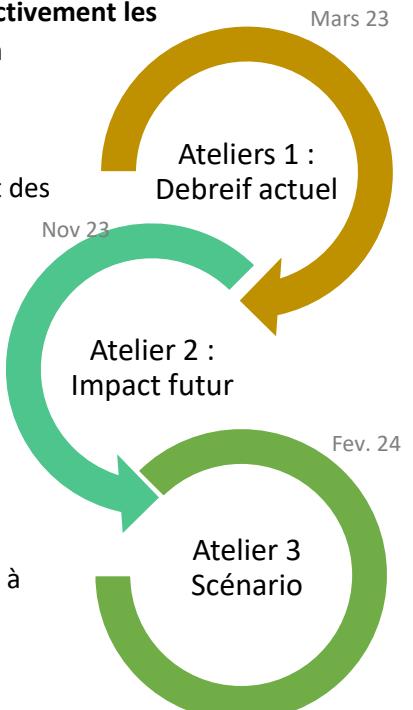


Figure 1. Trois séquence d'ateliers sur l'ensemble de la démarche

# Résultats présentés



# Rappel des résultats présentés à l'atelier 2

Une situation qui se tend sérieusement sur le Haut Doubs

Débit d'étiage actuel	
Loue	niveau les plus bas dans les rivières
<b>4 à 6 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Haut-Doubs</b>

**<1 m<sup>3</sup>/s**  
Ressource limitée

Débit d'étiage 2050	
Loue	niveau les plus bas dans les rivières
<b>-10 à -20%</b>	<b>Haut-Doubs</b>

**-30 à -45%**  
Baisse + importante

## Evolution des prélèvements sur le territoire

en millions de m<sup>3</sup>

2020

**19.5 Mm<sup>3</sup>**

2050

**21 à 23 Mm<sup>3</sup>**

## Taux de retour sécheresse 2018

Haute-Loue

Tous les **5 à 10 ans**

Haut-Doubs

Tous les **2 à 5 ans**

## Poids des prélèvements dans l'étiage en 2050

Les autres

**3 à 10 %**

Sous bassins du Drugeon

**>40 %** de l'étiage

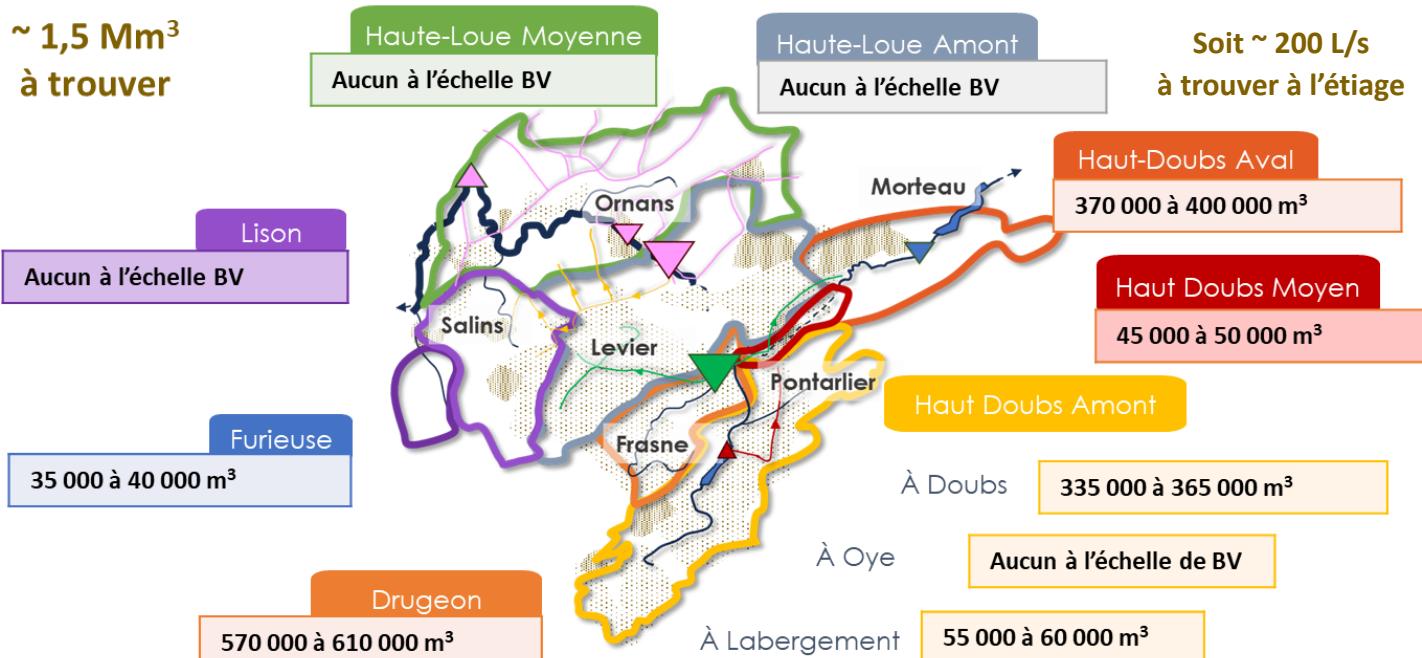
# Résumé des données présentées à l'atelier 3

## Au titre des ressources majeures

**La pire année sur 30 ans sur la période 2040-2070**

**Il manquera de l'ordre de 1.5Mm<sup>3</sup>**

**Pour satisfaire les demandes en eau Sur 3 mois**



## A cela s'ajoute les communes isolées non interconnectées

**0.6 Mm<sup>3</sup>**  
**De demandes en eaux ne seront pas satisfaits à ce titre**  
(Volet non débattu faute de temps)

Une part dans les bassins en tension : la sécurisation par l'interconnexion ne sera pas suffisante seule dans ce cas

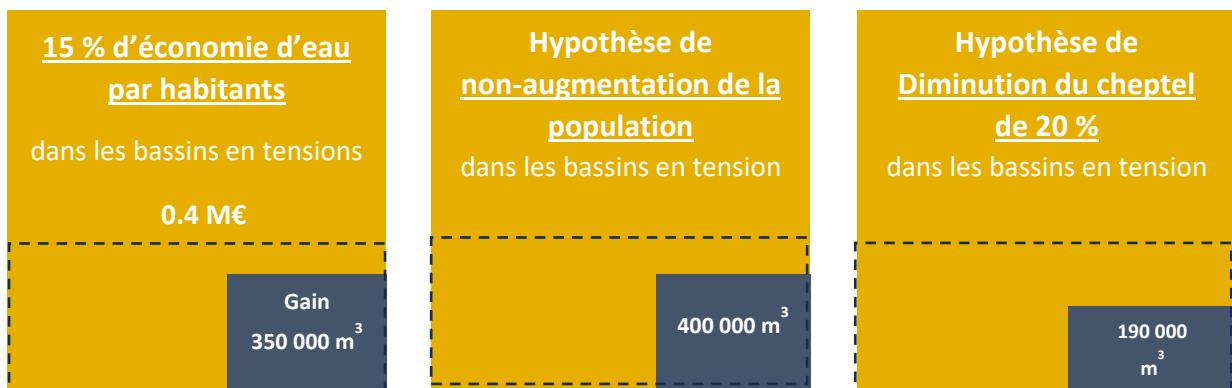
Une part dans les bassins bien pourvus en eau : la sécurisation par l'interconnexion serait suffisante si déployée

# Pistes de solutions possibles et ordres de grandeur associés

## Volet camion-citerne



## Volet Economie d'eau

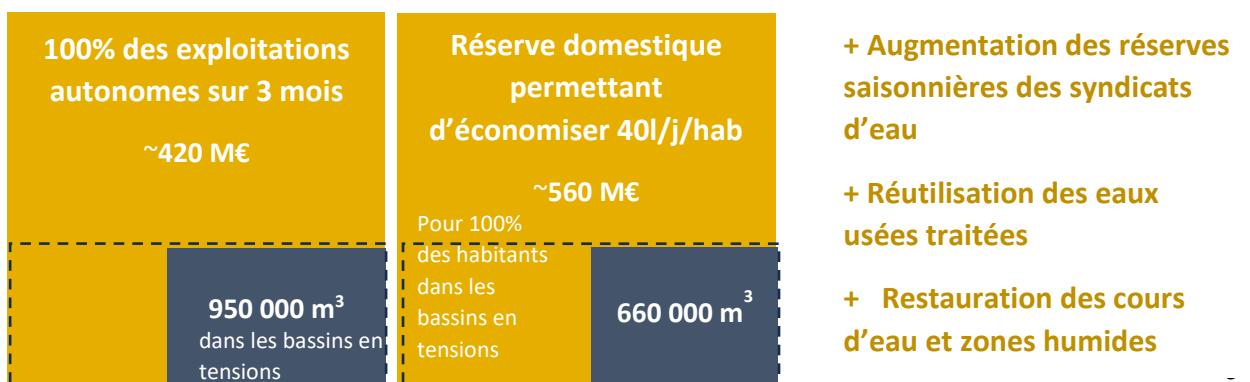


+ Tarification progressive

+ Augmentation des rendements

+ infiltration à la parcelle

## Volet Stockage et fonction des milieux



## Volet Transfert et interconnexions

Réduire les exports substituables  Dont celui de la zone de Besançon pour 1.5 Mm <sup>3</sup>	Approvisionnement par la Loue  <u>Des bassins à l'amont de Ville du Pont</u> 4.5M€ pour 15km  Pour <b>100%</b> du besoin Soit ~900 000m <sup>3</sup> ou 120l/s	Approvisionnement par la Loue  <u>de la zone de Morteau</u> 1.5M€ d'investissement pour 5km de canalisation  <b>100%</b> du besoin soit ~500 000m <sup>3</sup> ou 70l/s
+ interconnexions des communes isolées  + Augmentation du stockage de Saint Point  + Limitation des pertes dans le Doubs et au lac des Brenets	Approvisionnement par Saint Point  <u>Des bassins à l'amont de Ville du Pont</u> 2M€ pour 7 km  Pour <b>100%</b> du besoin Soit ~900 000m <sup>3</sup> ou 120l/s	Approvisionnement par Saint Point  <u>de la zone de Morteau</u> 10M€ d'investissement pour 30 km  <b>100%</b> du besoin soit ~500 000m <sup>3</sup> ou 70l/s

## Volet Gouvernance et connaissance

- |   |   |  |
|---|---|--|
| + Actualisation des schémas directeurs AEP<br><br>+ Etudier l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu et réévaluer les seuils réglementaires<br><br>+ Explorer les avenirs alternatifs aux croisières du Saut du Doubs | + Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier sous changement climatique<br><br>+ Amélioration de la connaissance des ressources actuelles<br><br>+Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (Karsts) | + Gestion et coordinations des ressources<br><br>+ Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques |
|---|---|--|

# Consolidation des actions potentielles

**17. Substitution des ressources vulnérables par Saint Point**

Type d'action : Ressources

Faisabilité

Cout (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

Saint-Point → Pontarlier : adaptation du réseau existant, modification du captage, **10M€ / 2 M€**

Saint-Point → Moretux et Pontarlier vers Moretux = 10km / **10 M€**  
Il est à noter que les communes à proximité de Moretux sont déjà interconnectées par le SEHIE.

Technique/Réglementaire/Politique

Freins

Faisabilité et mise en œuvre à étudier.  
Captage du lac à reviser pour permettre une plus grande marge de manœuvre : attention risque d'un traitement supplémentaire nécessaire ?  
Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

Effet sur la sécurisation AEP

Effet = **● ● ●**  
Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures

Incertitude = **●**  
Possibilité d'adaptation du captage du lac ?

Effet sur la qualité de l'eau

Effet = **●**  
Soulagement des ressources vulnérables aux prélevements (dilution)

Incertitude = \*\*\*  
RAS

Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique - Bassin Rhône Méditerranée :  
→ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

**ST POINT  
0,7 nm³  
de grès.**

**Faisable + possible.**

**Que sait-on du remplissage du Lac St Point si c'est un cas d'années sèches (y compris) ?**

**LOUE/GAIN  
1,5 nm³**

**Véracité à terme ?**

**16. Substitution des ressources vulnérables par la Loue**

Type d'action : Ressources

Faisabilité

Cout (estimation en ordre de grandeur)

Investissement (€)

Loue → Mortu et St Point : canalisations **15M€**  
Pour alimenter les bassins versants du Doubs et du Haut-Doubs à Ville-du-Pont et Doubs à Doubs.

Besson de 1200L (430 m³/h, 400 mCE) / Pompe = 500K€.

Loue → Mortu et St Point : canalisations interconnection déjà préexistante au sein du Comité **15M€**  
Pour alimenter le bassin versant du Haut-Doubs à l'amont des Brenets.

Besson de 700L (250 m³/h, 400 mCE) / Pompe = "250K€.

Technique/Réglementaire/Politique

Freins

Faisabilité et mise en œuvre à étudier.  
Gestion à échelle intercommunale par du personnel qualifié.

Effet sur la sécurisation AEP

Effet = **● ● ●**  
Diminution très forte de la vulnérabilité des bassins du Haut-Doubs à des sécheresses majeures

Incertitude = **●**  
Faible

Effet sur la qualité de l'eau

Effet = **●**  
Soulagement des ressources vulnérables aux prélevements (dilution)

Incertitude = \*\*\*

Retour d'expérience/Actions en cours

Plan de bassin d'adaptation au changement climatique - Bassin Rhône Méditerranée :  
→ Sécuriser les approvisionnements pour satisfaire l'usage eau destinée à la consommation humaine en privilégiant la diversification.

**- Économique/Ecologique  
cost du transport dans  
20-30 ans**

**Dependance forte à une seule Ress.  
fragilité**

**↓ qualité d'eau  
↓ faune ...**

**Solution pour le  
petit captage saillant  
sur les affluents direct  
de la loue.**

VOLET CONNAISSANCE ET GOUVERNANCE	ACTIONS PROPOSEES	REMARQUES DES PARTICIPANTS SUR (intégrées dans le fichier actions d'ARTELIA)		
		LA FAISABILITE	*L'AEP **LA QUALITE DE L'EAU ***LES MILIEUX ****LES USAGES	
	<b>Etudier les capacités de sécurisation de la nappe de l'Arlier</b>	Connaissance des prélèvements privés	Effet AEP : En cas de crise, couper l'eau la nuit -> quel impact?	
	<b>Amélioration de la connaissance des ressources actuelles (suivi de débit, mise en place d'indicateur d'alerte, ...)</b>	<p>Faire un état de toutes les ressources abandonnées depuis des années</p> <p>Faire le suivi/connaissance des échanges eaux superficielles et eaux souterraines</p> <p>Action nécessaire sur les petits cours d'eau afin de limiter les impacts sur les débits d'étiage</p> <p>Travail entre EPCI sur le prix de l'eau, les investissements</p> <p>Recueil des données actuelles important pour partir d'une base solide</p> <p>Améliorer la connaissance des ressources stratégiques à solliciter en cas de crise</p>		
	<b>Amélioration de la connaissance des ressources futures potentielles (karsts profonds)</b>	<p>Quid des forages sauvages ? À coordonner</p> <p>Mieux comprendre liens eau superficielle / eau souterraine</p>	Effet Milieux : Quel impacts d'augmenter les prélèvements pour l'aval de l'EPAGE	

	<p><b>Actualiser le schéma directeur départemental AEP : à l'échelle de l'EPAGE, pour mieux identifier les faiblesses et flécher les solutions</b></p> <hr/> <p><b>Mieux connaître l'effet de la navigation kayak et baignade sur le milieu, questionner les seuils réglementaires associés</b></p> <hr/> <p><b>Explorer les impact et avenir aux croisières du Saut du Doubs</b></p> <hr/> <p><b>Gestion/Coordination des ressources</b></p> <hr/> <p><b>Gestion de la fréquentation des espaces naturels aquatiques (lacs, rivières, ...)</b></p>	<p>Structuration gouvernance à une échelle cohérente</p> <hr/> <p>Faire du lien entre SDAEP intercommunaux</p> <hr/> <p>Compétence AEP à la bonne échelle et échange sur l'ensemble du territoire interbassin</p> <hr/> <p>PGSSE</p> <hr/> <p>PIC</p>
		<p>Les professionnels du kayak ne prélèvent pas d'eau</p> <hr/> <p>Ils font de la pédagogie auprès des usagers</p>
		<p>PTGE ?</p> <hr/> <p>Définition niveau service départemental + gestion intégrée plus large</p> <hr/> <p>TCEA</p> <hr/> <p>Accompagnements individuels ?</p>

## VOLET ECONOMIE D'EAU

<b>Pédagogie sur les économies d'eau, kit économie d'eau</b>	<p>Toucher les professionnels -&gt; plus d'impact Economies d'eau intéressantes pour le coût associé et facilité Quelle communication pour les zones "non-tendues" (pour participation aux efforts comme les autres) ? <b>Toilettes de cette salle (mauvais exemple)</b></p>
<b>Tarification progressive / incitative de l'eau</b>	<p>Tarification incitative avec télerelevé des compteurs d'eau Favoriser les comportements vertueux et prise de conscience</p>
	<p>Tarification saisonnière ou en sécheresse Quid des forages d'eau</p>
	<p>Renouvellement des réseaux PVC + fonte grise Prise en compte des rendements sur l'espace privé aussi Mettre en place un taux de renouvellement des réseaux minimum (1 à 2%) Financement ? <b>Attention au coût supplémentaire pour les derniers %</b> <b>Difficile de réduire la population avec le dynamisme de l'emploi en Suisse</b></p>

## VOLET TRANSFERT ET INTERCONNEXION

	<b>Limiter l'urbanisation (limitation de l'augmentation de population, ...)</b>	à intégrer lors des PLU	
	<b>Limiter l'urbanisation (infiltration)</b>		Effet sur la qualité des cours d'eau et des nappes Répond à plusieurs enjeux (quantité, qualité, milieux naturels)
	<b>Diminuer le cheptel</b>	Diversification vers espèces plus frugales en eau (ex: Pyrénées)  Baisse du cheptel surestimée  Quid des industriels ?	
	<b>Techniques culturale, plantation de haies</b>	Faciliter les infiltrations des eaux de pluie  Prévention des ruissellements de surface	
<b>Réduire les exports substituables</b>			
	<b>Développer les interconnexions pour les petites communes pour limiter la dépendance aux ressources karstiques</b>	comment équilibrer les plans de financement "solidaires" et attention prix de l'eau  Très dépendant des spécificités locales : identifier les localités et travail par BV  Ne pas revenir sur les transferts aux EPCI 2026  Attention au prix de l'eau	Volet AEP : Très bonne idée Volet Milieux : Attention au respect des bassins versant
	<b>Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par la Loue</b>	Coût d'investissement sous-dimensionné  Coût énergétique dans 20-30 ans ?	Volet AEP : Solution pour les petits captages sensibles des affluents directs de la Loue Volet Milieux : Impact sur la Loue par rapport au "gain" de 1,5Mm3 ? Volet AEP : Attention à la dépendance à une seule ressource : vulnérabilité aux pollutions, etc. Impact sur la qualité d'eau et faune ?

	Plan de financement	Viabilité à terme
<b>Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par le lac de Saint-Point</b>	<p>Faisables + possible</p> <p>Coûts sous-évalués : 1M€ /km et 200k€ pour 0,9Mm<sup>3</sup> relevés</p> <p>Que sait-on du remplissage de Saint-Point si cumul d'années sèches ?</p>	<p>Saint Point = 0,7 Mm<sup>3</sup> de gains</p> <p>Volet Milieux : Linéaire de cours d'eau court-circuité potentiellement important</p>
<b>Approvisionnement des ressources vulnérables (ou impactantes) par des ressources fiables en période d'étiage (<u>ressources karstiques profondes de type vauclusienne</u>)</b>		
<b>Augmentation du niveau du lac de Saint-Point (stockage)</b>		<p>Facilite la gestion des stocks</p> <p>Solution efficace</p> <p>Solution rapide à mettre en œuvre</p> <p>Incertitude sur les impact de fonctionnement du lac et augmentation de la température</p> <p>Quid recherche augmentation des débits entrants (ZH amont à restaurer, débits perdus dans le mont d'Or)</p>
<b>Action sur les pertes karstiques du Lac des Brenets/Chaillexon</b>	<p>faisabilité et coût</p> <p>déjà tenté en 2003 (échec)</p>	<p>pas un enjeu AEP</p> <p>impact négatif et impact aval</p> <p>laisser faire la nature</p>
<b>Limitation pertes karstiques dans le Doubs</b>		

## VOLET STOCKAGE ET FONCTION DES MILIEUX

<b>Réserves saisonnières des Syndicats d'AEP</b>	*Génie civil surdimensionné * Problèmes de qualité (temps de stockage) * Quelle communication sur les secteurs non-tendus (cohérence/solidarité)	
<b>Réserves eau domestique</b>	*Sous quelle forme financer ? *Oui dans construction neuve *Promouvoir et assister cette solution *Utilisation de l'eau de pluie toute l'année --> problème d'équilibre du service d'assainissement (souvent non collectif dans petits villages)	
<b>Réserves eau abreuvement</b>	stockage enterré (hors terrassement) = 233€/m3 Tarif différenciés en étiage pour inciter à l'utilisation lorsque nécessaire	Coordination entre services AEP et agriculteur Attention à l'origine de l'eau (eau de pluie pas eau de source)
<b>REUT</b>	Remplissage des citernes = gros à coup sur les volumes journaliers Chiffrer la potabilisation (entretien)	Méthode de stockage (citerne pas plan d'eau) Potabilisation et qualité sanitaire de l'eau
<b>Continuer à restaurer l'hydraulcité/morphologie des cours d'eau</b>	Vidange des piscines publiques et privées ? Attention au coût	Effet sur l'aval
<b>Préserver et restaurer zones humides et ripisylve</b>	Résilience par rapport à l'intensité des étiages Entretenir les cours d'eau (curage, ...)	Besoin de définir des objectifs de réhausse des nappes lors de l'élaboration des projets - consensus souvent impossible pour atteindre l'objectif
<b>Actions d'amélioration de la qualité de l'eau (STEP, agriculture, industrie/fromagerie...)</b>	Levier très important pour un coût raisonnable à long terme	Effet important sur l'atténuation du changement climatique
		Nécessité de mieux communiquer entre Monde agricole et l'eau potable (présence de pesticide, ...) Préservation de l'état des sols

# Construction de scénarios de solutions en petits groupes



## *Eléments produits par le groupe A*

### ***Une priorité aux actions de gouvernance de l'AEP***

Les premières personnes à prendre la parole ont souhaité mettre en action **prioritaire l'évolution de la gouvernance dans le domaine de l'AEP**, qui leur semble un préalable pour mettre en œuvre les actions opérationnelles qui dépassent le territoire des collectivités actuellement en charge de cette compétence. La nécessité de mieux connaître les ressources et les volumes prélevés, distribués, consommés a été évoquée. Ensuite la plupart des actions possibles ont été mises sur la table.

### ***Emergence d'un scénario de "mix" de solutions (voir schéma page suivante)***

**Les économies d'eau** ont été abordées, par le biais de la sensibilisation et des économiseurs chez les particuliers (un volume de 300 000 m<sup>3</sup> a été annoncé) et aussi par la baisse du cheptel bovin, qui semble une tendance actuelle, plutôt liée au manque de fourrage (une baisse de 10 % plutôt que 20 % est proposée, soit un peu moins de 100 000 m<sup>3</sup>).

**La restauration des milieux aquatiques** a été proposée.

**L'importance de maintenir les rendements de réseaux** a été mis en avant voir l'intérêt de continuer à gagner quelques % (200 000 m<sup>3</sup> ont été annoncés), même s'il a été rappelé que ces sont les derniers % qui sont les plus couteux.

La nécessité de mettre en place de **stockages pour les particuliers et pour les exploitations agricoles** est revenu plusieurs fois.

Les volumes mis en avant sont les suivants :

- Stockage pour abreuvement bétail (récupération eau pluviale à la ferme) : 600 000 m<sup>3</sup>
- Stockage pour la population (particuliers, collectivités...) : 400 à 600 000 m<sup>3</sup>

Un débat a eu lieu sur la difficulté à gérer le stockage, notamment chez les agriculteurs :

- Risque que les cuves soient vides au moment où il y en a le + besoin
- Baisse de recette pour les collectivités productrices d'eau

D'où une nécessité de réfléchir à une tarification incitative et/ou saisonnière afin d'inciter à prélever sur le réseau hors période de sécheresse et de maintenir les cuves pleines à l'entrée de la période estivale.

Enfin la nécessité d'**interconnecter les grandes ressources**, Loue vers le haut doubs ont également été mises en avant.

### ***Des actions non-souhaitables***

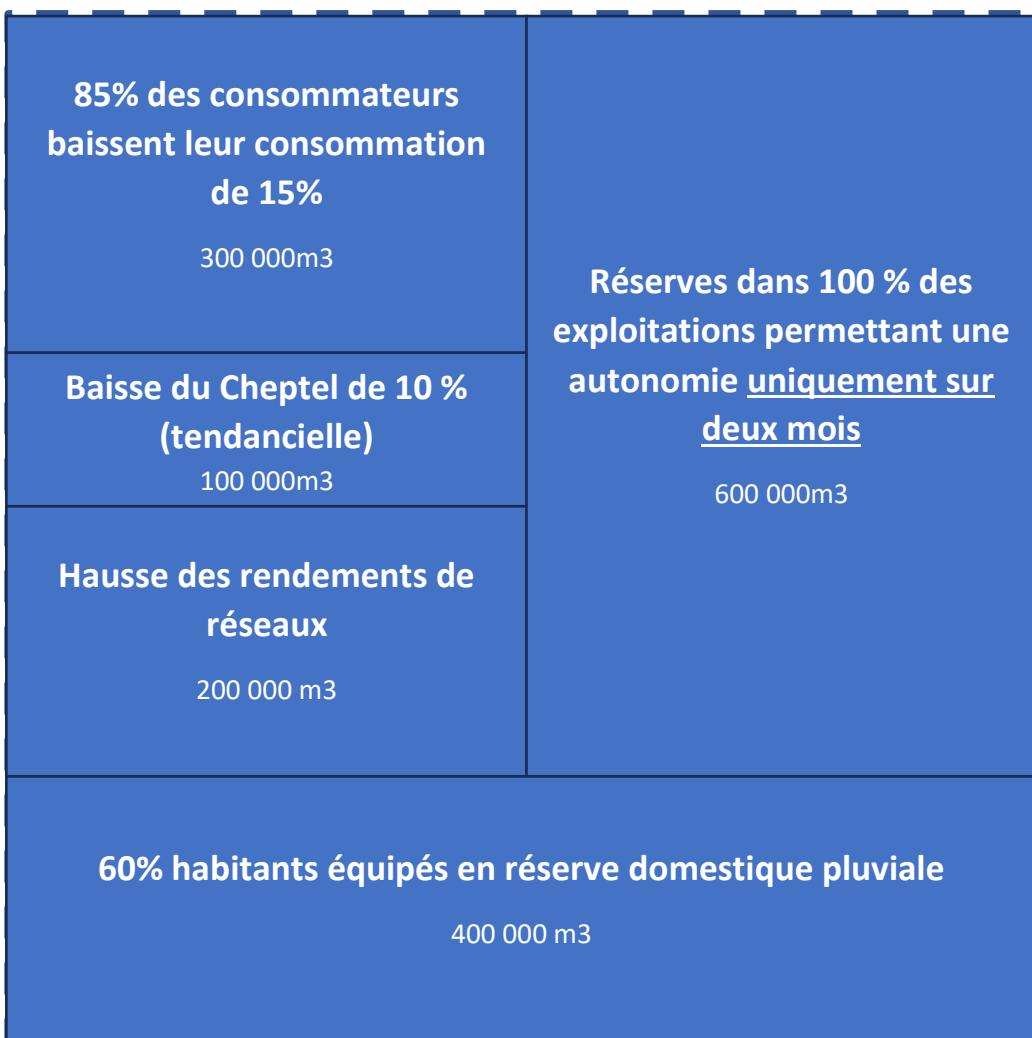
Les actions non souhaitables suivantes ont fait consensus :

- Pas de bouchage des pertes karstiques (Doubs et Saut du Doubs)
- Pas de création de réserves d'eau pour l'irrigation des prairies

**Actions**  
**Gouvernance de l'AEP**

+

**1.5Mm<sup>3</sup>**



+

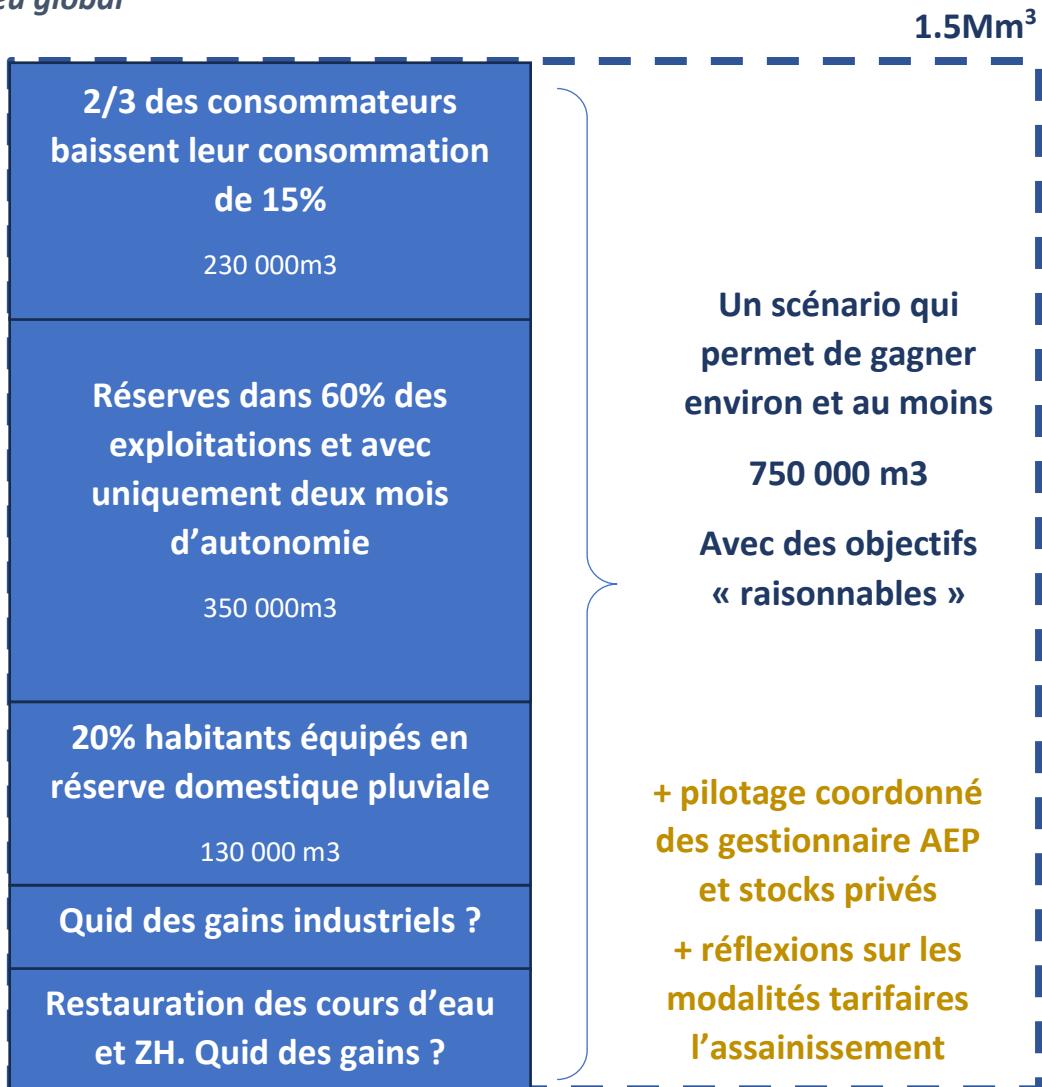
+



## *Eléments produits par le groupe B*

La première personne à prendre la parole propose au groupe non pas une action mais une philosophie d'approche et de priorité. Dans l'ordre des réflexions à avoir sur le sujet, il lui paraît prioritaire de chercher à **d'abord réduire les consommations, décaler les prélevements et en dernier recours transférer des ressources**. Dans ce cadre, elle propose de tester un premier scénario basé sur les économie d'eau et le stockage au consommateur final et dans le milieu naturel pour voir ce qu'il est possible d'aller chercher comme volume.

*Un premier scénario d'économie d'eau et stockage qui ne répond qu'à une partie de l'enjeu global*

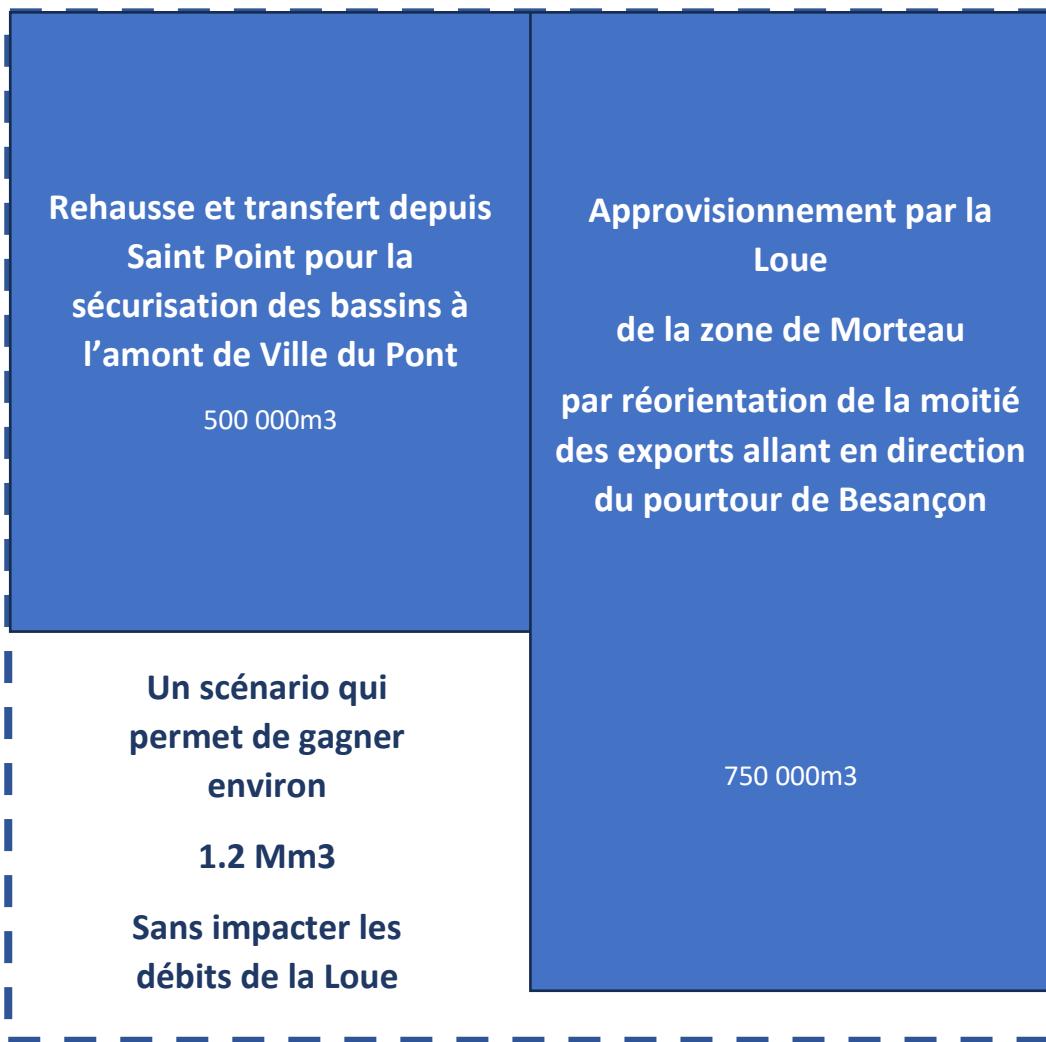


*Un débat sur la faisabilité de maîtriser la hausse de la population*

Pour aller plus loin, les participants mettent en débat la hausse de la population. Certains estiment que dans les zones en tension, et sans action spécifique permettant de dégager des volumes, l'urbanisation devrait être gelée. Un débat animé s'installe sur la faisabilité d'un tel objectif et autant que sa validité politique au regard des migrations à venir. Une tentative de synthèse est proposée par le fait de moduler et répartir la hausses de population fonction de la vulnérabilité des ressources locales.

## *Un second scénario qui explore les gains liés aux transferts et interconnexions*

**1.5Mm<sup>3</sup>**



Enfin, si l'exploration des karsts profonds a été abordée et plébiscitée, plusieurs voix ont plaidé pour ne pas lancer d'investissement sans disposer des études permettant de juger de la durabilité et de la soutenabilité de ce type d'actions.

## *Eléments produits par le groupe C*

Les participants ont d'abord évoqué le sur-stockage du lac de Saint-Point comme solution de sécurisation de l'AEP du Haut-Doubs du moins dans sa partie amont.

Globalement la généralisation de l'interconnexion par Saint-Point et par la Loue a été évoquée comme une solution pertinente, même si des difficultés d'ordre technique/financière ont été évoquées.

Les mesures d'économies d'eau au sens large (réduction de la consommation, limitation des fuites, ...) sont également évoquées par la plupart des participants comme solution à mettre en oeuvre.

Le débat s'est porté sur la priorité à donner aux mesures d'économies d'eau :

- une partie des participants estimant que mettre en avant des solutions techniques risquerait de porter préjudice aux économies d'eau qu'ils jugent nécessaires
- d'autres estiment que les mesures techniques (interconnexion et/ou stockage par exemple) sont indispensables et à réaliser à court terme, les mesures d'économies d'eau pouvant être proposée en parallèle.

Deux scénarii ont donc émergé :

- **Un priorisant les économies d'eau** pour combler principalement le volume "manquant" et complétant par les mesures techniques, qui seront plus longues à mettre en place.
- **Le second propose de prioriser la mise en oeuvre de mesures techniques**, en intégrant à côté des mesures de sobriété, potentiellement moins poussées que dans le premier scénario, qui seront de toute façon nécessaires pour atteindre la baisse de prélèvement de 10% imposée par le Plan Eau.

Les solutions ayant fait consensus sont celles qu'on pourrait qualifier de sans regret :

- restauration ZH / cours d'eau ;
- limitation des fuites des réseaux ;
- actions de connaissance ;
- actions sur la qualité de l'eau

Les actions non souhaitables qui ont fait consensus sont les suivantes :

- limitation des pertes karstiques (impact environnemental / faible efficacité),
- stockage d'eau autre que pluviale (notamment de petites sources),
- développement de forages privés non coordonné à l'échelle du bassin

# Restitution en plénière



# Prochain RDV : CLE du 29 Mai 2024

Les scénarios esquissés au cours de cet atelier, et consolidés par l'équipe technique d'Artélia, seront présentés en CLE (Commission Locale de l'Eau) afin de débattre et de définir l'orientation du Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE).



## Contact

### Cyril THEVENET

Directeur de l'EPAGE Haut-Doubs Haute-Loue  
Tel : 03.81.26.65.54  
@ : c.thevenet@eaudoubsloue.fr

### Maud Le Nagard

Animatrice du Contrat de bassin Haut-Doubs Loue  
Tel : 03.81.26.65.52  
@ : m.lenagard@eaudoubsloue.fr



## Annexe 1 : Tableau des personnes présentes

---

Structure	Nom / Fonction
Agriculteur Haut-Doubs	CHAPUIS Philippe
Agriculteur Haut-Doubs	LOUVRIER Yves / Maire de Cluse et Mijoux
DRAAF	VIPREY Florent
Chambre agriculture du Doubs	RENAUD Xavier
Chambre agriculture BFC	SAUCE Stéphane / Elu
CIGC	ELISEEF Valéry / Directeur
CIGC	COQUARD Gérard / Elu
FRCL	VUITTON Valérie
URFAC	FEVRIER Éric / Président URFAC et Syndicat mont d'or
EPAGE HD HL	DORNIER Aurélien / Elu
DDT	BATARD-WOLF Gaëlle
DDT	LEBARBU Erwan
SIE Dommartin	BINETRUY Philippe / Président
SIE Bans les Usiers	TOUBIN Frédéric / Président
SIE de Joux	DEFRASNE Daniel / Président
CCGP	CHARRIERE Sylvain / Tech
CC Val de Morteau	FADIN Kevin / Elu
CCLMHD	LIETTA Claude / Elu
CFD	COURDIER Sarah / Tech
CC Montbenoit	POURCELOT Julien / Adjoint Arc sous Cicon
ARS	APERY Nicole
SIEPA / Syndicat plateau d'Amancey	MAIRE Pierre / Président
Associations de consommateurs (CLCV)	LAURENT Fabrice
Agence de l'eau	CANAULT Sébastien
Département du Doubs	LOIZON Beatrix / Elue
Département du Doubs	PARRA Stéphane
CC Loue Lison	GOY Geoffrey
CC Montlebon	REUILLE Sébastien / Tech
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	BOUQUET Philippe / Président
SAEP de Byans sur Doubs	PROUTEAU James / Président
Associations de consommateurs CLCV	CUNCHON Jean-Pierre / Président
Agence de l'eau	CANAULT Sébastien
SIPQ / Pays Quingey	JACQUOT Marc
CCPHD	BROCHARD Aurore
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	PERNIN Cécile / Tech
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	ROBERT Marie-Christine / Vice-présidente
Syndicat des eaux de la Haute-Loue	GUINCHARD Christian / 4eme Vice-président
Fédération de Pêche du Doubs	ROSSIGNON Christian

Fédération de Pêche du Doubs	BELON Jean Pierre
CEN BFC	CALVAR Emilie
EPTB Saône Doubs	CARONE Florence
SOS Loue et rivières Comtoises	MAMET Gérard
Pôle Karst	FISTER Vincent
OFB département du Doubs	LAMBERT Jean-Luc
EPAGE Doubs Dessoubre	DUCOULOUX Adrien
EPAGE Doubs Dessoubre	DOMICE Raphaël
PNR Pays Horloger	JALOCHA Tania
Canoé kayak Quingey	POUILLARD Alix / Directeur Val Nature
Syndicat Mixte Mont d'Or /Station de Métabief	LEBOISSELIER Claire / Transition touristique
EPAGE HDHL	ALPY Philippe / Président
YAC	ARAMA Yannick
ARTELIA	VIGOUROUX Rémi
EPAGE HDHL	THEVENET Cyril / Directeur
EPAHE HDHL	LE NAGARD Maud / Contrat de rivière

## Annexe 2 : Programme de l'atelier

---

Heure de départ	Temps principaux	Activité
08:30		Accueil
09:00	Introduction	Mot de bienvenue et Rappel de la démarche globale
	Rappel de la démarche	Programme de la journée
	Tour de salle	
	Programme de la journée en plénière	Jeux de question réponses éventuels
09:10		Brique 1 "Rappel de la situation du territoire actuelle"
09:25	Rappel des résultats de l'étude jusque là	Brique 2 "Rappel des chiffres liés au changement climatique notamment sur l'hydrologie de surface à l'échelle de bassin"
		Questions réponses
		Brique 3 "Présentation des volumes à sécuriser pour demain : vulnérabilité quantifiée pour l'AEP"
09:45	Présentation et consolidation de la phase de travail en cours :	Questions réponses
	Quantification en volume des demandes AEP futures non satisfaites	Brique 4
	Solutions quantifiées pour y faire face	Présentation et consolidation des solutions identifiées en atelier 2 et les bénéfices/impact quantifiés à en attendre
10:40		Consigne à tous et division en groupe
	Travail en groupes	Brique 5 Temps de travail individuel (dans le cadre du groupe)
	"Explorer des scénarios de solutions possibles"	
11:05	Identifier ce qui fait consensus et ce qui fait dissensus	Brique 6 Elaboration d'un ou plusieurs scénarios communs (en groupe)
11:45		Restitution groupe 1 : Présentation d'un scénario et scénarii similaires
		Restitution Groupe 2 Présentation d'un scénario différent et scénarii similaire
		Restitution autre groupe et autre scénario éventuels
		Synthèse Eléments Clés
12:25	Suite de la démarche	
12:30	Fin	