

ETUDE PROSPECTIVE RESSOURCES / USAGES A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT DE SAÔNE ET LOIRE

COPIL n°3 – Restitution de la Phase 2

Confrontation des ressources et des usages de l'eau actuels

09/09/2024

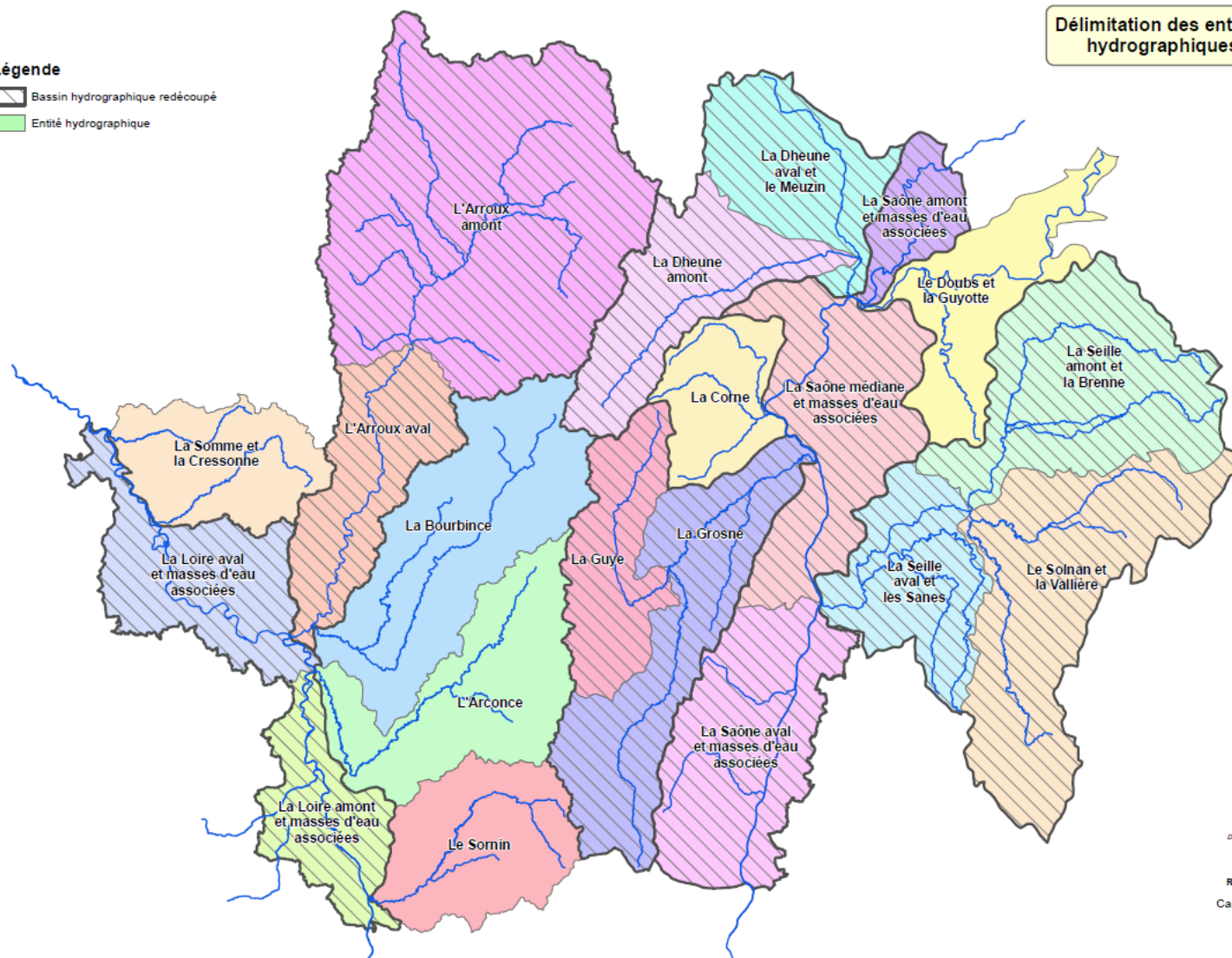


PERIMETRE

Légende

-  Bassin hydrographique redécoupé
-  Entité hydrographique

Délimitation des entités hydrographiques



Observatoire
de l'Eau



DIRECTION ACCOMPAGNEMENT
DES TERRITOIRES

© IGN - 2022

Reproduction Interdite

Carte éditée le 25/10/22

Une étude en 4 phases



- ❑ Phase 1 : Collecte et qualification des données
- ❑ Phase 2 : Traitement et mise en forme des données et confrontation ressources / usages actuels
- ❑ Phase 3 : Projection des données et confrontation ressources / usages futurs
- ❑ Phase 4 : Pistes d'adaptation territorialisées et partage des conclusions de l'étude

ORDRE DU JOUR

- 1. RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES**
- 2. CARACTÉRISATION DES RESSOURCES EN EAU**
- 3. CARACTÉRISATION DES USAGES DE L'EAU**
- 4. CONFRONTATION DES RESSOURCES ET DES USAGES**
- 5. SYNTHÈSE DES ENJEUX PAR BASSIN**
- 6. CONCLUSION ET SUITE**

1. RAPPELS METHODOLOGIQUES

ANALYSES REALISEES

Traitement des données / constitution des séries (tableur)

Caractérisation des
RESSOURCES

2001-2022

Evaluation des enjeux
associés aux MILIEUX

Caractérisation des
USAGES

2011-2021



CONFRONTATION RESSOURCES / USAGES

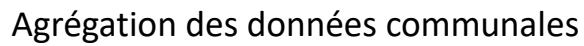
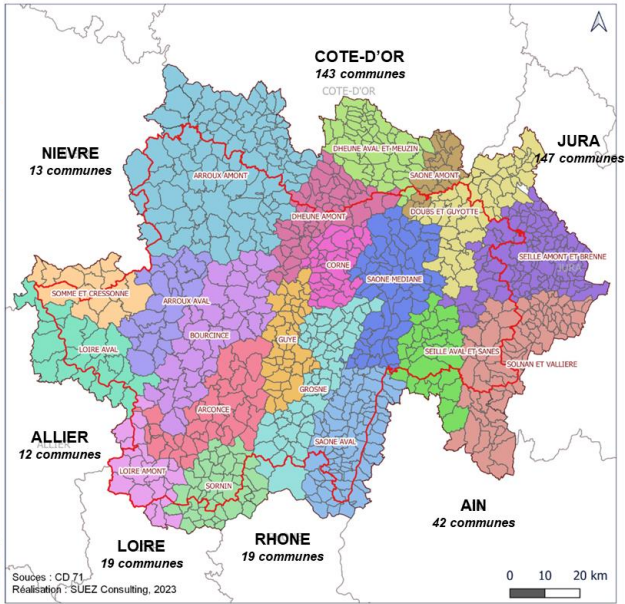
- Bilan entrées/sorties & Indicateurs de pression
- Pré-analyse des « volumes prélevables » (approche très simplifiée)
- Modélisation hydrologique : ressource influencée / désinfluencée

ECHELLE D'ANALYSE



Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Sectorisation - communes par entité hydrographique



→ Entités hydrographiques ←

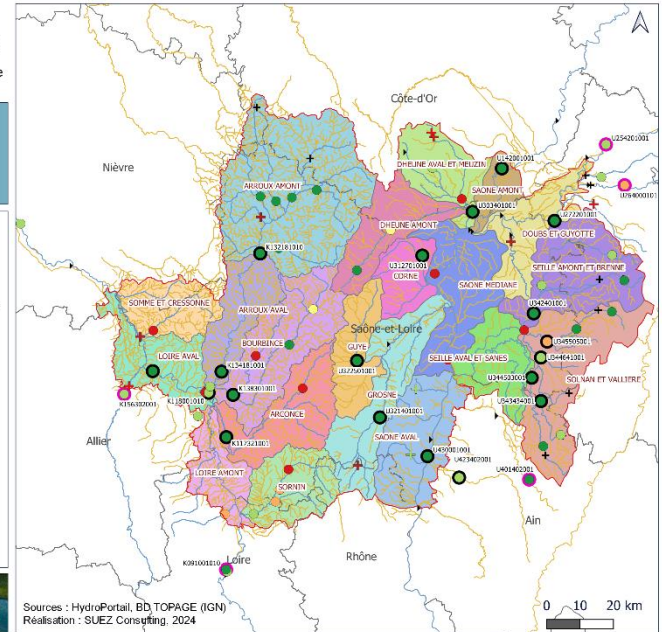
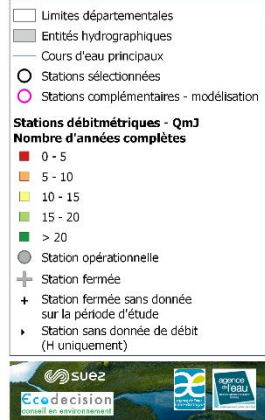


Données macro Dep. / Reg. / Nat.



Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Hydrologie - sélection des stations hydrométriques



Identification d'un point nodal à l'exutoire de chaque entité hydrographique

PREPARATION DES DONNEES

- ❑ Une méthodologie adaptée qui **valorise au maximum les données recueillies**
- ❑ Discussions techniques lors de **réunions thématiques**
- ❑ **Hypothèses / stratégies au cas par cas**

Données recueillies de bonne qualité et complètes	Utilisation directe pour la constitution des séries mensuelles
Données locales annuelles	Données mensualisées (ratios calculés localement si possible)
Données locales avec séries courtes	Données manquantes remplacées par des moyennes évaluées sur la série disponible
Données recueillies lacunaires	Reconstitution des données manquantes (moyenne, bouche-trous)
Données comportant uniquement quelques valeurs ponctuelles	Cas par cas : extrapolation de valeurs locales ou nationales
Pas de données locales	Recours aux BdD ou chiffres nationaux

- ❑ **Un traçage des hypothèses pour l'obtention des séries**

TRAITEMENT DES DONNEES - Ressources

■ Climat

- Températures
- Précipitations
- Evapotranspiration potentielle (ETP)

■ Hydrologie

- ❑ Régime hydrologique moyen
- ❑ Focus sur la période d'étiage
- ❑ Récurrence des assecs, arrêts sécheresse

- Hydrogéologie :

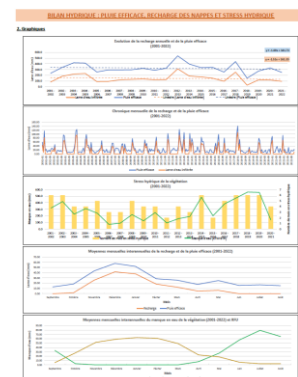
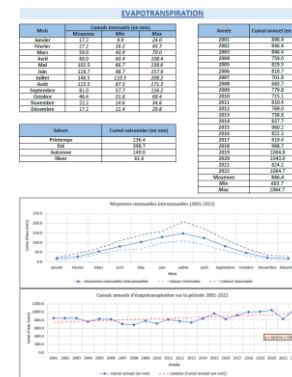
- ❑ Piézométrie
- ❑ Echanges nappe-rivière

2001 - 2022

Construction de chroniques mensuelles

Statistiques annuelles, mensuelles, saisonnières

Moyennes, variabilité interannuelle



TRAITEMENT DES DONNEES - Usages

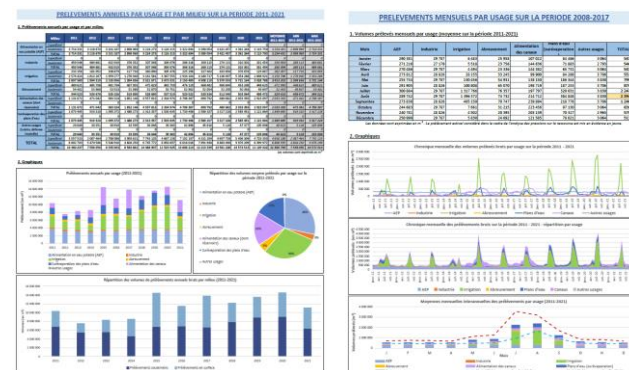
- Eau potable & Assainissement
 - Prélèvements
 - Pertes dans les réseaux de distribution
 - Assainissement
- Industrie
 - Prélèvements
 - Restitutions
- Agriculture
 - Irrigation
 - Abreuvement des élevages
- Canaux & usages associés
 - Prélèvements
 - Restitutions
- Plans d'eau (surévaporation)
- Autres usages : loisirs, défense incendie

2011 - 2021

Construction de
chroniques mensuelles

Statistiques **annuelles,**
mensuelles, saisonnières

Moyennes, variabilité
interannuelle



TRAITEMENT DES DONNEES - Milieux

- Occupation des sols
- Espaces protégés / milieux remarquables
- Zones humides
- Contextes piscicoles
- Classement liste 1 & 2
- SDAGE : état et pressions sur les masses d'eau

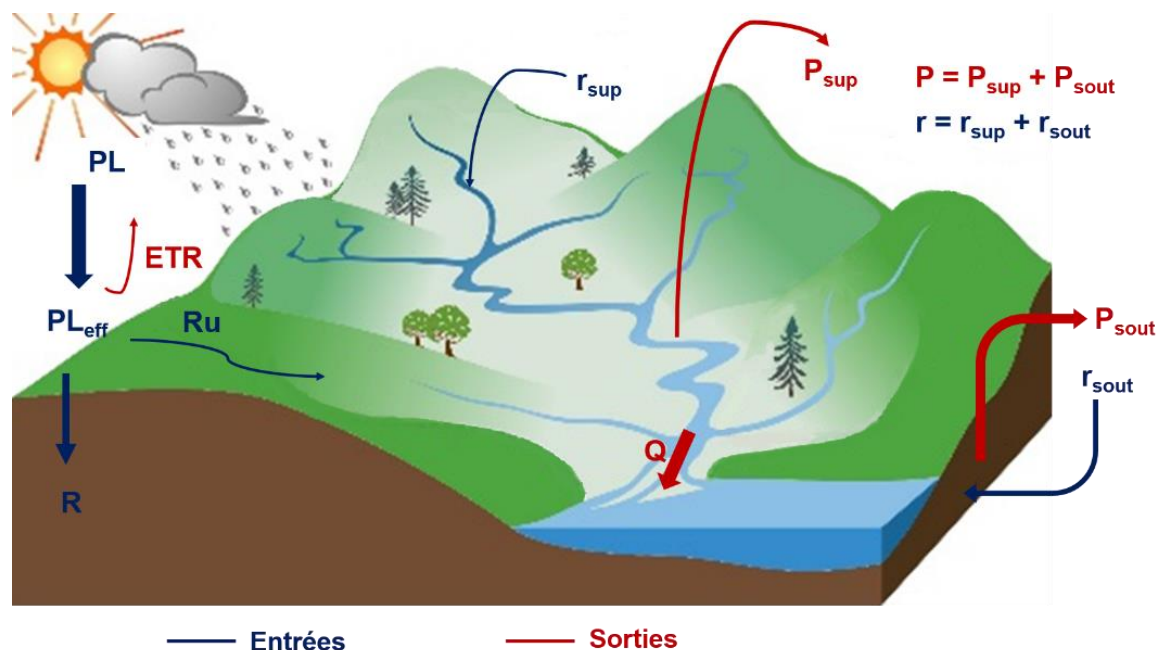
Synthèse cartographique

Dégager les **grands enjeux**
relatifs aux milieux
naturels

- Définition d'un débit de bon fonctionnement des milieux
 - **Approche simplifiée** (sans protocole type ESTIMHAB)
 - Analyse hydrologique, débits de gestion de crise (arrêtés cadre sécheresse)

EXPLOITATION – Bilan global des entrées – sorties

A l'échelle de
chaque entité
hydrographique



- Estimation des entrées et sorties « naturelles » (PL, Q, R) - bilan hydrique

$$\text{Pluie} = (\text{Recharge} + \text{Ruissellement}) + \text{ETR} = \text{Pluie efficace} + \text{ETR}$$

- Estimation des prélèvements et restitutions anthropiques (P, r, Pnet)

CONFRONTATION – Indicateurs de pression

Calcul d'indicateurs de pression des usages sur la *ressource* →

$$I_{Pression} = \frac{Prélev.}{Ress.}$$

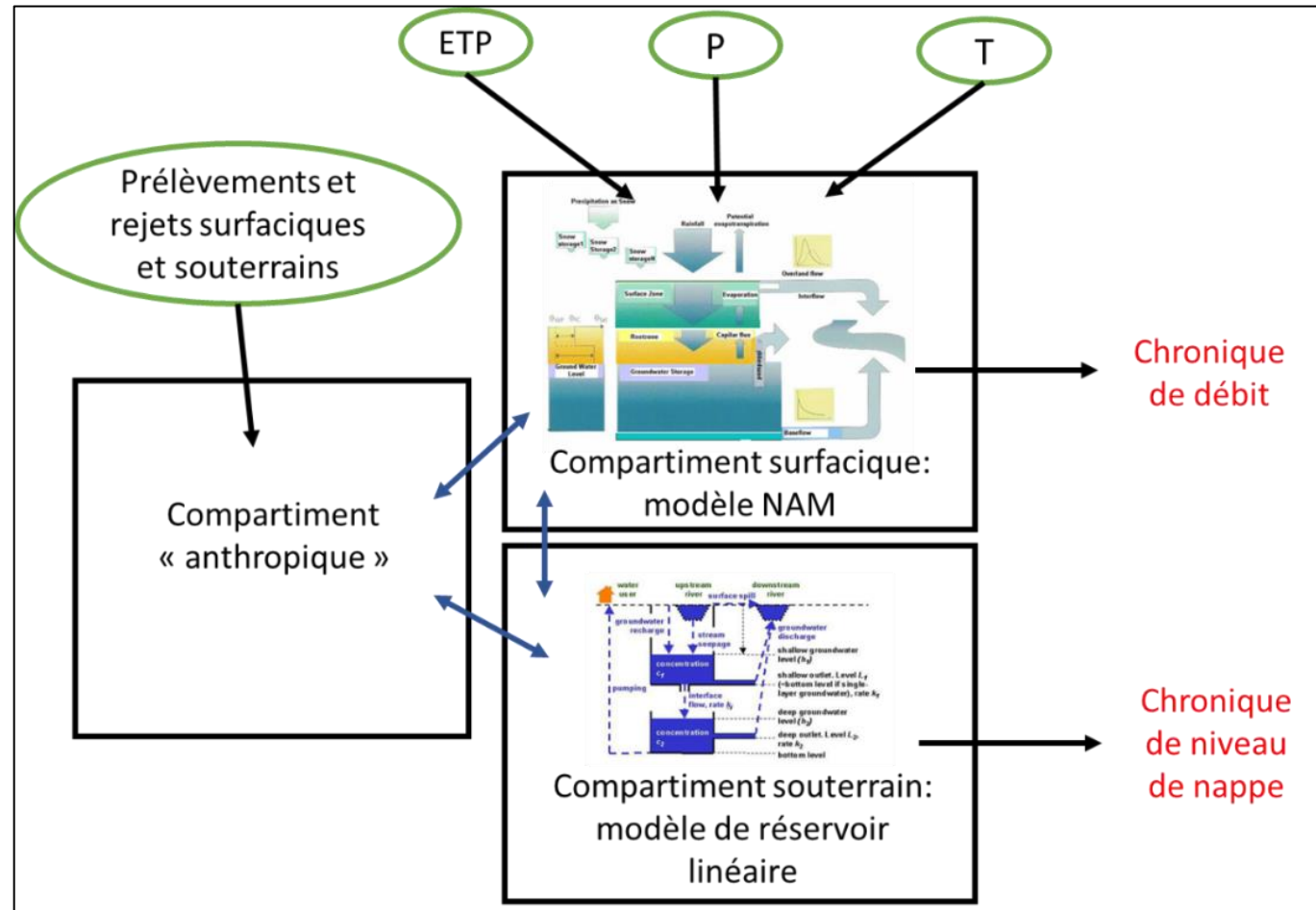
Indicateur	Définition	Objectif
Indicateur 1	$\Delta_1 = P / PL_{eff}$	Estimer la pression des prélèvements globaux au regard de la recharge globale du système (pluie efficace)
Indicateur 2	$\Delta_2 = P_{sout} / R$	Estimer la pression des prélèvements souterrains au regard de la recharge des nappes souterraines
Indicateur 3	$\Delta_3 = P / Q$	Estimer la pression des prélèvements globaux au regard du débit des eaux superficielles
Indicateur 4	$\Delta_4 = P_{estival} / Q_{étiage}$	Estimer la pression des prélèvements estivaux au cours de la période d'étiage
Indicateur 5	$\Delta_5 = P_n / PL_{eff}$	Estimer la part des prélèvements nets sur la recharge globale du système
Indicateur 6	$\Delta_6 = MAX_{estival}[P_n / (QMN5_{nat} - Q_{seuil})]$	Estimer le taux maximal de sollicitation du volume prélevable ($QMN5_{nat} - Q_{seuil}$) entre juin et septembre

- Calcul en moyennes annuelles → comparaison des entités
- Calcul annualisé → variabilité des tensions sur les entités

➔ **Score de pression global**

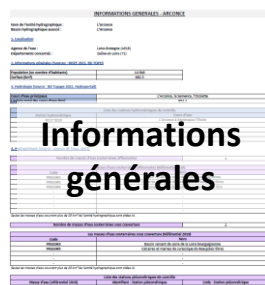
CONFRONTATION – Modélisation hydrologique

- Modélisations **hydrologiques** intégrant les usages :
prélèvements et rejets
- Outil MIKE Basin
- Simples et **globales**, à l'échelle des entités hydrographiques
- Hydrologie et hydrogéologie **influencées et désinfluencée**

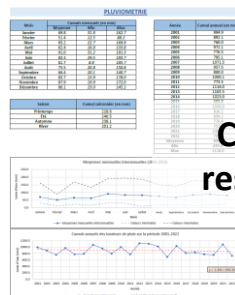


RENDUS à différentes échelles

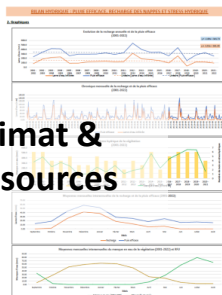
- Fiches détaillées par entité hydrographique ~ 20 pages



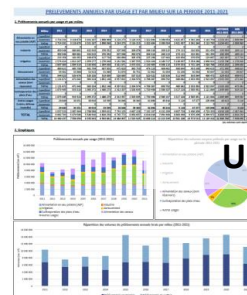
Informations
générales



Climat &
ressources

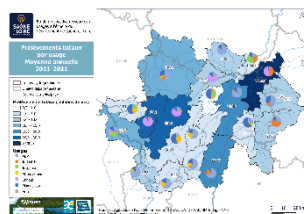
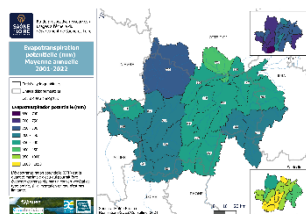
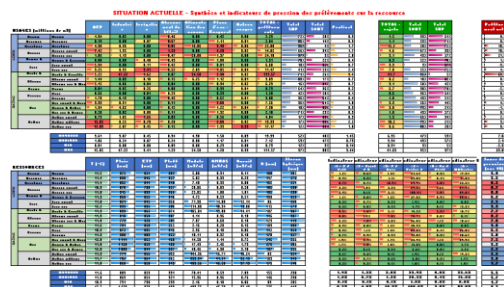


Usages

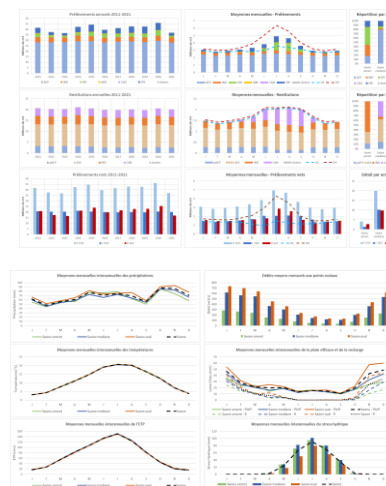


Indicateurs

- Analyse départementale (rapport)



- Synthèse par bassin (rapport)



+ atlas
reproduit à
l'échelle de
chaque bassin

2. CARACTÉRISATION DES RESSOURCES

CONTENU DES FICHES

■ Analyse des paramètres climatiques

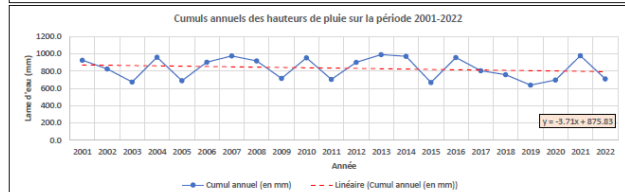
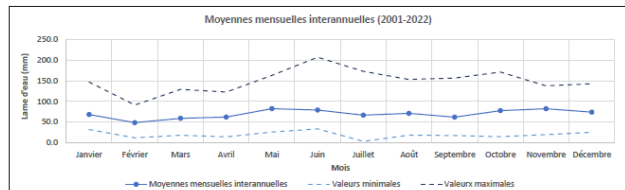
- Pluviométrie
- Température
- Evapotranspiration

PLUVIOMETRIE

Mois	Cumuls mensuels (en mm)		
	Moyenne	Min	Max
Janvier	68.2	31.8	147.2
Février	48.5	11.6	91.3
Mars	59.0	18.0	129.3
Avril	62.0	14.1	122.8
Mai	82.4	25.7	163.4
Juin	79.1	33.4	207.4
Juillet	66.7	3.1	173.0
Août	71.2	18.2	153.4
Septembre	62.0	17.3	156.9
Octobre	77.7	14.6	171.5
Novembre	82.2	19.4	137.9
Décembre	74.1	25.2	143.1

Saison	Cumul saisonnier (en mm)
Printemps	203.4
Été	217.1
Automne	221.9
Hiver	190.8

Année	Cumul annuel (en mm)
2001	926.3
2002	826.2
2003	673.8
2004	961.1
2005	689.4
2006	902.9
2007	976.4
2008	918.5
2009	715.7
2010	954.0
2011	704.6
2012	902.8
2013	991.3
2014	971.8
2015	668.9
2016	957.8
2017	804.8
2018	758.8
2019	638.2
2020	697.8
2021	979.2
2022	710.5
Moyenne	833.2
Min	638.2
Max	991.3

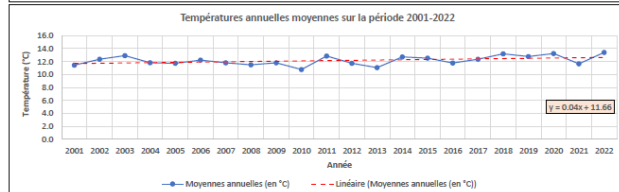
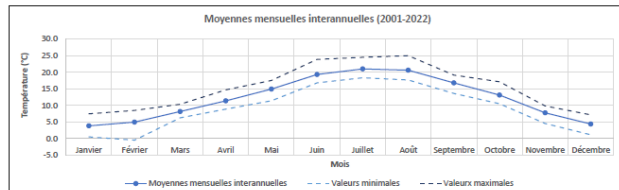


TEMPERATURE

Mois	Moyennes mensuelles (en °C)		
	Moyenne	Min	Max
Janvier	3.8	0.5	7.5
Février	5.0	-0.5	8.5
Mars	8.1	6.3	10.3
Avril	11.4	8.9	14.7
Mai	14.9	11.4	17.5
Juin	19.3	16.8	23.9
Juillet	21.0	18.3	24.5
Août	20.6	17.7	25.0
Septembre	16.8	13.6	19.1
Octobre	13.1	10.5	17.1
Novembre	7.8	4.5	9.8
Décembre	4.4	1.1	7.1

Saison	Moyennes saisonnières (en °C)
Printemps	11.5
Été	20.3
Automne	12.6
Hiver	4.4

Année	Moyennes annuelles (en °C)
2001	11.5
2002	12.4
2003	12.9
2004	11.8
2005	11.7
2006	12.2
2007	11.8
2008	11.5
2009	11.8
2010	10.8
2011	12.9
2012	11.7
2013	11.1
2014	12.7
2015	12.5
2016	11.8
2017	12.4
2018	13.2
2019	12.8
2020	13.3
2021	11.7
2022	13.4
Moyenne	12.2
Min	10.8
Max	13.4

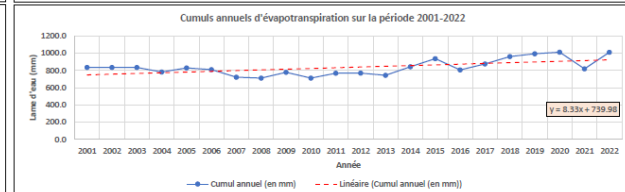
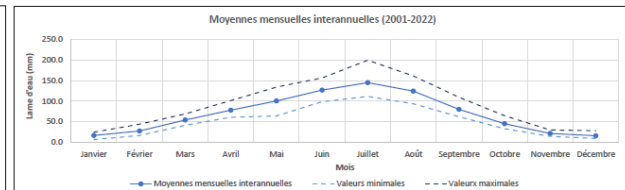


EVAPOTRANSPIRATION

Mois	Cumuls mensuels (en mm)		
	Moyenne	Min	Max
Janvier	16.6	6.6	24.5
Février	27.3	16.4	43.9
Mars	54.2	41.4	68.9
Avril	78.2	60.8	101.4
Mai	100.6	64.2	134.2
Juin	126.9	98.8	156.6
Juillet	145.1	111.5	199.7
Août	124.5	93.7	161.4
Septembre	80.0	62.2	109.5
Octobre	45.1	33.1	64.6
Novembre	21.4	14.4	30.0
Décembre	15.9	9.2	28.2

Saison	Cumul saisonnier (en mm)
Printemps	233.0
Été	396.5
Automne	146.5
Hiver	59.8

Année	Cumul annuel (en mm)
2001	835.1
2002	835.1
2003	835.1
2004	782.1
2005	828.9
2006	809.4
2007	721.3
2008	711.3
2009	778.6
2010	711.8
2011	768.5
2012	769.6
2013	743.4
2014	843.5
2015	936.5
2016	805.7
2017	875.4
2018	960.7
2019	993.7
2020	1012.4
2021	818.8
2022	1010.5
Moyenne	835.8
Min	711.3
Max	1012.4



CONTENU DES FICHES

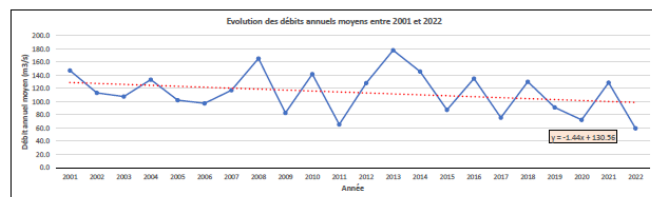
- Hydrologie :
 - Données moyennes annuelles et mensuelles
 - Débits statistiques (dont étiage)

CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE INFLUENCEE

Méthode : Reconstitution de la chronique de débits mensuels à l'écouite de l'entité homogène sur une période temporelle à partir des débits spécifiques mensuels mesurés sur les stations hydrométriques.

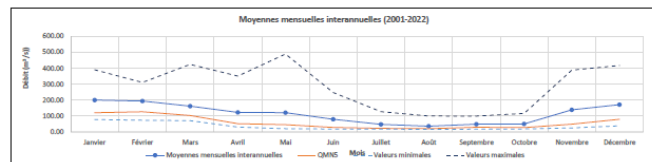
1. Débits moyens annuels

Année	Débit moyen annuel	Année	Débit moyen annuel	Année	Débit moyen annuel
2001	147.3	2009	83.0	2017	75.8
2002	113.3	2010	141.8	2018	130.4
2003	107.7	2011	85.5	2019	91.3
2004	133.5	2012	128.3	2020	72.5
2005	102.3	2013	178.0	2021	128.9
2006	97.5	2014	145.7	2022	59.6
2007	117.4	2015	87.7		
2008	165.5	2016	135.1		



2. Débits mensuels statistiques (exprimés en m³/s et calculés sur la période 2001-2022)

Mois	Débit moyen	Débit Médian	Débit mensuel quinquennal sec	Min observé	Max observé
Janvier	199.65	179.54	139.91	77.90	389.00
Février	193.48	179.50	126.33	73.20	310.00
Mars	161.62	147.67	102.97	70.50	423.00
Avril	122.02	95.66	51.80	30.20	350.00
Mai	120.67	88.68	45.28	20.20	488.00
Juin	79.16	56.89	28.31	18.10	247.00
Juillet	47.22	38.00	22.10	17.60	127.00
Août	35.81	31.04	20.25	16.30	100.00
Septembre	48.50	43.84	29.40	17.20	99.30
Octobre	50.22	43.48	27.10	18.80	116.00
Novembre	138.48	99.06	48.66	25.20	387.00
Décembre	171.11	140.05	79.49	38.20	416.00



CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE INFLUENCEE

3. Débits annuels statistiques (exprimés en m³/s et calculés sur la période 2001-2022)

Médiane	Année sèche 5 ans	Année sèche 10 ans	Année humide 5 ans	Année humide 10 ans	Module (2001-22)	QMNAS (2001-2022)
114.00	87.22	73.22	140.77	154.77	114.0	18.94

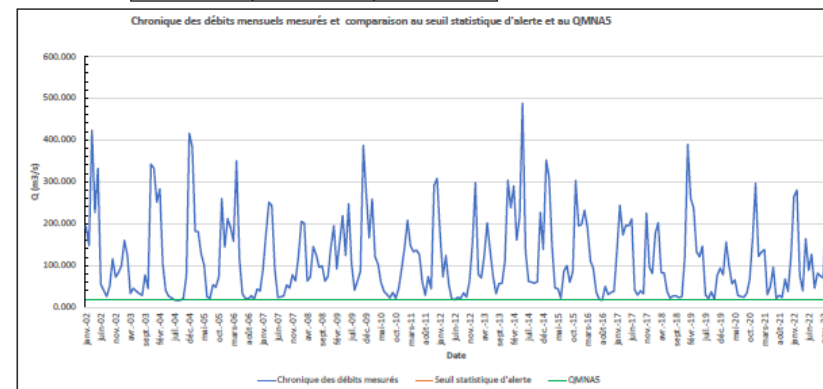
4. Seuil statistique d'alerte (exprimés en m³/s)

Module	117.150	QMNA2	23.000	VCN 2 ans	17.200	20.930
Module/10	11.715	QMNAS	19.670	VCN 5 ans	12.900	13.900
Module/20	5.858	Qseuil (DSC)	19.000	VCN 10 ans	11.300	12.000

Valeurs calculées sur la période d'observation complète, extraites de l'Hydroportail, pouvant différer légèrement de celles obtenues sur 2001-2022

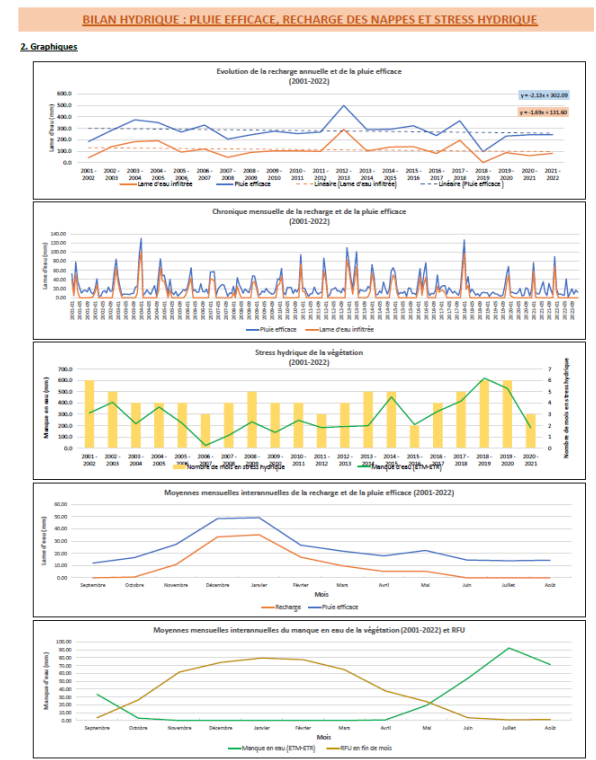
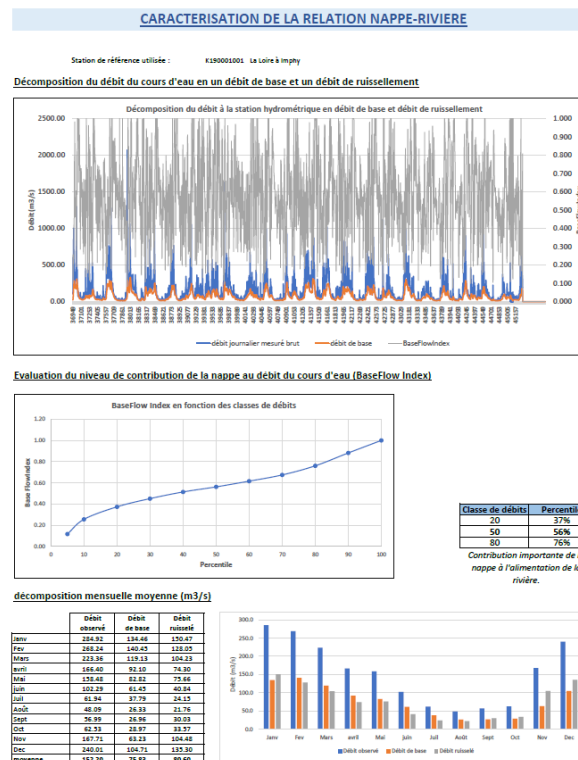
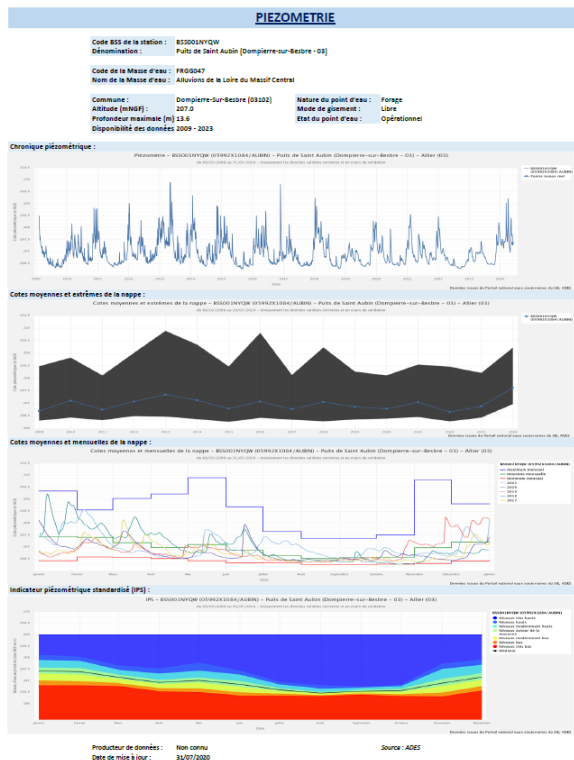
5. Chronique mensuelle et bilan besoin ressources simplifié

Données disponibles (nombre de mois)	Nombre de mois de non efficacité du Seuil Statistique d'alerte	Fréquence
264	8	3.03%



CONTENU DES FICHES

- Données piézométriques
- Echanges nappes-rivières
- Bilan hydrique pluie efficace, recharge, stress hydrique



CLIMAT – Précipitations



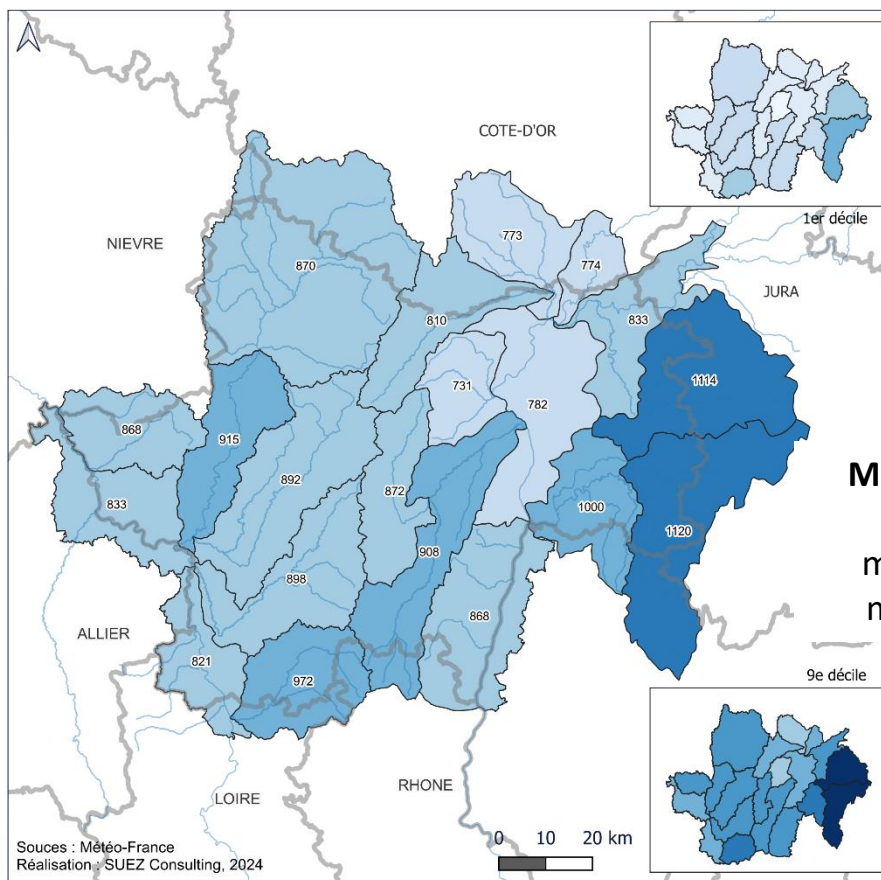
Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Pluviométrie (mm)
Moyenne annuelle
2001-2022

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

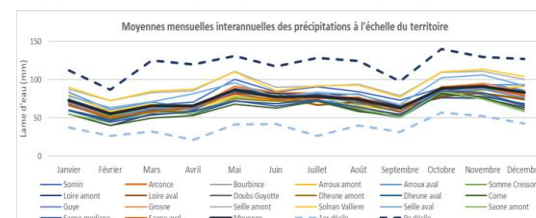
Précipitations (mm)

- 500 - 600
- 600 - 700
- 700 - 800
- 800 - 900
- 900 - 1000
- 1000 - 1100
- 1100 - 1200
- 1200 - 1300
- 1300 - 1400



Moyenne territoire :
900 mm/an
min : 731 (Corne) /
max : 1120 (Seille)

- ➔ Variabilités spatiales / Variabilités interannuelles
- ➔ Certains mois plus pluvieux (octobre-décembre)



CLIMAT – Températures



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

**Température (°C)
Moyenne annuelle
2001-2022**

Entités hydrographiques

Limites départementales

Cours d'eau principaux

Température moyenne annuelle (°C)

10.11 - 10.50

10.50 - 11.00

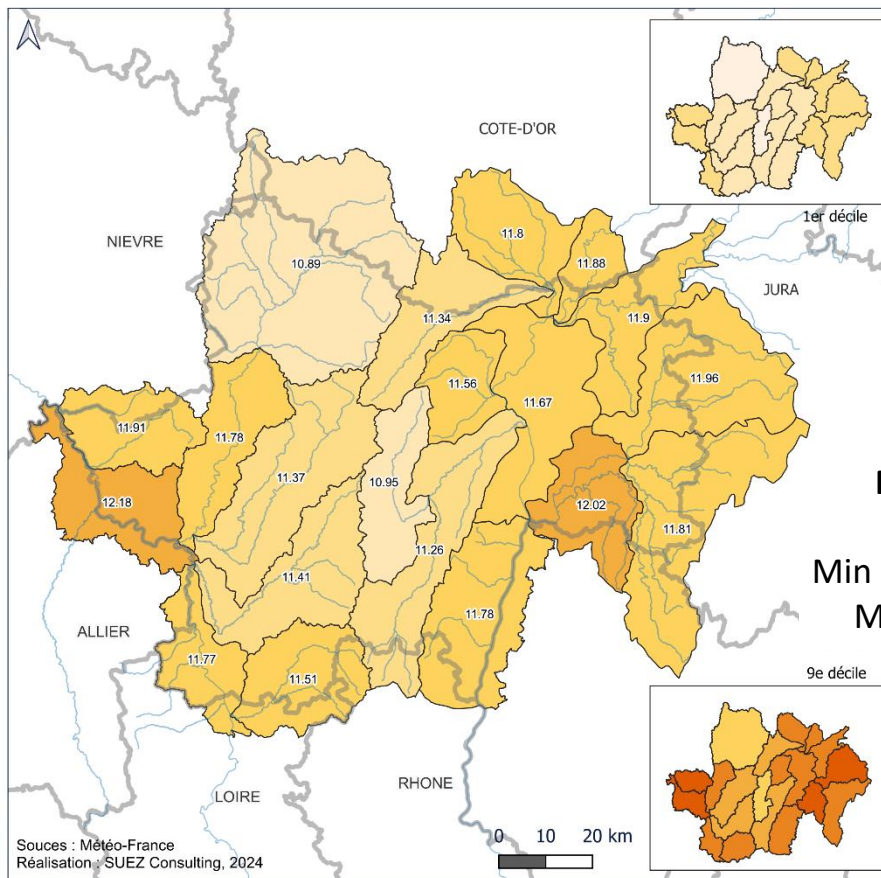
11.00 - 11.50

11.50 - 12.00

12.00 - 12.50

12.50 - 13.00

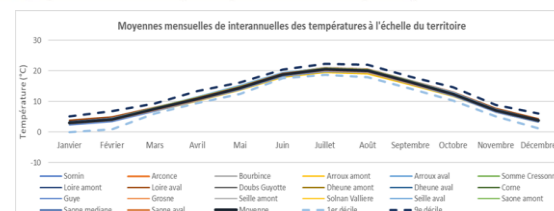
13.00 - 13.18



**Moyenne annuelle
territoire : 11,6 °C**

Min : 10,9 (Arroux amont) /
Max : 12,2 (Loire aval)

- ➔ Variabilités spatiales / Variabilités interannuelles
- ➔ Cycle annuel sous forme de cloche, pic en juillet-août



CLIMAT – Evapotranspiration potentielle



Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

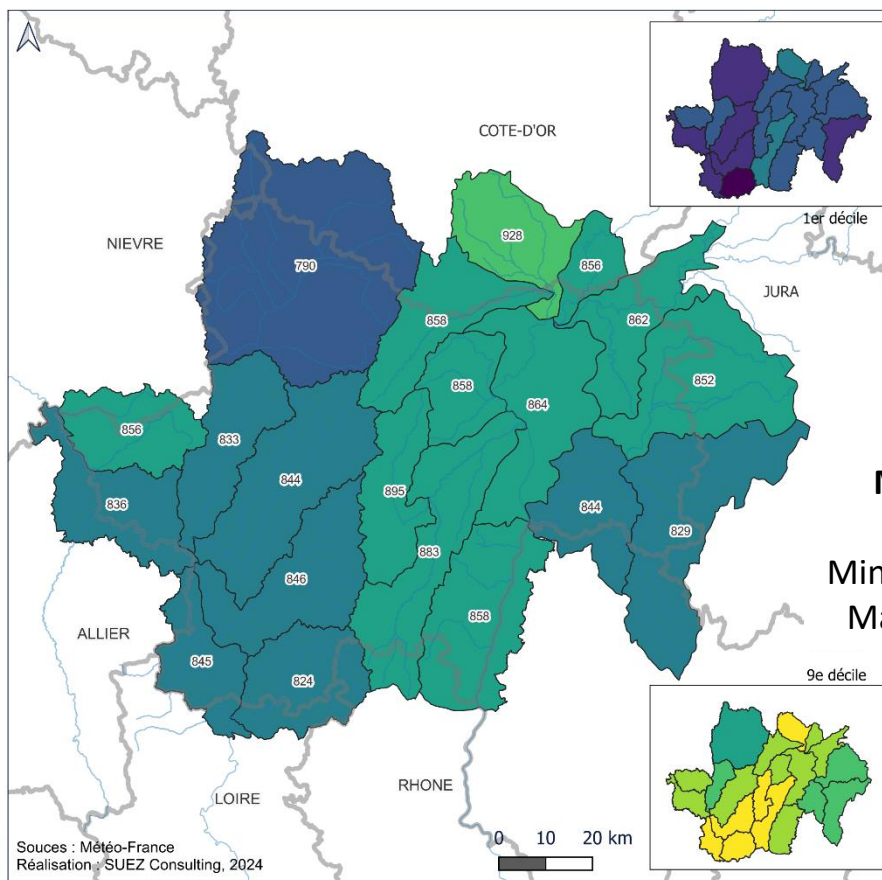
**Evapotranspiration
potentielle (mm)
Moyenne annuelle
2001-2022**

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Evapotranspiration potentielle (mm)

- 650 - 700
- 700 - 750
- 750 - 800
- 800 - 850
- 850 - 900
- 900 - 950
- 950 - 1000
- 1000 - 1050

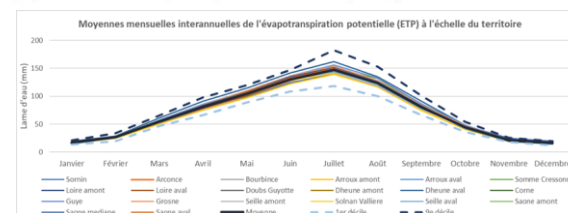
L'évapotranspiration potentielle (ETP) est la
quantité maximale d'eau qui pourrait être
évaporée et transpirée par un couvert végétal de
type prairie, si l'alimentation en eau n'est pas
limitante.



**Moyenne territoire :
850 mm/an**

**Min : 790 (Arroux amont) /
Max : 928 (Dheune aval)**

- ➔ Variabilités spatiales / Variabilités interannuelles
- ➔ Cycle annuel sous forme de cloche, pic en juillet



HYDROLOGIE – Régime hydrologique



			Surface drainée à l'exutoire	Débits moyens mensuels (m3/s)												Module (m3/s)	Module spécifique (l/s/km²)	
				Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc			
LOIRE	Sornin	Sornin	518 km²	11.09	9.69	7.49	5.69	5.79	3.61	2.40	1.40	1.47	2.74	7.47	10.69	5.80		11.2
	Arconce	Arconce	662 km²	11.75	10.40	8.22	5.44	5.62	3.66	2.22	1.26	1.28	2.25	7.25	10.54	5.82		8.8
	Bourbince	Bourbince	876 km²	16.03	13.67	11.33	7.03	6.83	4.48	3.05	1.90	1.84	2.69	7.96	12.90	7.48		8.5
	Arroux	Arroux amont	1791 km²	47.13	41.98	35.09	20.16	17.28	8.18	4.42	2.99	2.61	5.12	17.55	38.14	20.06		11.2
		Arroux aval	2301 km²	58.44	51.99	42.67	24.83	21.30	10.83	5.86	4.07	3.44	6.51	22.76	47.92	25.05		10.9
	Somme & Cressonne	Somme & Cressonne	556 km²	10.17	8.68	7.19	4.46	4.34	2.85	1.93	1.21	1.17	1.70	5.05	8.19	4.75		8.5
	Loire	Loire amont	8639 km²	107.99	110.53	93.83	79.88	82.16	57.32	33.09	27.02	39.36	36.35	95.50	93.59	71.38		8.3
		Loire aval	13007 km²	199.65	193.48	161.62	122.02	120.67	79.16	47.22	35.81	48.50	50.22	138.48	171.11	114.00		8.8
SAÔNE	Doubs & Guyotte	Doubs & Guyotte	7677 km²	273.92	246.82	257.60	180.18	149.01	111.29	79.64	71.52	66.42	115.48	180.06	258.18	165.84		21.6
	Dheune	Dheune amont	537 km²	8.60	7.50	7.35	4.39	3.86	2.31	1.64	1.04	0.85	1.37	4.03	6.73	4.14		7.7
		Dheune aval & Meuzin	1021 km²	16.36	14.26	13.97	8.34	7.34	4.38	3.13	1.97	1.61	2.61	7.66	12.79	7.87		7.7
	Corne	Corne	330 km²	4.12	3.72	3.37	2.20	2.09	1.20	0.83	0.64	0.66	0.97	2.85	3.32	2.16		6.6
	Grosne	Guye	436 km²	6.89	6.09	4.93	3.05	2.50	1.32	0.57	0.37	0.33	0.82	3.27	5.38	2.96		6.8
		Grosne	1196 km²	21.79	19.35	15.29	10.55	9.08	4.76	2.82	1.69	1.54	3.55	12.45	18.49	10.11		8.5
	Seille	Seille amont & Brenne	840 km²	25.32	23.64	20.44	15.83	12.58	7.57	6.13	3.71	3.94	10.17	20.71	23.96	14.50		17,3
		Solnan & Vallière	964 km²	29.79	25.93	23.04	18.23	16.24	8.99	8.90	5.86	6.48	11.55	24.86	29.27	17.43		18,1
		Seille aval & Sanes	2286 km²	69.82	62.81	55.09	43.15	36.52	20.98	19.04	12.12	13.21	27.52	57.75	67.46	40.46		17,7
	Saône	Saône amont	11851 km²	284.72	265.27	240.94	154.20	128.69	79.08	53.97	42.15	38.51	74.12	149.76	228.13	144.96		12,2
		Saône médiane	27650 km²	618.57	565.87	546.11	365.04	304.19	205.62	143.74	120.58	111.13	201.33	362.06	535.06	339.94		12,3
		Saône aval	22811 km²	732.19	698.51	637.73	452.78	362.87	238.77	172.31	136.69	131.66	225.17	436.18	617.83	403.56		17,7

- ➔ Régime pluvial
- ➔ Basses eaux : mai-octobre / Hautes eaux : novembre-avril
- ➔ Loire : soutien d'étiage du barrage de Villerest
- ➔ Productivité importante sur Doubs & Guyotte et Seille / faible sur Dheune, Corne

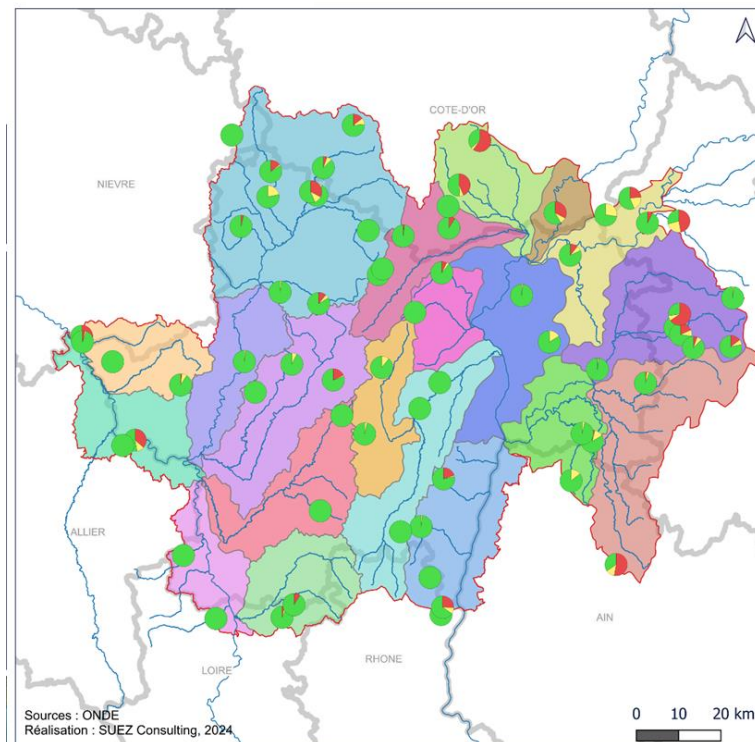
HYDROLOGIE – Etiage



			Surface drainée à l'exutoire	Module	QMNA5	Rapport QMNA5/Module
LOIRE	Sornin	Sornin	518 km ²	6.63	0.39	6%
	Arconce	Arconce	662 km ²	6.19	0.38	6%
	Bourbince	Bourbince	876 km ²	8.09	1.03	13%
	Arroux	Arroux amont	1791 km ²	22.01	1.05	5%
		Arroux aval	2301 km ²	27.29	1.22	4%
	Somme & Cressonne	Somme & Cressonne	556 km ²	5.13	0.65	13%
	Loire	Loire amont	8639 km ²	74.99	14.55	19%
		Loire aval	13007 km ²	117.15	19.67	17%
SAÔNE	Doubs & Guyotte	Doubs & Guyotte	7677 km ²	174.96	20.69	12%
	Dheune	Dheune amont	537 km ²	4.01	0.34	8%
		Dheune aval & Meuzin	1021 km ²	7.63	0.64	8%
	Corne	Corne	330 km ²	2.22	0.27	12%
	Grosne	Guye	436 km ²	3.25	0.14	4%
		Grosne	1196 km ²	11.39	0.43	4%
	Seille	Seille amont & Brenne	840 km ²	14.99	1.23	8%
		Solnan & Vallière	964 km ²	18.11	3.01	17%
		Seille aval & Sanes	2286 km ²	41.93	5.37	13%
	Saône	Saône amont	11851 km ²	155.34	21.32	14%
		Saône médiane	27650 km ²	361.16	44.67	12%
		Saône aval	22811 km ²	418.72	62.50	15%

- Assec
- Ecoulement non visible
- Ecoulement visible

Répartition des observations



- ➔ Etiages plus ou moins sévères : Arroux, Grosne, Sornin, Arconce, Dheune
- ➔ Assecs plus ou moins récurrents selon les secteurs / stations (ONDE) : Dheune, Arroux amont, Seille amont

BILAN HYDRIQUE – Pluie efficace



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

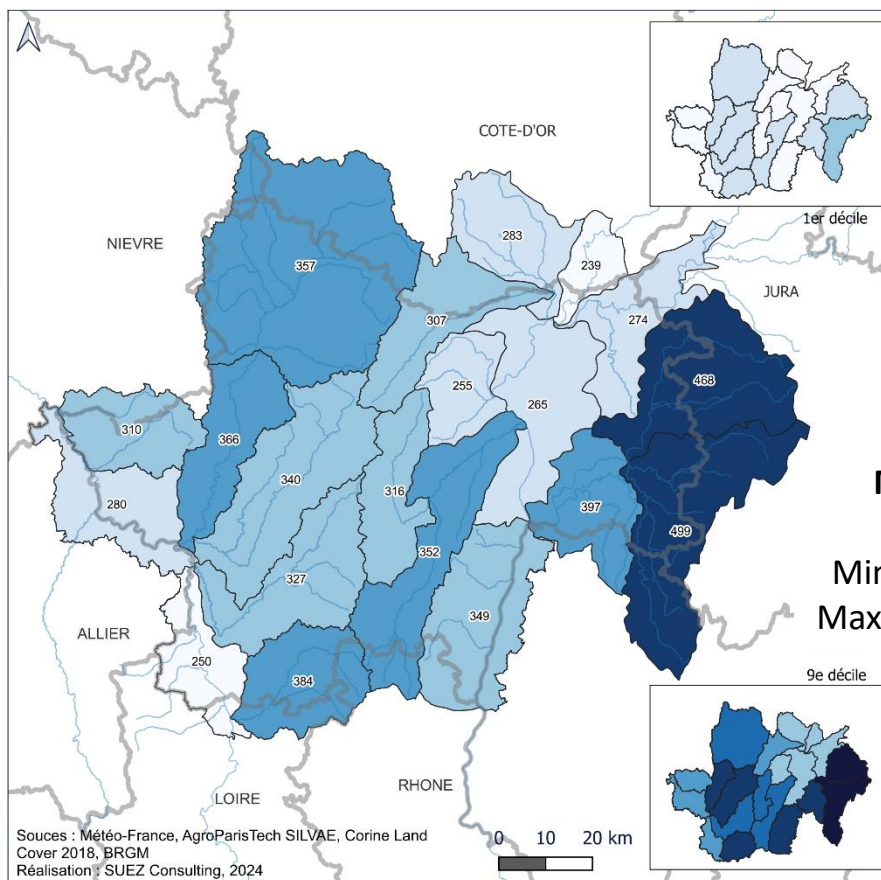
**Pluie efficace (mm)
Moyenne annuelle
2001-2022**

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Pluie efficace (mm)

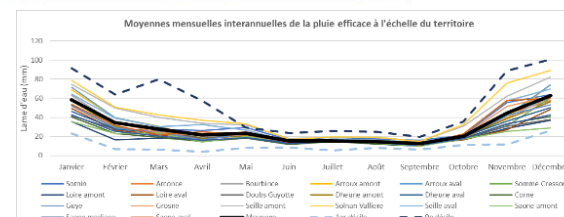
- 150 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- 350 - 400
- 400 - 450
- 450 - 550
- 550 - 650

La pluie efficace est la portion des précipitations qui contribue effectivement à la recharge des nappes phréatiques et au ruissellement. Elle est estimée ici globalement, selon un bilan hydrique établi à l'échelle de chaque entité hydrographique.



**Moyenne territoire :
350 mm/an**
Min : 239 (Saône amont) /
Max : 499 (Solnan & Vallière)

- ➔ Fortes variabilités spatiales & interannuelles
- ➔ Principalement de novembre à mai, plateau bas en juin-octobre (ruissellement)



BILAN HYDRIQUE – Stress hydrique



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

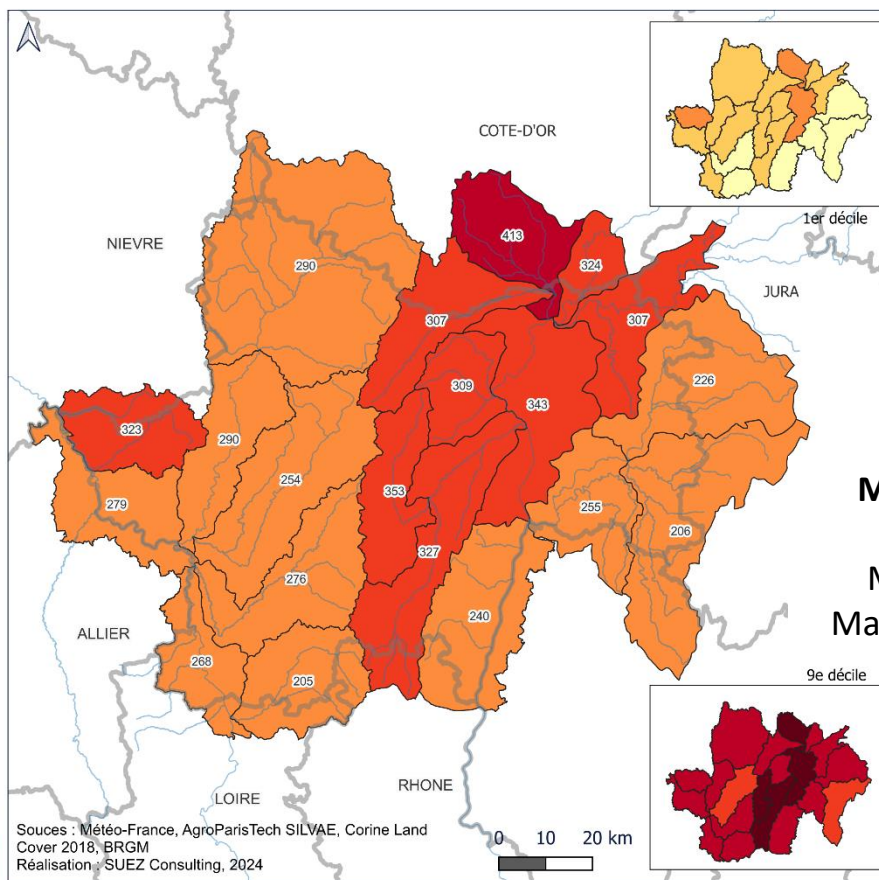
Stress hydrique (mm)
Moyenne annuelle
(2001-2022)

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Stress hydrique (mm)

- 0 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- 400 - 500
- 500 - 600

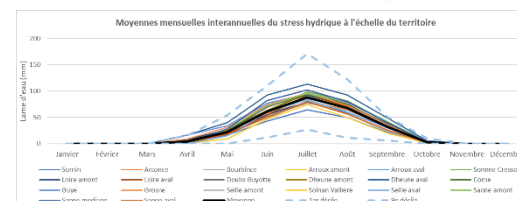
Le stress hydrique correspond ici à la différence entre l'évapotranspiration maximale (ETM) et l'évapotranspiration réelle (ETR) de la végétation et des sols.



Moyenne territoire : 286 mm/an
Min : 205 (Sornin) /
Max : 413 (Dheune aval)

Sources : Météo-France, AgroParisTech SILVAE, Corine Land Cover 2018, BRGM
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

- ➔ Variabilités spatiales / Fortes variabilités interannuelles
- ➔ Concentré de mai à septembre, 76% entre juin et août



RESSOURCES- Synthèse

RESSOURCES			Pluviométrie (PL) - mm					Température (T) - °C					Evapotranspiration (ETP) - mm					Pluie efficace (Pleff) - mm					Recharge (R) - mm					Stress Hydrique (SH) - mm				
Moyennes annuelles et saisonnières			An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.	An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.	An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.	An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.	An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.	An.	Pr.	Été	Aut.	Hiv.
LOIRE	Sornin	Sornin	972	238	259	258	218	11.5	10.7	19.6	12.0	3.8	824	225	382	149	67	384	83	53	93	156	188	34	1	41	112	205	20	158	24	0
	Arconce	Arconce	898	219	241	238	201	11.4	10.7	19.7	11.8	3.5	846	236	399	150	62	327	69	48	75	139	147	24	0	28	98	276	34	202	36	0
	Bourbince	Bourbince	892	214	230	237	211	11.4	10.7	19.5	11.7	3.5	844	241	405	144	54	340	71	46	70	158	162	27	0	23	115	254	22	193	33	0
	Arroux	Arroux amont	870	208	206	226	230	10.9	10.2	18.8	11.2	3.3	790	223	378	135	54	357	70	41	69	183	185	28	0	24	136	290	27	221	36	0
		Arroux aval	915	217	218	243	237	11.8	11.2	19.9	12.1	3.9	833	236	400	142	55	366	71	43	73	185	185	27	0	25	137	290	25	224	37	0
	Somme & Cressonne	Somme & Cressonne	868	209	218	228	212	11.9	11.2	20.0	12.3	4.1	856	237	410	150	59	310	62	43	59	149	138	20	0	14	106	323	28	243	46	0
	Loire	Loire amont	821	202	243	217	159	11.8	10.9	19.8	12.2	4.1	845	234	397	149	64	250	59	48	58	89	86	17	0	14	57	268	35	194	34	0
		Loire aval	833	203	217	222	191	12.2	11.5	20.3	12.6	4.4	836	233	397	146	60	280	62	43	56	124	115	20	0	12	86	279	20	218	36	0
SAÔNE	Doubs & Guyotte	Doubs & Guyotte	833	206	226	227	174	11.9	11.4	20.2	12.2	3.8	862	248	407	149	59	274	66	46	60	107	107	24	0	15	72	307	26	238	42	0
	Dheune	Dheune amont	810	193	205	220	192	11.3	10.9	19.7	11.6	3.2	858	241	409	148	59	307	62	41	69	138	146	23	0	26	99	307	31	233	39	0
		Dheune aval & Meuzin	773	185	202	210	176	11.8	11.4	20.2	12.1	3.5	928	267	439	161	62	283	58	41	65	124	129	20	0	23	89	413	57	298	54	0
	Corne	Corne	731	171	193	210	156	11.6	11.0	19.8	11.8	3.6	858	244	410	146	58	255	52	39	62	105	109	18	0	20	73	309	27	241	38	0
	Grosne	Guye	872	209	235	232	196	10.9	10.3	19.2	11.4	3.0	895	252	424	157	61	316	63	47	73	135	142	21	0	27	95	353	51	250	46	0
		Grosne	908	216	232	247	213	11.3	10.6	19.4	11.6	3.4	883	251	418	153	62	352	67	47	85	156	170	23	0	35	113	327	40	243	39	0
	Seille	Seille amont & Brenne	1 114	279	276	299	261	12.0	11.5	20.2	12.3	3.8	852	245	398	148	61	468	106	56	108	207	245	49	0	49	154	226	10	186	26	0
		Solnan & Vallière	1 120	282	270	301	267	11.8	11.3	20.0	12.2	3.7	829	239	387	143	59	499	113	55	123	218	276	55	0	64	164	206	10	171	22	0
		Seille aval & Sanes	1 000	249	241	276	234	12.0	11.6	20.3	12.3	3.9	844	246	393	144	61	397	89	49	93	173	197	38	0	38	126	255	15	204	31	0
	Saône	Saône amont	774	190	218	210	157	11.9	11.4	20.2	12.2	3.8	856	246	405	147	58	239	58	44	53	88	83	19	0	11	56	324	30	247	46	0
		Saône médiane	782	185	203	223	171	11.7	11.1	19.9	12.0	3.7	864	247	412	147	59	265	55	41	61	111	109	18	0	17	76	343	31	265	43	0
		Saône aval	868	204	226	242	196	11.8	11.2	20.1	12.1	3.7	858	242	406	148	62	349	69	46	92	145	175	27	0	43	106	240	21	186	28	0

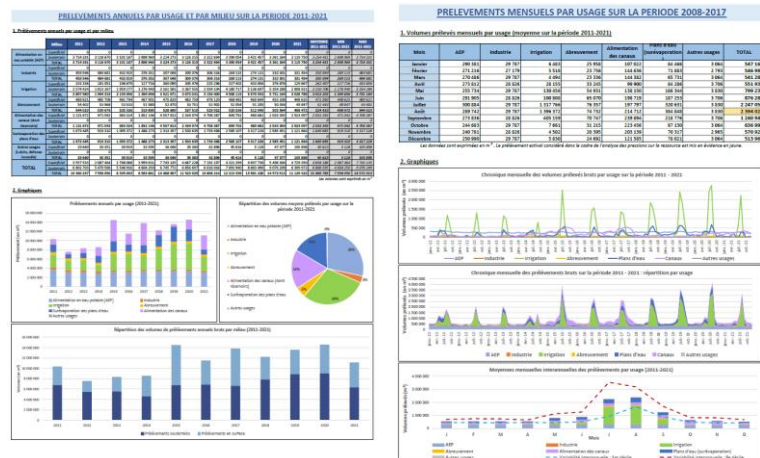
- Forte variabilité selon les secteurs/années (Années humides : 2013, 2016, 2021 / Années sèches : 2015, 2020, 2022)
- Pluviométrie : cas particulier de la Seille, distribution hivernale contrastée
- Pluie efficace & Recharge : majoritairement en hiver
- Stress hydrique principalement en été, encore présent en automne

Temps d'échange

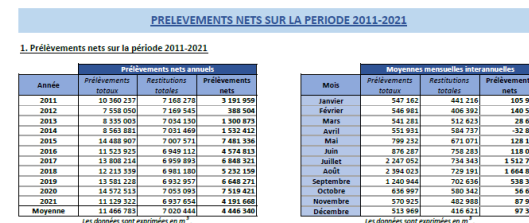
3. CARACTÉRISATION DES BESOINS (USAGES & MILIEUX)

FORMAT DES RENDUS

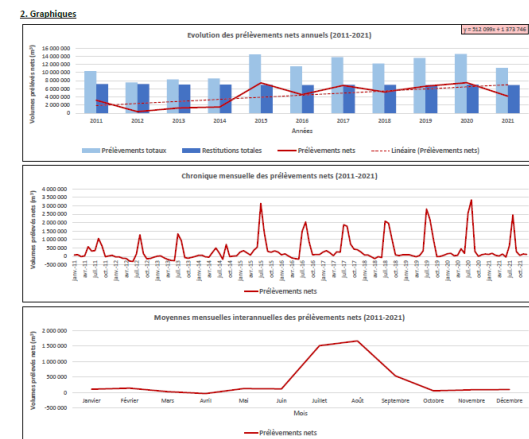
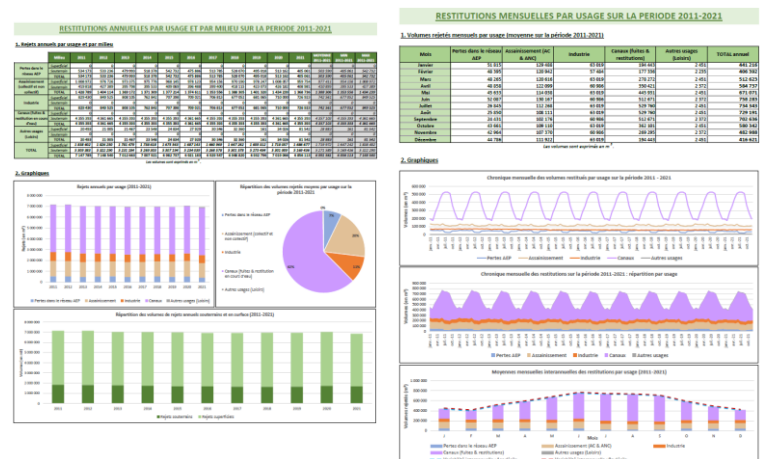
■ Bilan annuel et mensuel des prélèvements



■ Bilan annuel et mensuel des prélèvements nets



■ Bilan annuel et mensuel des restitutions



EAU POTABLE – Prélèvements



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

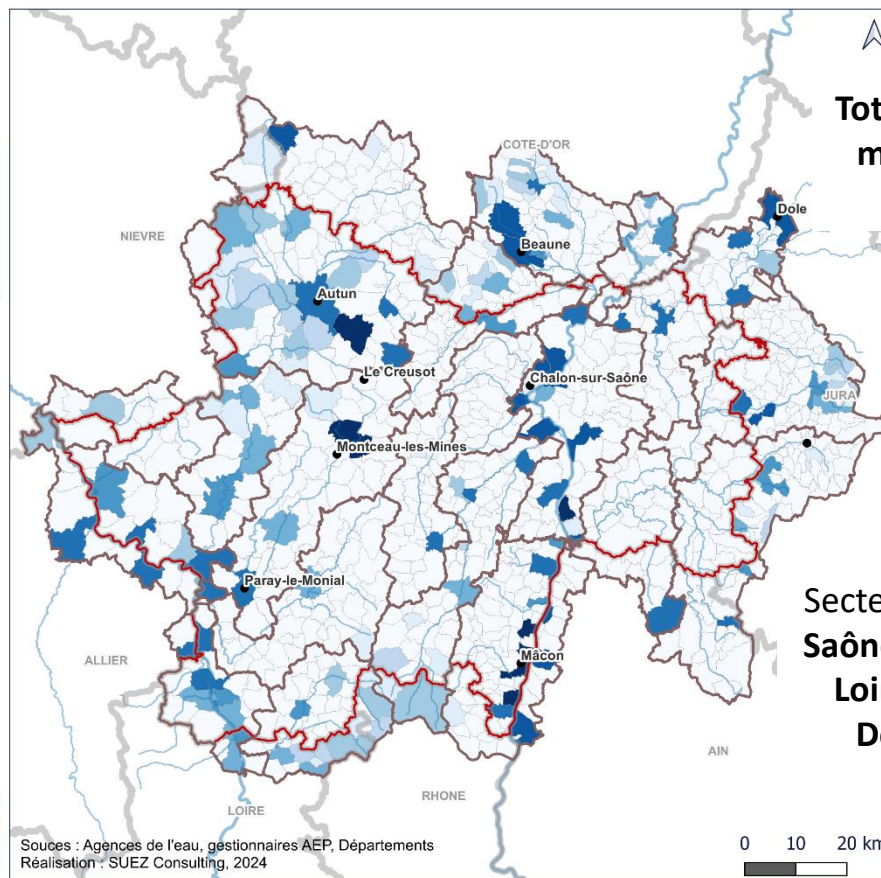
**Prélèvements -
alimentation en eau potable
Moyenne annuelle
2011-2021**

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Prélèvements AEP (m3)

- Sans prélèvement identifié
- 1 - 25 000
- 25 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 500 000
- 2 500 000 - 3 442 988

La localisation des prélèvements suit les données communales communiquées dans les données des Agences de l'eau/de la BNPE. La mutualisation de certaines déclarations (une déclaration pour plusieurs captages, parfois situés sur des communes différentes) peut induire une imprécision sur la répartition communale réelle des volumes prélevés.

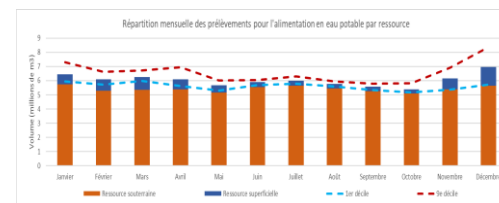


**Total territoire : 72,3
millions de m³/an
[69,6 : 73,7]**

**Secteurs prépondérants :
Saône (médiane et aval),
Loire, Arroux amont,
Doubs & Guyotte,
Dheune**

Sources : Agences de l'eau, gestionnaires AEP, Départements
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

- ➔ Faible variabilité interannuelle
- ➔ 90% puisé dans les eaux souterraines
- ➔ Légère augmentation en été, et en hiver (stockage réservoirs)



EAU POTABLE – Restitutions : pertes en réseau



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

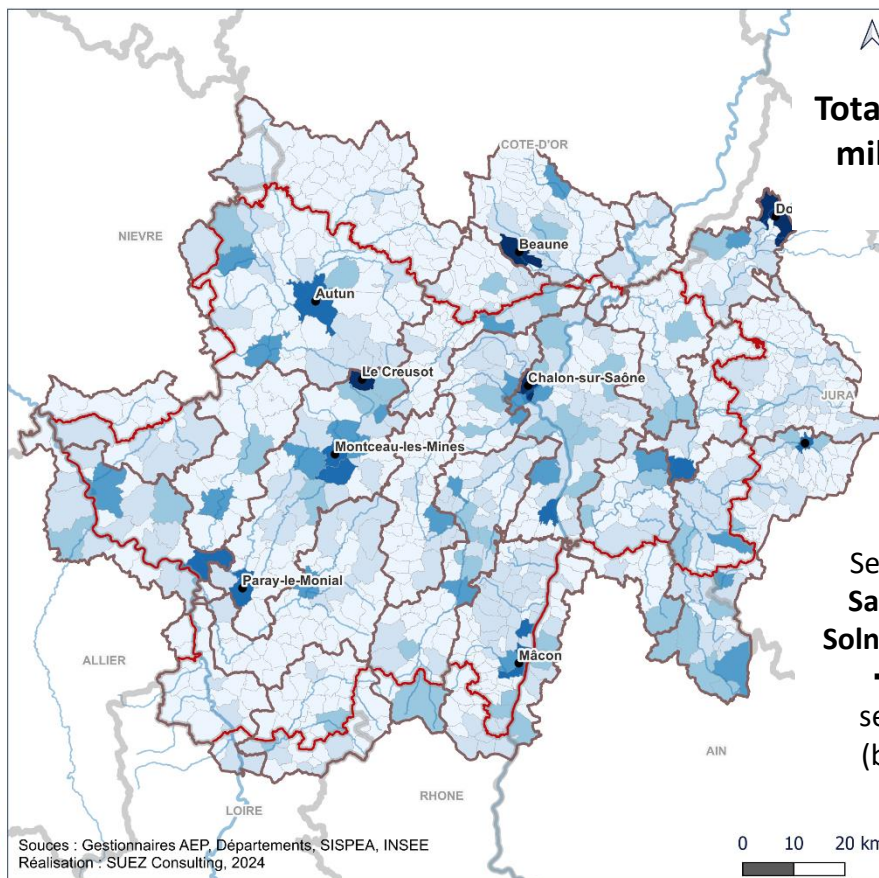
Pertes des réseaux AEP Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Pertes des réseaux AEP (m3)

- 395 - 10 000
- 10 000 - 25 000
- 25 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 442 097

Les pertes occasionnées dans les réseaux d'eau potable sont estimées à partir des consommations par commune et des rendements (P104.3) recensés par unité de gestion de l'eau.

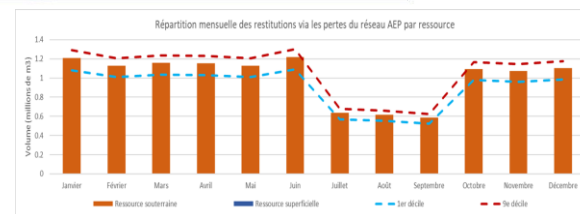


**Total territoire : 12,1
millions de m³/an
[10,6 : 13,7]**

**Soit 17% des
prélèvements**

**Secteurs prépondérants :
Saône (médiane et aval),
Solnan & Vallière, Bourbince
→ Autour des grands
secteurs de distribution
(bassins de population)**

- ➔ Variabilité interannuelle sensible : rendement
- ➔ 100% vers le compartiment souterrain (infiltré)
- ➔ Baisse en été (évaporation, interception par la végétation)



EAU POTABLE – Consommation



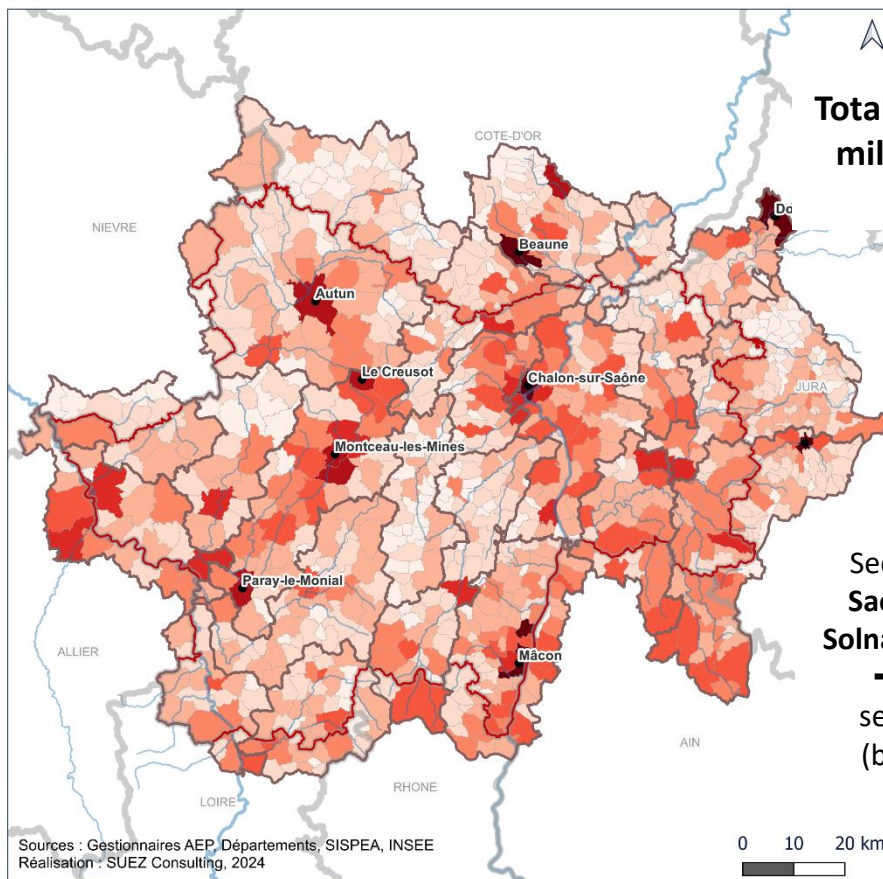
Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Consommation en eau potable par commune Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Consommation en eau potable (m3)

- 10 511 - 10 000
- 10 000 - 25 000
- 25 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 521 016



Total territoire : 48,8
millions de m³/an
[48,3 : 49,3]

Soit 67% des
prélèvements

Secteurs prépondérants :
**Saône (médiane et aval),
Solnan & Vallière, Bourbince**
→ Autour des grands
secteurs de distribution
(bassins de population)

Sources : Gestionnaires AEP, Départements, SISPEA, INSEE
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

- Variabilité interannuelle très faible
- Très légère augmentation en été

EAU POTABLE – Restitutions : assainissement



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

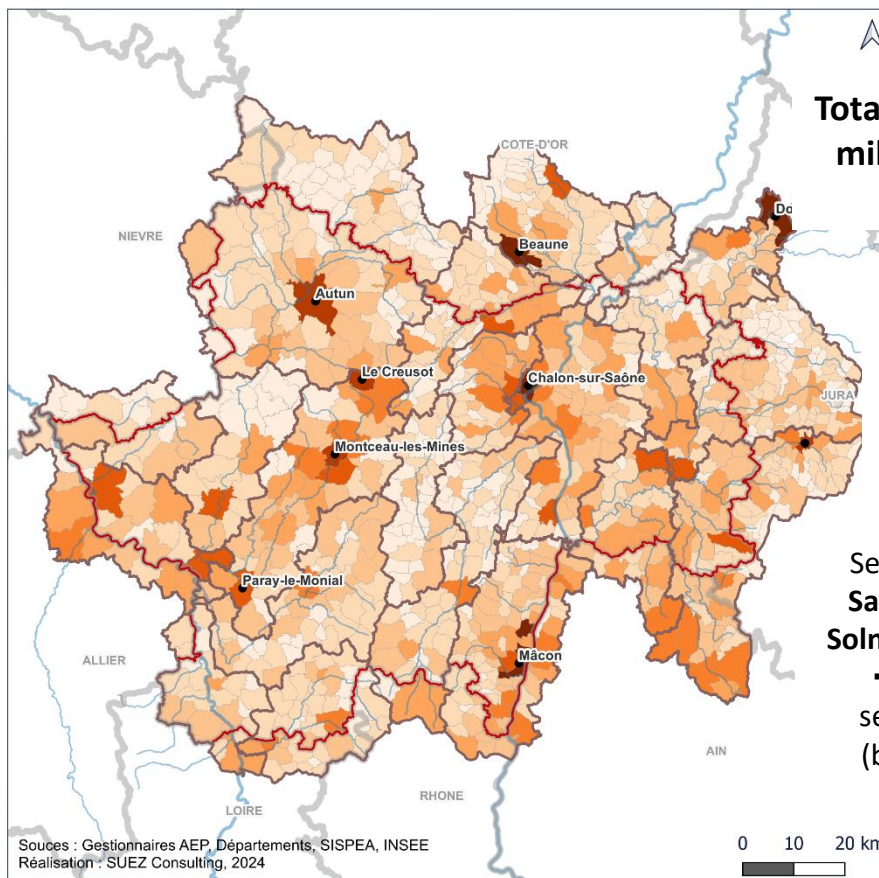
Restitutions via l'assainissement
Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Restitution assainissement collectif et non collectif (m3)

- 10 51 - 10 000
- 10 000 - 25 000
- 25 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 016 813

Les restitutions via l'assainissement sont estimées à partir des consommations par communes

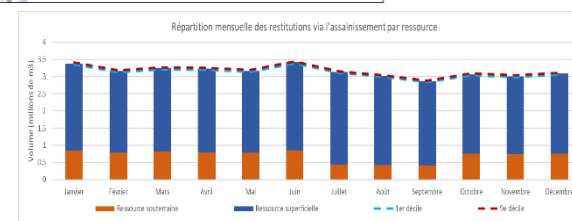


Total territoire : 37,8 millions de m³/an
[37,4 : 38,1]

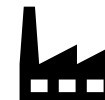
Soit 52% des prélèvements
77% des consommations

Secteurs prépondérants :
Saône (médiane et aval), Solnan & Vallière Bourbince
→ Autour des grands secteurs de distribution (bassins de population)

- Très faible variabilité, à l'image des consommations
- 78% superficiel (collectif) / 22% souterrain (non collectif)
- Globalement constants sur l'année (*augmentation des consommations en été compensée par l'infiltration de l'ANC*)



INDUSTRIE – Prélèvements



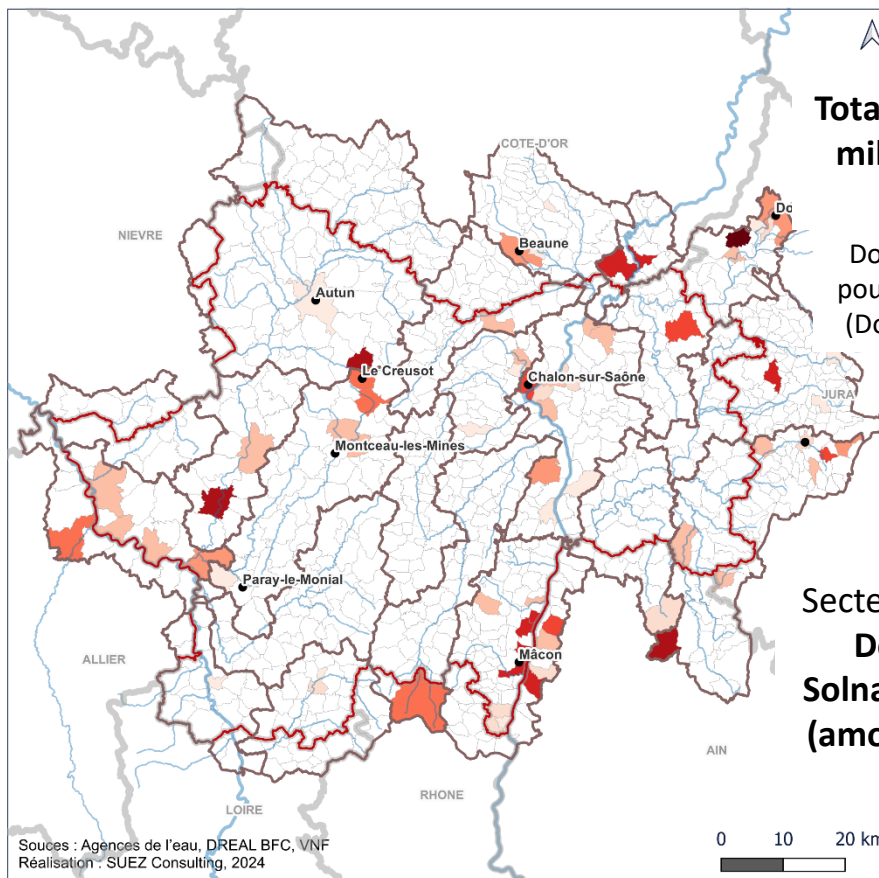
Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Prélèvements industriels Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Prélèvements industriels (m3)

- Sans prélèvement identifié
- 1 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 200 000
- 200 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 5 000 000
- > 45 000 000



Sources : Agences de l'eau, DREAL BFC, VNF
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

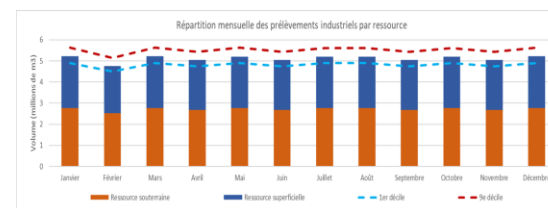
**Total territoire : 61,4
millions de m³/an
[56,8 : 67,1]**

**Dont 46,8 millions
pour l'usine SOLVAY
(Doubs & Guyotte)**

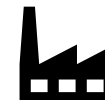
**+ environ 3 millions
dans les canaux**

**Secteurs prépondérants :
Doubs & Guyotte,
Solnan & Vallière, Saône
(amont, aval), Loire aval**

- ➔ Faible variabilité interannuelle hors SOLVAY
- ➔ Ressource : 53% souterraine / 47% superficielle
- ➔ Répartition homogène sur l'année



INDUSTRIE – Restitutions



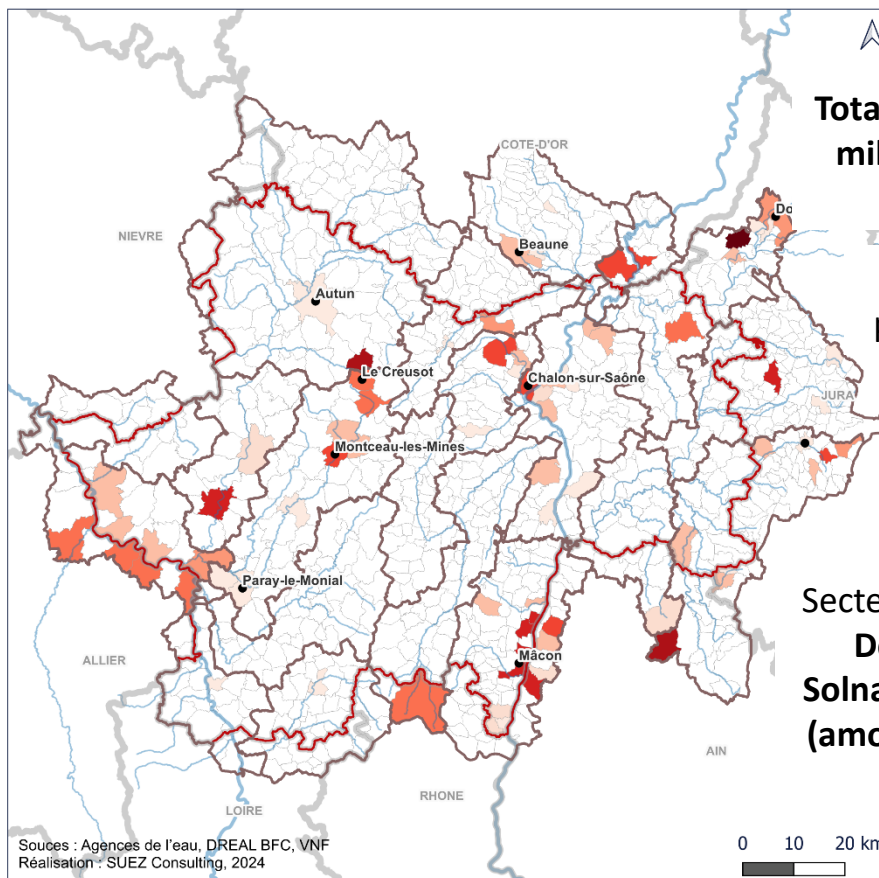
Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Restitutions industrielles Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Restitutions industrielles (m3)

- Sans restitution identifiée
- 1 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 200 000
- 200 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 5 000 000
- > 37 000 000

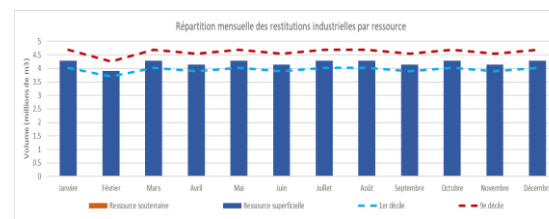


**Total territoire : 50,5
millions de m³/an
[46,6 : 55,4]**

**Soit 82% des
prélèvements**

**Secteurs prépondérants :
Doubs & Guyotte,
Solnan & Vallière, Saône
(amont, aval), Loire aval**

- ➔ Faible variabilité interannuelle hors SOLVAY
- ➔ 100% vers le compartiment superficiel
- ➔ Répartition homogène sur l'année



AGRICULTURE



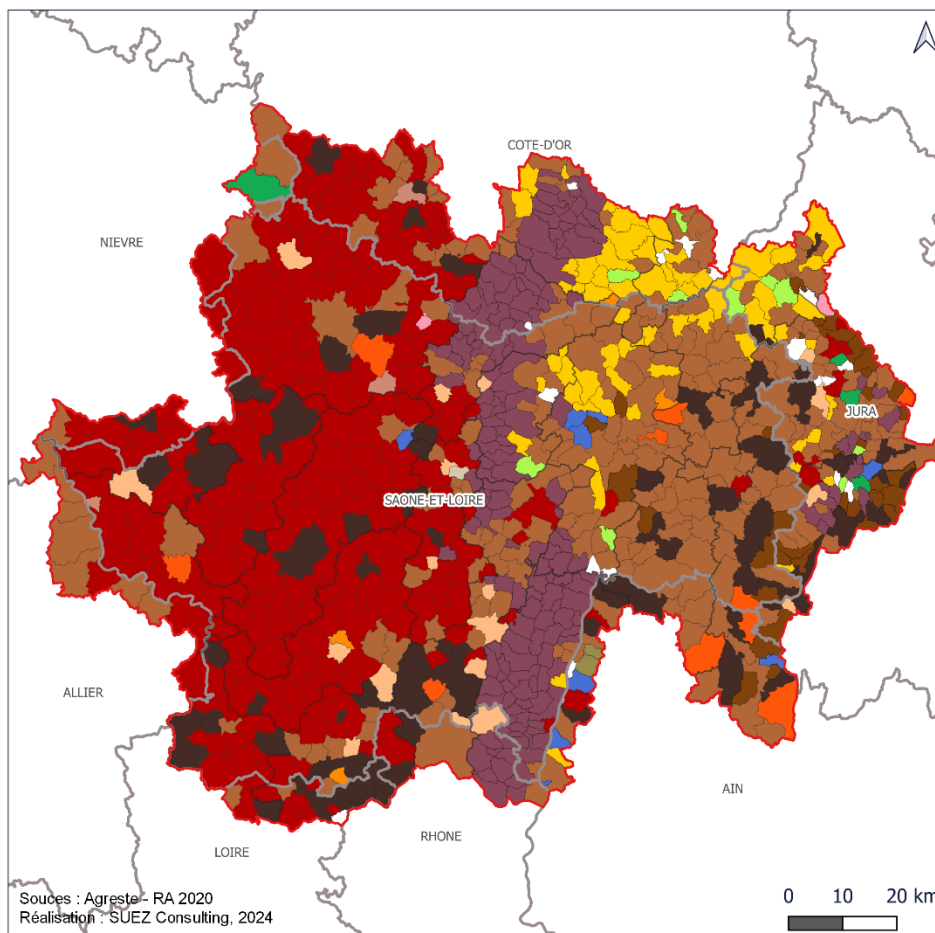
Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Agriculture - RA 2020 Orientation technico-économique des exploitations

- Périmètre d'étude
- Limites départementales
- Entités hydrographiques

RA 2020 - OTEX par commune

- Céréales et/ou oléoprotéagineuses
- Autres grandes cultures
- Légumes ou champignons
- Fleurs et/ou horticulture diverse
- Viticulture
- Fruits ou autres cultures permanentes
- Bovins lait
- Bovins viande
- Bovins mixte
- Ovins ou caprins
- Equidés et/ou autres herbivores
- Porcins
- Volailles
- Combinaisons de granivores (porcins, volailles)
- Polyculture et/ou polyélevage
- Non classées
- Sans exploitation



Sources : Agreste - RA 2020
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

- ➔ Ouest : dominance de l'élevage (bovins viande)
- ➔ Viticulture : côtes chalonnaise et mâconnaise
- ➔ Est : Céréaliculture (Saône amont, Dheune, Doubs) / Polycultures, élevages (Jura : bovin lait)

AGRICULTURE – Irrigation



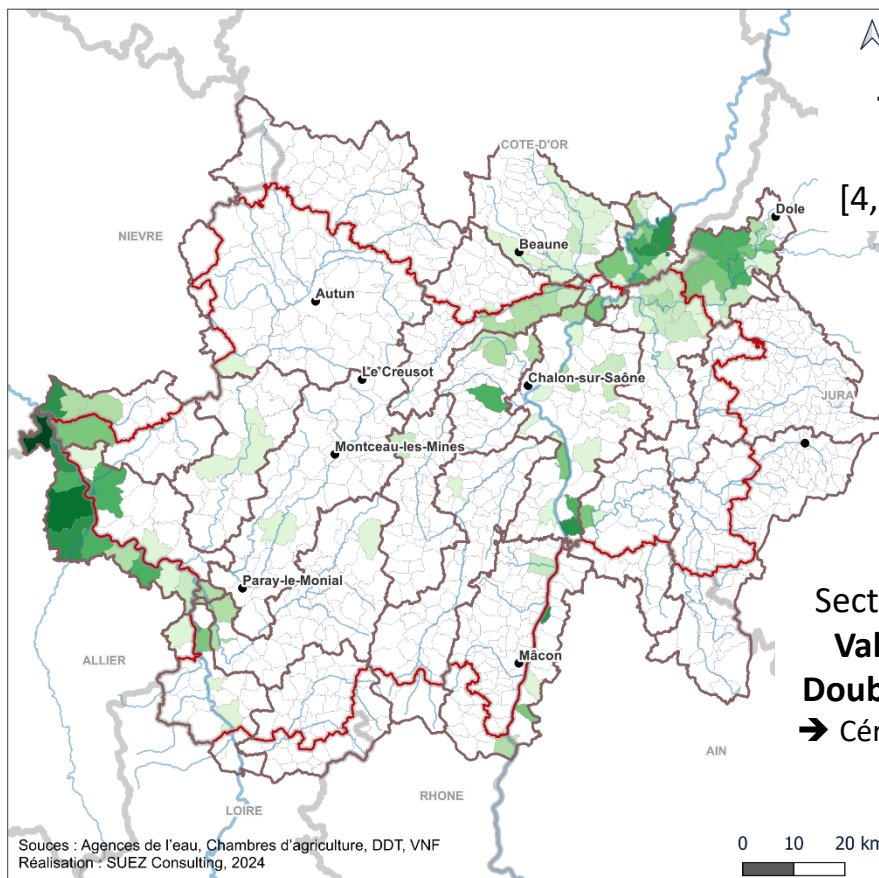
Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Prélèvements pour l'irrigation
Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Département de Saône-et-Loire
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Prélèvements irrigation (m3)

- Sans prélèvement irrigation recensé
- 1 - 10 000
- 10 000 - 25 000
- 25 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 1 434 179

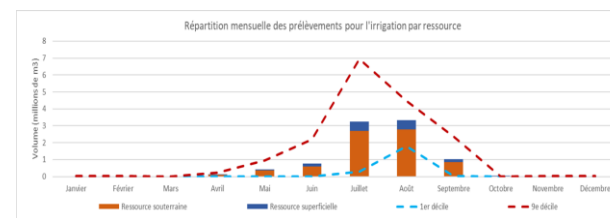


Total territoire : 9,0 millions de m³/an
[4,7 (2013) : 15,3 (2020)]

+ environ 0,25 millions dans les canaux

Secteurs prépondérants :
Vallées Loire & Saône, Doubs & Guyotte, Dheune
➔ Céréales, maraîchage, vignes

- ➔ Forte variabilité interannuelle (lié à l'ETP)
- ➔ Ressource : 82% souterraine / 18% superficielle
- ➔ De mai à septembre, principalement juillet-août



AGRICULTURE – Abreuvement



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Prélèvements pour l'abreuvement
Moyenne annuelle 2011-2021

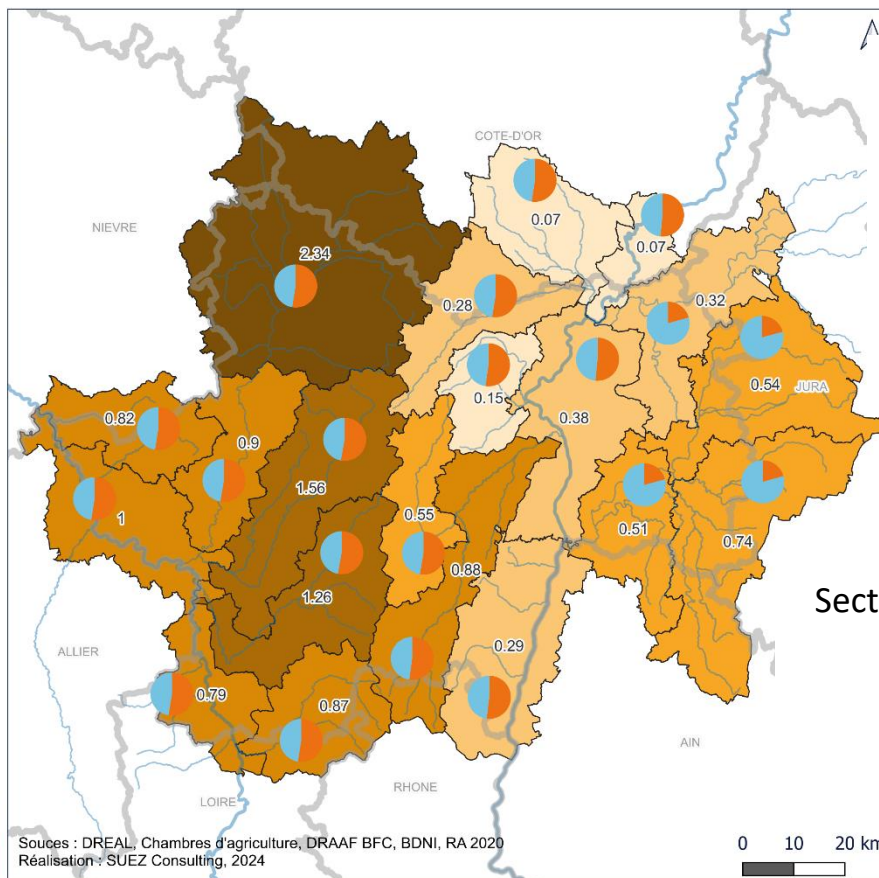
- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Besoins en eau pour l'abreuvement (millions de m³)

- 0.06 - 0.25
- 0.25 - 0.50
- 0.50 - 0.75
- 0.75 - 1.00
- 1.00 - 2.00
- 2.00 - 2.34

Origine du prélèvement

- Milieu naturel
- Réseau d'eau potable

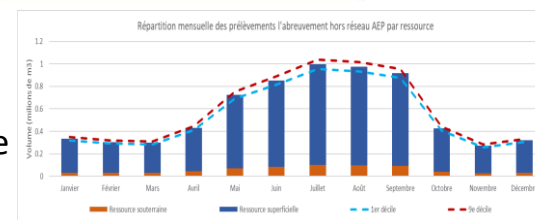


Total territoire :
14,3 millions de m³/an
[13,4 : 15,0]

Dont 6,8 millions prélevés dans le milieu naturel

Secteurs prépondérants :
Versant Loire
→ Elevages bovins

- Faible variabilité interannuelle (évolution des effectifs)
- 52% réseau AEP / 48% milieu naturel
- Ressource – milieu naturel : 90% superficielle / 10% souterraine
- Hausse de mai à septembre (température, pâturage)

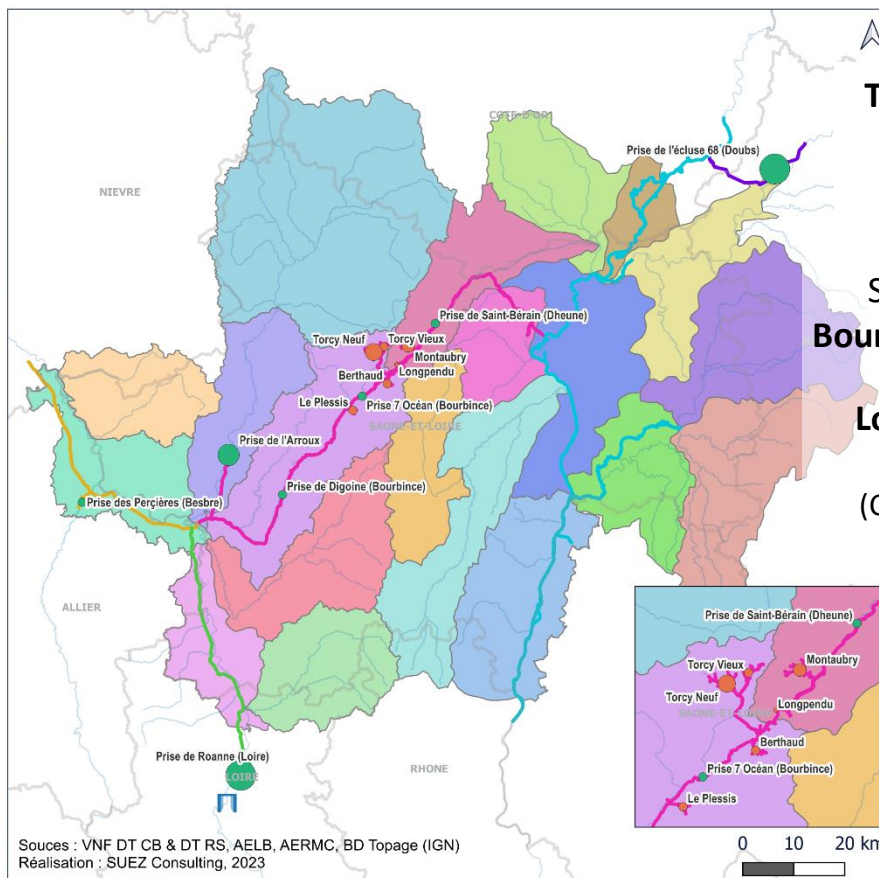
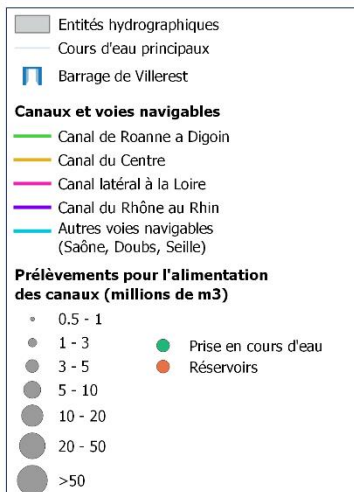


CANAUX & Usage associés – Prélèvements



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Prélèvements pour l'alimentation des canaux
Moyenne annuelle 2011-2021

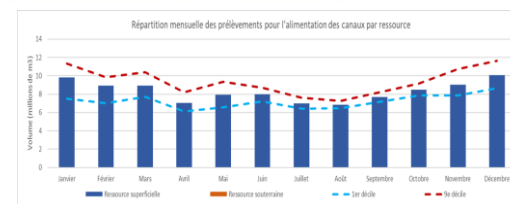


Sources : VNF DT CB & DT RS, AELB, AERMC, BD Topage (IGN)
Réalisation : SUEZ Consulting, 2023

Total territoire : 99,6 millions de m³/an
[90,8 : 110,0]

Secteurs concernés :
Bourbince, Dheune, Arroux
(Canal du Centre)
Loire aval (Canal latéral)
Doubs & Guyotte
(Canal du Rhône au Rhin)

- ➔ Variabilité interannuelle sensible (réservoir) – *mais fortes incertitudes sur les volumes prélevés en cours d'eau*
- ➔ Ressource : 100% superficielle
- ➔ Réservoirs : stockage en hiver / Prises : hausse en été

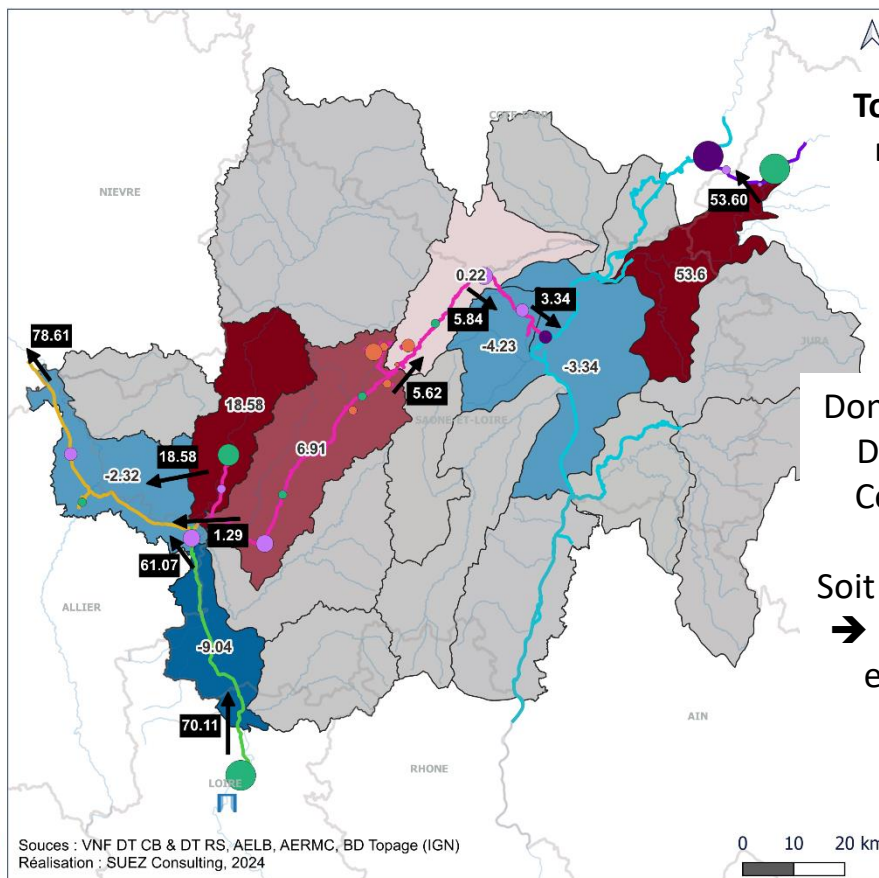
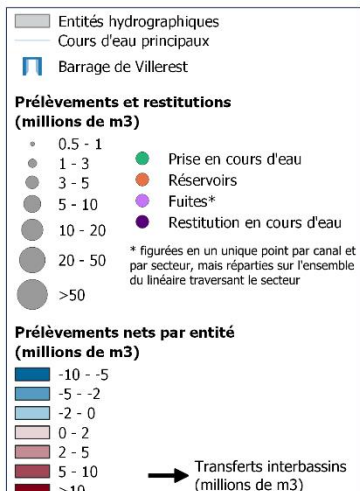


CANAUX– Restitutions & transferts



Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

Canaux - Transferts interbassins Moyenne annuelle 2011-2021

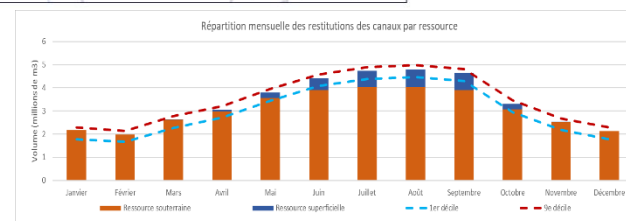


**Total territoire : 38,5
millions de m³/an
[40,4 : 34,3]**

**Dont Fuites : 35,2 millions
Dont Saône (Canal du
Centre) : 3,25 millions**

**Soit 39% des prélèvements
→ Transferts importants
entre bassins et hors
périmètre**

- Faible variabilité interannuelle
- 92% souterrain (fuites) / 8% superficielle (Saône)
- Hausse d'avril à octobre



PLANS D'EAU – Surévaporation



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

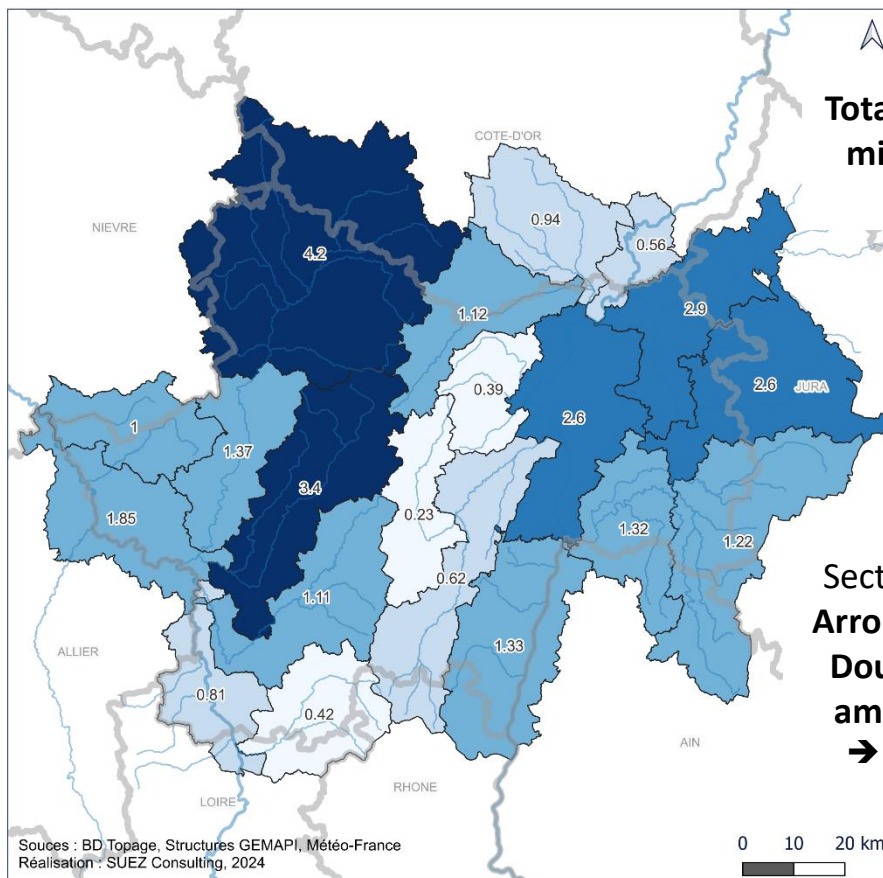
Surévaporation des plans d'eau Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Surévaporation des plans d'eau (millions de m³)

- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0
- 2.0 - 3.0
- 3.0 - 4.2

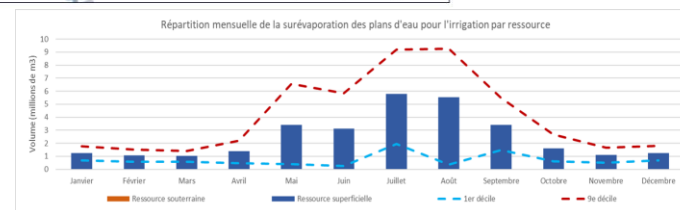
L'impact des plans d'eau est évalué via l'analyse de la surévaporation, qui correspond à la différence entre l'évaporation des plans d'eau et l'évapotranspiration d'un couvert végétal de surface équivalente



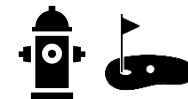
**Total territoire : 30,0
millions de m³/an
[14,5 : 44,3]**

**Secteurs prépondérants :
Arroux amont, Bourbince,
Doubs & Guyotte, Seille
amont, Saône médiane
→ Surface de plans d'eau**

- ➔ Forte variabilité interannuelle (ETP)
- ➔ Ressource : 100% superficielle
- ➔ Plans d'eau connectés (72%) : mai-septembre /
Plans d'eau déconnectés : novembre-mars (remplissage)



AUTRES USAGES – Loisirs & défense incendie



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Autres usages - Loisirs et défense incendie Moyenne annuelle 2011-2021

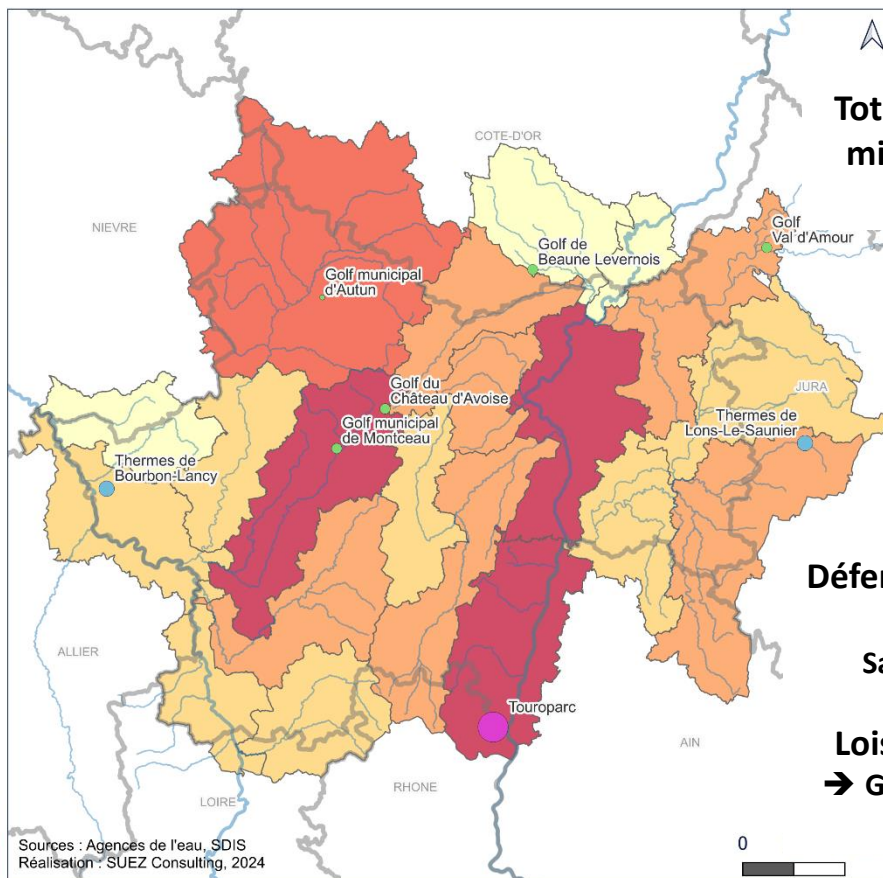
- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Prélèvements pour les activités de loisir (m3)

- < 10 000
 - 10 000 - 25 000
 - 25 000 - 50 000
 - 50 000 - 100 000
 - 317 000
- Golf
 - Activités thermales
 - Parc touristique

Prélèvement pour la défense incendie hors réseau AEP (m3)

- 470 - 5 000
- 5 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 30 000
- 30 000 - 40 000

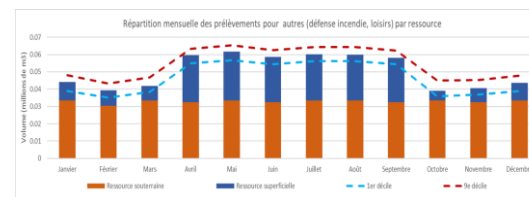


Total territoire : 0,6 millions de m³/an
[0,4 : 0,8]

Défense incendie : 125 000 m³/an (hors AEP)
Saône (aval, médiane),
Bourbince
Loisirs : 475 000 m³/an
→ Golf, Parcs touristiques et activités thermales

Sources : Agences de l'eau, SDIS
Réalisation : SUEZ Consulting, 2024

- Variabilité plutôt marquée
- Ressource : 65% souterraine / 35% superficielle
- Défense incendie : juin-septembre / Plans d'eau déconnectés : toute l'année



General



BILAN RESTITUTIONS



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

Restitutions totales par usage
Moyenne annuelle 2011-2021

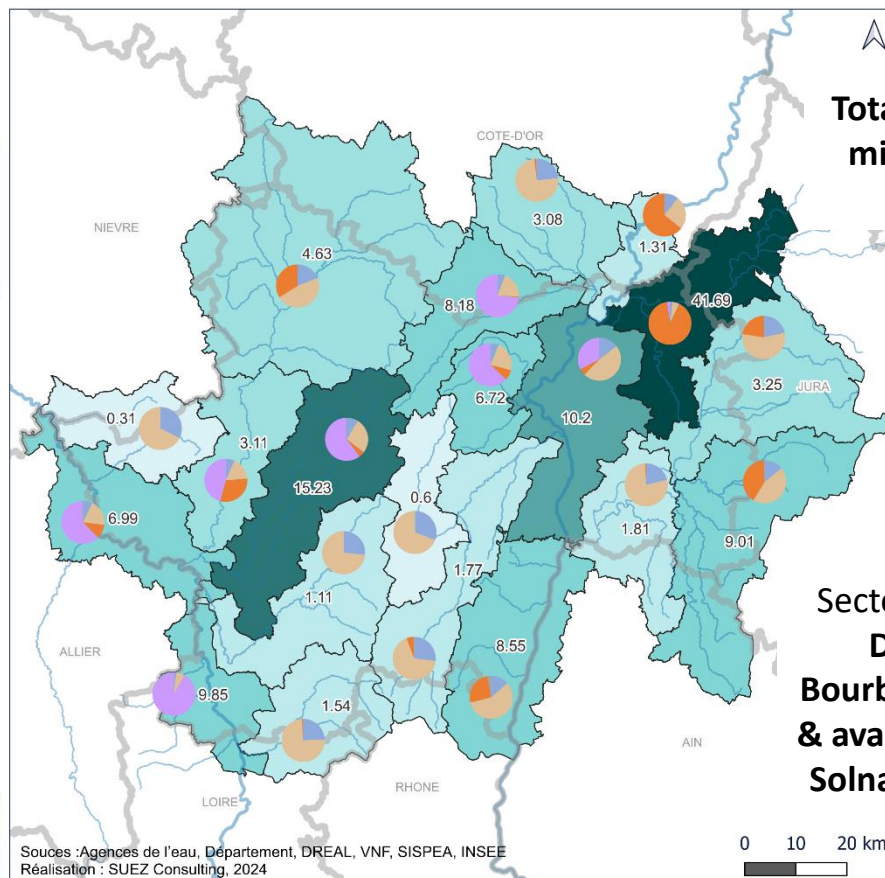
Entités hydrographiques
Limites départementales
Cours d'eau principaux

Restitutions totales (millions de m³)

0.3 - 1.0
1.0 - 2.0
2.0 - 5.0
5.0 - 10.0
10.0 - 15.0
15.0 - 40.0
>40.0

Usages

Pertes dans les réseaux AEP
Assainissement
Industrie
Canaux
Autre

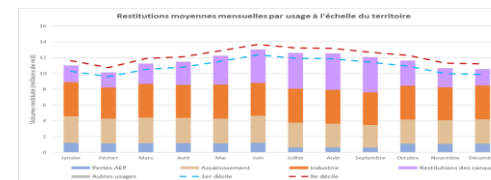


Total territoire : 139 millions de m³/an
[131 : 148]

1. 36% Industrie
2. 28% Canaux
3. 27% Assainissement
4. 9% Pertes AEP

Secteurs prépondérants :
Doubs & Guyotte,
Bourbince, Saône médiane
& aval, Loire amont & Aval,
Solnan & Valière, Dheune

- ➔ Répartition entre usages (et donc saisonnière) très différente d'une entité à une autre
- ➔ Ressource : 60% superficielle (canaux, plans d'eau) / 40% souterrain (AEP, irrigation)



PRELEVEMENTS NETS



Etude prospective ressources /
usages à l'échelle du
département de Saône-et-Loire

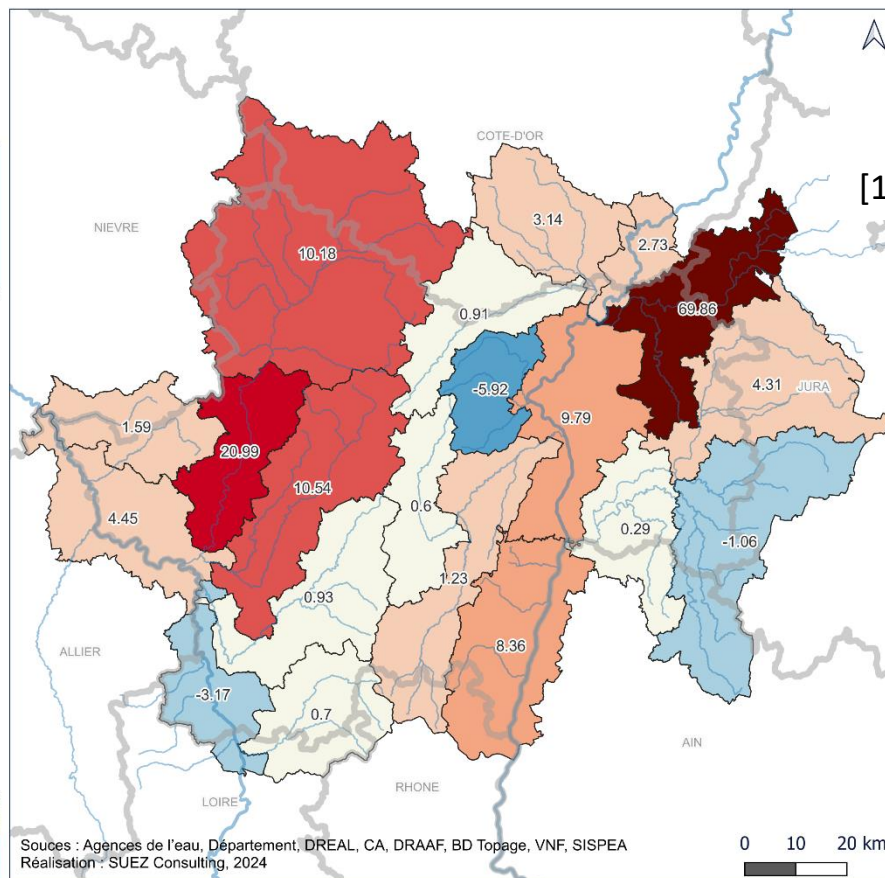
Prélèvements nets Moyenne annuelle 2011-2021

- Entités hydrographiques
- Limites départementales
- Cours d'eau principaux

Prélèvements nets (millions de m³)

- 10 - -5
- 5 - -1
- 1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- >30

Les prélèvements nets correspondent à la différence entre les prélèvements et les restitutions. En cas de restitutions supérieures aux prélèvements (du fait de transferts inter-bassins par exemple), ils peuvent ainsi être négatifs.

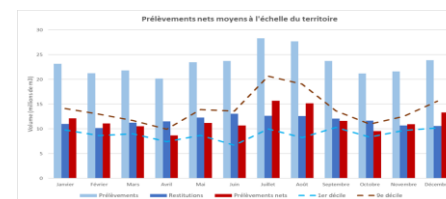


**Total territoire : 140
millions de m³/an
[114 (2012) : 164 (2020)]**

Prélèvements nets
positifs :
Doubs & Guyotte,
Arroux, Bourbince
Saône médiane &
aval

Prélèvements nets
négatifs :
Corne, Loire amont,
Solnan & Vallière

- ➔ Variabilité interannuelle et saisonnière dépendant des usages
- ➔ Généralement supérieurs en été, hormis Dheune et Bourbince (stockage dans les réservoirs)





MILIEUX – Besoins en eau



- Définition d'un« **Débit de bon fonctionnement des milieux** » (Qseuil)
- Approche hydrologique, à partir des **débits de gestion de crise**
 - Homogénéisation de leur définition à l'échelle régionale
 - Débit seuil de crise (DSC) : VCN3(10 ans) sur Juillet-Août-Septembre
- Extrapolé aux points nodaux à partir des DSC / statistiques recalculées aux stations de référence

Approche TRES SIMPLIFIÉE

Définis uniquement en **basses eaux** (mai-octobre)



Temps d'échange

4. CONFRONTATION DES RESSOURCES ET DES USAGES

INDICATEURS - Résultats

■ Rappel de leur définition :

Indicateur	Définition	Objectif	
Indicateur 1	$\Delta_1 = P / PL_{eff}$	Estimer la pression des prélèvements globaux au regard de la recharge globale du système (pluie efficace)	Annuel
Indicateur 2	$\Delta_2 = P_{sout} / R$	Estimer la pression des prélèvements souterrains au regard de la recharge des nappes souterraines	Annuel
Indicateur 3	$\Delta_3 = P / Q$	Estimer la pression des prélèvements globaux au regard du débit des eaux superficielles	Annuel
Indicateur 4	$\Delta_4 = P_{estival} / Q_{étiage}$	Estimer la pression des prélèvements estivaux au cours de la période d'étiage	Etiage
Indicateur 5	$\Delta_5 = P_n / PL_{eff}$	Estimer la part des prélèvements nets sur la recharge globale du système	Annuel
Indicateur 6	$\Delta_6 = MAX_{estival}[P_n / (QMN5_{nat} - Q_{seuil})]$	Estimer le taux maximal de sollicitation du volume prélevable ($QMN5_{nat} - Q_{seuil}$) entre juin et septembre	Etiage

➔ Indicateur 6 : fait appel à une méthodologie particulière, apparentée aux volumes prélevables

INDICATEUR 6 – Esquisse des volumes prélevables

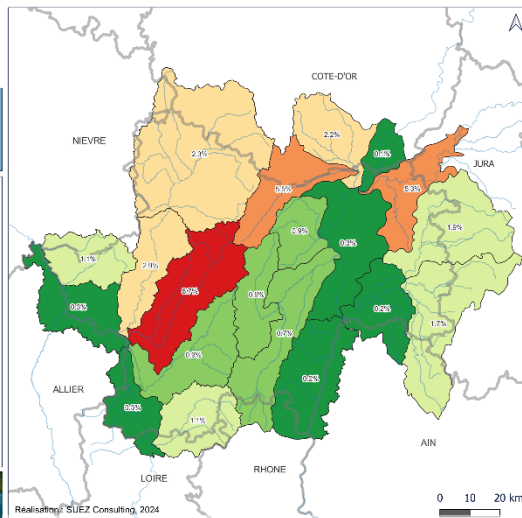
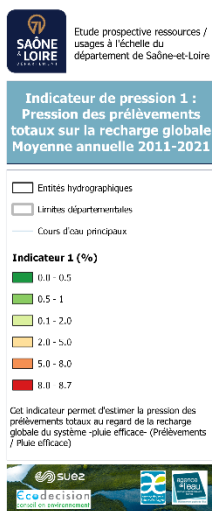
- D'après une esquisse des volumes prélevables (débit biologique très simplifié)
➔ Évaluer le risque de concurrence Usages / milieux

Taux de sollicitation du volume prélevable et risque de concurrence usages/milieux			Taux de sollicitation du volume prélevable [Prélèvement net /(débit mensuel naturel quinquenal sec - Qseuil)]												Taux de sollicitation moyen annuel	Indicateur 6 : Taux de sollicitation maximal entre juin et septembre	Risque de concurrence usages / milieux
			Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre			
LOIRE	Sornin	Sornin	0%	0%	0%	0%	2%	3%	17%	16%	11%	1%	0%	0%	4%	17%	Faible
	Arconce	Arconce	0%	0%	0%	0%	4%	6%	26%	41%	23%	1%	0%	0%	8%	41%	Moyen
	Bourbince	Bourbince	11%	9%	7%	5%	13%	2%	15%	17%	14%	12%	23%	18%	12%	17%	Faible
	Arroux	Arroux amont	1%	1%	1%	3%	7%	12%	33%	55%	40%	11%	5%	2%	14%	55%	Fort
		Arroux aval	1%	2%	3%	4%	9%	23%	52%	90%	76%	34%	10%	2%	25%	90%	Fort
	Somme & Cressonne	Somme & Cressonne	0%	0%	0%	1%	6%	10%	34%	51%	38%	6%	1%	1%	12%	51%	Fort
	Loire	Loire amont	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Loire aval		0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	13%	1%	0%	0%	0%	2%	13%	Faible	
SAÔNE	Doubs & Guyotte	Doubs & Guyotte	2%	2%	2%	4%	4%	6%	13%	16%	15%	9%	4%	2%	6%	16%	Faible
	Dheune	Dheune amont	7%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	8%	2%	0%	Faible
		Dheune aval & Meuzin	1%	1%	2%	3%	5%	6%	12%	14%	16%	7%	3%	1%	6%	16%	Faible
	Corne	Corne	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Faible
	Grosne	Guye	0%	0%	0%	1%	4%	8%	27%	36%	29%	4%	1%	1%	9%	36%	Moyen
		Grosne	0%	0%	0%	1%	2%	4%	18%	26%	15%	2%	1%	0%	6%	26%	Moyen
	Seille	Seille amont & Brenne	1%	1%	1%	2%	4%	6%	30%	30%	24%	4%	1%	1%	9%	30%	Moyen
		Solnan & Vallière	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	Faible
		Seille aval & Sanes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	3%	Faible
	Saône	Saône amont	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	19%	9%	0%	0%	0%	3%	19%	Faible
		Saône médiane	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	1%	1%	0%	0%	1%	2%	Faible
		Saône aval	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	Faible
MOYENNE		1%	1%	1%	1%	3%	4%	15%	22%	16%	4%	3%	2%	6%	22%	Faible	
MEDIANE		0%	0%	0%	0%	2%	2%	13%	16%	12%	1%	0%	0%	5%	16%	Faible	
MIN		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Faible	
MAX		11%	9%	7%	5%	13%	23%	52%	90%	76%	34%	23%	18%	25%	90%	Fort	

INDICATEURS – Résultats pas de temps annuel

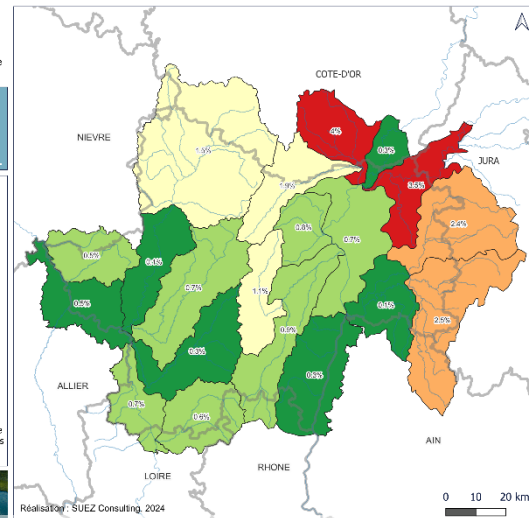
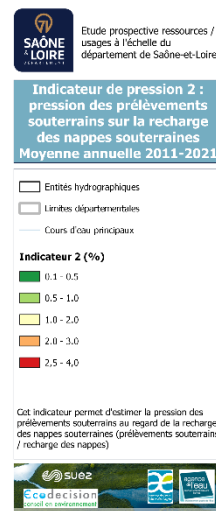
**I1 =
P / Pleff**

Max : 8,7%
(Bourbince)
Min : 0,1%
(Saône amont)



**I2 =
Psout / R**

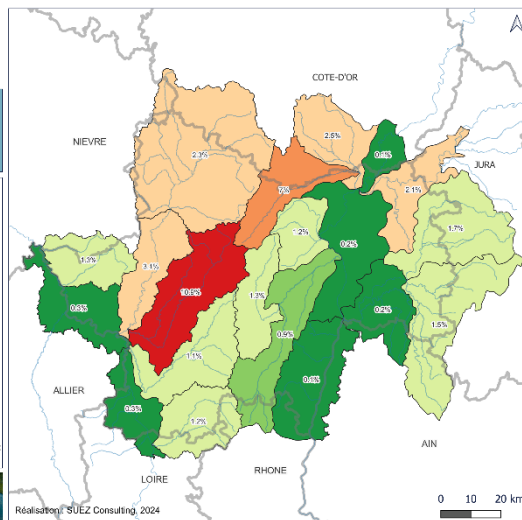
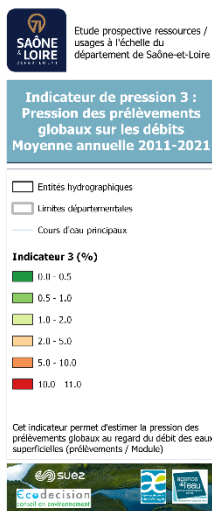
Max : 4,0%
(Dheune aval)
Min : 0,1%
(Arroux aval)



/!\ Indicateurs de pression, et pas forcément de tension avérée

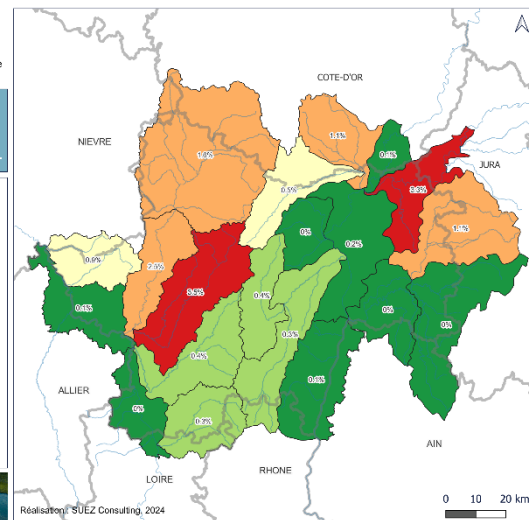
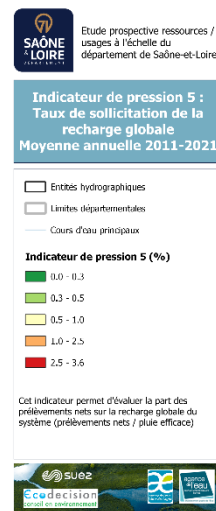
**I3 =
P / Q**

Max : 10,9%
(Bourbince)
Min : 0,1%
(Saône amont)

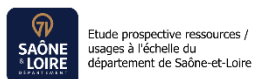


**I5 =
Pn / Pleff**

Max : 3,5%
(Bourbince)
Min : 0,0%
(Seille aval)



INDICATEURS – Résultats étiage



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

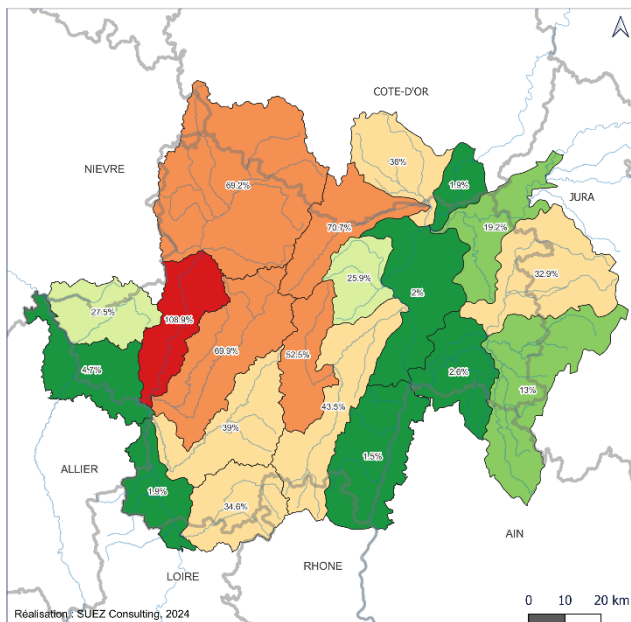
**Indicateur de pression 4 :
Pression des prélèvements
estivaux sur les débits
Moyenne 2011-2021**

Entités hydrographiques
Limites départementales
Cours d'eau principaux

Indicateur 4 (%)

1 - 5
5 - 20
20 - 30
30 - 50
50 - 75
>100

Cet indicateur permet d'estimer la pression des prélèvements estivaux sur les débits au cours de la période d'étiage (prélèvements mensuels maximums sur la période juin-septembre / QMNAS)



I4 = Festival / Qetiage

➔ Fait ressortir des pressions supplémentaires sur des secteurs moins en tension en analyse annuelle (Arconce, Sornin, Grosne)

Max : 108,9%
(Arroux aval)
Min : 1,5%
(Saône aval)

➔ Met en évidence des pressions supplémentaires lorsque prise en compte des besoins des milieux (Somme & Cressonne)

I6 = Max(Pn/VolumePrelevable)



Etude prospective ressources / usages à l'échelle du département de Saône-et-Loire

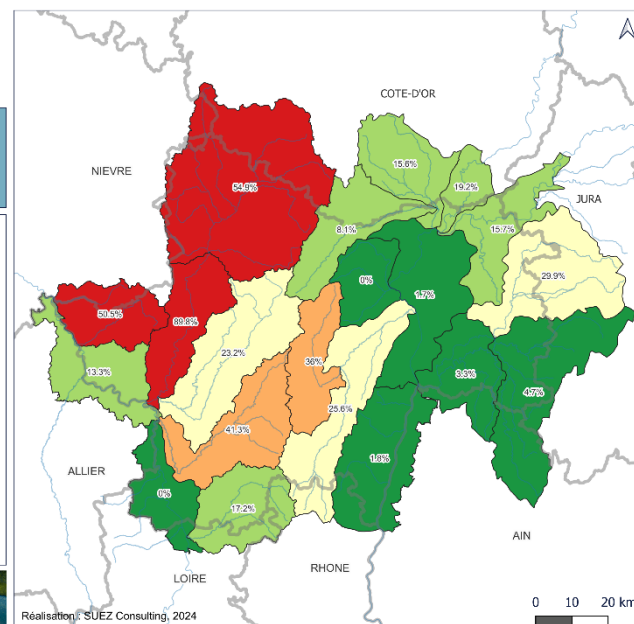
**Indicateur de pression 6 :
Taux maximal de sollicitation
des volumes prélevables
Moyenne annuelle 2011-2021**

Entités hydrographiques
Limites départementales
Cours d'eau principaux

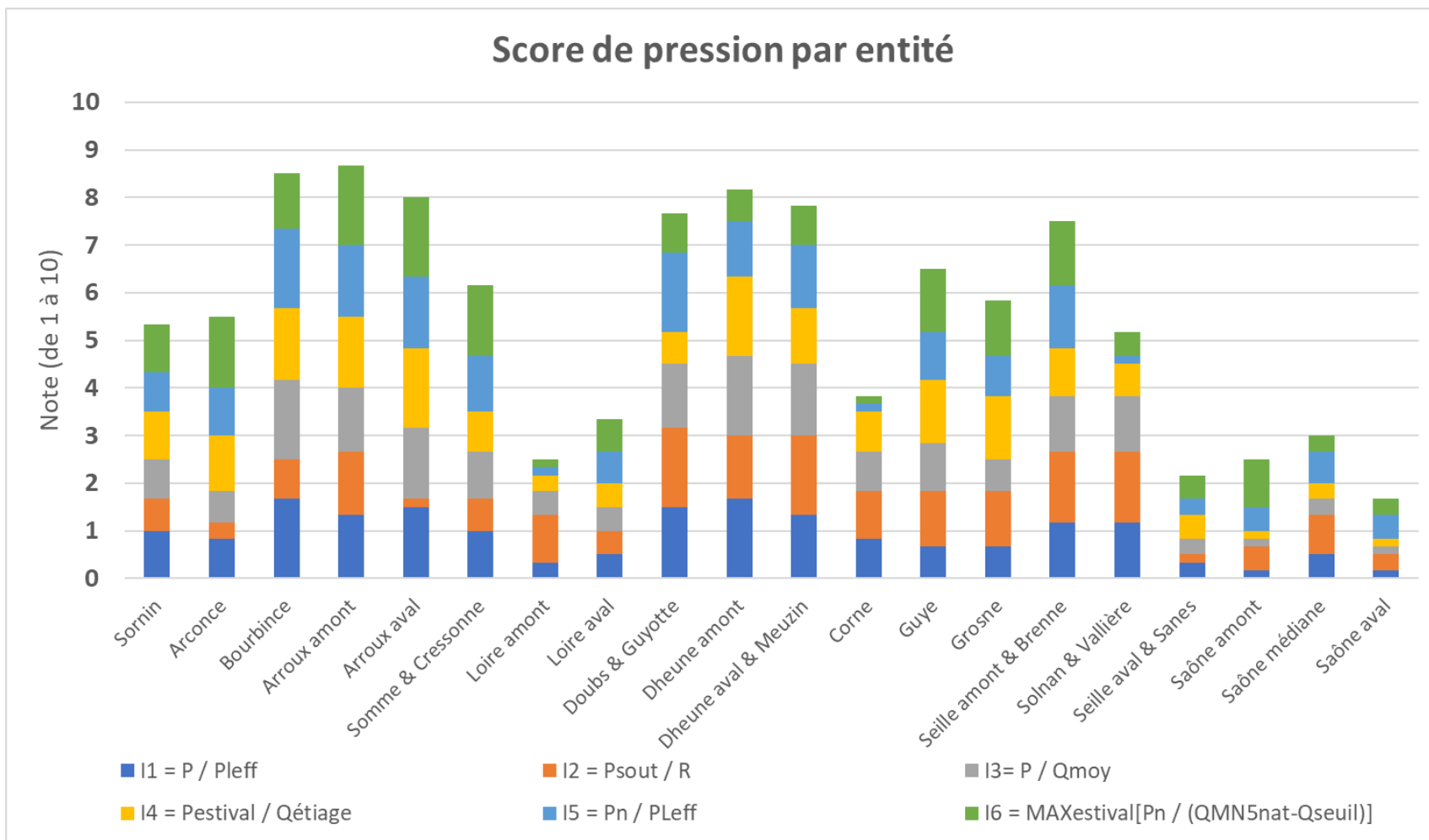
Indicateur 6 (%)

0 - 5
5 - 20
20 - 30
30 - 50
50 - 90

Cet indicateur permet d'évaluer le taux maximal mensuel de sollicitation du volume prélevable (QMN5 déshydraté - débit de bon fonctionnement des milieux) atteint entre juin et septembre (prélèvement net / volume prélevable)



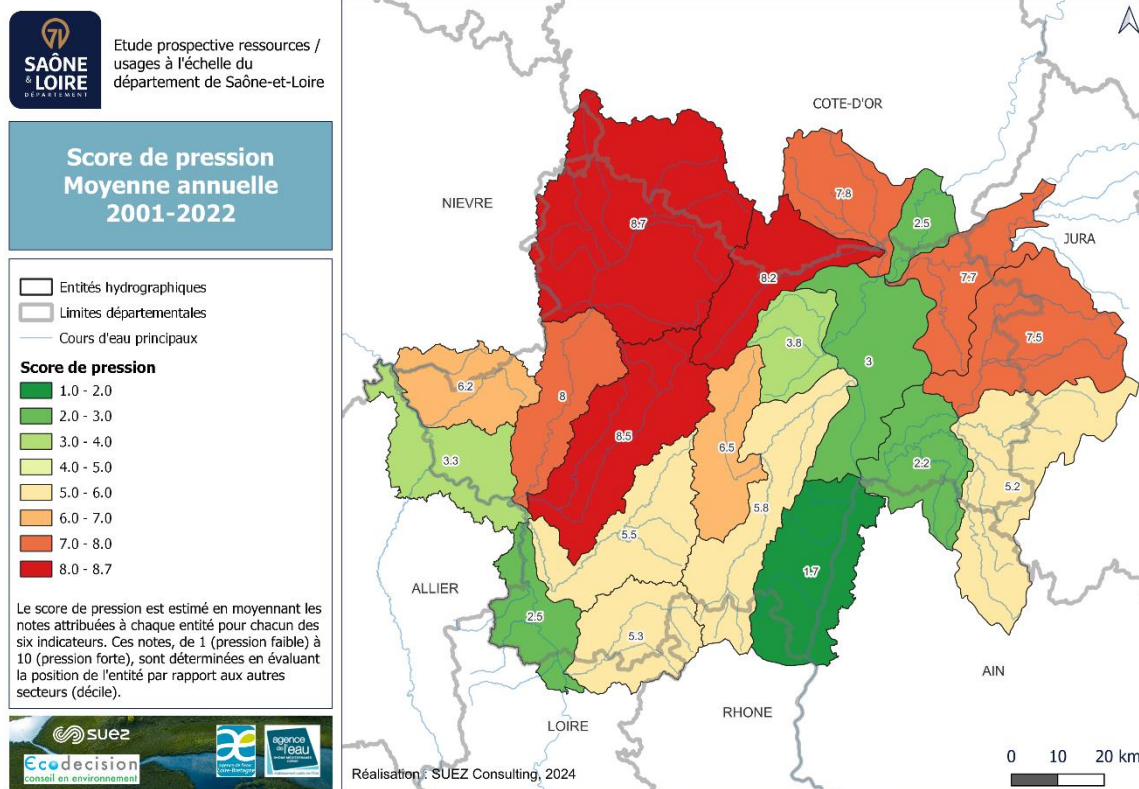
INDICATEURS - Scoring



➔ Pour chaque indicateur : note de 1 à 10 (décile)

➔ Score de pression : Moyenne des 6 indicateurs

INDICATEURS – Score global



- ➔ **Arroux, Bourbince, Dheune** : Pression plus prononcée aussi bien à l'année qu'en étiage
- ➔ **Seille amont, Solnan Vallière** : Pression prononcée sur les ressources souterraines
- ➔ **Doubs & Guyotte** : Pression plus prononcée à l'année (canaux / SOLVAY)
- ➔ **Grosne, Sornin, Arconce, Somme & Cressonne** : Pression plus prononcée à l'étiage
- ➔ **Loire, Saône, Corne, Seille aval** : Pression plus faible

INDICATEURS – Vision annualisée

			Indicateur 1			Indicateur 2			Indicateur 3			Indicateur 4			Indicateur 5		
			An.	D1	D9	An.	D1	D9	An.	D1	D9	An.	D1	D9	An.	D1	D9
LOIRE	Sornin	Sornin	1.3%	0.7%	2.1%	1.0%	0.5%	1.3%	1.4%	0.7%	2.1%	24.6%	2.5%	52.8%	0.4%	0.2%	0.7%
	Arconce	Arconce	1.0%	0.5%	1.8%	0.4%	0.2%	0.4%	1.4%	0.5%	2.3%	40.2%	4.5%	73.7%	0.5%	0.1%	0.9%
	Bourbince	Bourbince	8.9%	6.6%	11.1%	0.8%	0.4%	1.0%	12.3%	7.4%	17.6%	55.5%	25.9%	95.7%	3.6%	2.8%	4.8%
	Arroux	Arroux amont	2.5%	1.7%	2.9%	1.7%	0.9%	2.8%	2.5%	1.7%	3.5%	65.7%	18.9%	168.3%	1.7%	1.1%	2.1%
		Arroux aval	3.0%	2.0%	3.8%	0.2%	0.1%	0.2%	3.4%	2.2%	4.8%	87.5%	22.9%	231.2%	2.6%	1.8%	3.3%
	ime & Cressonne	Somme & Cressonne	1.2%	0.7%	2.0%	0.7%	0.2%	0.9%	1.6%	0.7%	2.7%	22.7%	8.9%	48.5%	1.0%	0.5%	1.7%
	Loire	Loire amont	0.4%	0.2%	0.5%	1.0%	0.5%	1.6%	0.3%	0.2%	0.5%	1.4%	0.7%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Loire aval	0.4%	0.2%	0.6%	0.5%	0.3%	0.8%	0.4%	0.2%	0.6%	3.9%	2.2%	5.6%	0.2%	0.0%	0.3%
SAÔNE	Doubs & Guyotte	Doubs & Guyotte	5.7%	3.6%	7.8%	8.5%	1.9%	16.5%	2.4%	1.6%	3.2%	12.7%	6.2%	20.2%	3.6%	2.2%	5.0%
	Dheune	Dheune amont	5.6%	4.7%	6.4%	2.3%	1.3%	5.4%	7.0%	5.1%	9.5%	38.2%	20.9%	83.7%	0.6%	0.0%	1.2%
		Dheune aval & Meuzin	2.2%	1.5%	2.8%	4.9%	2.3%	11.5%	2.6%	1.6%	3.8%	18.6%	9.4%	36.6%	1.1%	0.7%	1.4%
	Corne	Corne	1.0%	0.6%	1.2%	1.0%	0.4%	1.6%	1.4%	0.6%	2.5%	23.6%	7.8%	49.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	Grosne	Guye	0.9%	0.6%	1.2%	1.3%	0.6%	2.2%	1.4%	0.7%	2.2%	41.8%	8.4%	94.3%	0.5%	0.3%	0.6%
		Grosne	0.7%	0.5%	0.9%	1.1%	0.6%	1.5%	1.1%	0.6%	1.7%	33.2%	4.0%	56.0%	0.3%	0.2%	0.4%
	Seille	Seille amont & Brenne	2.1%	1.3%	3.2%	2.9%	1.6%	5.7%	1.9%	1.0%	2.8%	29.9%	6.8%	56.5%	1.2%	0.6%	1.9%
		Solnan & Vallière	1.8%	1.1%	2.5%	2.9%	1.6%	5.4%	1.6%	0.9%	2.5%	8.4%	5.0%	11.6%	0.0%	0.0%	0.0%
		Seille aval & Sanes	0.3%	0.1%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	2.1%	0.7%	3.6%	0.1%	0.0%	0.2%
	Saône	Saône amont	0.2%	0.1%	0.2%	0.5%	0.2%	0.9%	0.1%	0.1%	0.1%	2.0%	0.7%	3.6%	0.1%	0.1%	0.2%
		Saône médiane	0.3%	0.2%	0.5%	0.9%	0.4%	1.4%	0.2%	0.1%	0.3%	1.6%	0.7%	2.4%	0.2%	0.1%	0.2%
		Saône aval	0.2%	0.1%	0.3%	0.4%	0.2%	0.5%	0.1%	0.1%	0.2%	1.1%	0.5%	2.2%	0.1%	0.1%	0.1%

- ➔ **Variabilité marquée de l'indicateur 4** : situations de pression contrastées selon les années (x3 à 20 entre les années extrêmes) > pressions plus sévères sur les étiages certaines années
- ➔ **Variabilité plus faible des indicateurs annuels** (x 2 à 5 entre les années extrêmes)

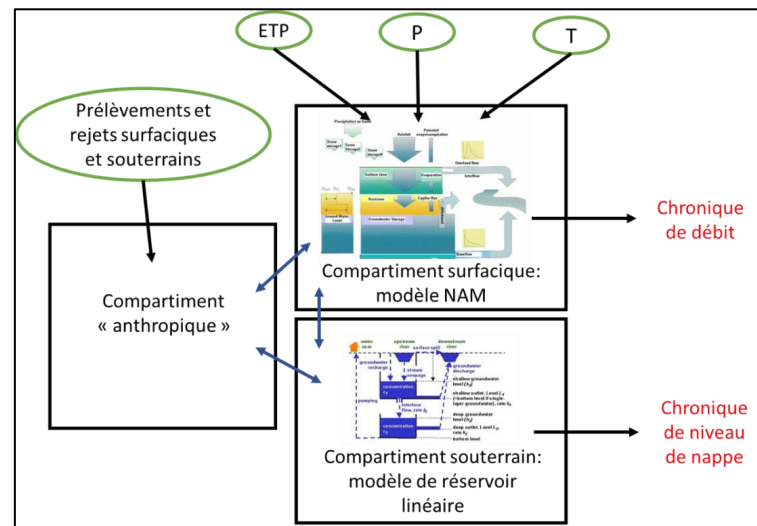
MODELISATION HYDROLOGIQUE

Objectifs

- Une approche plus précise que les calculs 'tableurs'
- Désinfluencer l'hydrologie et la piezométrie
- (Forçage des modèles lors des phases ultérieures)

Méthodologie

- Secteurs aval traités en ΔQ
- Calage sur la période 2001-2021
 - Reconstituer le module
 - Reconstituer les débits moyens mensuels / Reconstituer le QMNA5
 - Calibrer la proportion Ruissellement / Recharge
 - Vérifier les tendances de la piézométrie (normée)
- Exploitation
 - Reconstitution de l'hydrologie et de la piézométrie influencées
 - Reconstitution de l'hydrologie et de la piézométrie désinfluencées



MODELISATION HYDROLOGIQUE

■ Contenu des fiches de résultats \ hydrologie

— Débit désinfluencé calculé (m3/s)

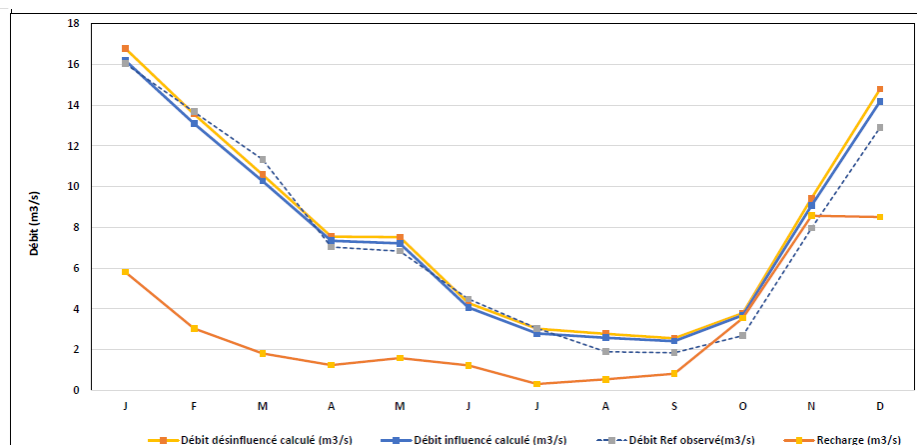
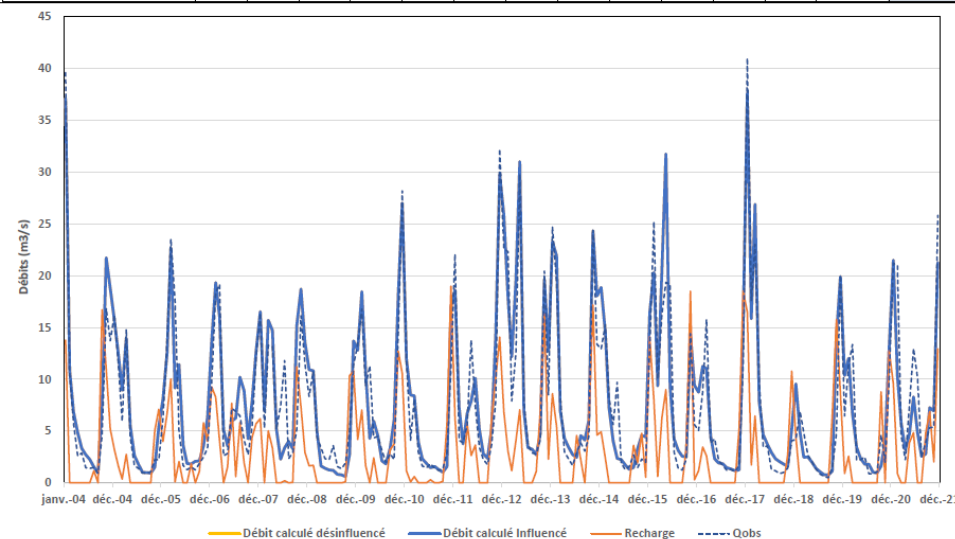
— Débit influencé calculé (m3/s)

— Débit Ref observé(m3/s)

— Recharge (m3/s)

Entité hydrographique :	La Bourbince	Surface	876 km2
Calage sur la période 2001 - 2022 / HYROLOGIE INFLUENCEE ET DESINFLUENCEE			

Reconstitution de l'hydrologie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Année (mm)
Débit influencé calculé (m3/s)	16.18	13.09	10.27	7.34	7.21	4.07	2.80	2.58	2.42	3.69	9.07	14.18	7.72	278
Débit désinfluencé calculé (m3/s)	16.77	13.56	10.58	7.55	7.52	4.29	3.02	2.77	2.55	3.79	9.43	14.78	8.03	289
Débit Ref observé(m3/s)	16.03	13.67	11.33	7.03	6.83	4.48	3.05	1.90	1.84	2.69	7.96	12.90	7.45	268
Q[désinfluencé]-Q[influencé]	0.59	0.47	0.31	0.21	0.30	0.22	0.23	0.19	0.14	0.10	0.36	0.60	0.31	11
QMNS influencé (m3/s)	10.51	8.60	5.14	3.05	2.17	1.90	1.61	1.18	1.15	1.24	2.55	7.78	1.046	QMNAS Ca
Recharge (m3/s)	5.80	3.04	1.81	1.24	1.59	1.23	0.31	0.55	0.82	3.55	8.57	8.51	3.09	QMNAS Obs.
Recharge (mm)	17.74	8.40	5.53	3.67	4.85	3.64	0.96	1.67	2.42	10.86	25.35	26.01	111	1.026



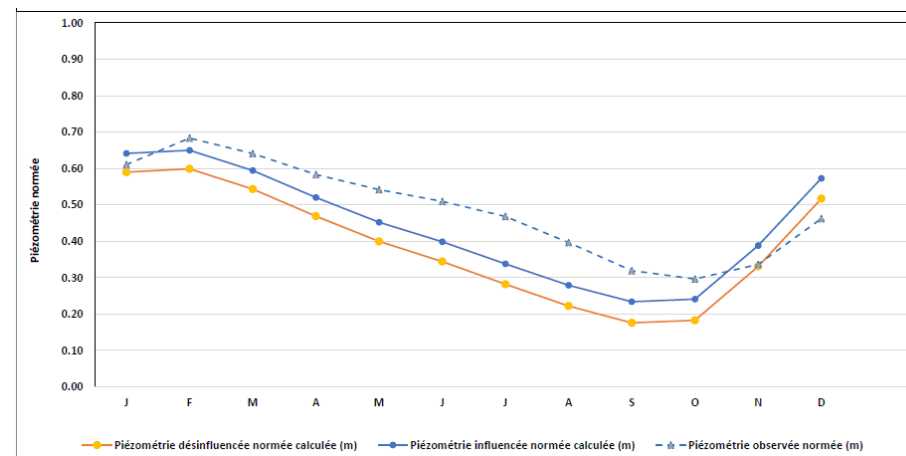
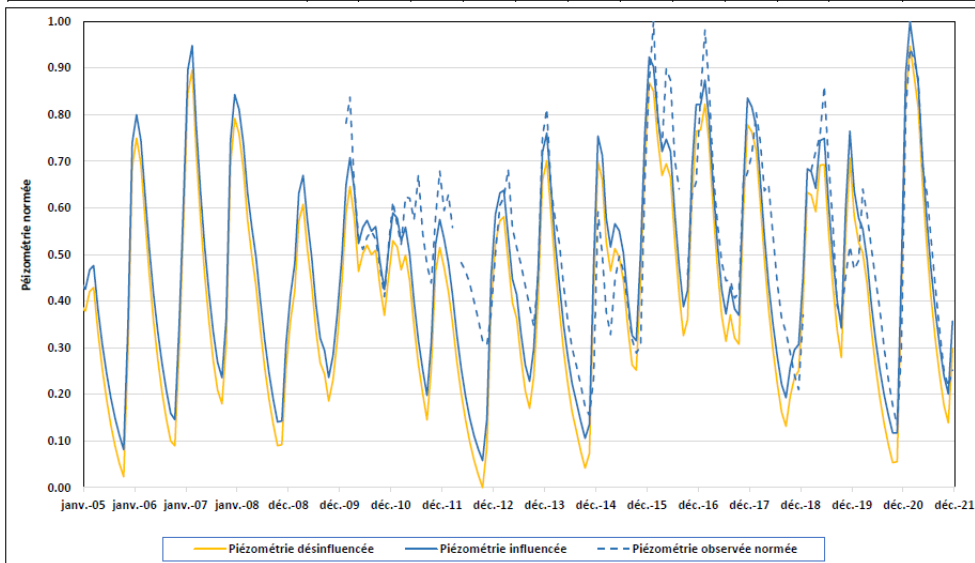
Calcul des QMNS influencés et désinfluencés	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit seuil (l/s)	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177	1 177
Prélèvement net (l/s)	928	694	359	100	199	13	71	48	32	82	534	961
QMNS désinfluencé calculé (l/s)	10 793	8 917	5 478	3 271	2 419	2 150	1 824	1 446	1 289	1 360	2 728	8 294
QMNS influencé calculé (l/s)	10 508	8 605	5 144	3 049	2 166	1 903	1 609	1 180	1 148	1 244	2 546	7 779

MODELISATION HYDROLOGIQUE

■ Contenu des fiches de résultats \ piézométrie

Entité hydrographique : La Bourbince Surface 876 km2
Calage sur la période 2001 - 2022 / PIEZOMETRIE INFLUENCEE ET DESINFLUENCEE

Reconstitution de la piézométrie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Piézométrie observée normée (m)	0.61	0.68	0.64	0.58	0.54	0.51	0.47	0.40	0.32	0.30	0.34	0.46
Piézométrie influencée normée calculée (m)	0.64	0.65	0.59	0.52	0.45	0.40	0.34	0.28	0.23	0.24	0.39	0.57
Piézométrie désinfluencée normée calculée (m)	0.59	0.60	0.54	0.47	0.40	0.34	0.28	0.22	0.18	0.18	0.33	0.52
Différence [Désinfluencée - Influencée]	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06



—●— Piézométrie désinfluencée —●— Piézométrie influencée —▲— Piézométrie observée normée

MODELISATION HYDROLOGIQUE

Synthèse du calage

LOIRE	Qualité du calage	Commentaire
Sornin	Moyen	Problème basses eaux
Arconce	Correct	
Bourbince	Correct	
Arroux amont	Moyen	Déphasage hautes eaux
Arroux aval	Correct	
Somme Cressonne	Approximatif	Faiblesse des données de débits
Loire Amont	Approximatif	Difficulté à reconstituer ΔQ observé
Loire aval	Moyen	Difficulté à reconstituer ΔQ observé

- ❑ Une qualité de calage variable selon les BV
- ❑ Des difficultés « classiques » liées au socle
- ❑ Des difficultés à reconstituer ΔQ (Loire, Saône, Doubs...)
- ❑ Des difficultés liées aux données d'entrée (Somme Cressonne)

SAÔNE	Qualité du calage	Commentaire
Doubs Guyotte	Approximatif	Difficulté à reconstituer ΔQ observé
Dheune amont	Correct	
Dheune aval	Correct	
Corne	Correct	
Guye	Correct	
Grosne	Correct	
Seille amont	Moyen	Surestimation Janv-Avril Surestimation basses eaux
Solnan Vallière	Moyen	Surestimation Janv-Avril Surestimation basses eaux
Seille aval	Moyen	Surestimation Janv-Avril
Saone amont	Approximatif	Difficulté à reconstituer ΔQ observé
Saone Médiane	Correct	Difficulté à reconstituer ΔQ observé
Saone aval	Correct	Difficulté à reconstituer ΔQ observé

MODELISATION HYDROLOGIQUE

Calage Correct (Saône Médiane) vs Calage moyen (Loire Aval) vs Calage approximatif (Loire amont)

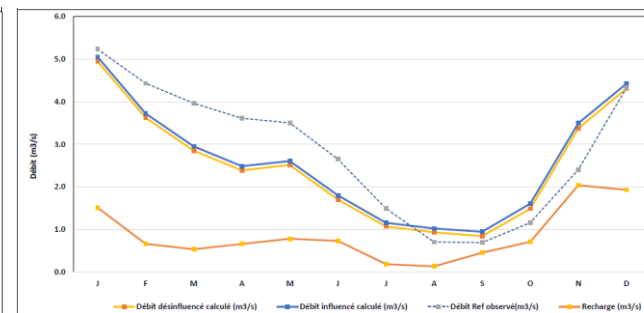
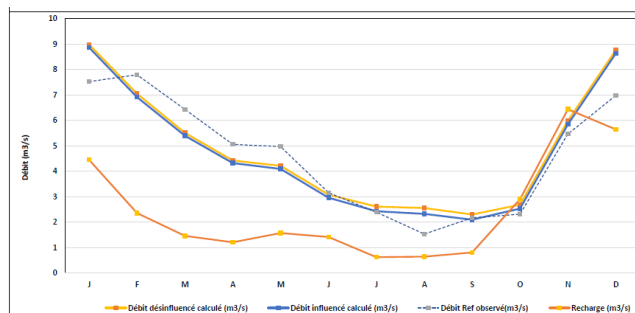
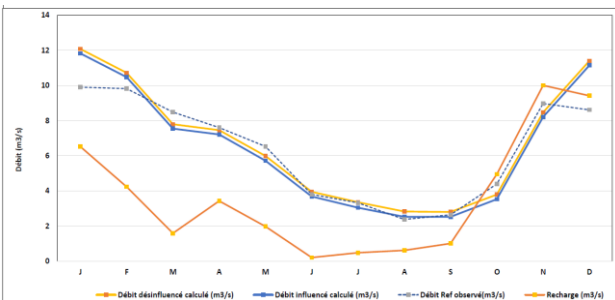


— Débit désinfluencé calculé (m3/s)

— Débit influencé calculé (m3/s)

— Débit Ref observé(m3/s)

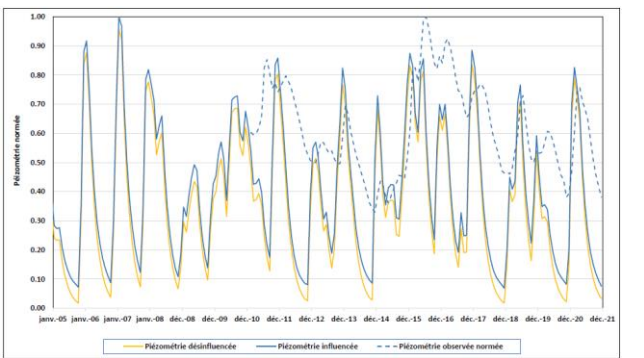
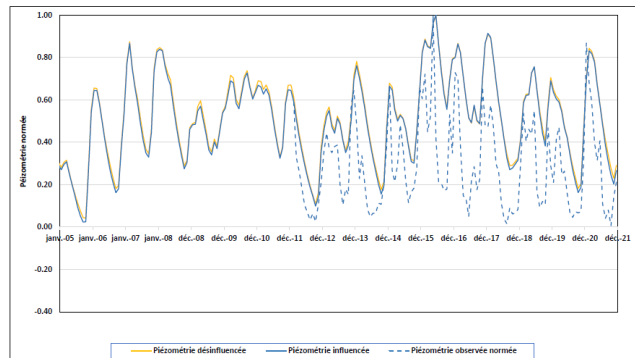
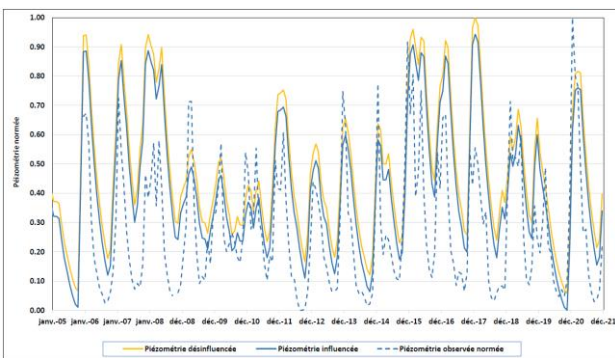
— Recharge (m3/s)



— Piézométrie désinfluencée

— Piézométrie influencée

— Piézométrie observée normée



MODELISATION HYDROLOGIQUE

Vue synthétique des résultats

□ Effet du désinfluencement sur les débits

- ➔ Débits globalement en hausse
- ➔ Parfois de façon très marquée en étiage (Arroux aval, Doubs-Guyotte)
- ➔ Quelques secteurs avec des débits en baisse (Pnet négatif)

	Evolution du débit en l'absence d'usages $(Q[\text{désinfluencé}]-Q[\text{influencé}])/Q[\text{influencé}]$												Année
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Sornin	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	0.4%	0.6%	1.2%	1.4%	1.3%	0.5%	0.2%	0.2%	0.4%
Arconce	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	0.7%	0.9%	2.5%	3.1%	2.4%	0.8%	0.4%	0.3%	0.5%
Bourbince	3.7%	3.6%	3.1%	2.9%	4.2%	5.4%	8.2%	7.3%	5.8%	2.7%	4.0%	4.3%	4.0%
Arroux amont	0.7%	0.9%	1.1%	1.7%	2.5%	5.1%	9.3%	11.2%	10.7%	2.9%	1.0%	0.7%	1.7%
Arroux aval	5.0%	8.0%	9.0%	10.8%	14.8%	30.7%	44.8%	60.1%	83.1%	43.4%	13.0%	5.5%	13.8%
ARROUX	1.6%	2.4%	2.8%	3.7%	5.4%	12.0%	18.6%	23.3%	28.1%	9.7%	3.1%	1.6%	4.2%
Somme Cressonne	0.6%	0.7%	0.8%	1.1%	1.5%	2.1%	4.4%	6.3%	4.9%	1.8%	0.7%	0.6%	1.3%
Loire Amont	-2.1%	-2.6%	-3.4%	-3.9%	-3.5%	-5.5%	-7.3%	-8.7%	-10.8%	-7.5%	-3.4%	-2.6%	-3.9%
Loire aval	1.3%	1.9%	2.1%	2.3%	3.0%	4.2%	7.6%	9.8%	9.6%	6.1%	2.5%	1.4%	3.1%
LOIRE	0.1%	0.3%	0.2%	0.0%	0.5%	0.5%	2.8%	4.2%	3.3%	0.8%	0.3%	0.1%	0.6%
Doubs Guyotte	38.5%	51.7%	87.1%	106.1%	115.8%	220.7%	302.1%	380.6%	1260.3%	131.8%	47.6%	40.3%	79.3%
Dheune amont	1.5%	1.1%	0.6%	-0.5%	0.5%	-0.7%	-0.6%	-2.6%	-4.6%	-4.3%	0.4%	1.2%	0.4%
Dheune aval	1.3%	1.5%	2.1%	2.9%	3.3%	5.7%	9.0%	10.6%	13.8%	9.6%	2.7%	1.4%	2.9%
DHEUNE	1.4%	1.2%	1.3%	0.9%	1.8%	2.1%	3.9%	3.7%	4.0%	1.7%	1.4%	1.3%	1.6%
Corne	-4.2%	-5.1%	-6.9%	-8.8%	-9.8%	-16.9%	-21.2%	-26.6%	-31.9%	-19.8%	-6.6%	-4.4%	-8.6%
Guye	0.3%	0.3%	0.4%	0.5%	0.7%	1.2%	2.3%	2.9%	3.2%	1.3%	0.5%	0.4%	0.6%
Grosne	0.3%	0.4%	0.6%	0.8%	1.2%	2.4%	4.0%	5.8%	5.7%	2.6%	0.6%	0.4%	0.9%
Grosne	0.3%	0.4%	0.5%	0.7%	1.0%	2.0%	3.4%	4.6%	4.8%	2.1%	0.6%	0.4%	0.8%
Seille amont	0.5%	0.6%	0.8%	0.9%	1.3%	1.9%	3.5%	4.2%	2.7%	1.2%	0.7%	0.5%	1.1%
Solnan Vallière	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	-0.2%	-0.5%	0.0%	-0.1%	-0.3%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.2%
Seille aval	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%	0.3%	0.3%	1.4%	1.3%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
Seille	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.4%	0.4%	1.4%	1.6%	0.9%	0.4%	0.2%	0.1%	0.3%
Saone amont	2.9%	3.4%	4.7%	6.3%	6.6%	9.1%	16.1%	20.1%	21.9%	12.6%	4.2%	2.9%	6.0%
Saone Médiane	3.2%	3.8%	5.4%	5.9%	6.8%	7.8%	10.8%	10.5%	9.3%	7.6%	3.8%	3.1%	5.3%
Saone aval	2.1%	2.3%	3.3%	3.4%	4.7%	7.3%	10.3%	12.0%	10.9%	7.6%	3.2%	2.3%	4.2%
SAONE	2.69%	3.03%	4.31%	4.64%	5.73%	7.71%	11.08%	12.12%	11.17%	8.06%	3.55%	2.73%	4.84%

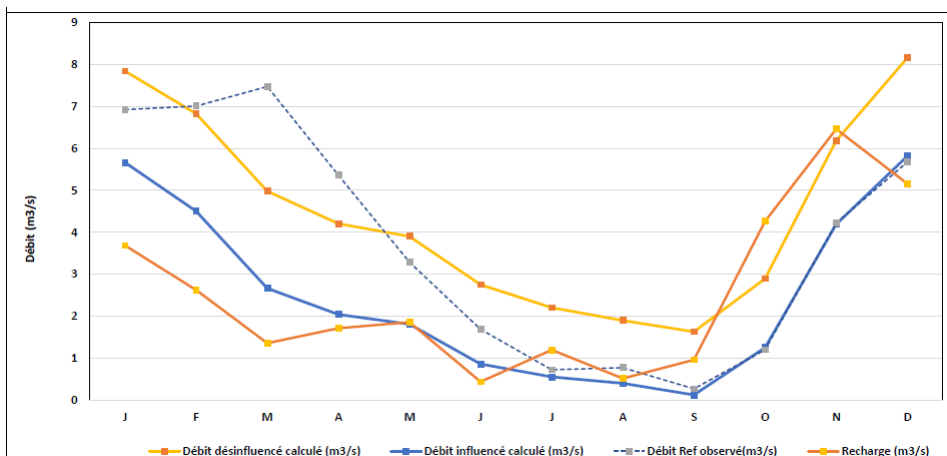
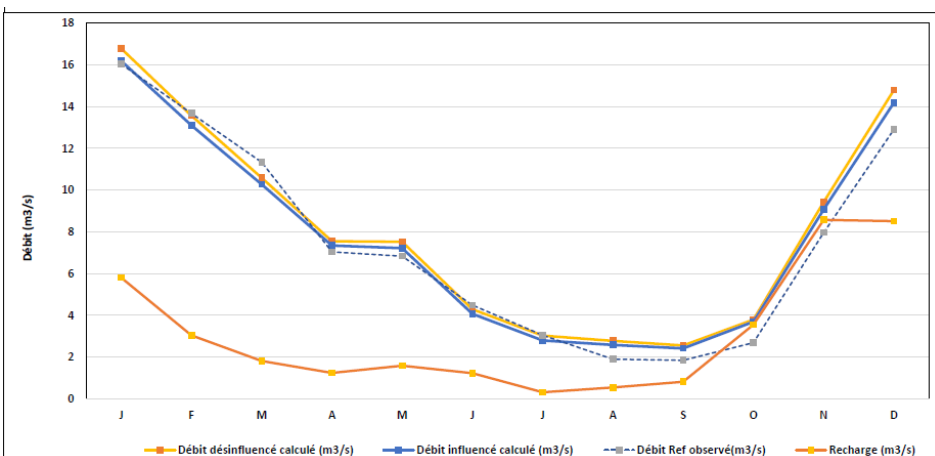
MODELISATION HYDROLOGIQUE

Vue synthétique des résultats \ exemples (débits)

□ Bourbince (poids modéré des usages)

vs

Doubs-Guyotte (poids très significatif)



—■— Débit désinfluencé calculé (m³/s)

—■— Débit influencé calculé (m³/s)

—■— Débit Ref observé(m³/s)

—■— Recharge (m³/s)

MODELISATION HYDROLOGIQUE

Vue synthétique des résultats

□ Effet du désinfluencement sur la piézométrie

- ➔ Piézométrie globalement en hausse
- ➔ Parfois de façon marquée (Doubs-Guyotte, Saône)
- ➔ Quelques secteurs avec une piézométrie en baisse (Pnet dans la nappe fortement négatif)

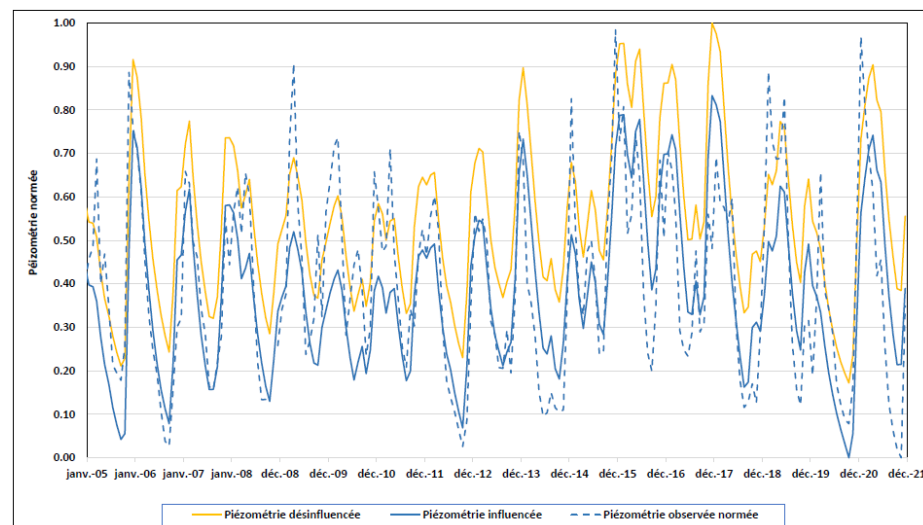
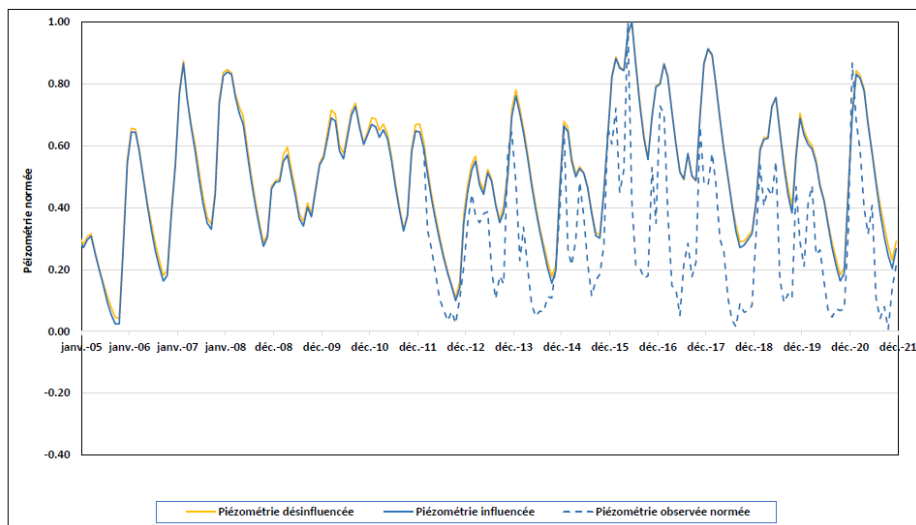
Evolution de la piézométrie en l'absence d'usages $(Piezo[désinfluencée]-Piezo[influencée])/Piezo[influencée]$													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sornin	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Arconce	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.3%
Bourbince	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-5.5%
Arroux amont	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.4%
Arroux aval	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%
Somme Cressonne	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Loire Amont	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-4.7%
Loire aval	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.4%
Doubs Guyotte	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	15.4%
Dheune amont	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%	-3.0%
Dheune aval	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Corne	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%
Guye	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Grosne	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Seille amont	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Solnan Vallière	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Seille aval	0.0%	0.0%	0.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.3%
Saone amont	8.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	8.0%	8.0%	9.0%	9.0%	8.0%	8.0%	7.8%
Saone Médiane	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%
Saone aval	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	5.5%

MODELISATION HYDROLOGIQUE

Vue synthétique des résultats \ exemples (piézométrie)

Loire aval (poids modéré des usages)

vs Doubs-Guyotte (poids très significatif)



— Piézométrie désinfluencée

— Piézométrie influencée

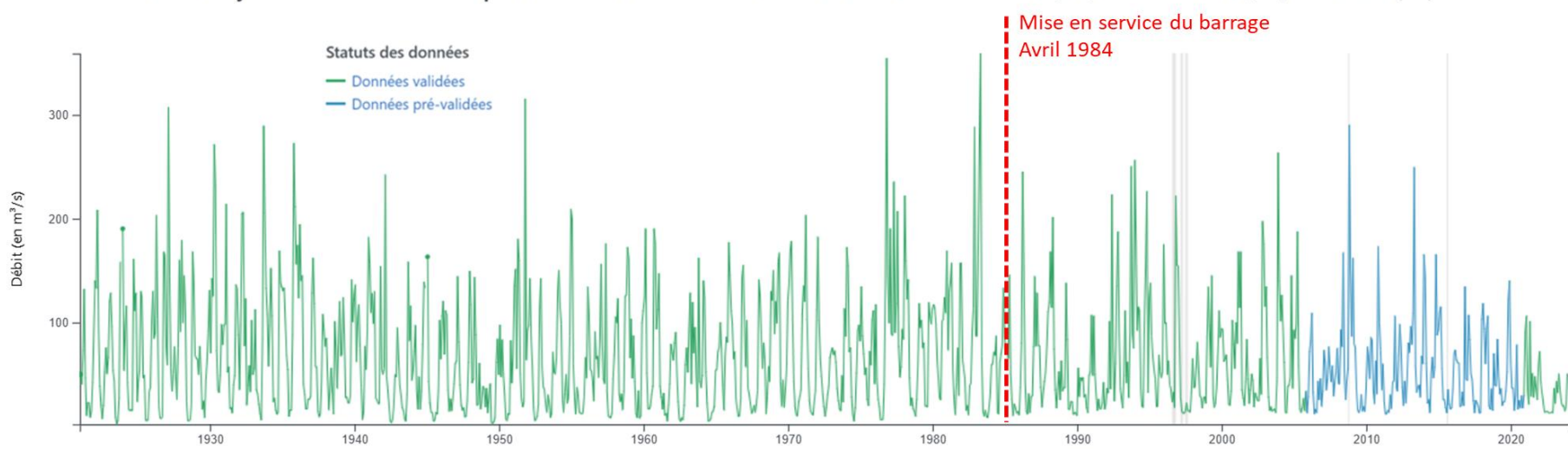
- - - Piézométrie observée normée

HYDROLOGIE DESINFLUENCEE

Focus sur le barrage de Villerest

- ❑ Mise en service du barrage en 1984
- ❑ Des données antérieures et postérieures dans l'HYDROPORTAIL

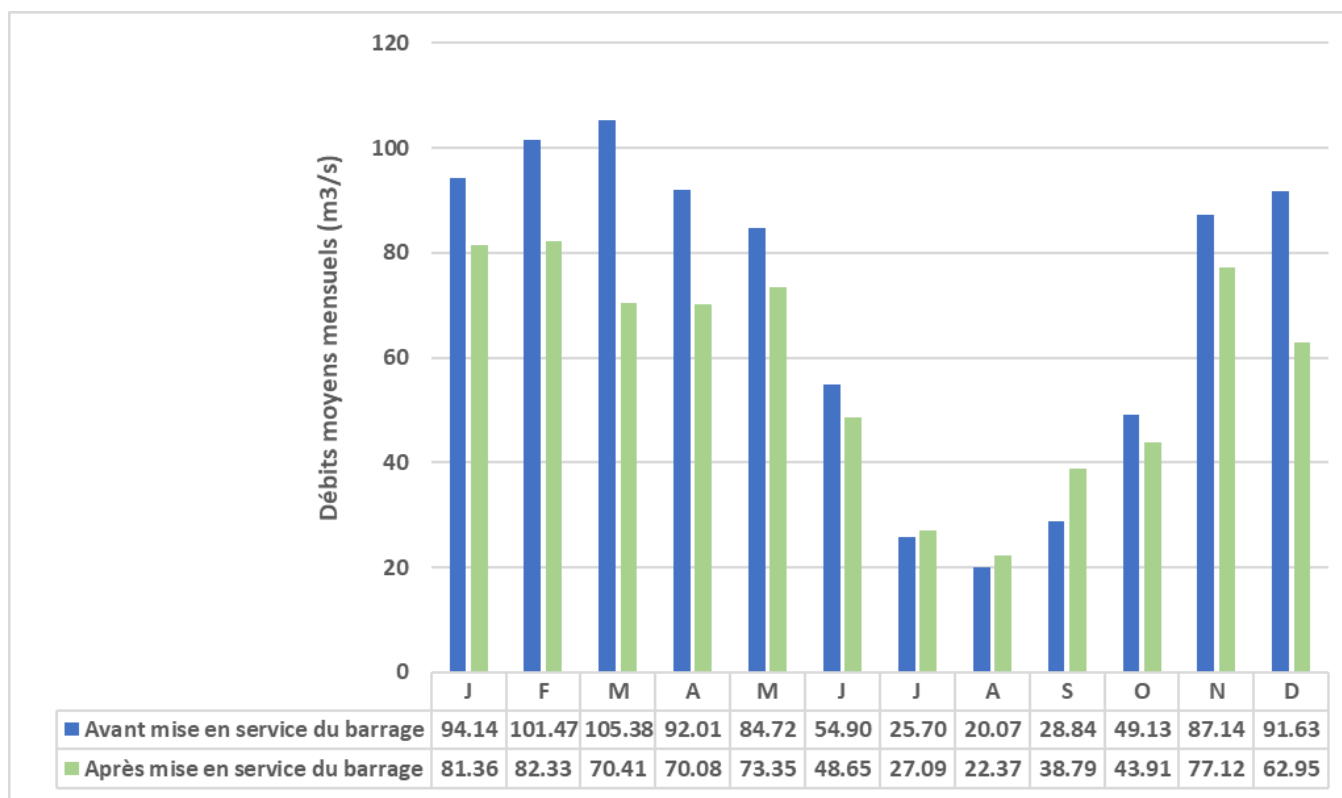
Débit moyen mensuel - Données les plus valides de l'entité - K091 0010 - La Loire à Villerest - du 01/01/1921 00:00 au 31/12/2023 23:59 (TU)



HYDROLOGIE DESINFLUENCEE

Focus sur le barrage de Villerest

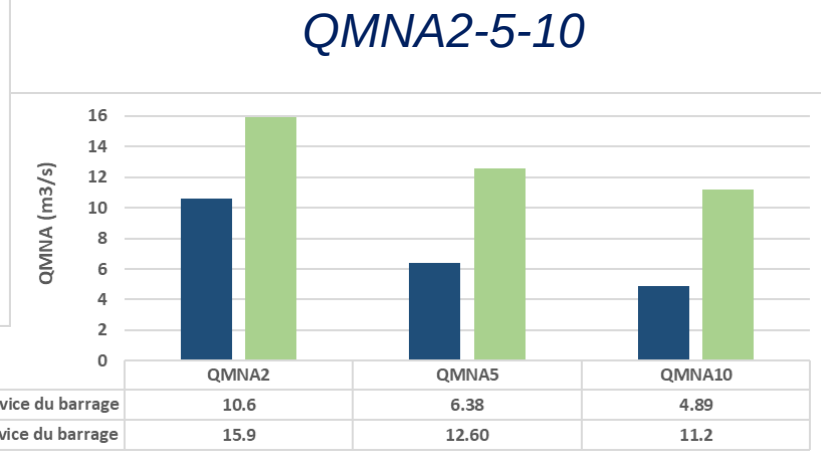
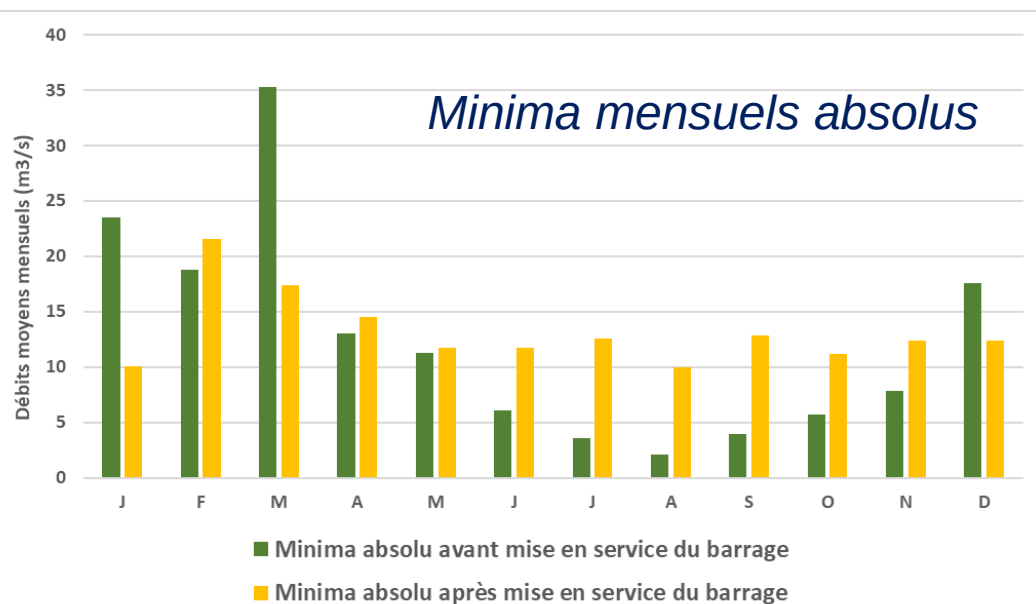
- Effets du barrage sur les débits moyens mensuels en **sortie** du barrage
 - Des débits d'hiver moins importants (Stockage des crues)
 - Des débits moyens d'été légèrement plus importants sur J-A-S



HYDROLOGIE DESINFLUENCEE

Focus sur le barrage de Villerest

- Effets du barrage sur les QMNA en **sortie** du barrage
 - Une influence très nette / Un lissage des minima sur l'année
 - Un soutien d'étiage marqué qui diminue drastiquement le risque d'obtenir des débits < 10 m/s
Débit mensuel minimal jamais observé depuis près de 40 ans....
 - Des débits minima absolus sur J-A-S-O-N >> à ce qu'ils étaient avant la mise en service



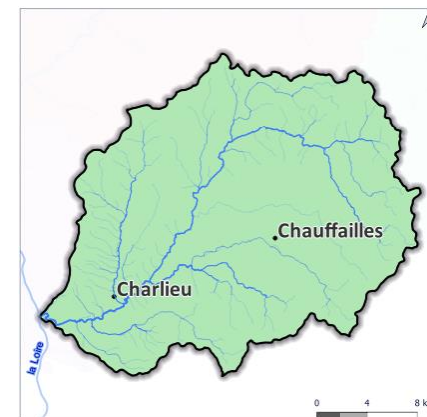
Temps d'échange

5. SYNTHÈSE PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE

SORNIN

Ressource

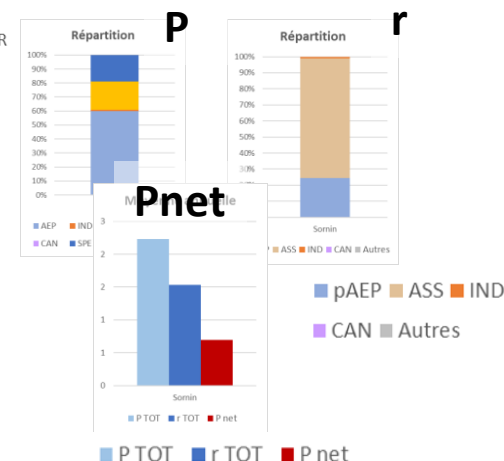
- Climat : Précipitation > MOY, ETP < MOY
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre mars ; Etiages sévères
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge > MOY ; Stress hydrique < MOY



Usages & Milieux

- Prélèvements (2,2 Mm3) : Eau potable, Abreuvement, Plans d'eau
- Restitutions (1,6 Mm3) : Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 0,7 Mm3 (mai à septembre)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (majorité prairies & forêts), Etat écologique majoritairement moyen (pression morphologie), Contexte piscicole majoritairement salmonicole (état moyen à médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



Confrontation

- Niveau de pression : Moyenne haute par rapport au territoire > pressions potentielles à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Plutôt faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées faibles

ARCONCE

■ Ressource

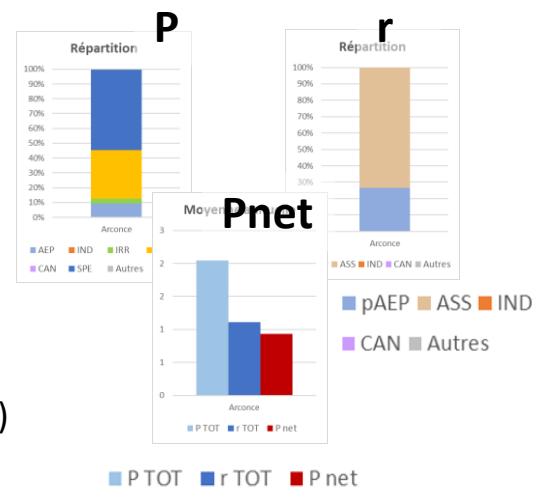
- Climat : Précipitation $\sim$ MOY, ETP $\sim$ MOY
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre-mars ; Etiages sévères
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge < MOY ; Stress hydrique $\sim$ MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (2,0 Mm3) : Plans d'eau, Abreuvement, Eau potable
- Restitutions (1,1 Mm3) : Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 0,9 Mm3 (mai à septembre)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (majorité prairies & forêts), Etat écologique moyen-médiocre (pression morphologie, continuité), Contexte piscicole majoritairement intermédiaire (état moyen à médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



■ Confrontation

- Niveau de pression : moyenne haute par rapport au territoire > tensions à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Moyen
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées faibles

BOURBINCE

■ Ressource

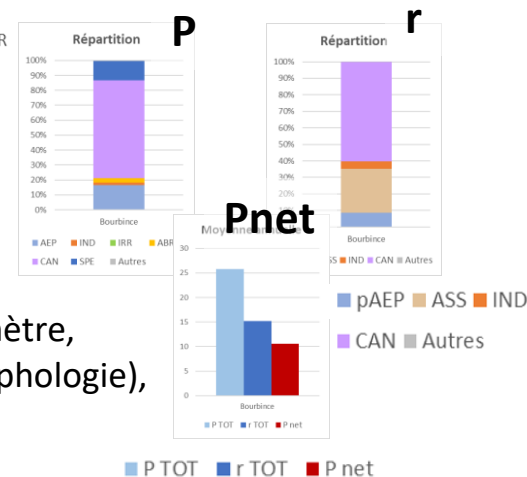
- Climat : Précipitation ~MOY, ETP ~MOY
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre-mars ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge ~ MOY ; Stress hydrique <MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (25,8 Mm3) : Canaux, Eau potable, Plans d'eau
- Restitutions (15,3 Mm3) : Canaux, Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 10,5 Mm3 (mai à septembre)
- Enjeux milieux : Territoire plutôt urbanisé par rapport au reste du périmètre, Etat écologique majoritairement moyen-médiocre-mauvais (pression morphologie), Contexte piscicole intermédiaire-cyprinicole (état médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



■ Confrontation

- Niveau de pression : Haut par rapport au territoire > tensions durant l'année et à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Plutôt faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées sensibles

ARROUX

■ Ressource

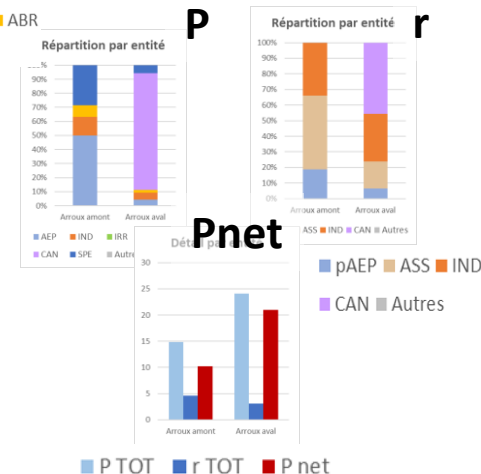
- Climat : Précipitation ~MOY, ETP <MOY (*Arroux amont*)
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre-mars ; Etiages sévères
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge > MOY ; Stress hydrique ~ MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (38,9 Mm3) : Canaux, Eau potable, Plans d'eau, Industrie
- Restitutions (7,7 Mm3) : Canaux, Assainissement, Industrie, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 31,1 Mm3 (Transfert canaux, AEP)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (Prairies, forêts), Etat écologique moyen-médiocre (pression morphologie, continuité), Contexte piscicole Salmonicole (amont)/Cyprinicole (aval) - (état moyen)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



■ Confrontation

- Niveau de pression : Haut par rapport au territoire > tensions durant l'année et à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Fort
- Résultats de la modélisation : Fortes différences hydrologie influencée/désinfluencée, faibles sur la piézométrie

SOMME & CRESSONNE

■ Ressource

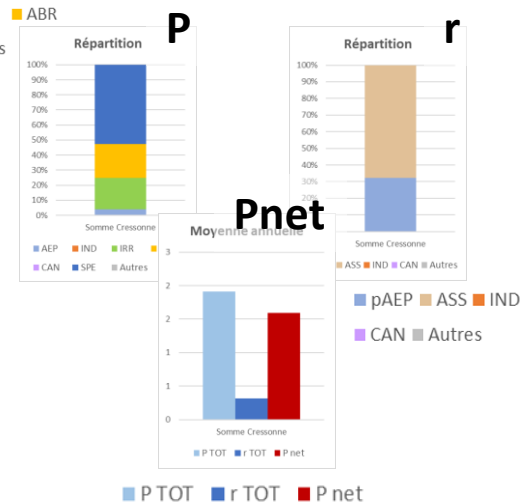
- Climat : Précipitation <MOY, ETP >MOY
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre-mars ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge < MOY ; Stress hydrique > MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (1,9 Mm3) : Plans d'eau, Irrigation, Abreuvement
- Restitutions (0,3 Mm3) : Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 1,6 Mm3 (mai-septembre)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (principalement prairies), Etat écologique moyen à médiocre, Contexte piscicole cyprinicole/intermédiaire (état médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



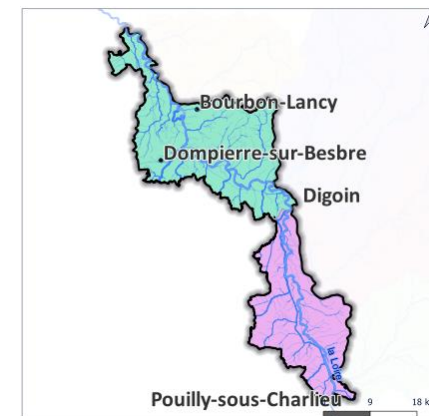
■ Confrontation

- Niveau de pression : Pression plutôt faible à l'année, plus marquée à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Fort
- Résultats de la modélisation : Différences hydrologie influencée/désinfluencée sensibles, faibles sur la piézométrie

LOIRE & AFFLUENTS

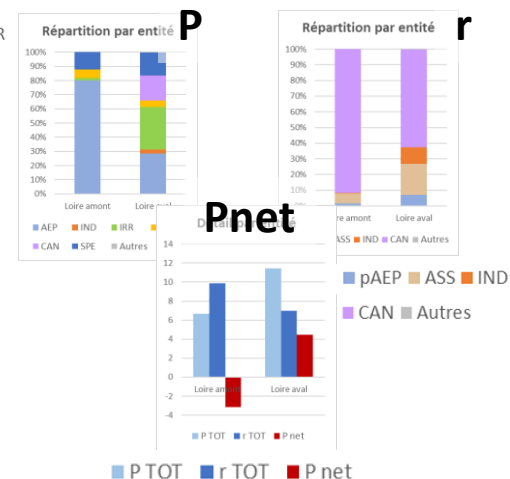
■ Ressource

- Climat : Précipitation < MOY, ETP ~ MOY
- Hydrologie : BE juin-octobre / HE novembre-mai ; Soutien d'étiage
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge < MOY ; Stress hydrique ~ MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (18,2 Mm3) : Eau potable, irrigation, canaux, Plans d'eau
- Restitutions (16,9 Mm3) : Canaux, Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 1,3 Mm3 (juillet-août > *Loire aval*)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (principalement prairies), Etat écologique moyen à mauvais (pression morphologie, continuité), Contexte piscicole cyprinicole/intermédiaire (état moyen à médiocre)



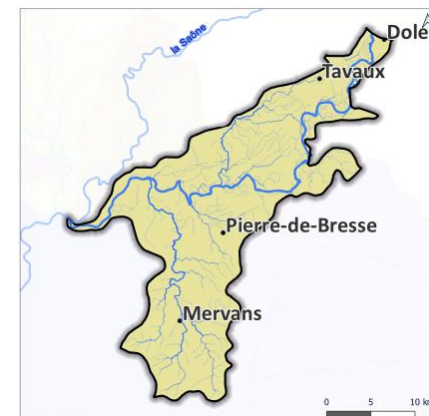
■ Confrontation

- Niveau de pression : Faible par rapport au reste du territoire
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées sensibles

DOUBS & GUYOTTE

■ Ressource

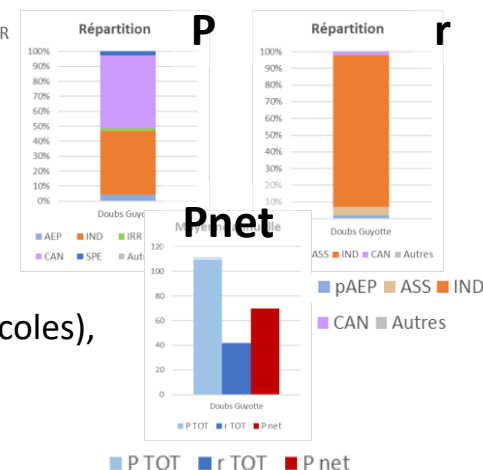
- Climat : Précipitation <MOY, ETP >MOY
- Hydrologie : BE mai-octobre / HE novembre-avril ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge < MOY ; Stress hydrique > MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (111,6 Mm3) : Canaux, Industrie, Eau potable, Plans d'eau
- Restitutions (41,7 Mm3) : Industrie, Assainissement
- Prélèvements nets : + 69,9 Mm3 (Transfert canaux)
- Enjeux milieux : Territoire plutôt peu urbanisé (terres arables & zones agricoles), Etat écologique moyen à médiocre, pression due aux pollution diffuse
Contexte piscicole cyprinicole/intermédiaire (état moyen à médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



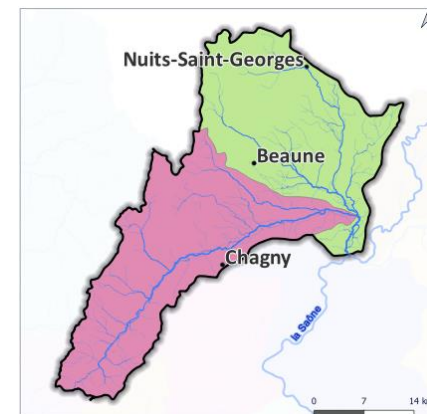
■ Confrontation

- Niveau de pression : Pression à l'année plus prononcée que sur le reste du territoire (industrie, canaux)
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Plutôt faible
- Résultats de la modélisation : Fortes différences ressources influencée/désinfluencée

DHEUNE

■ Ressource

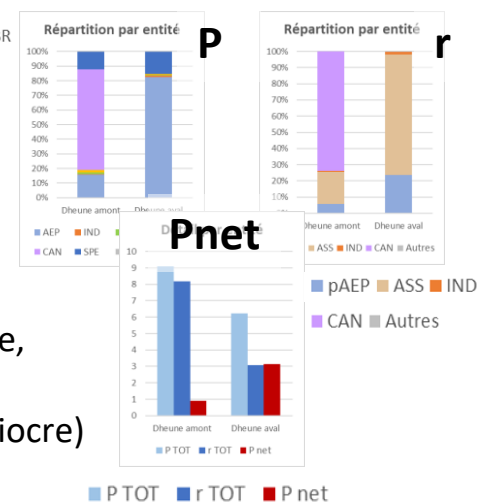
- Climat : Précipitation $\ll \text{MOY, ETP} > \text{MOY}$
- Hydrologie : BE mai-octobre / HE novembre-avril ; Etiages marqués
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge $< \text{MOY}$; Stress hydrique $> \text{MOY}$



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (15,3 Mm3) : Eau potable, Canaux, Plans d'eau
- Restitutions (11,3 Mm3) : Canaux, Assainissement, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 4,0 Mm3 (novembre – mars $> \text{réservoirs}$)
- Enjeux milieux : Territoire plutôt urbanisé par rapport au reste du périmètre, Etat écologique médiocre à mauvais (pression morphologie), Contextes piscicoles variés : salmonicole/cyprinicole/intermédiaire (état médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



■ Confrontation

- Niveau de pression : Haut par rapport au reste du territoire, tant à l'année qu'à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Plutôt faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencée/désinfluencée sensibles

CORNE

■ Ressource

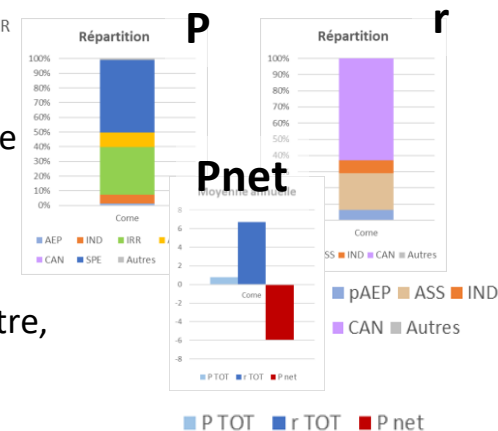
- Climat : Précipitation $\ll$ MOY, ETP $\sim$ MOY
- Hydrologie : BE mai-octobre / HE novembre-avril ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge $<$ MOY ; Stress hydrique $\sim$ MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (0,8 Mm3) : Irrigation, Plans d'eau, abreuvement, industrie
- Restitutions (6,7 Mm3) : Canaux, Assainissement, Industrie, Pertes AEP
- Prélèvements nets : - 5,9 Mm3 (Transferts canaux, AEP)
- Enjeux milieux : Territoire plutôt urbanisé par rapport au reste du périmètre, Etat écologique médiocre-mauvais (pression morphologie, continuité)
Contexte piscicole majoritairement intermédiaire (état médiocre)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



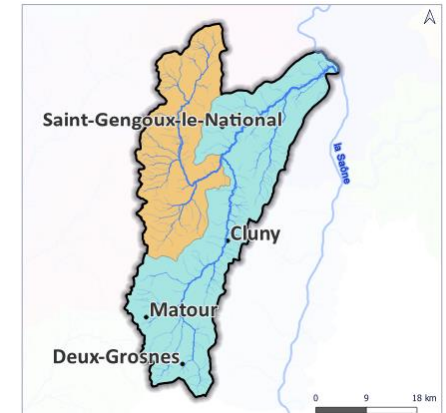
■ Confrontation

- Niveau de pression : Faible par rapport au reste du territoire
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées marquées

GROSNE

■ Ressource

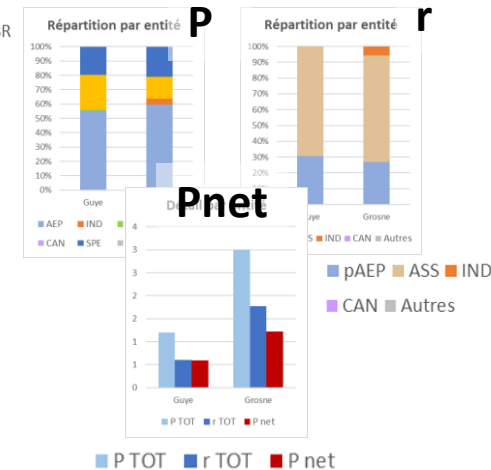
- Climat : Précipitation ~ MOY, ETP > MOY
- Hydrologie : BE mai-octobre / HE novembre-avril ; Etiages sévère
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge ~ MOY ; Stress hydrique > MOY



■ Usages & Milieux

- Prélèvements (4,2 Mm3) : Eau potable, Plans d'eau, abreuvement
- Restitutions (2,4 Mm3) : Assainissement, Pertes AEP, Industrie
- Prélèvements nets : + 1,8 Mm3 (mai-septembre)
- Enjeux milieux : Territoire peu urbanisé (majorité prairies & forêts), Etat écologique majoritairement moyen (pression morphologie, continuité) Contexte piscicole salmonicole (amont) / cyprinicole (état plutôt bon)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



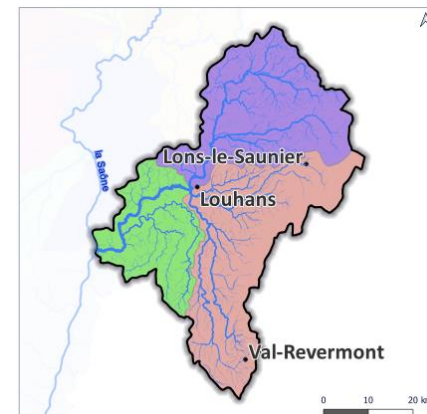
■ Confrontation

- Niveau de pression : Moyenne haute par rapport au territoire > tensions à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Moyen
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées faibles

SEILLE

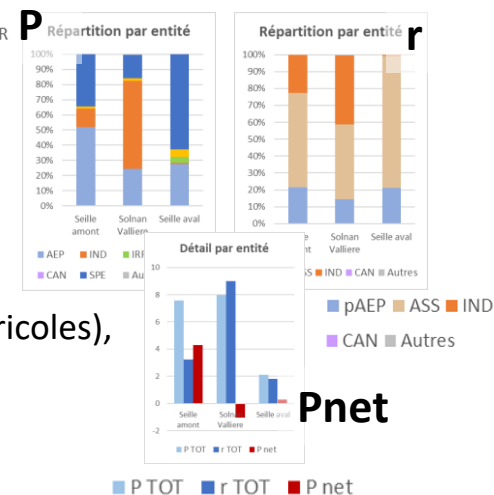
Ressource

- Climat : Précipitation >>MOY, ETP <MOY
- Hydrologie : BE avril-octobre / HE novembre mars ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge >> MOY ; Stress hydrique <MOY



Usages & Milieux

- Prélèvements (17,6 Mm3) : Eau potable, Industrie, Plans d'eau
- Restitutions (14,1 Mm3) : Assainissement, Pertes AEP, Industrie
- Prélèvements nets : + 3,5 Mm3 (mai à septembre)
- Enjeux milieux : Territoire plutôt peu urbanisé (terres arables & zones agricoles), Etat écologique médiocre/moyen (pression morphologie, continuité), Contexte piscicole majoritairement cyprinicole (état moyen à médiocre)



Confrontation

- Niveau de pression : Moyenne haute par rapport au territoire (amont) > pressions à l'étiage
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Plutôt faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées faibles

SAÔNE & AFFLUENTS

Ressource

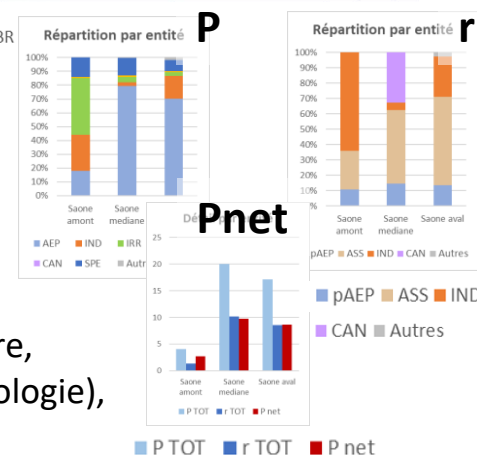
- Climat : Précipitation < MOY, ETP ~ MOY
- Hydrologie : BE mai-octobre / HE novembre-avril ; Etiages moyens
- Bilan hydrique : Pluie efficace & Recharge < MOY ; Stress hydrique ~ MOY



Usages & Milieux

- Prélèvements (41,2 Mm3) : Eau potable, Industrie, Irrigation, Plans d'eau
- Restitutions (20,3 Mm3) : Assainissement, Canaux, Industrie, Pertes AEP
- Prélèvements nets : + 20,9 Mm3
- Enjeux milieux : Territoire plutôt urbanisé par rapport au reste du périmètre, Etat écologique majoritairement moyen-médiocre-mauvais (pression morphologie), contexte piscicole majoritairement cyprinicole (état médiocre-mauvais)

■ AEP ■ IND ■ IRR ■ ABR
■ CAN ■ SPE ■ Autres



Confrontation

- Niveau de pression : Faible par rapport au reste du territoire
- Risque de concurrence milieux / usages (I6) : Faible
- Résultats de la modélisation : Différences ressources influencées/désinfluencées marquées

Temps d'échange

6. CONCLUSION ET PROCHAINES ETAPES

PROCHAINES ETAPES

- **P3 : Projection des données et confrontation ressources / usages futurs**
 - Projection des ressources – SUEZ Consulting (DRIAS, Explore 2 – RCP 8.5)
 - Prospective sur les usages – Ecodécision (ateliers) puis intégration par SUEZ Consulting

 - COTECH – démarrage : cet après-midi
 - Septembre : ateliers de prospective

- **P4 : Pistes d'adaptation territorialisées et partage des conclusions de l'étude**