



ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE RELATIVE À L'ESTIMATION DES VOLUMES MOBILISABLES PROVISOIRES ANNUELS

*Présentation de la méthode et application sur le SAGE
Sambre*



20 février 2024

Rappel des enjeux, objectifs et méthodes

Pour la définition de Volumes mobilisables provisoires sur l'ensemble du territoire de l'Agence de l'eau Artois Picardie

Objectifs - Quelle(s) méthode(s) ?

Définir des Volumes mobilisables provisoires par une approche qualitative et homogènes entre les territoires, basée sur l'analyse de l'historique

❑ Approche qualitative consistant à faire le lien entre volumes prélevés, impacts et recharge hivernale

- « On considérera qu'un volume prélevé est acceptable si on ne note pas de tendances d'évolution à la baisse, et/ou un nombre de dépassements des seuils plus importants, et/ou une augmentation de la durée des niveaux bas (sous les seuils) »

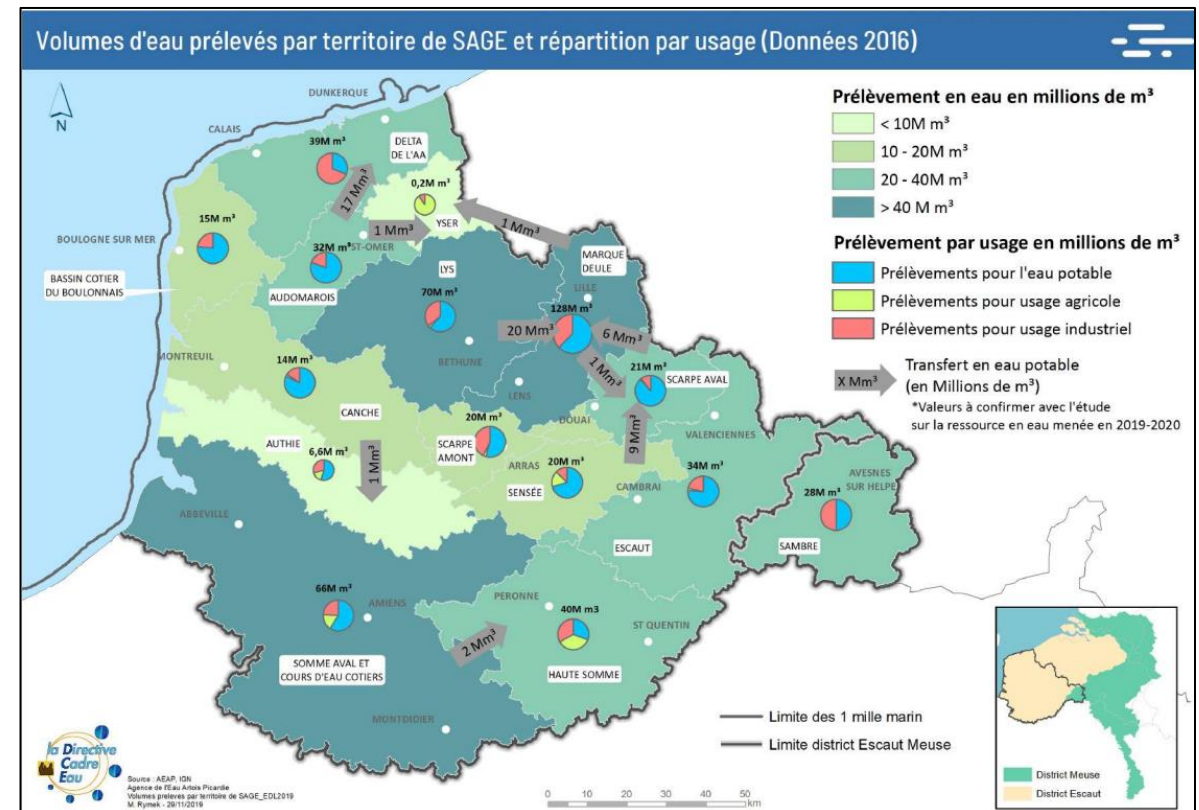
=> *gamme de valeurs pour encadrer l'incertitude*

❑ Variables étudiées pour mesurer l'impact

- Seuils de gestion (débits, niveaux)
- QMNA5 / HMNA5 si stations non réglementaires
- Assecs (réseau ONDE)
- Solde piézométrique (vidange - recharges apparentes)

❑ Volumes définis valables pour une configuration donnée

- Répartition prélèvements par milieu (ESU / ESO)
- Répartition usages (IRR / IND / AEP)
- Distribution géographique des points de prélèvements
- Imports / Exports
- ...



Quelles conditions d'application de l'approche ?

Hydrosystèmes, recouvrement, cyclicité et représentativité

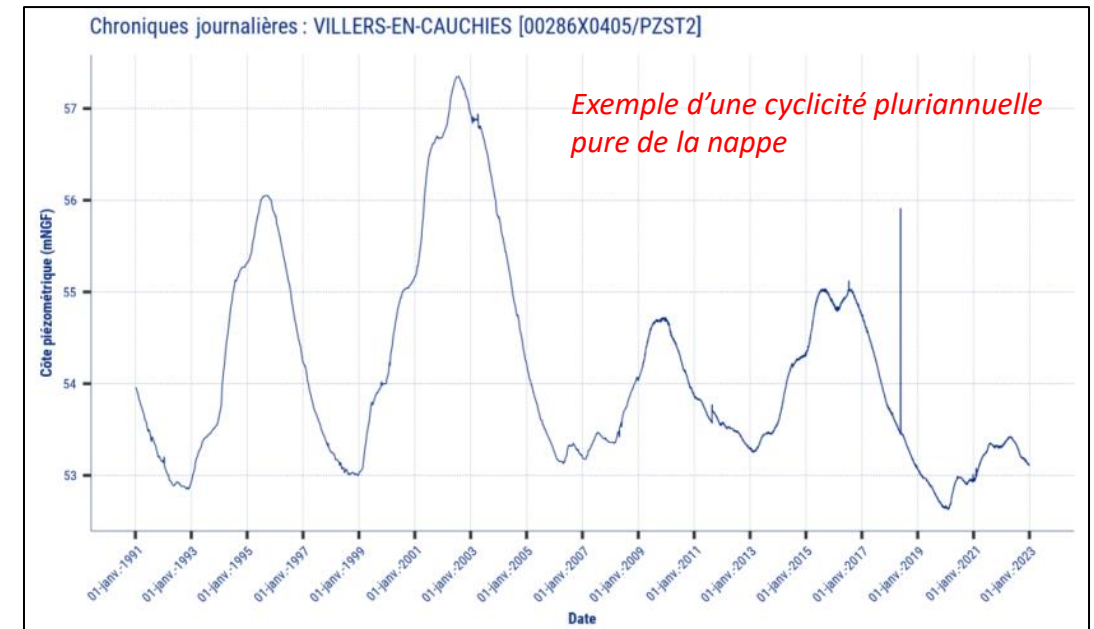
❑ Aquifères à nappe libre

- Drainés par les cours d'eau
- À cyclicité saisonnière ou mixte

❑ Recharge par les précipitations au droit de la zone d'alerte

- Contre exemples : SAGE Yser, Delta Aa pour partie

❑ Stations de surveillance représentatives de la zone d'alerte en termes de superficie, de fonctionnement hydrogéologique et de pressions



Quelles limites dans les résultats proposés ?

Connaissance des prélèvements, relations de drainances, ...

- ❑ **Plusieurs nappes hors conditions théoriques** (captives, recharge hors zone d'alerte, etc.)
- ❑ **Résultats directement dépendant de la connaissance des prélèvements**
 - Valable pour la plupart des méthodes de calcul
- ❑ **Disponibilité des données de suivi**
 - Chroniques débitmétrique ou piézométrique de courte durée
 - Sous-bassin jaugé peu représentatif de la zone d'alerte (en termes de superficie et de pression)
=> Extrapolation du VPP à l'échelle de la zone d'alerte (superficie, recharge)
- ❑ **Approche qualitative**
=> Difficile de proposer une valeur unique du VPP
- ❑ **Méthode adaptée aux hydrosystèmes connaissant ou ayant connu une exploitation intensive avec conséquences visibles**
 - Pas d'impact visible sur les variables étudiées (seuils de gestion, QMNA5, HMNA5, ...)
=> VPP = niveau de prélèvement max passé ?

Le territoire

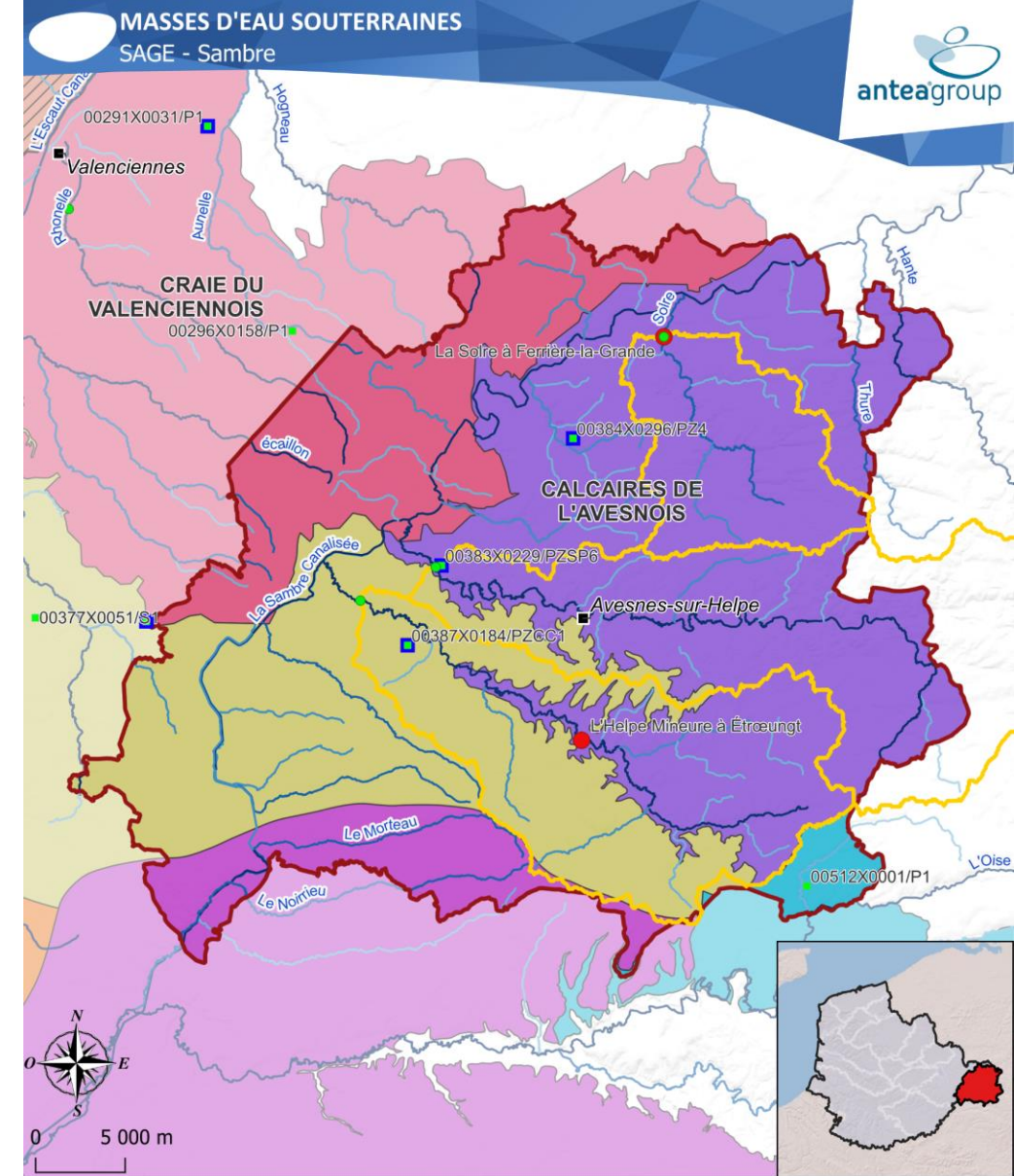


Le territoire de la Sambre

2 départements, 3 masses d'eau souterraines principales et 1 unité sècheresse principale

- ✓ La principale, *Calcaires de l'Avesnois*, qui couvre une grande partie de l'Est du territoire sur près de 935 km² (69 %), à la structure géologique particulière (succession de synclinaux et anticlinaux Sud-Est / Nord-Ouest avec présence d'une forte fissuration)
- ✓ La Craie du *Cambrésis*, en partie centrale Sud sur près de 390 km² (28 %), qui vient en recouvrement d'une partie des calcaires de l'Avesnois sur près de 140 km²
- ✓ La Craie du *Valenciennois*, en partie centrale Nord-Ouest sur près de 220 km² (16 %), qui vient également en recouvrement d'une partie des calcaires de l'Avesnois sur près de 160 km²
- ✓ *2 masses d'eau périphériques, d'extension limitée* sur le SAGE, représentant moins de 10 % de la superficie du SAGE :
 - En partie Sud : Craie de Thiérache-Laonnois-Porcien
 - En partie extrême Sud-Est : Socle ardennais

Département du Nord et de l'Aisne pour partie



Légende :

- ▭ SAGE
- Villes principales
- Piézomètres - arrêts sécheresse
- Piézomètres - recharge apparente
- Stations hydrométriques - arrêts sécheresse
- Stations hydrométriques modélisées
- ▭ Bassin de la station hydrométrique modélisée

Le territoire de la Sambre

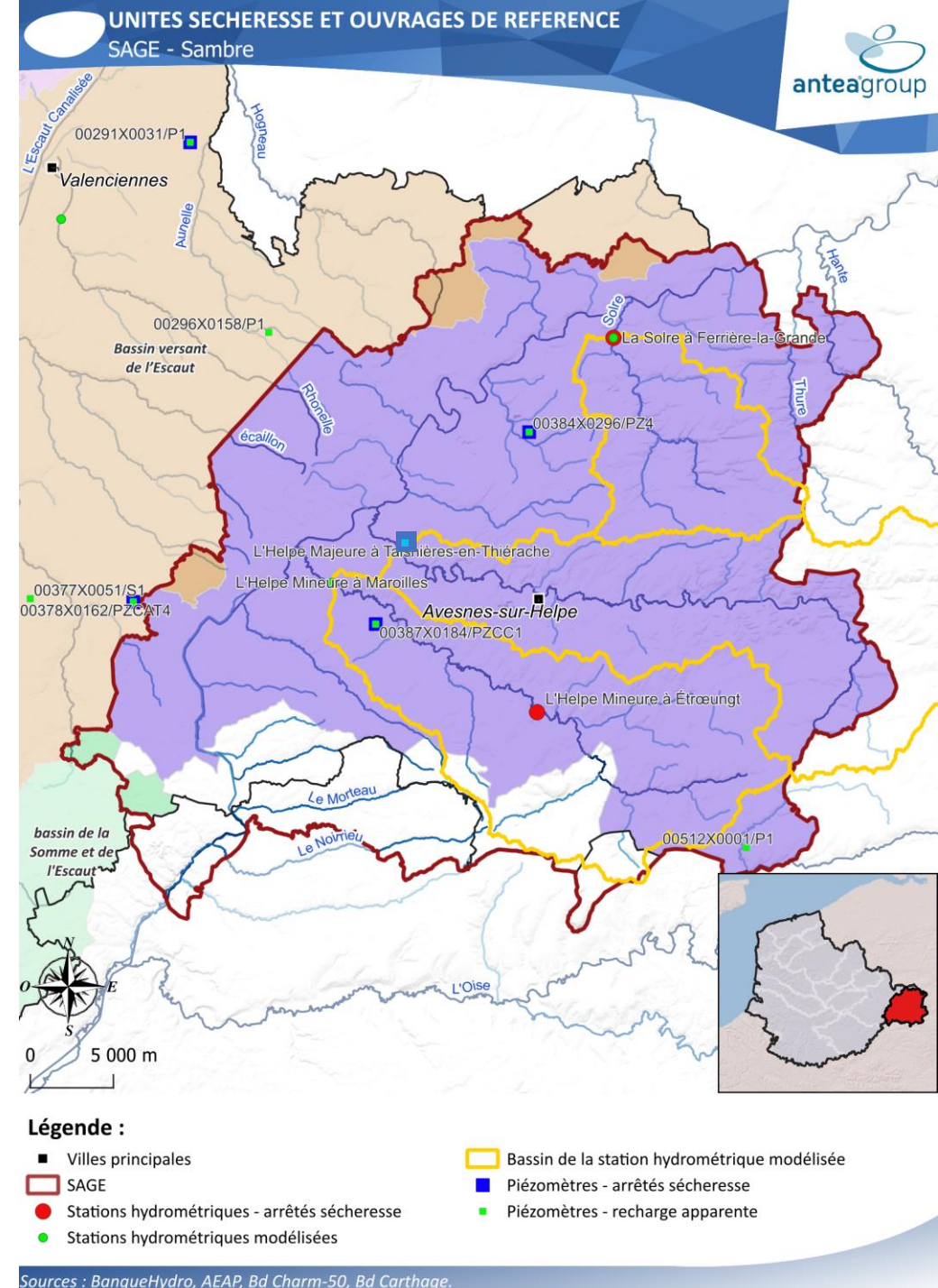
2 départements, 3 masses d'eau souterraines principales et 1 unité sècheresse principale

Une *unité sècheresse principale* présente sur le territoire du SAGE (Bassin versant de la Sambre)

Unité sècheresse	% concerné sur le SAGE
Bassin versant de la Sambre	82%

Les *ouvrages de références* de cette unité sècheresse principale, qui déterminent les seuils de prise d'arrêtés sécheresses :

- ✓ **Piézométrie** : 3 ouvrages de référence, situés sur le territoire du SAGE, s'adressant tous aux *Calcaires de l'Avesnois*
 - 00387X0184/PZCC1, le plus au Sud, sous recouvrement de la craie du Cambrésis
 - 00383X0229/PZSP6, en partie centrale
 - 00384X0296/PZ4, le plus au Nord
- ✓ **Hydrométrie** : Deux stations hydrométriques de référence situées sur le territoire du SAGE : *station de La Solre à Ferrière-la-Grande* et *Station de L'Helpe Mineure à Étrœungt*



Déploiement de la méthode

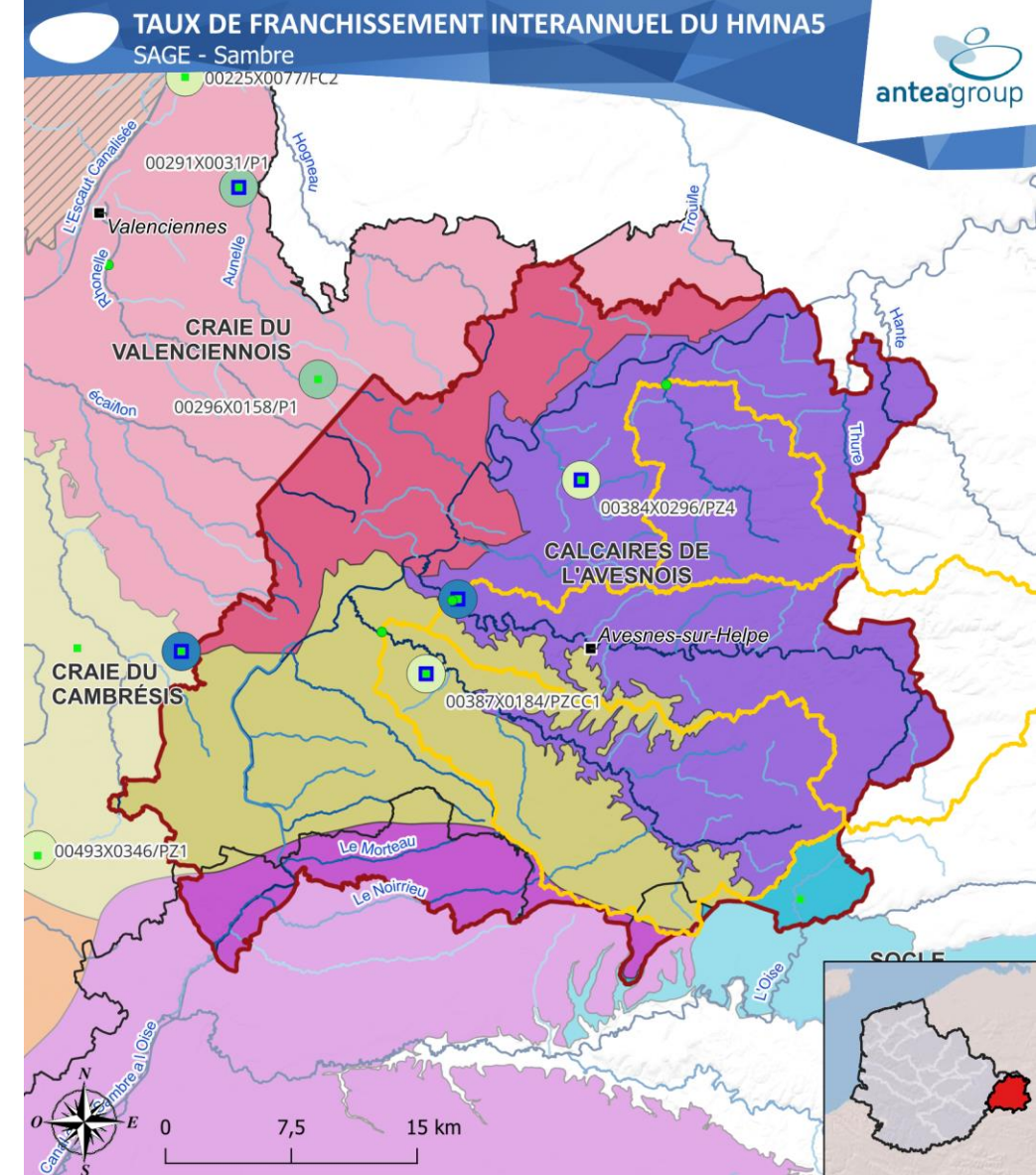
Analyses réalisées



Analyse réalisée sur les données

Sur l'ensemble des compartiments

Sur la ressource en eaux souterraines	<p>Variations piézométriques mensuelles, annuelles et interannuelles</p> <p>Tendance piézométrique sur les 30 dernières années</p> <p>Cyclicité et périodes de cycles piézométriques</p> <p>Franchissement de seuils statistiques classiques (HMNA₅, HCN₃ 5)</p> <p>Franchissement des seuils d'arrêtés sècheresse</p> <p>Evaluation de la recharge apparente (delta de niveaux entre hautes eaux & basses eaux) et de la vidange apparente qui lui succède.</p>
Sur la ressource en eaux de surface	<p>Variations de débit mensuelles, annuelles et interannuelles</p> <p>Franchissement de seuils statistiques classiques (QMNA₅, VCN₃ 5)</p> <p>Franchissement des seuils d'arrêtés sècheresse</p> <p>Evaluation des étiages sur les stations hydrométriques</p> <p>Analyse des résultats du réseau ONDE (assecs)</p>
Sur la recharge et les évènements climatiques	<p>Analyse des recharges pluviométriques sur la base de la chaîne SIM2 (Safran – ISBA – MODCOU)</p> <p>Analyse des recharges à travers des mise en œuvre de modèles GARDENIA sur des bassins versants cibles</p> <p>Analyse des recharges par la méthode de WALLINGFORD</p> <p>Analyses statistiques des fréquences de retour sur les recharges</p>
Sur les prélèvements	<p>Analyse des prélèvements annuels et sur les périodes de basses eaux de Mai à Octobre</p> <p>Analyse des prélèvements par type de ressource sollicitée</p> <p>Analyse des prélèvements par type d'usage</p>



Légende :

- Villes principales
- Stations hydrométriques modélisées
- Bassin modélisé
- SAGE
- Piézomètres - arrêts sècheresse
- Piézomètres - recharge apparente
- Taux de franchissement HMNA5 (% des observations)
 - < 3
 - 3 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 15
 - 15 - 20
 - > 20

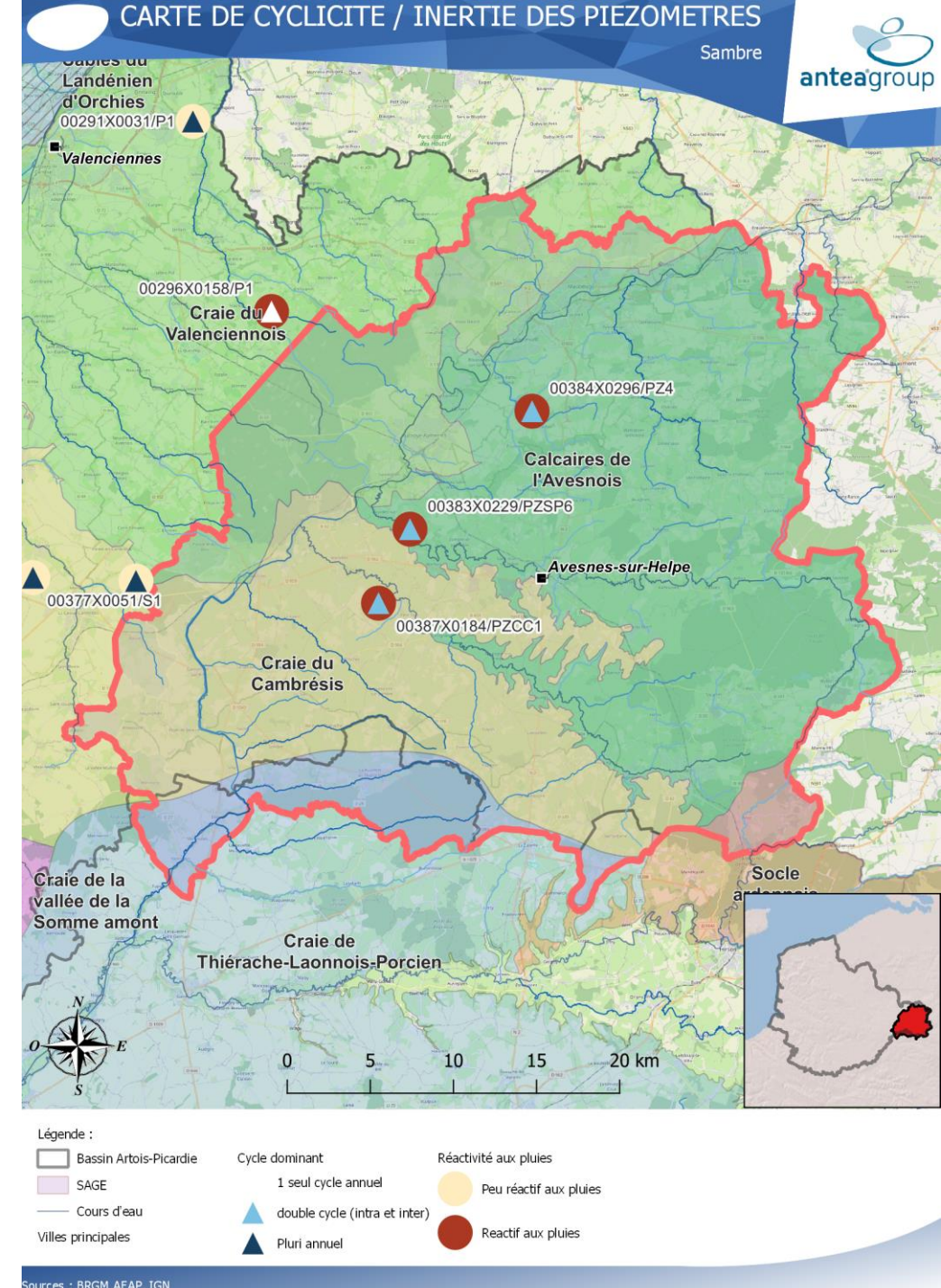
Fonctionnement des hydrosystèmes



Sambre : Un fonctionnement de l'hydrosystème assez « différent » selon les masses d'eau

- ✓ La nappe contenue au sein des Calcaires de l'Avesnois présente une double cyclicité annuelle et interannuelle dominante avec un rapport différé avec les évènements climatiques annuels
- ✓ Les ouvrages s'adressant à la Craie du Cambrésis (limite Ouest) présentent une cyclicité pluri-annuelle pure avec une faible réactivité à la pluviométrie annuelle
- ✓ A contrario, les ouvrages s'adressant à la Craie du Valenciennois (limite Nord-Ouest) ainsi qu'au Socle ardennais présentent une cyclicité annuelle pure dominante, avec une forte réactivité à la pluviométrie

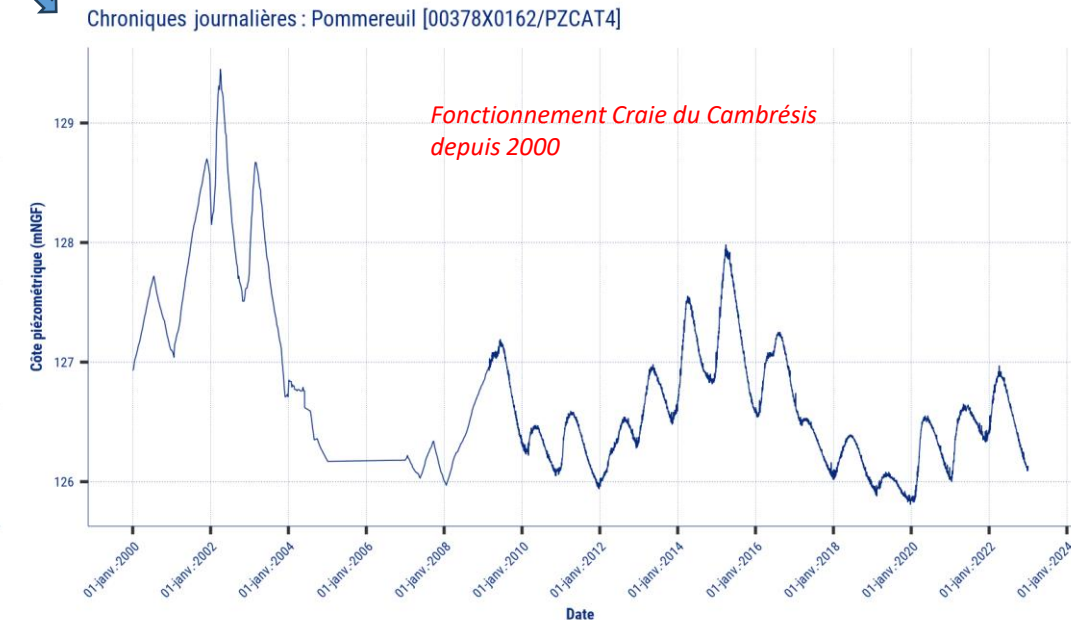
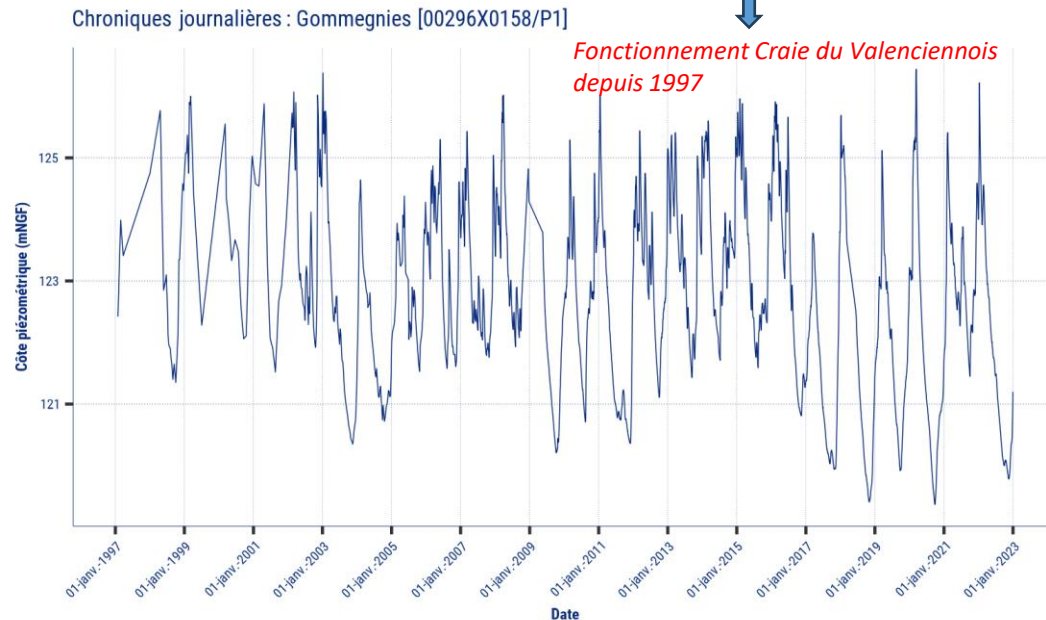
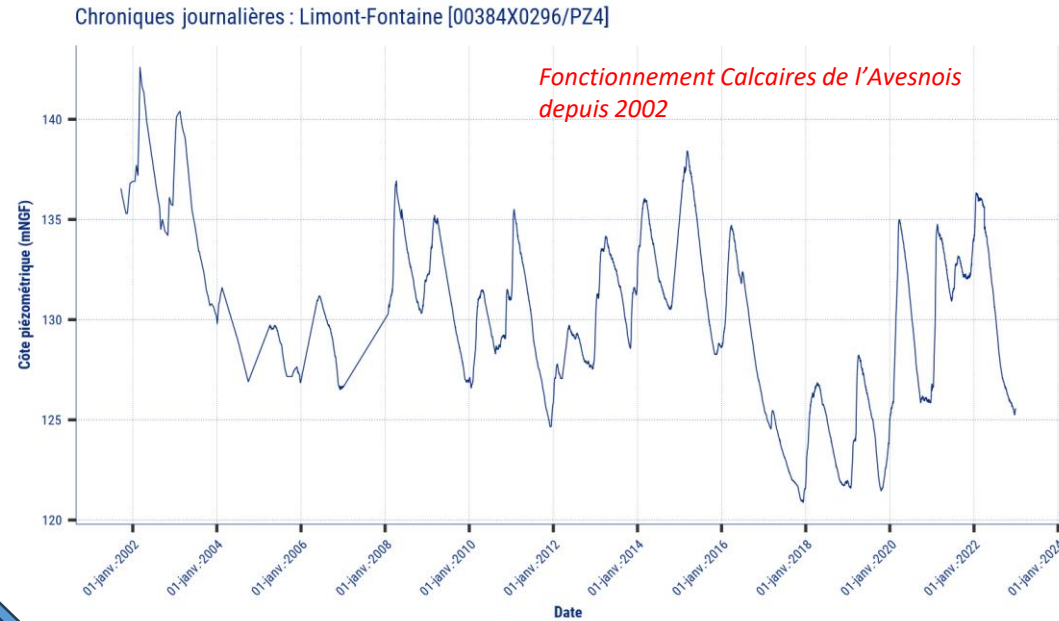
? L'évolution des cyclicités interannuelles tendent à montrer un « écrêtement » des pics du cycle pluriannuel et donc une plus grande probabilité de dépassement des seuils hydrologiques comme piézométriques dans le futur



Sambre : Un fonctionnement de l'hydrosystème assez « différent » selon les masses d'eau

Les 3 fonctionnements des hydrosystèmes présents sur le territoire du SAGE :

- ✓ Calcaires de l'Avesnois : double cyclicité annuelle et interannuelle dominante avec un rapport différé avec les évènements climatiques annuels
- ✓ Craie du Cambrésis : cyclicité pluri-annuelle pure avec une faible réactivité à la pluviométrie annuelle
- ✓ Craie du Valenciennois (idem Socle ardennais) : cyclicité annuelle pure dominante, avec une forte réactivité à la pluviométrie



Sambre : Une tendance à la baisse des niveaux piézométriques

Piézomètre de la Craie du Valenciennois

Piézomètre	Niveau moyen	P value global	Chronique lissée	Tendance globale	Significativité globale	Périodes	Tendances avec ruptures
BSS000DATC 00296X0158/P1	123,1 m	0		↘ -2.7 cm/an	significatif	janv. 1970 - mai 2002 mai 2002 - mai 2023	↘ -1.5 cm/an ↘ -3.3 cm/an

Fonctionnement Calcaires de l'Avesnois

Piézomètre	Niveau moyen	P value global	Chronique lissée	Tendance globale	Significativité globale	Périodes	Tendances avec ruptures
BSS000DQDT 00384X0296/PZ4	130,1 m	0		↘ -21.4 cm/an	significatif	sept. 2001 - mars 2016 mars 2016 - mai 2023	X ↗ +54 cm/an

Fonctionnement Craie du Cambrésis

Piézomètre	Niveau moyen	P value global	Chronique lissée	Tendance globale	Significativité globale	Périodes	Tendances avec ruptures
BSS000DNUN 00378X0162/PZCAT4	126,7 m	0.0004		↗ +1.6 cm/an	significatif	févr. 1974 - sept. 1988 sept. 1988 - mai 2023	↗ +4.7 cm/an X

Evaluation des recharges annuelles



Sur les recharges : Sambre

à partir des méthodes SIM2 – GARDENIA & WALLINGFORD

Une recharge finale à la Craie et Calcaires de l'Avesnois de 193 mm/an en moyenne pour un volume moyen de recharge de 257 Mm3 pour le SAGE

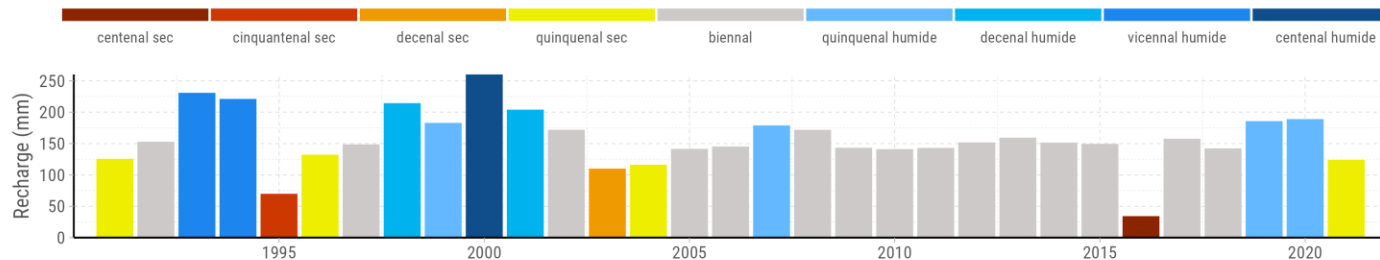
Les années hydrologiques de plus faibles recharges sont 1995, 2003, 2016, 2017 et 2018 (Wallingford). Les plus élevées concernent les années hydrologiques 1993-1994, 1998-2002, 2007, 2010/2014-2015 (Wallingford), 2019-2020

IMPORTANT : Les disparités de recharges sont fortes entre les sous bassins de la Sambre (Helpe mineur, helpe majeure et Solre)

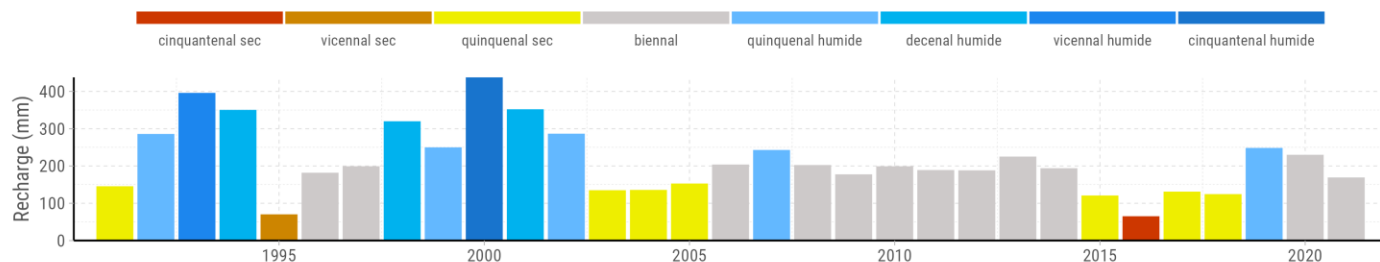
Les valeurs les plus faibles concernent le bassin de l'Helpe mineur –partagées entre calcaires & craie
Les formations des calcaires de l'Avesnois sont les plus sollicités

Typologie de la recharge (Periode d'anlayse : Octobre à mai)
SAGE Sambre - D020601001 La Solre à Ferrière-la-Grande

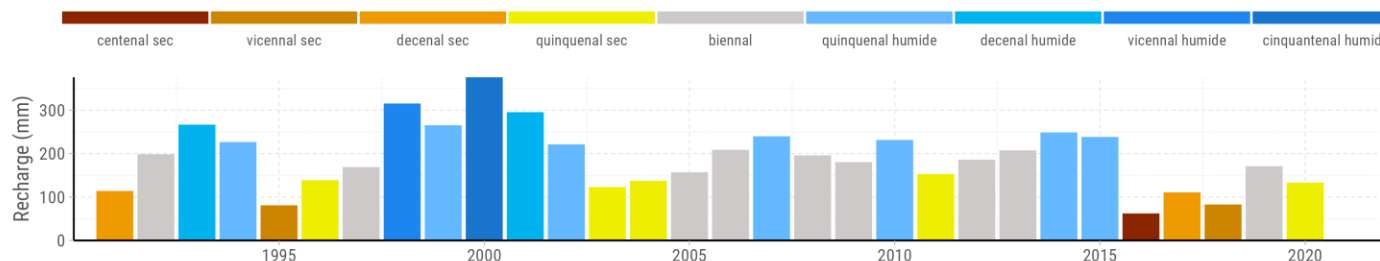
GARDENIA



SAFRAN

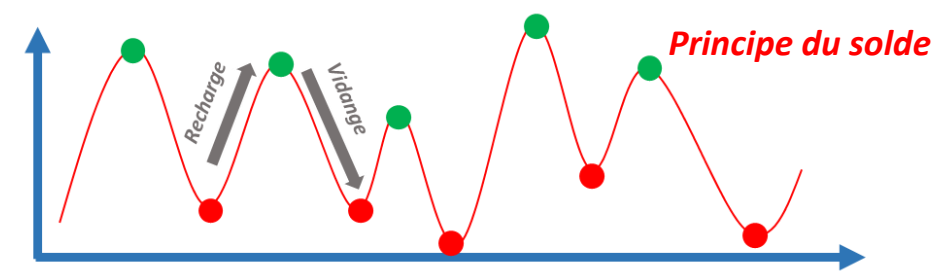


WALLINGFORD



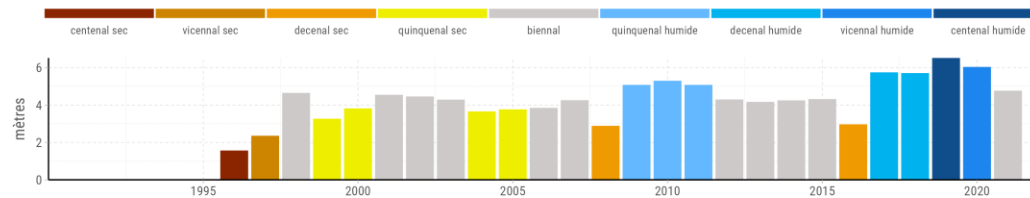
Sur les recharges : Sambre

Cohérence avec les recharges « apparentes », aux cyclicités près

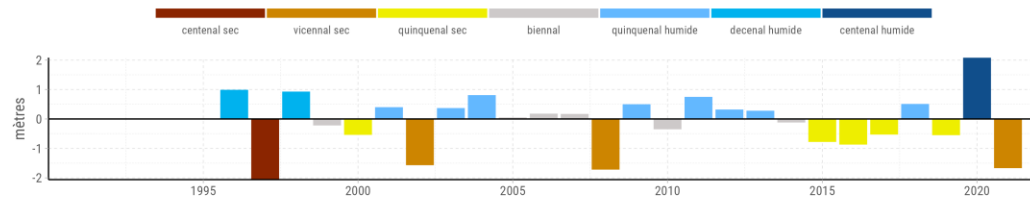


SAGE Escaut - Piézomètre 00296X0158/P1
Craie du Valenciennois

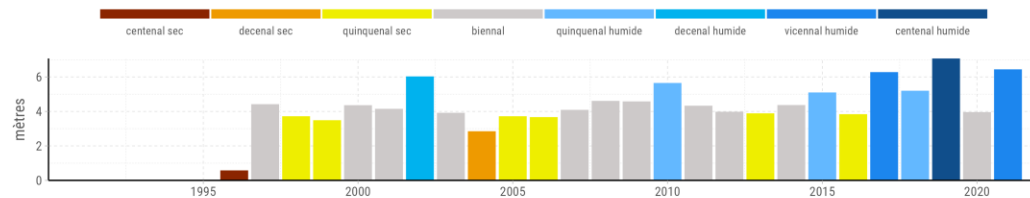
recharge apparente



solde apparente



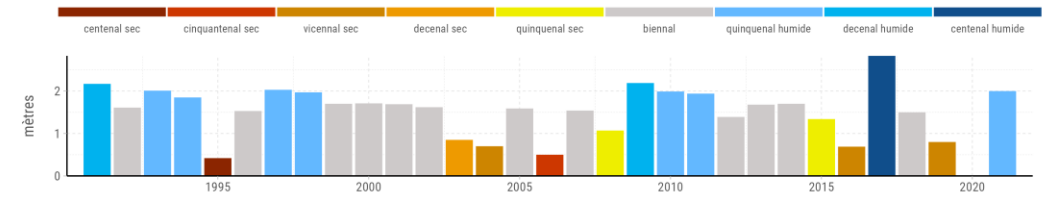
vidange apparente



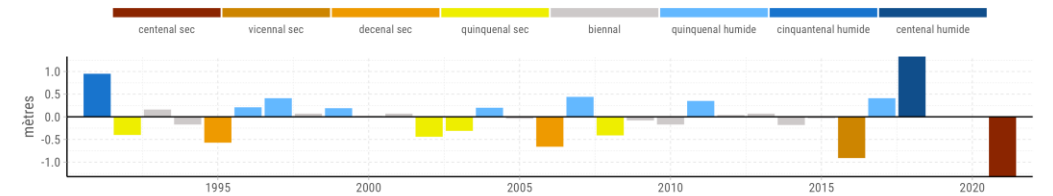
Réalisation : Antea group / Données ADES

SAGE Sambre - Piézomètre 00383X0229/PZSP6
"Calcaires de l'Avesnois"

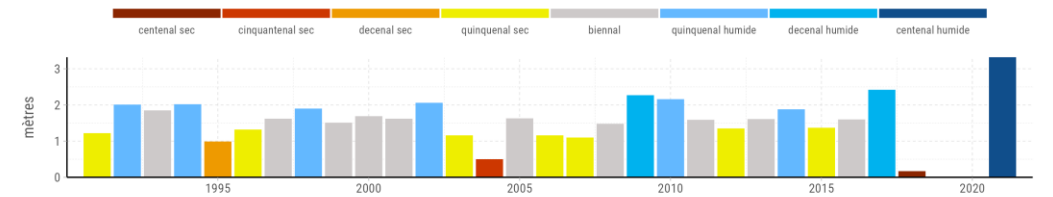
recharge apparente



solde apparente



vidange apparente



Réalisation : Antea group / Données ADES

Des soldes plutôt négatifs sur la Craie du Valenciennois, en accord avec les tendances observées, malgré des recharges plutôt importantes constatées et dans la normale sur des recharges « déduites » des évènements de surface (Pluie)

Observations sur les ressources



Sur la ressource : Sambre

Piézométrie – taux de Franchissement HMNA5 et seuils des arrêtés sécheresse

Statistique

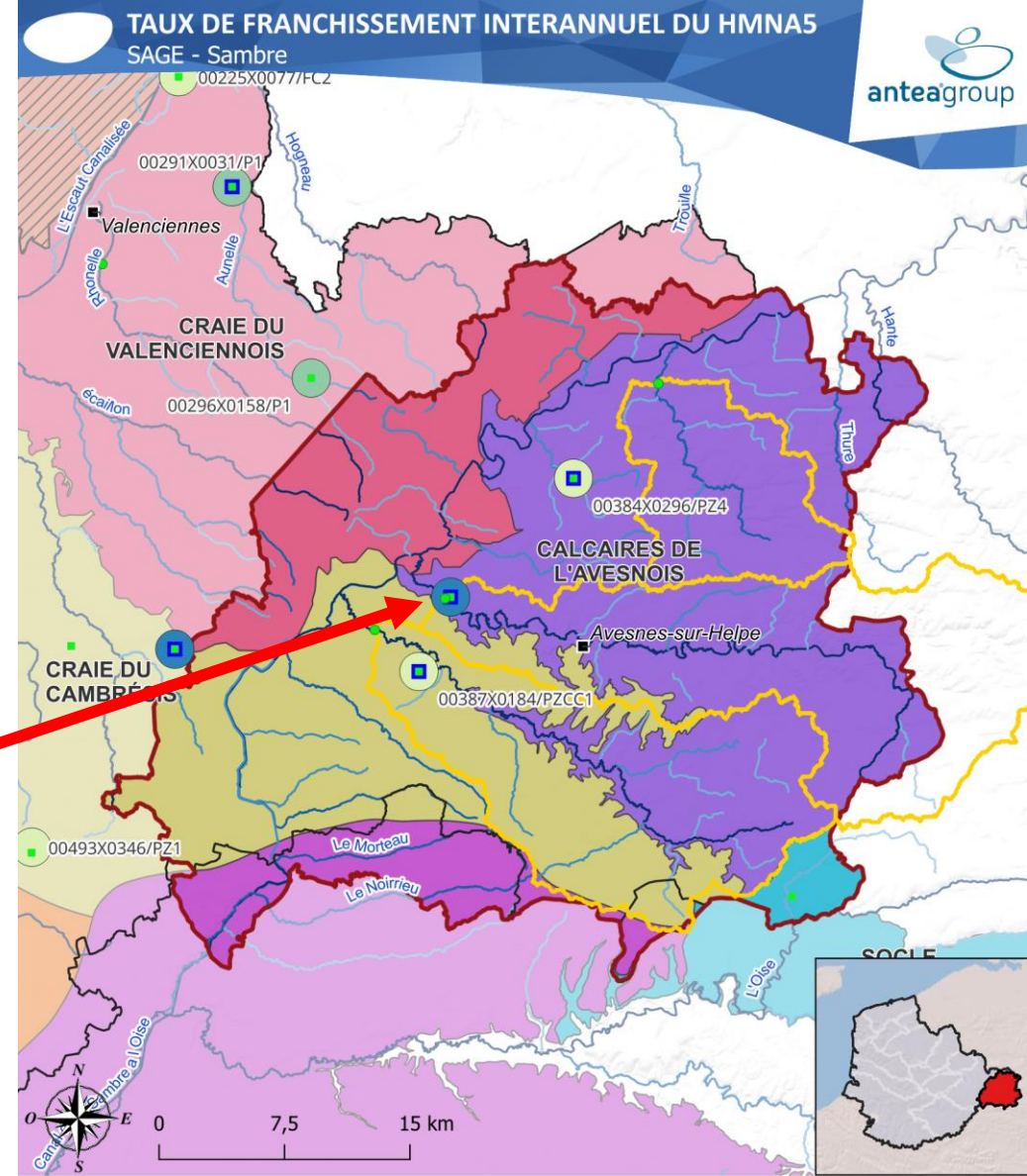
Vigilance

Alerte

Crise

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	PIEZOMETRIE - Taux de franchissement du HMNA5 (%)			PIEZOMETRIE - Franchissement des seuils d'arrêtés sécheresse				
		Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00384X0296/PZ4 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00387X0184/PZCC1 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois
		Cyclicité Annuelle dominante	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	Cyclicité Annuelle dominante	Nombre de jours de franchissement du seuil de vigilance	Nombre de jours de franchissement du seuil de vigilance renforcée	Nombre de jours de franchissement du seuil d'alerte	Nombre de jours de franchissement du seuil d'alerte renforcée	Nombre de jours de franchissement du seuil de crise
1991	1990 - 1991				36	22	12	0	0
1992	1991 - 1992				8	6	1	0	0
1993	1992 - 1993				0	0	0	0	0
1994	1993 - 1994				1	0	0	0	0
1995	1994 - 1995				3	1	0	0	0
1996	1995 - 1996				47	43	29	14	0
1997	1996 - 1997				39	21	7	0	0
1998	1997 - 1998				8	2	0	0	0
1999	1998 - 1999				2	0	0	0	0
2000	1999 - 2000				0	0	0	0	0
2001	2000 - 2001				0	0	0	0	0
2002	2001 - 2002				0	0	0	0	0
2003	2002 - 2003				0	0	0	0	0
2004	2003 - 2004				6	3	0	0	0
2005	2004 - 2005				7	2	0	0	0
2006	2005 - 2006				18	4	2	0	0
2007	2006 - 2007			0	308	301	262	245	0
2008	2007 - 2008		0		286	222	73	34	3
2009	2008 - 2009			0	300	284	223	91	0
2010	2009 - 2010	0		0	257	223	214	148	55
2011	2010 - 2011	0	0	2	341	315	315	291	82
2012	2011 - 2012	0		0	323	272	178	61	2
2013	2012 - 2013	0	0	0	335	319	262	120	2
2014	2013 - 2014	0		0	282	272	211	103	2
2015	2014 - 2015	0		0	298	290	283	162	0
2016	2015 - 2016	0	0	0	346	336	259	175	33
2017	2016 - 2017	44	53	37	365	365	365	364	355
2018	2017 - 2018	9	35	20	325	298	264	234	73
2019	2018 - 2019		38	4	94	83	77	63	43
2020	2019 - 2020		0	13					
2021	2020 - 2021		0	0	150	97	29	19	0
2022	2021 - 2022	29	0	33	310	293	286	273	134
MOYENNE 1991-2022					4 495	4 092	3 373	2 397	784

Seuils franchis très régulièrement depuis 2004



Légende :

- Villes principales
- Stations hydrométriques modélisées
- Bassin modélisé
- SAGE
- Piézomètres - arrêtés sécheresse
- Piézomètres - recharge apparente
- Taux de franchissement HMNA5 (% des observations)
- < 3
- 3 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- > 20

Sur la ressource : Sambre

Hydrométrie – taux de Franchissement QMNA5 et seuils des arrêts sècheresse

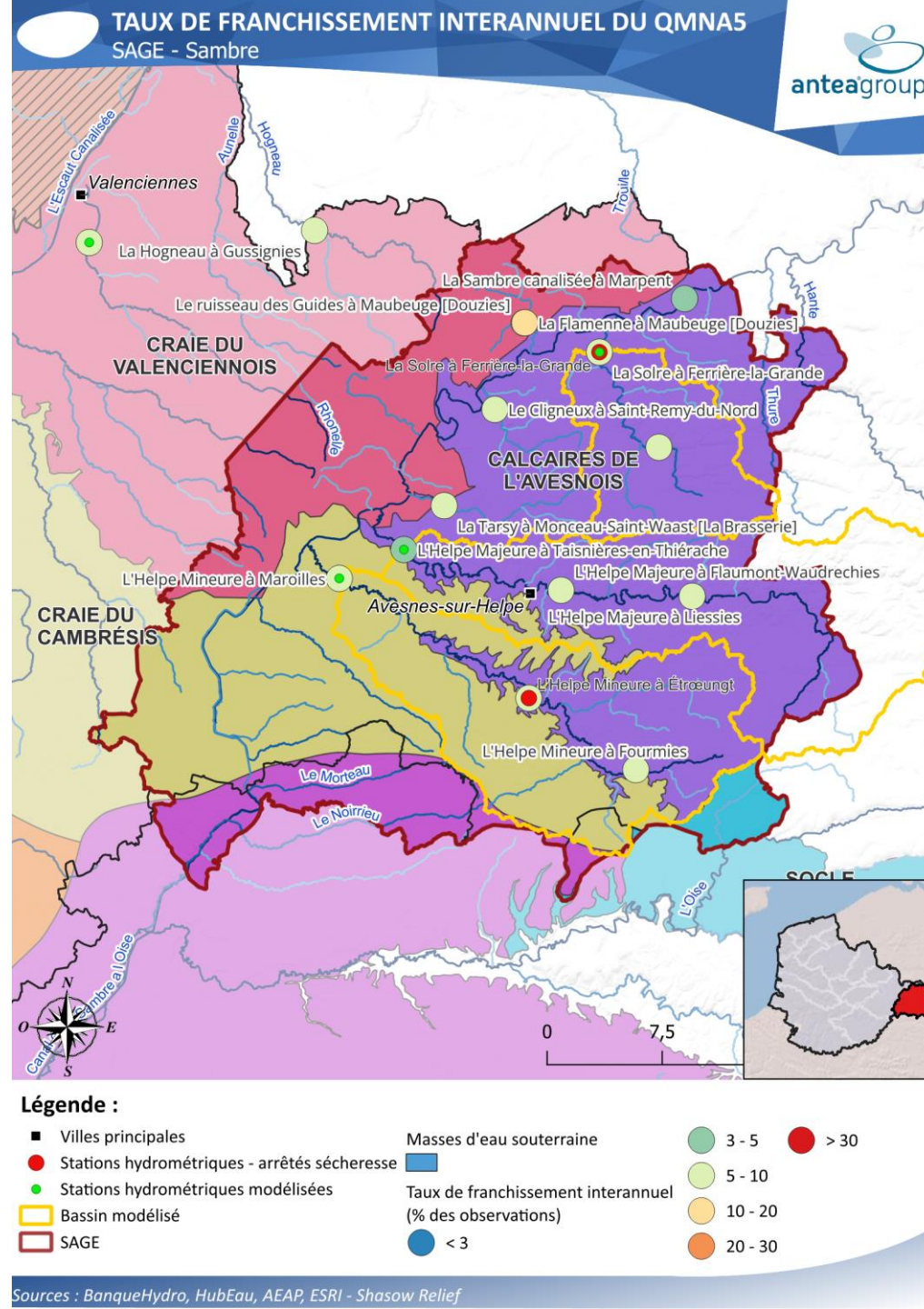
Vigilance Alerte Crise

HYDROLOGIE - Nb jours de franchissement du QMNA5

HYDROLOGIE - Nb jours de franchissement des seuils d'arrêts sècheresse

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	L'Helpe Majeure à Liessies	L'Helpe Majeure à Taisnières-en-Thiérache	L'Helpe Mineure à Étrœungt	L'Helpe Mineure à Fourmies	L'Helpe Mineure à Maroilles	La Solre à Ferrière-la-Grande	La Solre à Ferrière-la-Grande	La Solre à Ferrière-la-Grande	La Solre à Ferrière-la-Grande	La Solre à Ferrière-la-Grande
		Franchissements statistiques sur les stations de l'Helpe (majeur & mineur)						Nombre de jours de franchissement du seuil de vigilance	Nombre de jours de franchissement du seuil de vigilance renforcée	Nombre de jours de franchissement du seuil d'alerte	Nombre de jours de franchissement du seuil d'alerte renforcée
1991	1990 - 1991	29	84	18	0	21	181	77	25	16	2
1992	1991 - 1992	15	0	0	71	0	43	19	3	0	0
1993	1992 - 1993	88	37	0	114	7	59	11	1	0	0
1994	1993 - 1994	97	19	1	0	48	32	9	0	0	0
1995	1994 - 1995	15	46	19	0	105	62	46	22	0	0
1996	1995 - 1996	144	0	7	3	7	232	175	122	50	23
1997	1996 - 1997	103	35	41	0	91	68	42	15	7	6
1998	1997 - 1998	16	3	0	0	12	18	0	0	0	0
1999	1998 - 1999	91	45	0	16	14	11	0	0	0	0
2000	1999 - 2000	23	0	0	0	18	0	0	0	0	0
2001	2000 - 2001	55	1	0	0	3	0	0	0	0	0
2002	2001 - 2002	49	17	16	0	9	0	0	0	0	0
2003	2002 - 2003	154	125	124	0	85	17	9	0	0	0
2004	2003 - 2004	103	23	14	0	7	68	8	0	0	0
2005	2004 - 2005	100	40	16	0	54	21	0	0	0	0
2006	2005 - 2006	0	2	13	0	22	13	0	0	0	0
2007	2006 - 2007	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2008	2007 - 2008	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
2009	2008 - 2009	0	0	45	0	1	0	0	0	0	0
2010	2009 - 2010	33	0	33	0	4	0	0	0	0	0
2011	2010 - 2011	0	0	100	0	20	4	0	0	0	0
2012	2011 - 2012	0	0	42	9	20	0	0	0	0	0
2013	2012 - 2013	0	0	6	31	24	0	0	0	0	0
2014	2013 - 2014	0	0	0	0	39	2	0	0	0	0
2015	2014 - 2015	5	0	0	37	44	0	0	0	0	0
2016	2015 - 2016	0	0	0	79	43	87	50	25	0	0
2017	2016 - 2017	0	1	55	188	112	313	179	226	167	75
2018	2017 - 2018	0	0	111	96	99	240	195	125	44	0
2019	2018 - 2019	0	0	48	80	27	214	138	55	3	0
2020	2019 - 2020	0	0	40	115	12	210	136	59	18	0
2021	2020 - 2021	0	0	0	3	16	89	29	7	0	0
2022	2021 - 2022	0	0	47	0	0	268	199	90	5	0
MOYENNE 1991-2022		1 120	478	824	842	964	2 253	1 422	775	310	106

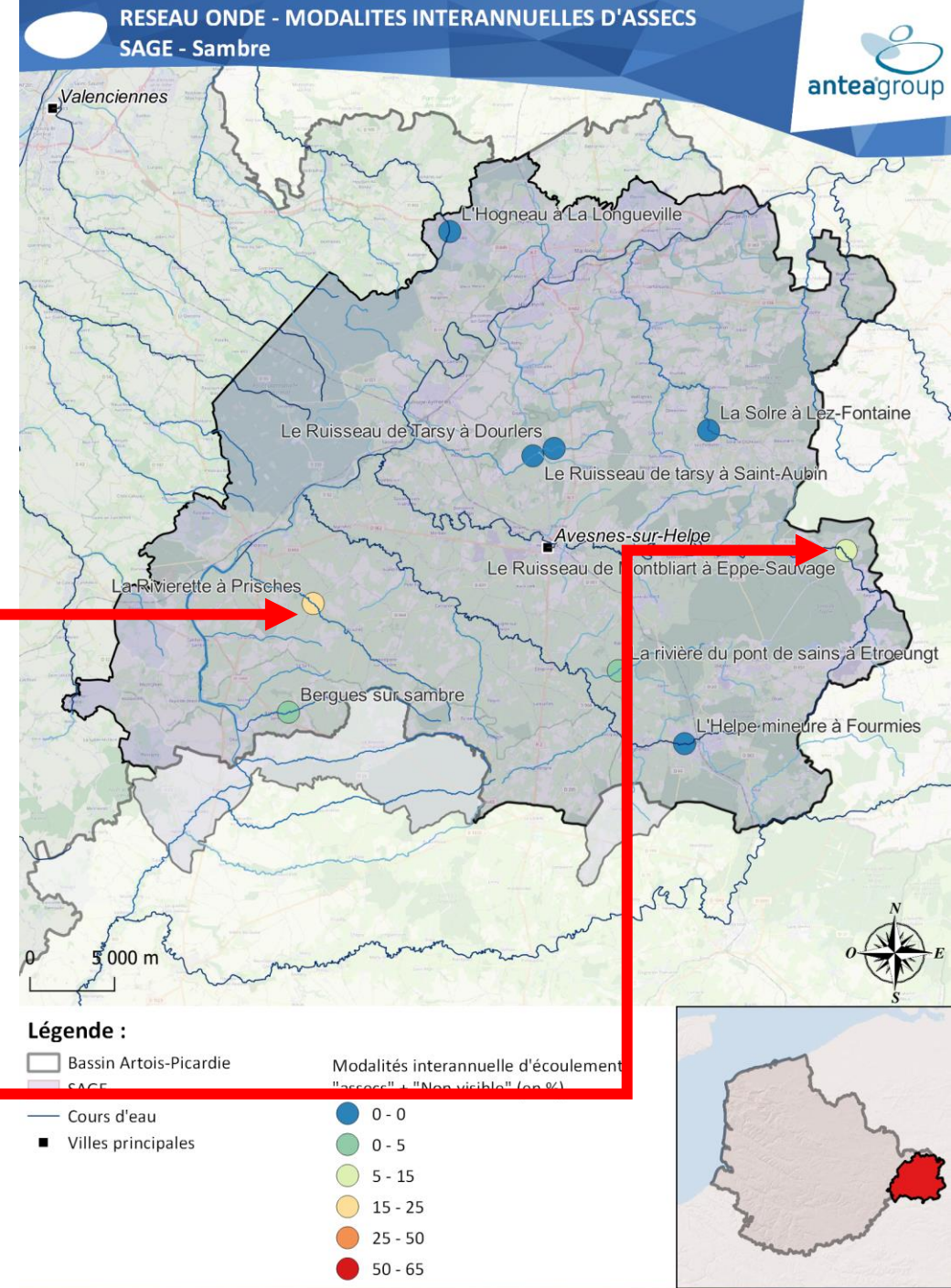
Seuils franchis très régulièrement depuis 2016 sur la Solre et historiquement entre 1991 et 1998



Sur la ressource : Sambre

Hydrométrie – Indicateurs d'assecs ONDE

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Bergues sur sambre	La rivière du pont de sains à Etroeungt	La Rivierette à Prisches	La Solre à Lez-Fontaine	Le Ruisseau de Montbliart à Eppe-Sauvage	Le Ruisseau de Tarsy à Dourlers	Le Ruisseau de tarsy à Saint-Aubin	L'Helpe mineure à Fourmies	L'Hogneau à La Longueville
Observations des assecs à l'écoulement sur les têtes de bassin versant depuis 2012										
1991	1990 - 1991									
1992	1991 - 1992									
1993	1992 - 1993									
1994	1993 - 1994									
1995	1994 - 1995									
1996	1995 - 1996									
1997	1996 - 1997									
1998	1997 - 1998									
1999	1998 - 1999									
2000	1999 - 2000									
2001	2000 - 2001									
2002	2001 - 2002									
2003	2002 - 2003									
2004	2003 - 2004									
2005	2004 - 2005									
2006	2005 - 2006									
2007	2006 - 2007									
2008	2007 - 2008									
2009	2008 - 2009									
2010	2009 - 2010									
2011	2010 - 2011									
2012	2011 - 2012		0		0	0		0	0	
2013	2012 - 2013	0	0		0	0		0	0	
2014	2013 - 2014	0	0		0	0		0	0	
2015	2014 - 2015	0	0		0	0		0	0	
2016	2015 - 2016	0	0		0	0		0	0	
2017	2016 - 2017	0	0	3	0	1		0	0	
2018	2017 - 2018	0	0	5	0	1		0	0	
2019	2018 - 2019	0	0	2	0	0		0	0	
2020	2019 - 2020	0	0	3	0	1		0	0	
2021	2020 - 2021	0	0	0	0	0	0		0	0
2022	2021 - 2022	0	0	0	0	0	0		0	0
MOYENNE 1991-2022		0	0	13	0	3	0	0	0	0



Recensement des prélèvements



Prélèvements : Sambre

à partir des données fournies (Agence)

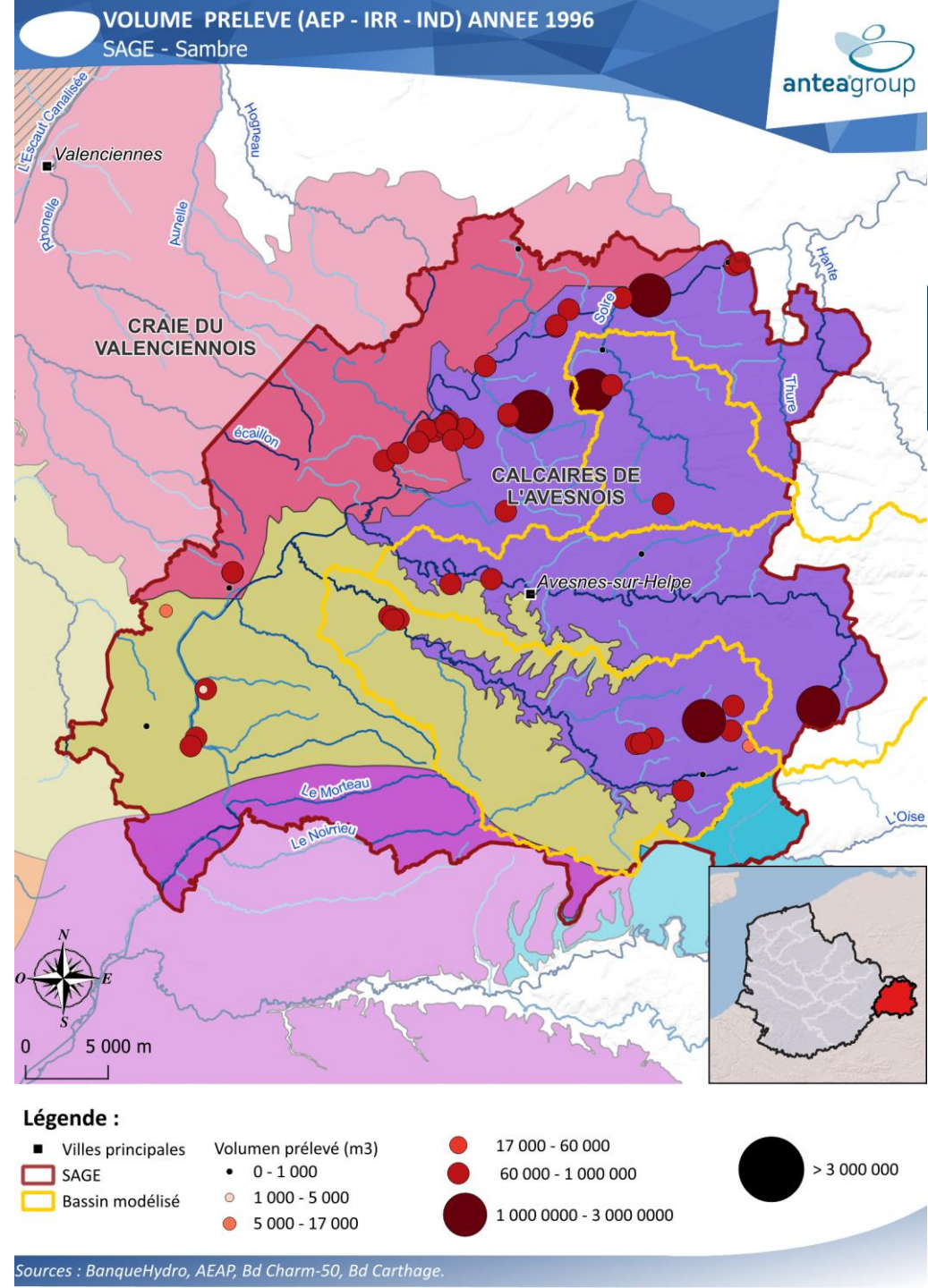
Les volumes prélevés sur l'ensemble du territoire du SAGE s'établissent aux environs de 26,7 Mm3 en moyenne sur la période 1998-2022, la plus représentative et la plus régulière pour ces années avec la répartition suivante sur cette période :

- Près de 5,5 % en eaux superficielles (en forte diminution entre 1994 et 2007, stable depuis)
- Près de 94,5 % en eaux souterraines (en légère augmentation moyenne entre 1991 et 2007, plus stable depuis), essentiellement concentrés au droit des calcaires de l'Avesnois

Les volumes prélevés sur Mai à Octobre sur l'ensemble du territoire du SAGE s'établissent aux environs de 13.0 à 13.5 Mm3 en moyenne sur la période 1998-2022, soit 50 % des prélèvements annuels, avec une répartition entre eaux superficielles et eaux souterraines sensiblement identique à la répartition annuelle

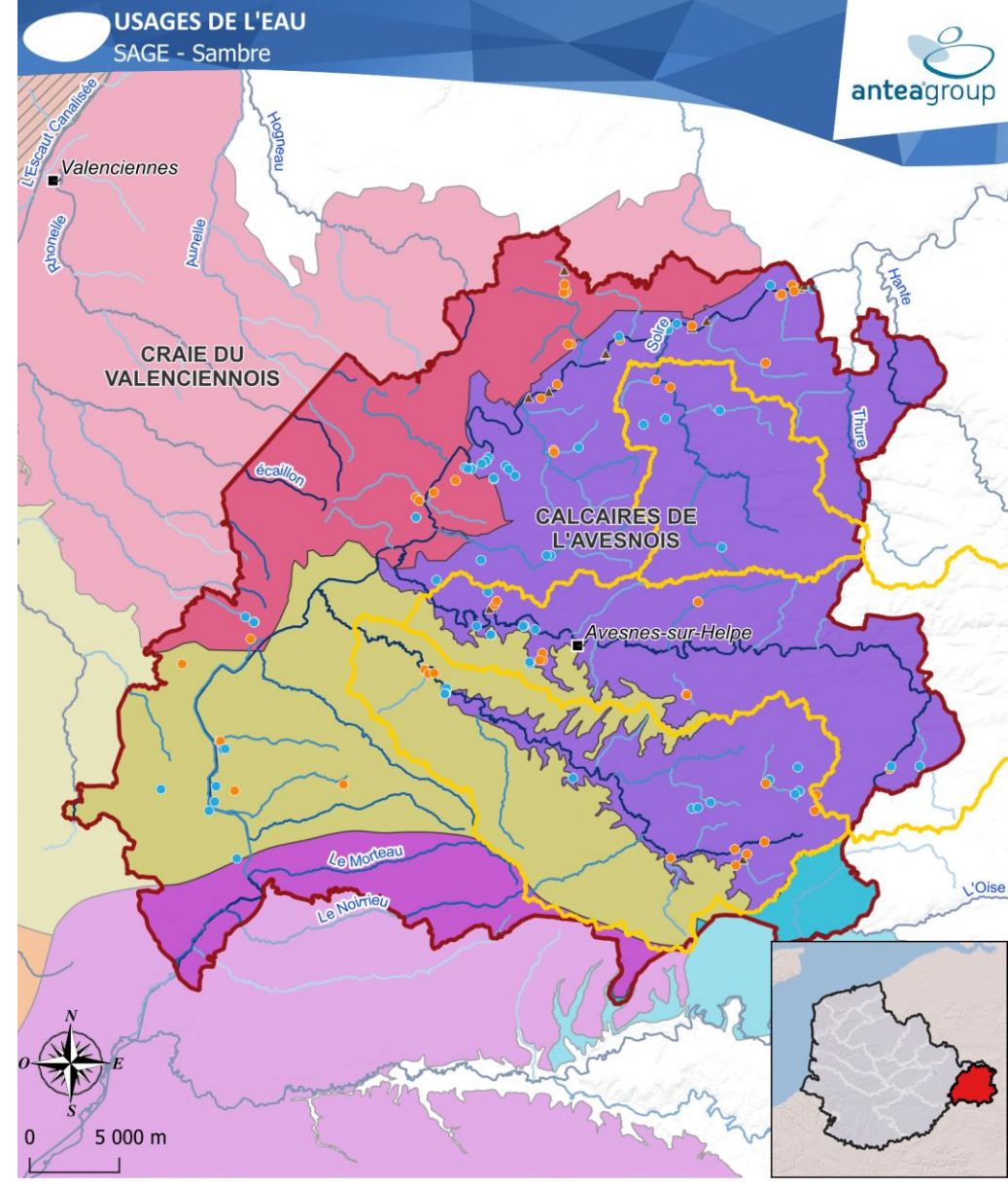
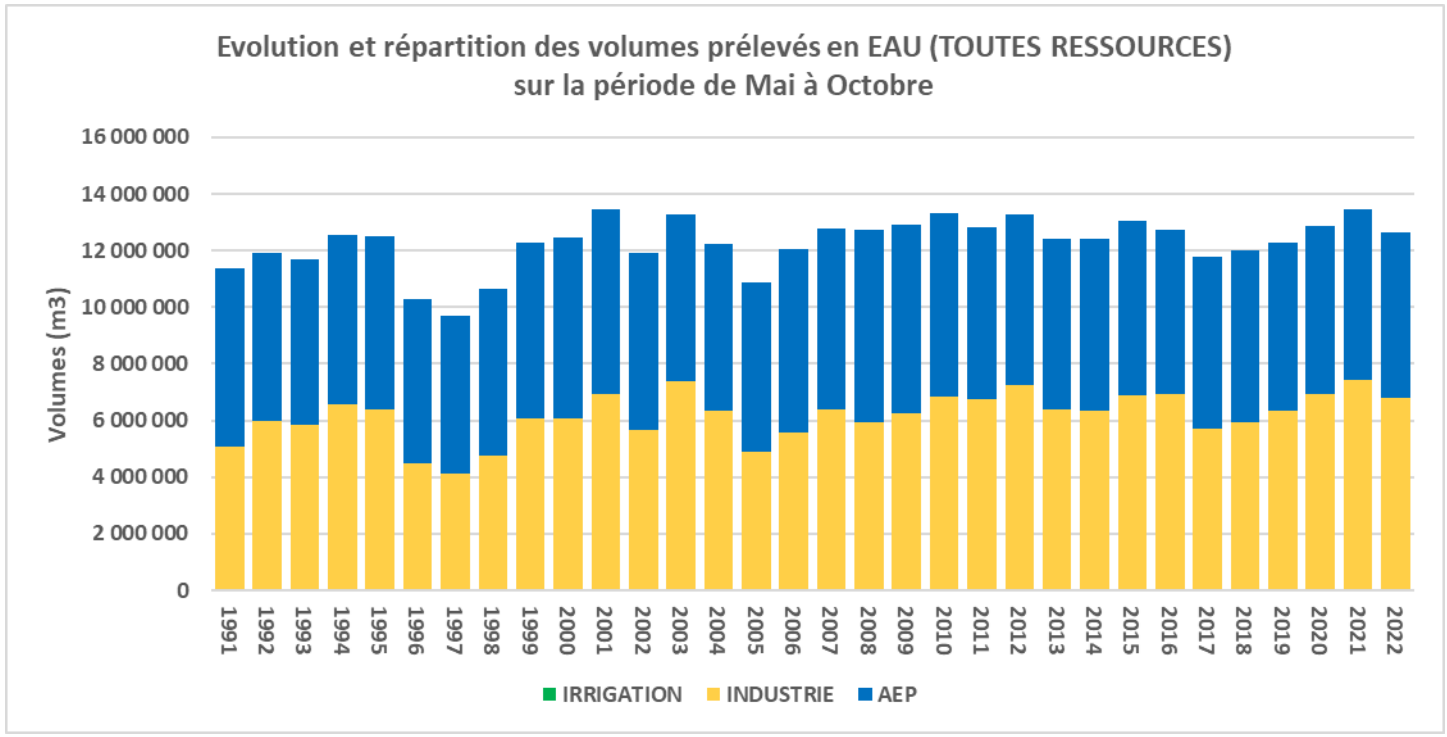
Sur la période 1998 à 2022, la répartition entre les usages en eaux souterraines est la suivante :

- pour l'AEP 51 % en annuel comme en basses eaux, relativement stable autour de 5,8 à 6,8 Mm3 (assez stable depuis 1991)
- pour l'industrie 49 % en annuel comme en basses eaux, assez stable autour de 5,5 à 7,5 Mm3 sur 2010-2022 faisant suite à une sensible augmentation auparavant
- Aucun prélèvement à usage agricole n'est recensé dans les déclarations faites auprès de l'Agence de l'Eau



Prélèvements : Sambre

à partir des données fournies (Agence)



- Légende :**
- Villes principales
 - Typologie des usages
 - ▲ ESU - Autres usages économiques
 - SAGE
 - ESO - Autres usages économiques
 - ▲ ESU - Eau potable
 - Bassin modélisé
 - ESO - Eau potable
 - ▲ ESU - Irrigation
 - ESO - Irrigation

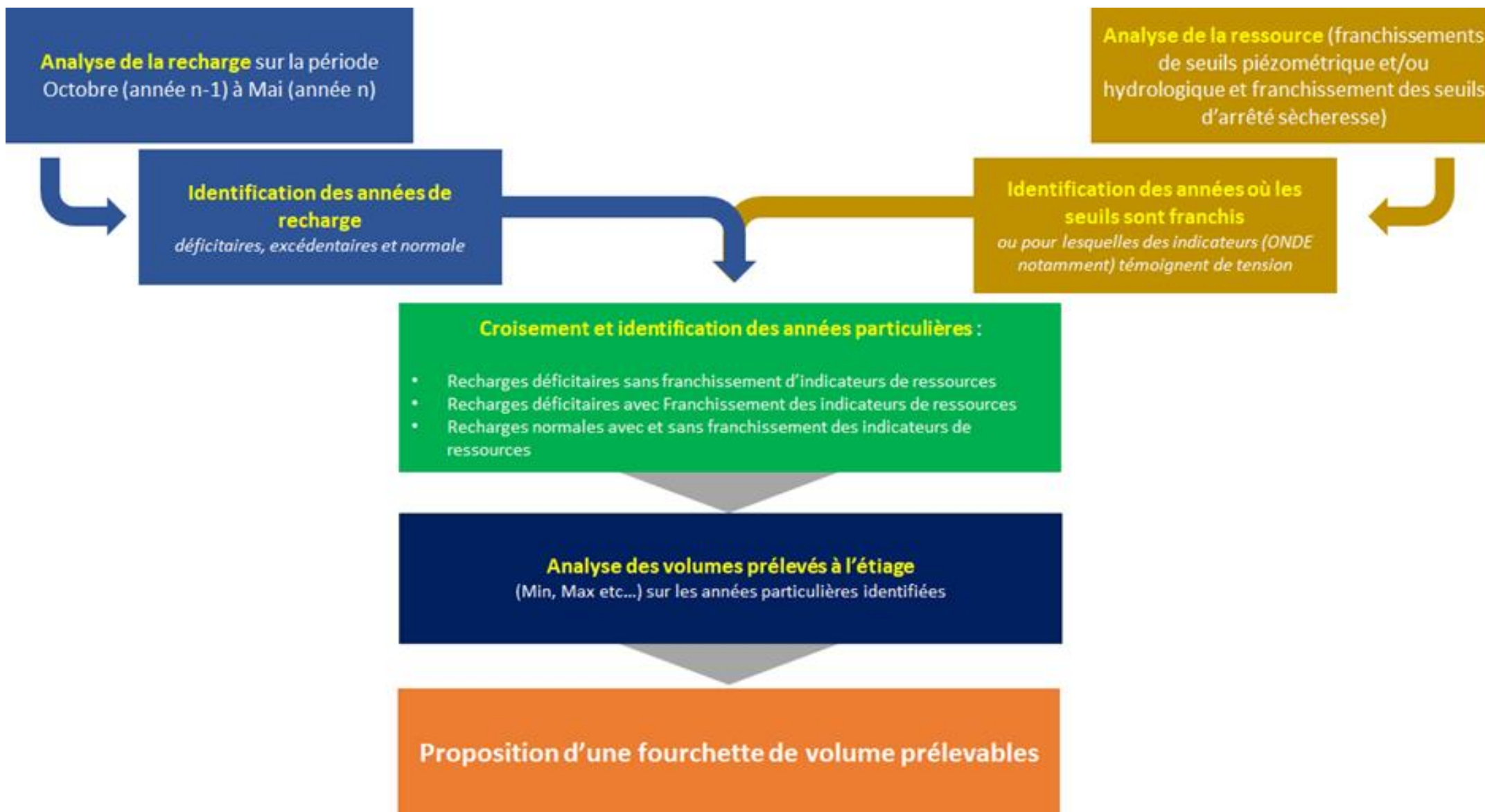


Déploiement de la méthode

Evaluation des volumes mobilisables provisoires

Approche détaillée

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

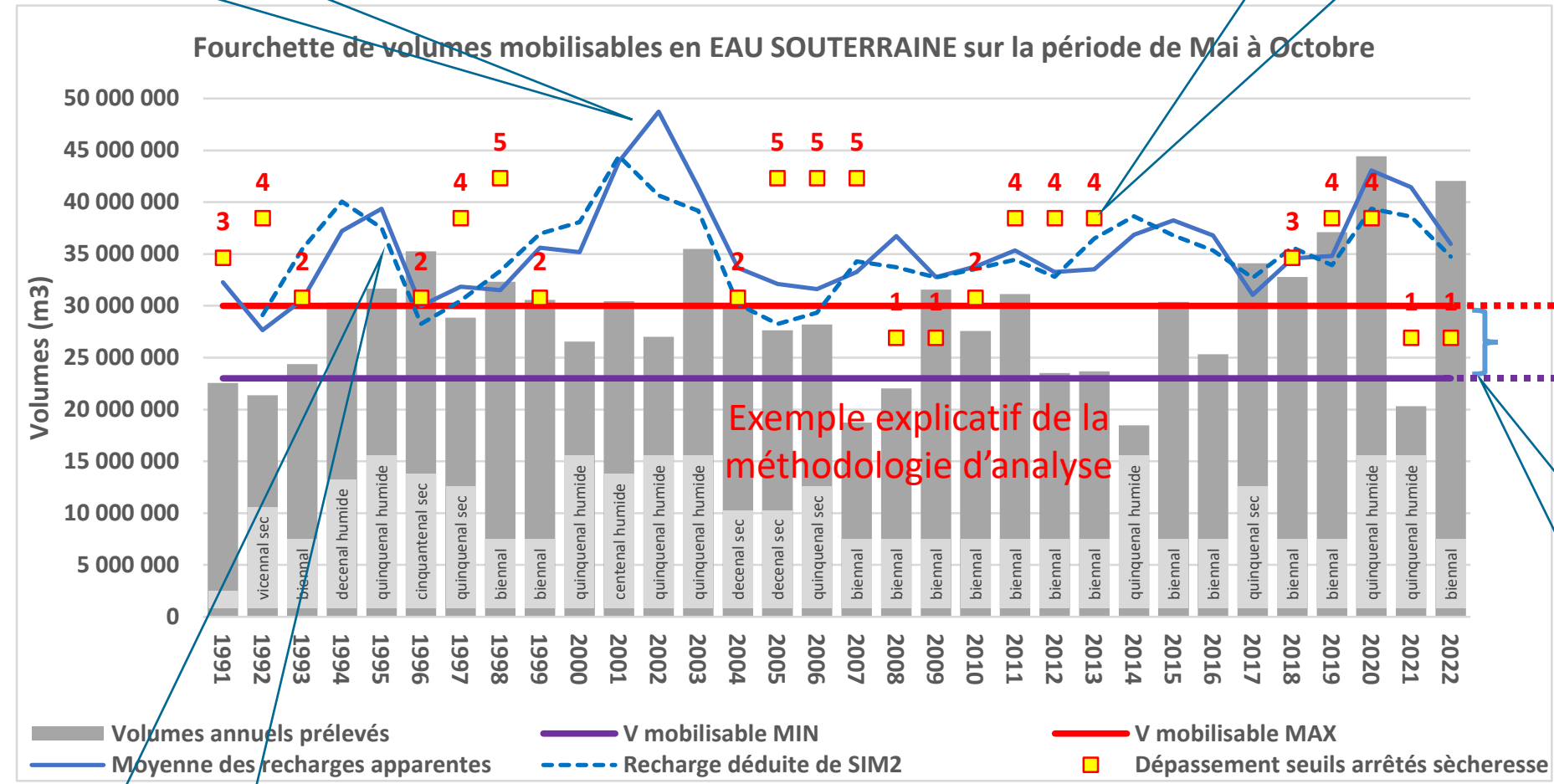


Éléments synthétiques d'analyse

Volumes et incidences sur la ressource

Franchissement des seuils d'arrêtés – constatée sur au moins 1 station (ESU ou ESO)
 1 = vigilance
 3 = Alerte
 5 = crise

Recharge constatée de la nappe annuellement



Volume trop important

Volume à arbitrer selon la situation de la ressource

Volume acceptable

Enveloppe de volume proposée (Min violet / Max rouge)

Recharge déduite par les données climatiques

Définition des Volumes mobilisables provisaires

Enveloppes de volume proposées : Sambre

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

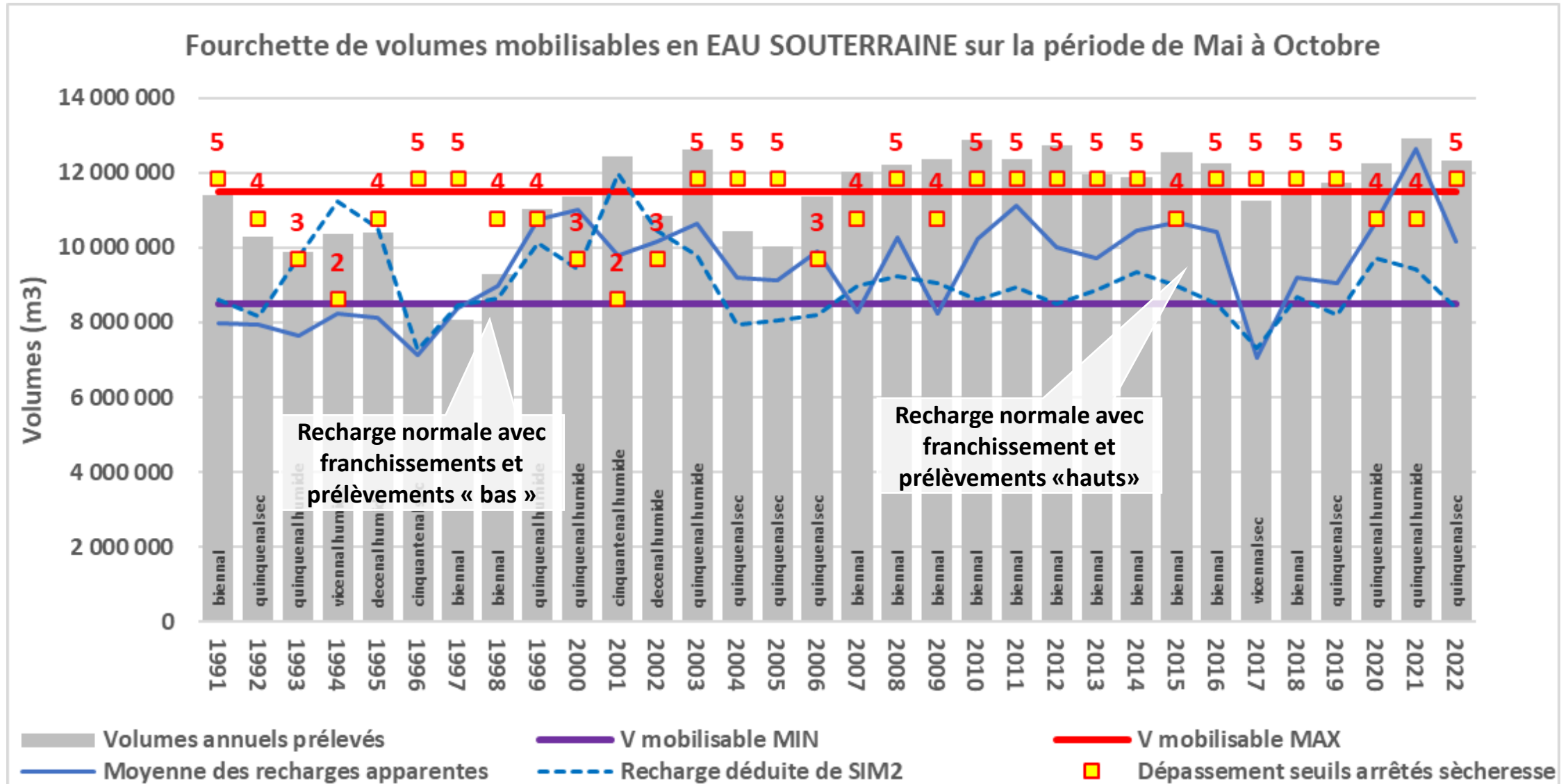
Périodes et ressources concernées	Fourchette proposée	Equivalent en % de d'une recharge normale (biennale)	Equivalent en % de d'une recharge quinquennale sèche
VP en eaux souterraines sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 8.5 et 11.5 Mm3	Entre 3 et 4 %	Entre 5 et 6 %
VP en eaux souterraines sur la <u>période annuelle</u>	Entre 20.5 et 23.5 Mm3	Entre 8 et 10 %	Entre 12 et 14 %
VP en eaux de surface sur <u>la période de basses eaux</u>	/	/	/
VP en eaux de surface sur <u>la période annuelle</u>	/	/	/
VP toutes ressources confondues sur <u>la période de basses eaux</u>	Entre 8.5 et 11.5 Mm3	Entre 3 et 4 %	Entre 5 et 6 %
VP toutes ressources confondues sur <u>la période annuelle</u>	Entre 20.5 et 23.5 Mm3	Entre 8 et 10 %	Entre 12 et 14 %

Pas de volume défini en eaux de surface

La recharge intégrée dans les statistiques correspond à la recharge pondérée de SIM2 par les recharges SIM2 évaluées au niveau des trois bassins modélisés : La Solre à Ferrière-la-Grande, L'Helpe Majeure à Taisnières-en-Thiérache, L'Helpe Mineure à Maroilles

Incidences sur les pratiques actuelles : Sambre

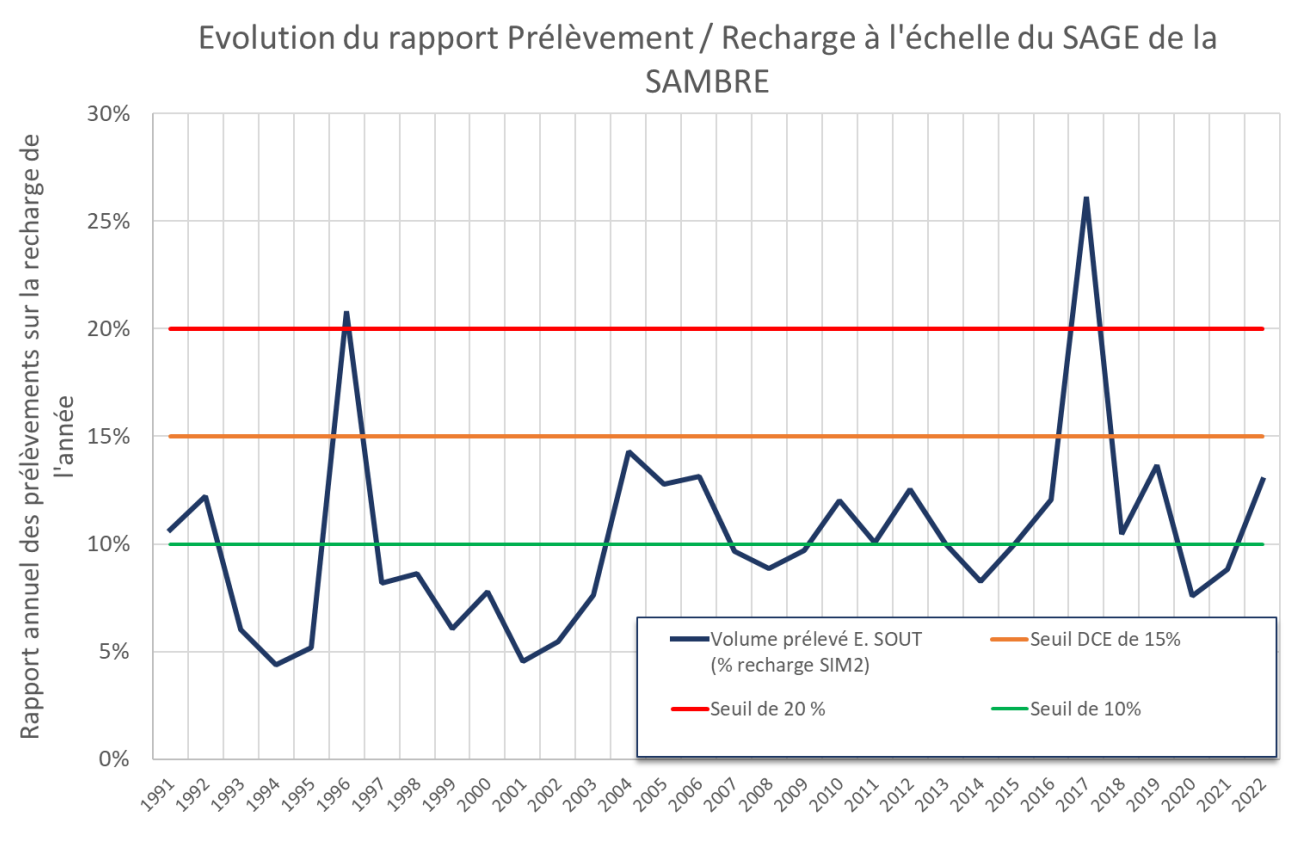
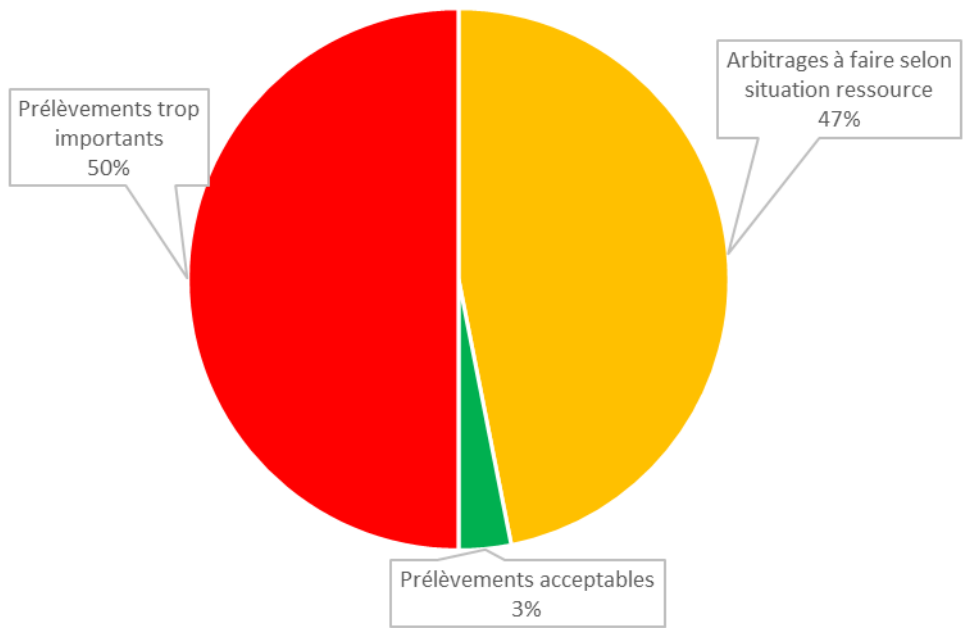
à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées



Incidences sur les pratiques actuelles : SAMBRE

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

Répartition des années en fonction des volumes prélevés à l'étiage



Les prélèvements annuels en eaux souterraines sur la période 2007 à 2022 représentent en moyenne 11% de la recharge estimée (variant entre 8 et 13/14% selon les années, excepté 2017 année de faible recharge SIM2)

Synthèse et perspectives

Amélioration des connaissances, gestion dynamique et outils de modélisations

Rappel de quelques limites intrinsèques

Dans l'approche déployée

Les limites de la méthodologie sont dépendantes :

1. De la bonne connaissance des prélèvements effectués sur le territoire (localisation, volumes concernés, voire cohérence des usages attribués dans certains cas) s'agissant de les comparer à la recharge et aux indicateurs de dépassement de seuils.
2. En particulier pour les prélèvements de surface où des transferts d'eau, dans un contexte géographique marqué par la présence de nombreux canaux en lien avec le réseau hydrographique (prises d'eau, pertes potentielles pouvant alimenter la nappe sous-jacente, rejets en soutien).
3. Du fonctionnement particulier de la masse d'eau des calcaires de l'Avesnois, marqués par la présence d'une forte fissuration plus ou moins développée qui contribue à réduire les écoulements de base des cours d'eau en période d'étiage
4. Des choix faits dans la prise en compte des modélisations sur des bassins versants parfois peu représentatifs des prélèvements du bassin, choix dépendants des stations hydrométriques existantes.
5. De la non prise en compte du désinfluencement des régimes piézométriques et hydrologiques pour calibrer au mieux l'influence des prélèvements sur les eaux souterraines et superficielles.

Amélioration des complétudes de données et des connaissances

Sur les usages & les ressources

1. **Maintien en l'état du réseau de surveillance existant** (pour éviter au maximum les lacunes de données).
2. Disposer des **données mensuelles des volumes prélevés** pour l'alimentation en eau potable et à usage industriel pour l'ensemble des producteurs.
3. **Procéder à l'identification des volumes agricoles prélevés**, y compris pour les volumes limités (s'il y en a).



Amélioration de la surveillance

1. Piézométrie :

- Un réseau de piézomètres de référence de l'unité sècheresse principale du Bassin versant de la Sambre bien développé, mais uniquement ciblé sur les Calcaires de l'Avesnois
- Proposition pouvant être faite de disposer, sur le territoire, de piézomètres de suivi sur les masses d'eau de la Craie du Cambrésis et de la Craie du Valenciennois, à évaluer au regard de l'importance des prélèvements effectués plus limités que sur les Calcaires de l'Avesnois (en particulier pour la Craie du Valenciennois). Pour information, pas de prélèvements à usage agricole identifiés sur le SAGE

2. Hydrologie :

- Les stations hydrométriques présentes sur le territoire permettent de disposer de données, mais dont l'exploitation est rendue délicate dans le cadre de l'étude du fait de la variabilité géologique des bassins versants. La station de référence de La Solre à Ferrière-la-Grande est la plus homogène de ce point de vue.
- Proposition pouvant être faite de mise en place d'une station complémentaire disposant d'un bassin versant sur la Craie du Cambrésis (La Riviérette, malgré la présence d'un écoulement intermittent ?)



Amélioration des méthodes

Constat :

Les méthodes utilisées dans le cadre de l'étude fournissent des résultats intéressants, mais parfois difficiles à interpréter du fait de la variabilité des masses d'eau identifiées sur certains bassins versants de cours d'eau

De ce fait, elles connaissent des limites dans l'approche de l'estimation des Volumes mobilisables provisoires, en particulier relative au secteur concerné par la masse d'eau des Calcaires de l'Avesnois (cyclicité pluriannuelle de la recharge, présence d'une fissuration développée de manière très hétérogène)

L'analyse de la recharge apparente constitue ainsi un élément important pour caractériser la situation de la nappe

Evolution souhaitable :

La mise en œuvre d'une modélisation hydrodynamique de la craie étendue à l'ensemble des territoires crayeux, permettra d'aborder la gestion de l'hydrosystème en termes de disponibilité de la ressource et de gestion prévisionnelle

Cette démarche est également souhaitable sur la partie Calcaires de l'Avesnois mais plus délicate à mettre en œuvre compte tenu de la forte fissuration parfois hétérogène affectant les calcaires

Par ailleurs, une approche des volumes mobilisables à l'échelle du SAGE ne semble pas pertinente, mais devrait être abordée à l'échelle des bassins versants



Engagement d'une gestion dynamique

Plus proche d'une gestion équilibrée et partagée

La définition des Volumes Mobilisables Provisoires doit être envisagée sous l'angle « volume maximum autorisé » mais pouvant être abaissé par suite de situations climatiques ou de niveaux préoccupants observés avant la période estivale.

L'ensemble des améliorations proposées dans les éléments précédents concourent à la mise en place de cette gestion dynamique qui devra être concertée et partagée au sein des SAGE.





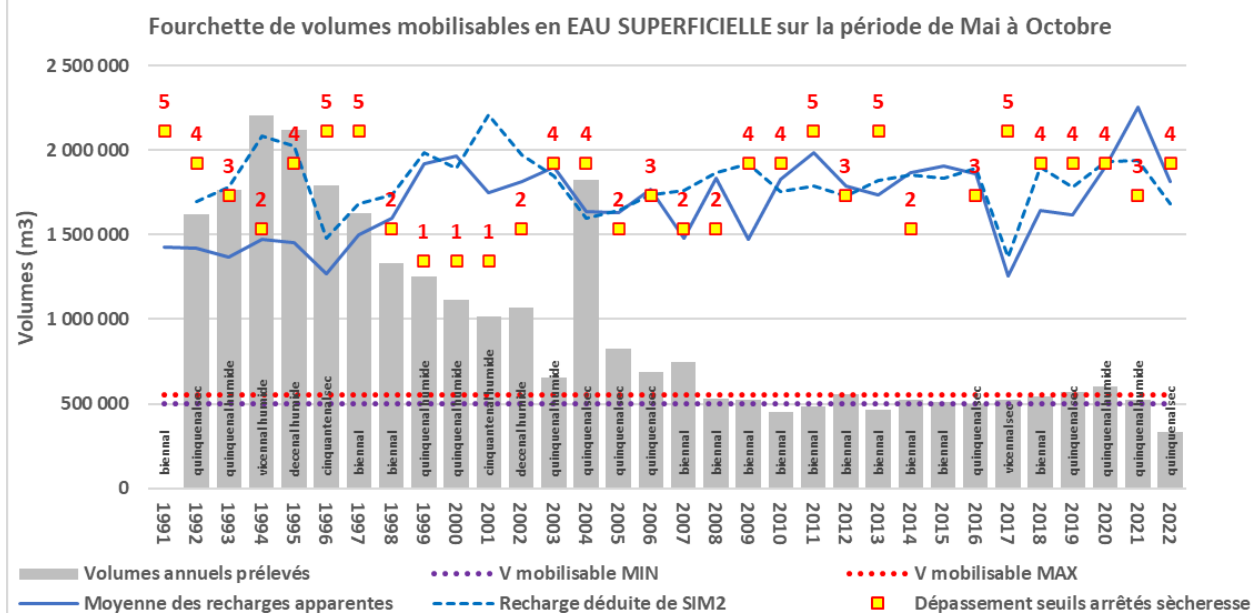
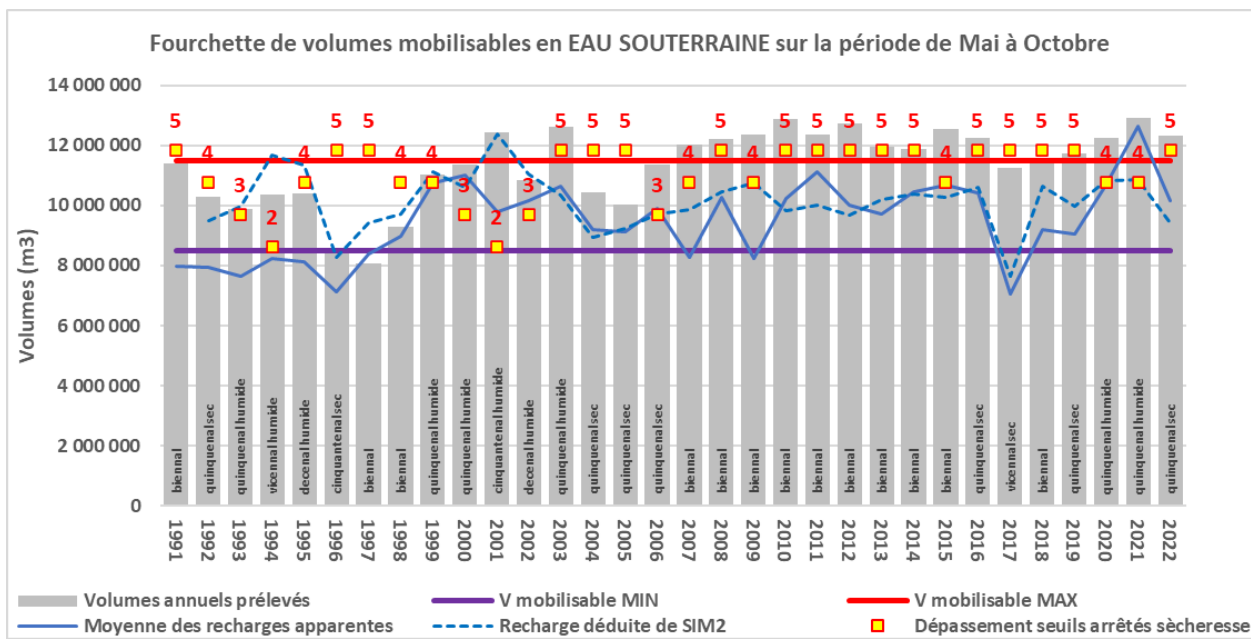
Merci de votre attention



Understanding today. Improving tomorrow.

Enveloppes de volume proposées – Eaux Souterraines

Unité sécheresse : Bassin versant de la Sambre



Période et ressource concernée	Fourchette proposée	Equivalent en % de d'une recharge normale (biennale)	Equivalent en % de d'une recharge quinquennale sèche
VP en eaux souterraines sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 8.5 et 11.5 Mm3	Entre 11 et 15 %	Entre 13 et 17 %
VP en eaux souterraines sur la <u>période annuelle</u>	Entre 20.5 et 23.5 Mm3	Entre 27 et 31 %	Entre 31 et 36 %
VP en eaux de surface sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 0.5 et 0.55 Mm3	Entre 0 et 0 %	Entre 0 et 0 %
VP en eaux de surface sur la <u>période annuelle</u>	Entre 1 et 1.05 Mm3	Entre 1 et 1 %	Entre 1 et 1 %
VP toutes ressources confondues sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 9 et 12.1 Mm3	Entre 12 et 16 %	Entre 13 et 18 %
VP toutes ressources confondues sur la <u>période annuelle</u>	Entre 21.5 et 24.6 Mm3	Entre 29 et 33 %	Entre 33 et 38 %

Intérêt de définir une fourchette au vu des faibles volumes en jeu depuis 2007/2008 ?

Sur les recharges : Sambre

à partir des méthodes SIM2 – GARDENIA & WALLINGFORD

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Totalité du SAGE (1358 km2)		
		Recharge période SIM2 non pondérée WALLINFORD ou GARDENIA (mm)	Recharge période SIM2 non pondérée WALLINFORD ou GARDENIA (Mm3)	Typologie
1991	1990 - 1991	160	214	biennal
1992	1991 - 1992	127	169	quinquenal sec
1993	1992 - 1993	246	328	quinquenal humide
1994	1993 - 1994	355	473	vicennal humide
1995	1994 - 1995	302	403	decenal humide
1996	1995 - 1996	61	82	cinquantenal sec
1997	1996 - 1997	147	197	biennal
1998	1997 - 1998	162	216	biennal
1999	1998 - 1999	273	364	quinquenal humide
2000	1999 - 2000	219	292	quinquenal humide
2001	2000 - 2001	409	546	cinquantenal humide
2002	2001 - 2002	297	396	decenal humide
2003	2002 - 2003	248	331	quinquenal humide
2004	2003 - 2004	109	146	quinquenal sec
2005	2004 - 2005	118	157	quinquenal sec
2006	2005 - 2006	130	173	quinquenal sec
2007	2006 - 2007	186	249	biennal
2008	2007 - 2008	207	276	biennal
2009	2008 - 2009	191	255	biennal
2010	2009 - 2010	160	214	biennal
2011	2010 - 2011	184	245	biennal
2012	2011 - 2012	152	203	biennal
2013	2012 - 2013	179	238	biennal
2014	2013 - 2014	215	287	biennal
2015	2014 - 2015	187	249	biennal
2016	2015 - 2016	152	203	biennal
2017	2016 - 2017	64	86	vicennal sec
2018	2017 - 2018	164	219	biennal
2019	2018 - 2019	129	172	quinquenal sec
2020	2019 - 2020	242	324	quinquenal humide
2021	2020 - 2021	220	293	quinquenal humide
2022	2021 - 2022	142	190	quinquenal sec
MOYENNE 1991-2022		193	257	

1991-1992: recharges normales à déficitaires

1993-1995: recharges excédentaires

1996-1998: recharges normales à déficitaires

1999-2003: recharges excédentaires

2004-2006: recharges déficitaires

2007-2016: recharges normales

2017-2019: alternance de recharges déficitaires et normales

2020-2021: recharges excédentaires

2022: recharge déficitaire

La Solre à Ferrière-la-Grande (115 km2)								
Recharge période SIM2 (mm)	Recharge période SIM2 (Mm3)	Typologie	Recharge période WALLINGFORD (mm)	Recharge période WALLINGFORD (Mm3)	Typologie	Recharge période GARDENIA (mm)	Recharge période GARDENIA (Mm3)	Typologie
188	22	biennal	141	16	quinquenal sec			
146	17	quinquenal sec	114	13	decenal sec	126	14	quinquenal sec
286	33	quinquenal humide	199	23	biennal	153	18	biennal
396	46	vicennal humide	267	31	decenal humide	231	27	vicennal humide
350	40	decenal humide	227	26	quinquenal humide	221	25	vicennal humide
70	8	vicennal sec	81	9	vicennal sec	70	8	cinquantenal sec
182	21	biennal	139	16	quinquenal sec	132	15	quinquenal sec
199	23	biennal	169	19	biennal	149	17	biennal
320	37	decenal humide	315	36	vicennal humide	214	25	decenal humide
250	29	quinquenal humide	265	31	quinquenal humide	183	21	quinquenal humide
438	50	cinquantenal humide	376	43	cinquantenal humide	260	30	centenal humide
352	41	decenal humide	295	34	decenal humide	204	24	decenal humide
287	33	quinquenal humide	221	25	quinquenal humide	172	20	biennal
135	16	quinquenal sec	123	14	quinquenal sec	110	13	decenal sec
136	16	quinquenal sec	137	16	quinquenal sec	116	13	quinquenal sec
153	18	quinquenal sec	157	18	biennal	142	16	biennal
204	23	biennal	209	24	biennal	145	17	biennal
243	28	quinquenal humide	240	28	quinquenal humide	179	21	quinquenal humide
203	23	biennal	196	23	biennal	172	20	biennal
178	20	biennal	180	21	biennal	143	17	biennal
199	23	biennal	231	27	quinquenal humide	141	16	biennal
189	22	biennal	153	18	quinquenal sec	143	16	biennal
188	22	biennal	186	21	biennal	152	17	biennal
225	26	biennal	207	24	biennal	159	18	biennal
194	22	biennal	248	29	quinquenal humide	151	17	biennal
121	14	quinquenal sec	238	27	quinquenal humide	149	17	biennal
65	8	cinquantenal sec	62	7	centenal sec	34	4	centenal sec
131	15	quinquenal sec	111	13	decenal sec	158	18	biennal
125	14	quinquenal sec	83	10	vicennal sec	142	16	biennal
248	29	quinquenal humide	171	20	biennal	186	21	quinquenal humide
230	27	biennal	133	15	quinquenal sec	189	22	quinquenal humide
169	20	biennal				124	14	quinquenal sec
213	25		191	22		156	18	

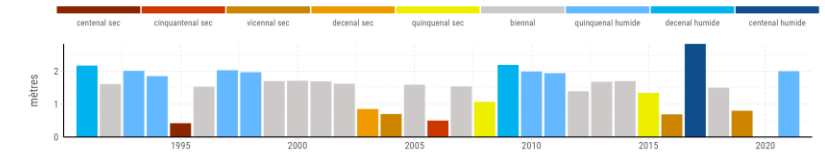
Sur les recharges : Sambre

Cohérence avec les recharges « apparentes », aux cyclicités près

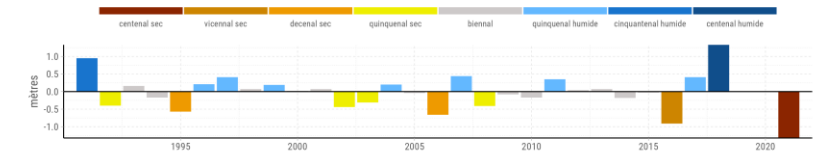
Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Piézomètre 00383X0229/PZSP6 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00387X0184/PZC1 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00384X0296/PZ4 Calcaires de l'Avesnois	Piézomètre 00512X0001/P1 Socle ardennais
		Cyclicité Annuelle dominante	Cyclicité Annuelle dominante	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	Cyclicité Annuelle dominante
1991	1990 - 1991	0,11	0,35		
1992	1991 - 1992	0,95	0,87		
1993	1992 - 1993	-0,40	-0,90		
1994	1993 - 1994	0,16	0,10		
1995	1994 - 1995	-0,17	-1,89		
1996	1995 - 1996	-0,57	-1,32		
1997	1996 - 1997	0,21	0,73		
1998	1997 - 1998	0,41	1,06		-0,79
1999	1998 - 1999	0,07	-0,81		-0,09
2000	1999 - 2000	0,19	0,87		0,72
2001	2000 - 2001	0,02	0,14		0,08
2002	2001 - 2002	0,07	-0,78	-1,10	-0,07
2003	2002 - 2003	-0,44	-1,05	-4,40	-1,91
2004	2003 - 2004	-0,31	0,25	-2,90	1,27
2005	2004 - 2005	0,20	1,27	-0,05	-0,16
2006	2005 - 2006	-0,04	1,76	-0,33	0,38
2007	2006 - 2007	-0,66	0,27	0,17	0,59
2008	2007 - 2008	0,44	0,36	0,04	
2009	2008 - 2009	-0,41	-0,91	-3,72	
2010	2009 - 2010	-0,08	0,34	1,70	0,19
2011	2010 - 2011	-0,17	-0,59	-3,64	-0,93
2012	2011 - 2012	0,35	0,71	2,41	1,80
2013	2012 - 2013	0,04	0,06	1,50	-0,40
2014	2013 - 2014	0,07	0,18	1,95	-0,55
2015	2014 - 2015	-0,18	-0,79	-2,25	-0,24
2016	2015 - 2016	-0,03	-0,04	-3,66	3,11
2017	2016 - 2017	-0,91	-0,45	-3,72	
2018	2017 - 2018	0,41	0,13	0,72	
2019	2018 - 2019	1,33	0,20	-0,13	
2020	2019 - 2020		-0,14	4,38	
2021	2020 - 2021		1,11	5,07	2,19
2022	2021 - 2022	-1,32	-1,29	-5,67	-2,31
MOYENNE 1991-2022		-0,03	-0,02	-0,65	0,15

SAGE Sambre - Piézomètre 00383X0229/PZSP6
"Calcaires de l'Avesnois"

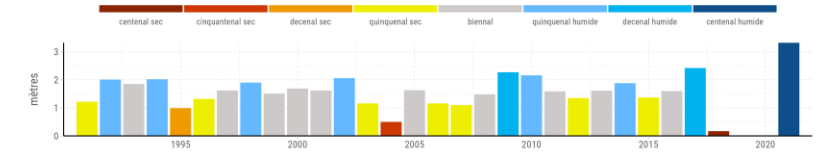
recharge apparente



solde apparente



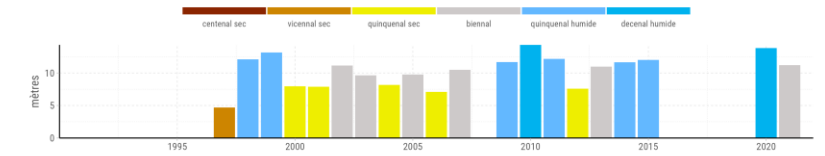
vidange apparente



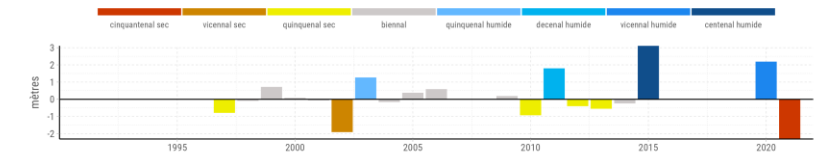
Réalisation : Antea group / Données ADES

SAGE Sambre - Piézomètre 00512X0001/P1
Socle ardennais

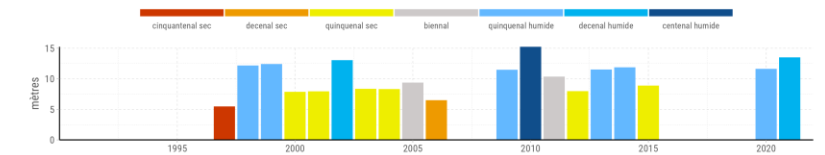
recharge apparente



solde apparente



vidange apparente

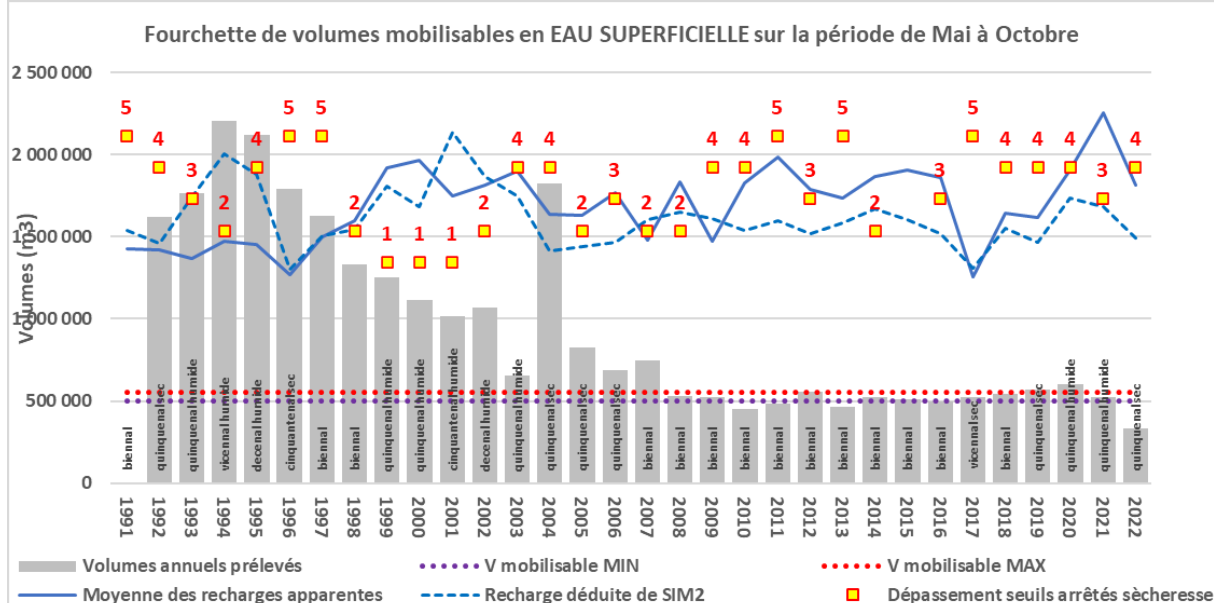
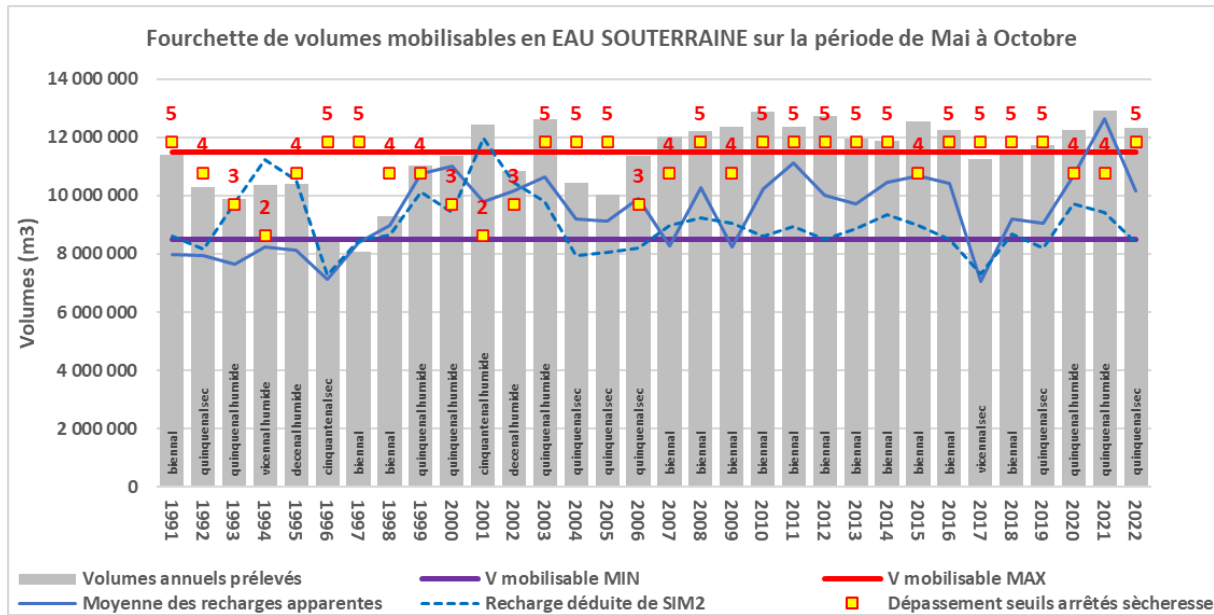


Réalisation : Antea group / Données ADES



Incidences sur les pratiques actuelles : Sambre

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées



Années repère eaux souterraines:

- 1998 : recharge biennale, avec franchissements d'indicateurs hydrologiques et piézométriques parmi les moins importants malgré des prélèvements limités : 9,3 Mm³
- 1997 : recharge biennale avec franchissements importants d'indicateurs hydrologiques et piézométriques malgré des prélèvements moins élevés : 8,0 Mm³
- 2016 : recharge biennale, avec franchissements d'indicateurs hydrologiques et piézométriques malgré des prélèvements importants : 12,3 Mm³

En règle générale, il ressort que les franchissements d'indicateurs et de seuils récurrents et importants sur toute la période analysée témoignent de prélèvements conséquents dans un contexte de tendance à la baisse des niveaux de nappe, rendant délicat une estimation de fourchette de volumes mobilisables

Pour les eaux souterraines et sur la période de 1991 à 2022, la définition des seuils proposés ne positionnerait que 2017 en dessous du seuil bas défini.

Les années restantes se retrouvent positionnées entre le seuil bas et le seuil haut de la fourchette pour la moitié d'entre elles, ou au-delà du seuil maximum proposé pour l'autre moitié (principalement parmi les années les plus récentes)