



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

*Présentation de la méthode et application sur le SAGE
De la SENSEE*



15 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) »

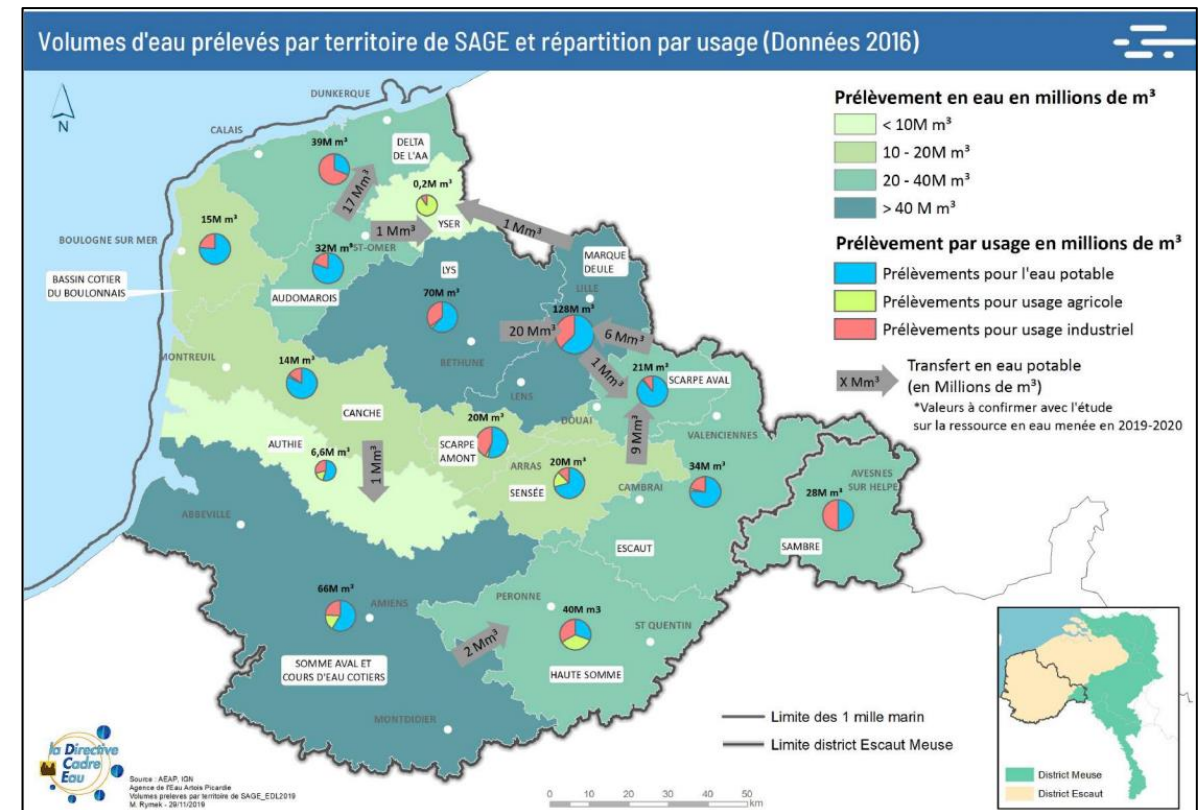
=> *gamme de valeurs pour encadrer l'incertitude*

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

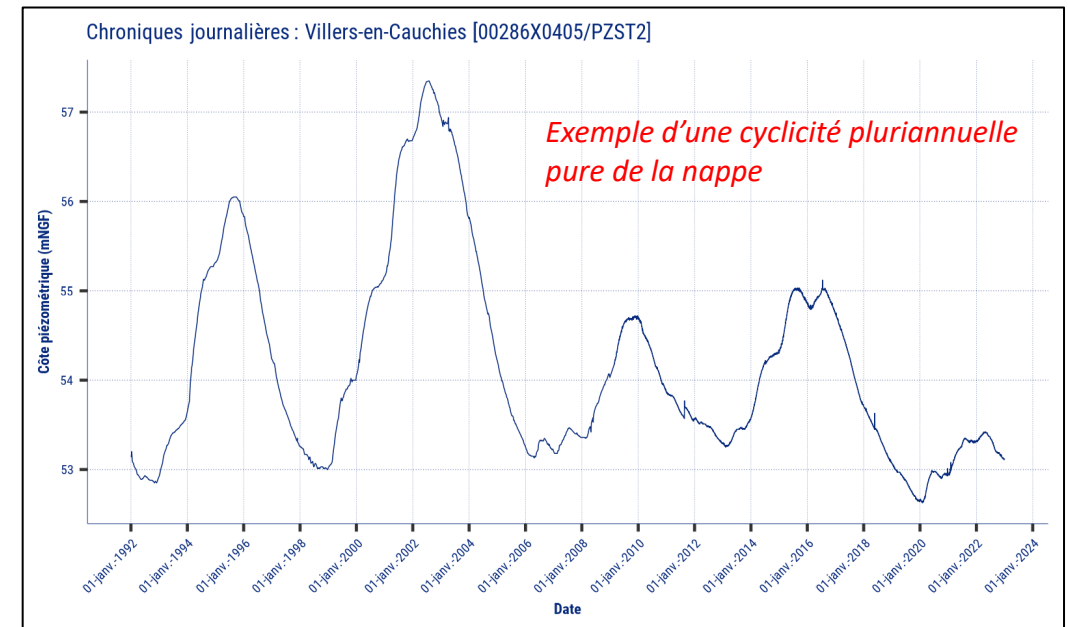
❑ Aquifères à nappe libre

- 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



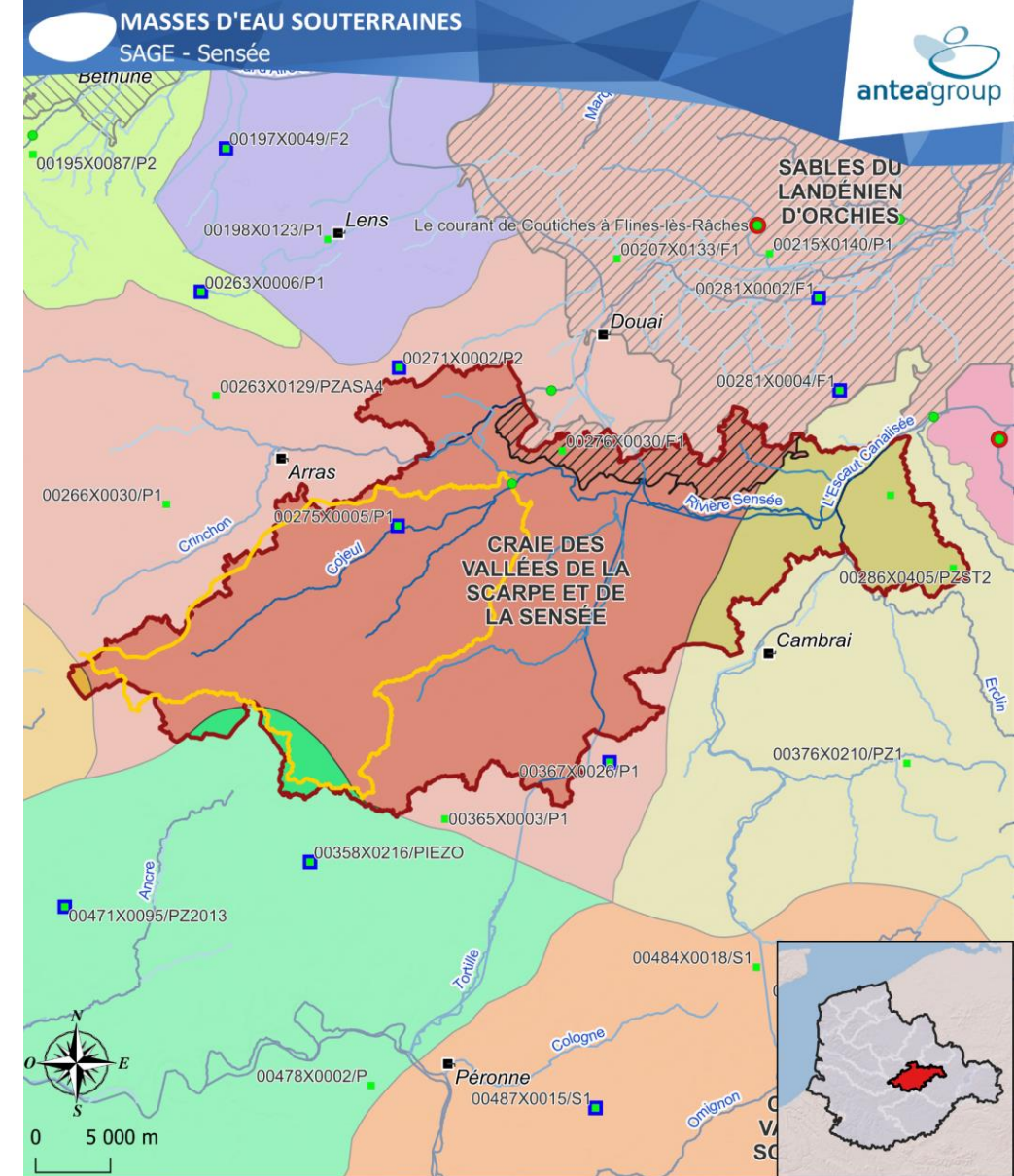
Le territoire de la Sensée

2 départements, 2 masses d'eau souterraines principales et 2 unités sècheresse

- ✓ La Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée, couvre plus des 3/4 à l'Ouest du territoire sur près de 715 km² (83 %)
- ✓ La Craie du Cambrésis, présente sur près d'1/5 du territoire en partie extrême Nord-Est, sur une superficie voisine de 120 km² (15 %).
- ✓ 1 masse d'eau périphérique, d'extension limitée, sur près de 3 % de la superficie du SAGE :
 - Au Sud-Sud-Ouest : Craie de la moyenne vallée de la Somme.

A noter, en limite Nord extrême, présence des sables du Landénien d'Orchies qui viennent en recouvrement de la craie sur environ 6 % de la surface du territoire.

Départements du Nord et du Pas-de-Calais



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 Sensée

2 départements, 2 masses d'eau souterraines principales et 2 unités sècheresse

Deux unités sècheresse principales sont définies sur le territoire du SAGE

Unité sècheresse	% concerné sur le SAGE
Bassin versant de l'Escaut	22%
Bassins versants de la Scarpe amont et de la Sensée	77%

Les *ouvrages de références* relatifs à ces unités sècheresse qui déterminent les seuils de prise d'arrêtés sècheresses sont :

- ✓ **Piézométrie** : 3 ouvrages de référence, s'adressant tous à la *Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée*
 - 00275X0005/P1-sur le SAGE de la Sensée et 00254X0037/PZ1-sur le SAGE de la Scarpe amont)
 - 3 sur le bassin versant de l'Escaut, tous sur le SAGE de l'Escaut, sur la masse d'eau de la *Craie du Valenciennois* (00291X0031/P1), de la *Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée* (00367X0026/P1), de la *Craie du Cambrésis* (00378X0162/PZCAT4).
- ✓ **Hydrométrie** : 1 station hydrométrique de référence commune aux deux unités sècheresse:
 - *L'Ecaillon à Thiant* située sur le SAGE de l'Escaut



Légende :

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

Déploiement de la méthode

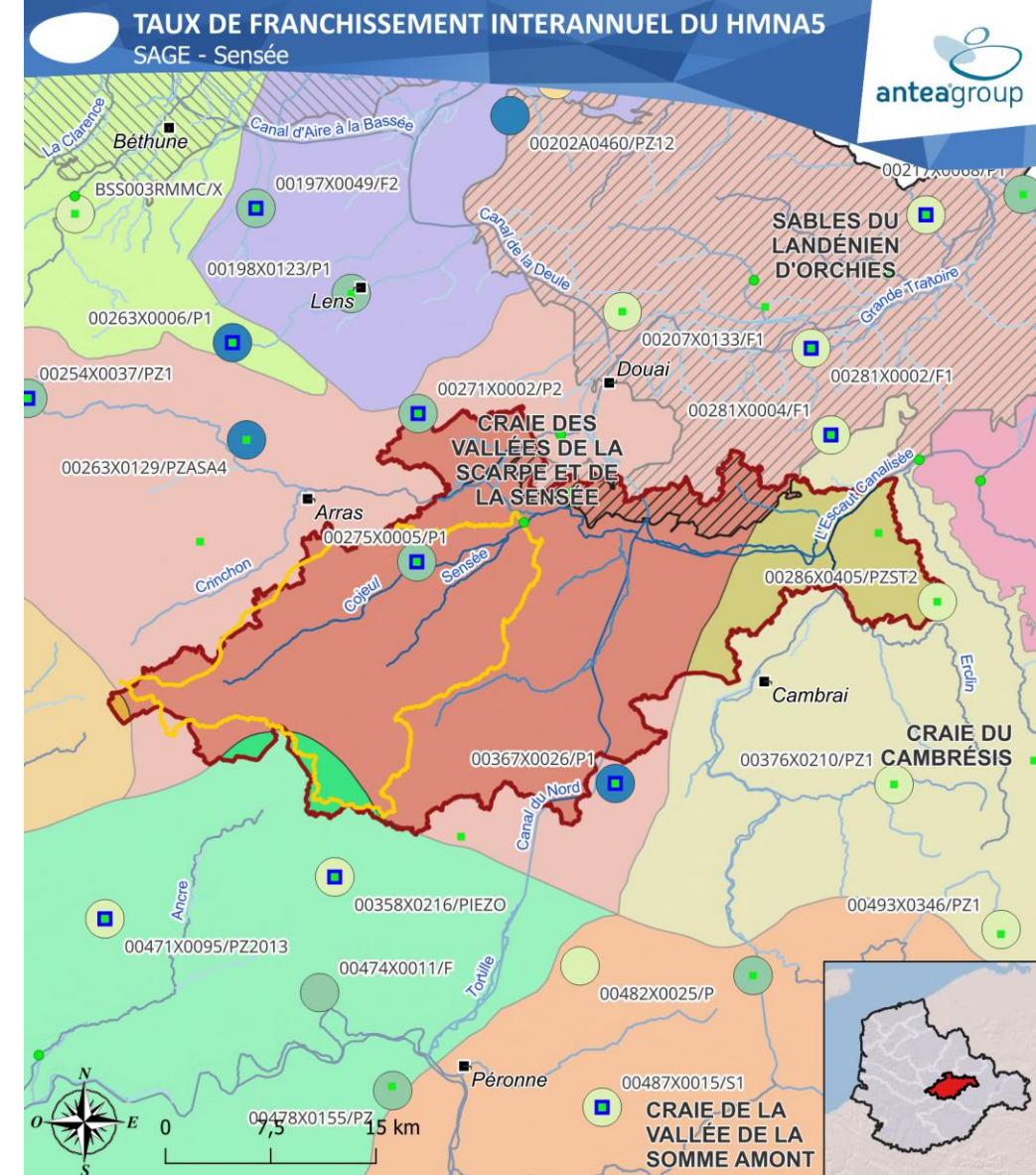
Analyses réalisées



Analyse réalisée sur les données

Sur l'ensemble des compartiments

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



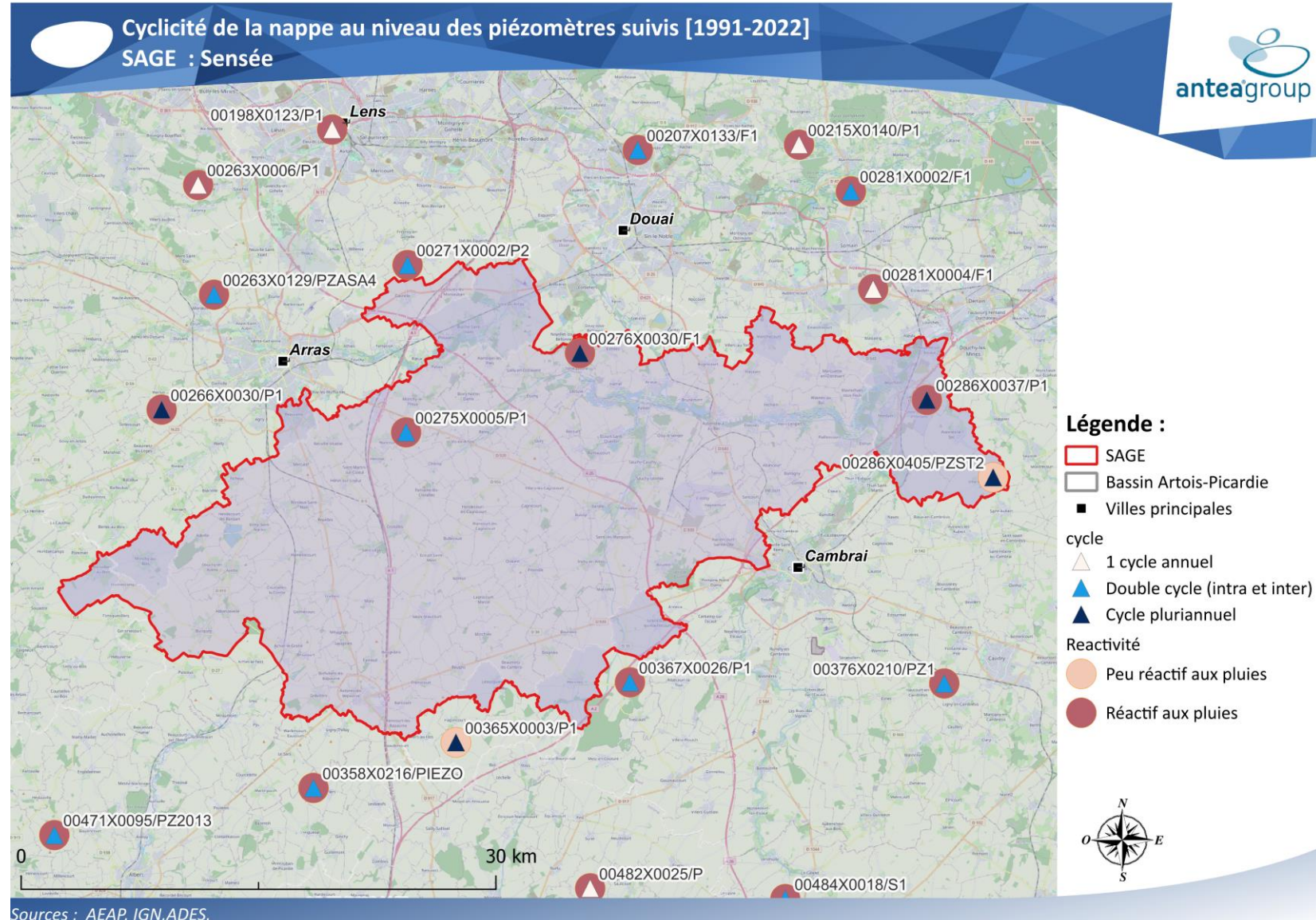
Fonctionnement des hydrosystèmes



Sensée : Un fonctionnement de l'hydrosystème « différent » entre le nord et le sud/centre

- ✓ En limite Nord du SAGE, Craie du Cambrésis et Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée sous recouvrement des sables du Landénien, la nappe de la craie présente une cyclicité pluri-annuelle dominante
- ✓ En partie centrale du SAGE, Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée non recouverte, la nappe de la craie présente un double cycle intra et interannuel plus en rapport immédiat avec les événements climatiques annuels.

? 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

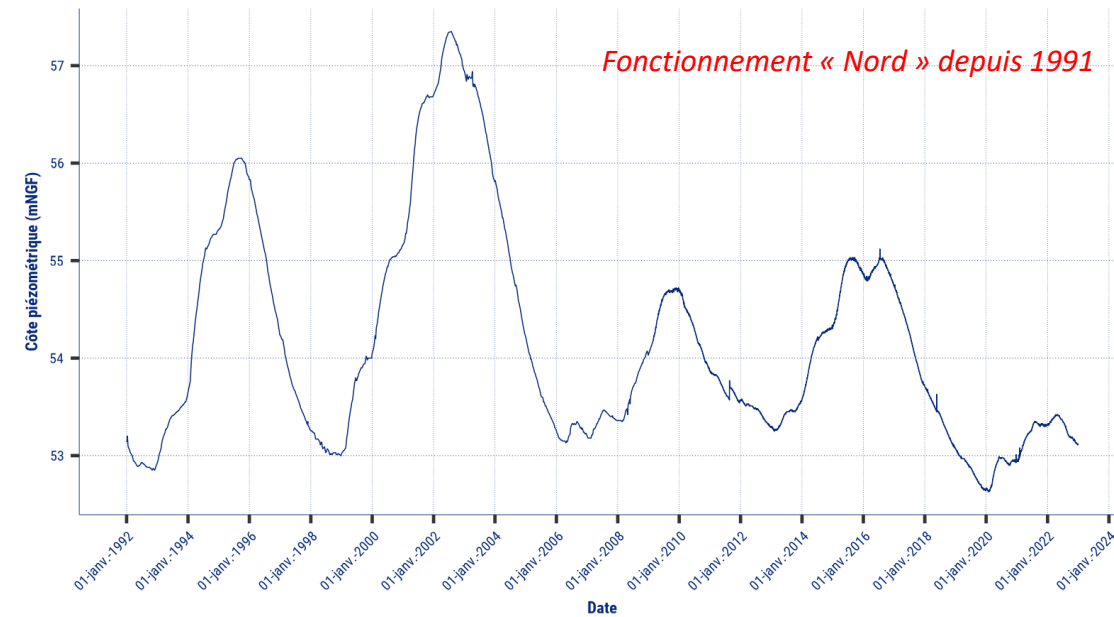


Sensée : Un fonctionnement de l'hydrosystème « différent » entre le nord et le sud/centre

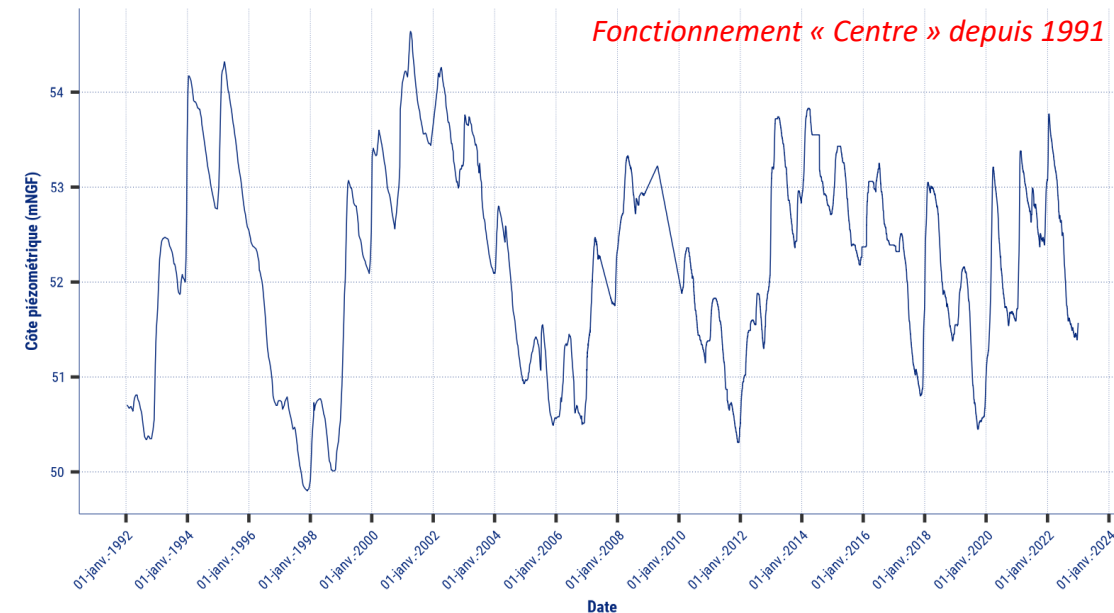
- ✓ En limite Nord du SAGE, Craie du Cambrésis et Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée sous recouvrement des sables du Landénien, la nappe de la craie présente une **cyclicité pluri-annuelle dominante**
 - Exemple du piézomètre 00286X405/PZST2 à la Craie du Cambrésis
- ✓ En partie centrale du SAGE, Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée non recouverte, la nappe de la craie présente un **double cycle intra et interannuel** plus en rapport immédiat avec les événements climatiques annuels.
 - Exemple du piézomètre 00275X0005/P1 à la Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée

? 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

Chroniques journalières : Villers-en-Cauchies [00286X0405/PZST2]



Chroniques journalières : Guémappe [00275X0005/P1]



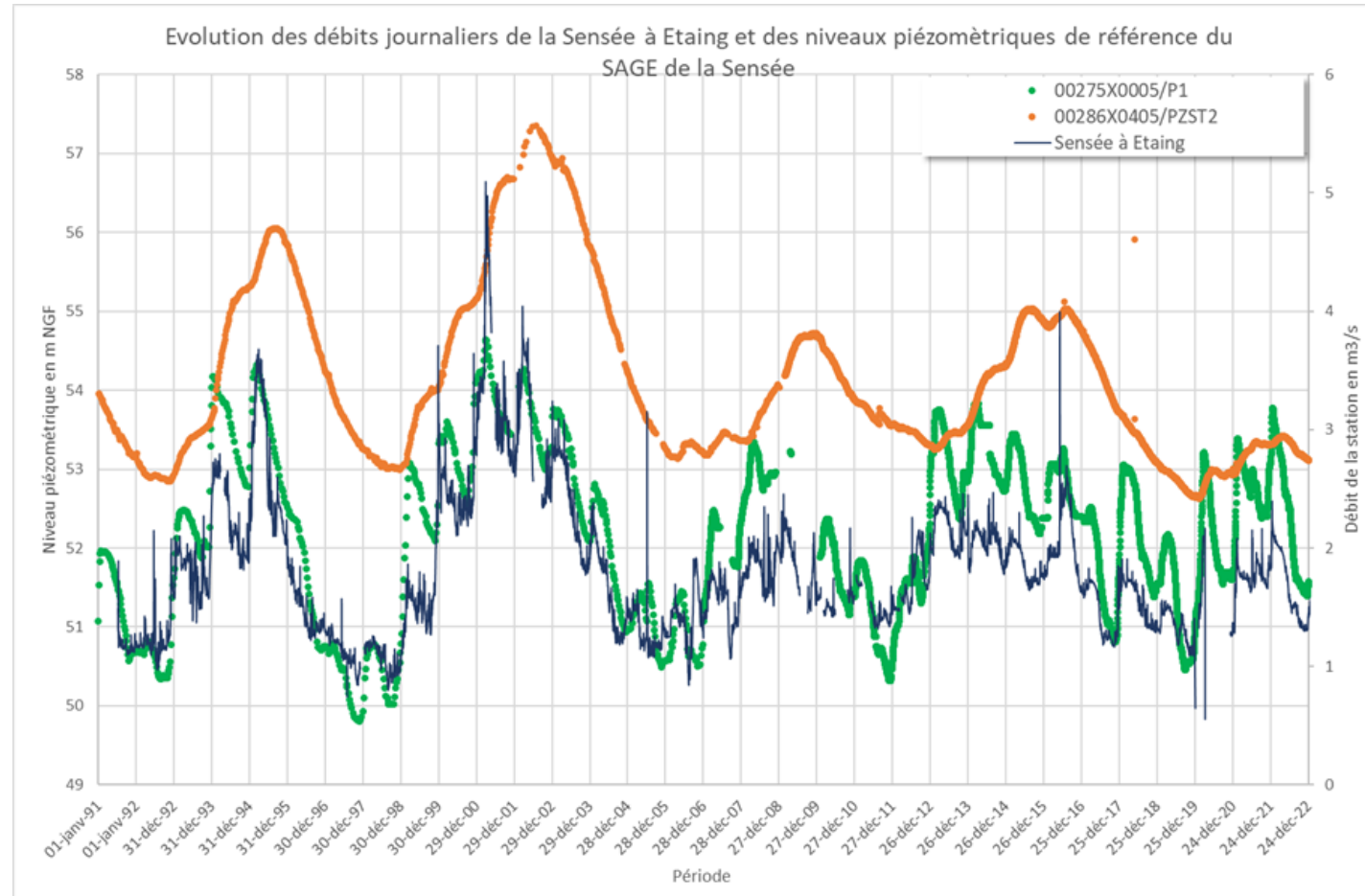
Sensée à Etaing : un rapport très étroit entre débit et niveaux piézométrique

Le lien est très étroit entre les débits de la station de la Sensée à Etaing et le niveau piézométrique observé sur la masse d'eau de la « Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée » et ce quelle que soit la période de l'année.

Les fluctuations journalières, saisonnières (hautes eaux et basses eaux) et pluriannuelles se corrèlent assez parfaitement l'une à l'autre (de manière évidente avec 00275X0005/P1)

Le régime hydrologique de la Sensée à Etaing, même s'il garde des traits de régime hydrologique pluvio-nival, reste très lié au niveau piézométrique de la nappe, régi par de grands cycles pluriannuels.

Les franchissements de seuils les plus pertinents restent ceux analysés sur les nappes dont les franchissements en eaux de surface découlent directement.



Evaluation des recharges annuelles



Sur les recharges : Sensée

à partir des méthodes SIM2 – GARDENIA & WALLINGFORD

Les valeurs de recharges obtenues s'établissent à :

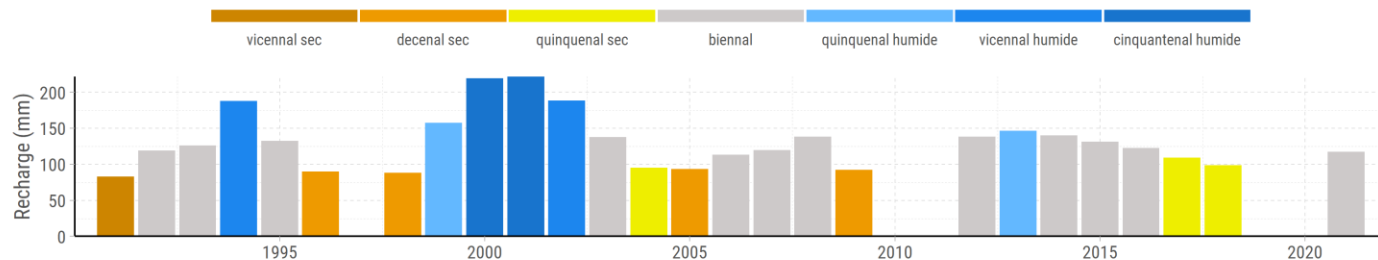
- ✓ 129 mm/an en moyenne pour les résultats GARDENIA.
- ✓ 131 mm/an en moyenne pour les résultats WALLINGFORD (ESPERE), mais avec quelques lacunes.
- ✓ 179 mm/an en moyenne pour les résultats SIM2 (SAFRAN).
- ✓ Des valeurs assez proches, avec une sensible surestimation pour SIM2

Les années hydrologiques de plus faibles recharges sont 1995-1997, 2003-2005, 2009, 2011, 2016 et 2018. Les plus élevées concernent les années hydrologiques 1992-1994, 1998-2002, 2012-2014 et 2019

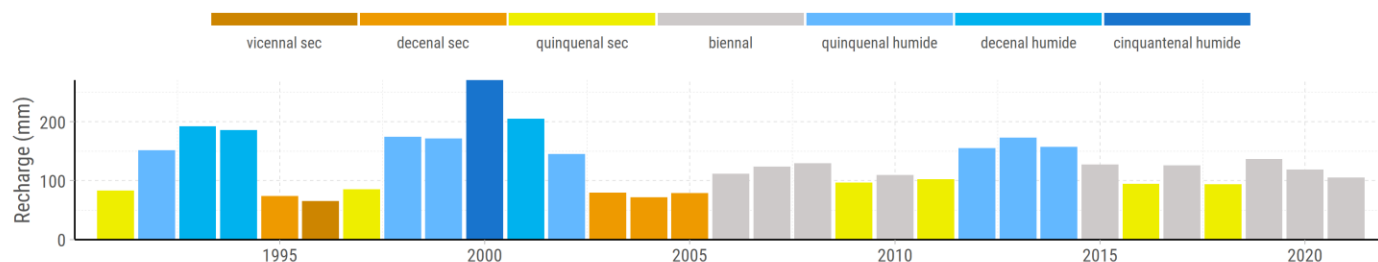
La méthode SIM2 présente une recharge de près de 26 % de plus que la méthode GARDENIA en moyenne. Ce ratio évolue suivant les années. Il peut grimper jusqu'à 85 % d'écart sur certaines années particulières (2000-2001)

Typologie annuelle - Recharge (OctMai) SAGE Sensée - E156601001 La Sensée à Étaing

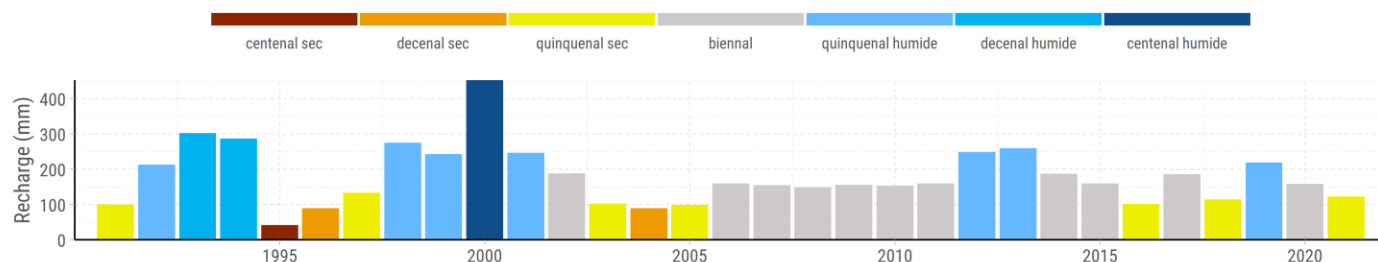
ESPERE



GARDENIA



SAFRAN



Sur les recharges : Sensée

à partir des méthodes SIM2 – GARDENIA & WALLINGFORD

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Totalité du SAGE (860 km2)		
		Recharge période SIM2 pondérée / GARDENIA (mm)	Recharge période SIM2 pondérée / GARDENIA (Mm3)	Typologie
1991	1990 - 1991			
1992	1991 - 1992	74	62	quinquenal sec
1993	1992 - 1993	129	109	quinquenal humide
1994	1993 - 1994	168	141	decenal humide
1995	1994 - 1995	156	131	decenal humide
1996	1995 - 1996	57	48	centenal sec
1997	1996 - 1997	55	46	decenal sec
1998	1997 - 1998	66	55	quinquenal sec
1999	1998 - 1999	134	113	quinquenal humide
2000	1999 - 2000	133	112	quinquenal humide
2001	2000 - 2001	225	189	centenal humide
2002	2001 - 2002	187	157	quinquenal humide
2003	2002 - 2003	133	112	biennal
2004	2003 - 2004	62	52	quinquenal sec
2005	2004 - 2005	50	42	decenal sec
2006	2005 - 2006	65	55	quinquenal sec
2007	2006 - 2007	89	75	biennal
2008	2007 - 2008	104	88	biennal
2009	2008 - 2009	123	104	biennal
2010	2009 - 2010	79	67	biennal
2011	2010 - 2011	106	89	biennal
2012	2011 - 2012	79	66	biennal
2013	2012 - 2013	121	102	quinquenal humide
2014	2013 - 2014	145	121	quinquenal humide
2015	2014 - 2015	137	115	biennal
2016	2015 - 2016	105	88	biennal
2017	2016 - 2017	78	66	quinquenal sec
2018	2017 - 2018	98	82	biennal
2019	2018 - 2019	83	70	quinquenal sec
2020	2019 - 2020	116	97	quinquenal humide
2021	2020 - 2021	111	94	biennal
2022	2021 - 2022	94	79	quinquenal sec
MOYENNE 1991-2022		109	91	

1992: recharge déficitaire

1993-1995: recharges excédentaires

1996-1998: recharges déficitaires

1999-2003: recharges excédentaires à normale

2004-2006: recharges déficitaires

2007-2012: recharges normales, tendance déficitaire

2013-2015: recharges excédentaires à normale

2016 à 2019: alternance de recharges normales et déficitaires

2020-2022: alternance de recharges normales, déficitaires ou excédentaires

La Sensée à Étaing (296 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
L	48	biennal						
)	30	quinquenal sec	83	25	vicennal sec	83	25	decenal sec
†	63	quinquenal humide	119	35	biennal	152	45	quinquenal humide
‡	89	decenal humide	126	37	biennal	192	57	decenal humide
7	85	decenal humide	188	56	vicennal humide	186	55	decenal humide
	13	centenal sec	133	39	biennal	74	22	vicennal sec
	26	decenal sec	90	27	decenal sec	65	19	cinquantenal sec
‡	40	quinquenal sec				85	25	quinquenal sec
‡	81	quinquenal humide	88	26	decenal sec	174	52	decenal humide
‡	72	quinquenal humide	157	47	quinquenal humide	172	51	quinquenal humide
‡	134	centenal humide	219	65	cinquantenal humide	271	80	centenal humide
‡	73	quinquenal humide	221	66	cinquantenal humide	205	61	vicennal humide
‡	56	biennal	188	56	vicennal humide	146	43	quinquenal humide
‡	30	quinquenal sec	138	41	biennal	80	24	decenal sec
	26	decenal sec	95	28	quinquenal sec	72	21	vicennal sec
	29	quinquenal sec	94	28	decenal sec	79	23	decenal sec
‡	47	biennal	114	34	biennal	111	33	biennal
‡	46	biennal	120	35	biennal	124	37	biennal
‡	44	biennal	138	41	biennal	129	38	biennal
‡	46	biennal	92	27	decenal sec	96	29	quinquenal sec
‡	45	biennal				110	32	biennal
‡	47	biennal				102	30	quinquenal sec
‡	74	quinquenal humide	138	41	biennal	155	46	quinquenal humide
‡	77	quinquenal humide	147	43	quinquenal humide	173	51	quinquenal humide
7	55	biennal	140	41	biennal	157	47	quinquenal humide
‡	47	biennal	131	39	biennal	127	38	biennal
L	30	quinquenal sec	123	36	biennal	95	28	quinquenal sec
‡	55	biennal	109	32	quinquenal sec	126	37	biennal
‡	34	quinquenal sec	99	29	quinquenal sec	94	28	quinquenal sec
)	65	quinquenal humide				137	40	biennal
‡	47	biennal				119	35	biennal
‡	36	quinquenal sec	118	35	biennal	105	31	quinquenal sec
179	53		131	39		129	38	

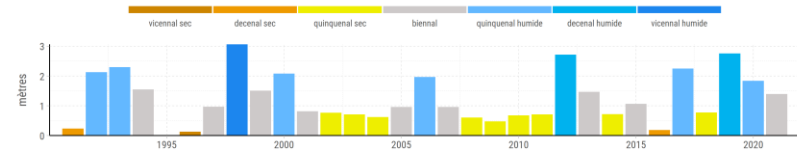
Sur les recharges : Sensée

Cohérence avec les recharges « apparentes », aux cyclicités près

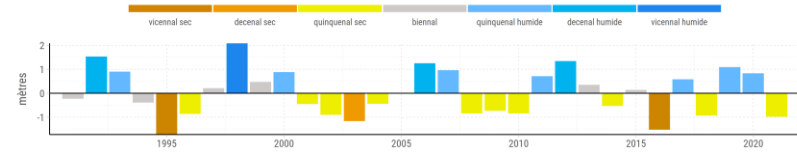
Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Piézomètre 00275X0005/P1 Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Piézomètre 00276X0030/F1 Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Piézomètre 00286X0405/PZST2 Craie du Cambrésis	Piézomètre 00286X0037/P1 Craie du Cambrésis
		Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec
1991	1990 - 1991	-0,10	-0,04	-0,81	0,05
1992	1991 - 1992	-0,23	0,11	-0,16	0,17
1993	1992 - 1993	1,53	0,41	0,30	-0,02
1994	1993 - 1994	0,90	0,59	0,97	0,12
1995	1994 - 1995	-0,39	-0,19	1,26	-0,02
1996	1995 - 1996	-1,72	-0,46	-1,39	-0,22
1997	1996 - 1997	-0,86	-0,22	-0,91	-0,13
1998	1997 - 1998	0,21	-0,02	-0,17	-0,04
1999	1998 - 1999	2,08	0,54	0,13	0,16
2000	1999 - 2000	0,47	0,12	1,15	-0,05
2001	2000 - 2001	0,88	0,75	1,01	0,43
2002	2001 - 2002	-0,45	-0,33	1,42	-0,15
2003	2002 - 2003	-0,90	-0,46	-1,24	-0,18
2004	2003 - 2004	-1,16	-0,49	-1,61	-0,32
2005	2004 - 2005	-0,44	-0,03	-0,83	0,07
2006	2005 - 2006	0,01	-0,59	-0,03	0,03
2007	2006 - 2007	1,25	0,58	0,08	0,00
2008	2007 - 2008	0,96	0,22	0,15	
2009	2008 - 2009	-0,84	-0,40	0,83	-0,20
2010	2009 - 2010	-0,73	-0,21	-0,37	-0,06
2011	2010 - 2011	-0,84	-0,15	-0,32	-0,10
2012	2011 - 2012	0,71	0,29	-0,26	0,03
2013	2012 - 2013	1,34	0,40	0,01	0,18
2014	2013 - 2014	0,35	0,32	0,52	0,36
2015	2014 - 2015	-0,53	-0,32	0,73	
2016	2015 - 2016	0,14	0,07	0,08	
2017	2016 - 2017	-1,52	-0,39	-0,99	
2018	2017 - 2018	0,58	0,01	-0,62	
2019	2018 - 2019	-0,93	-0,24	-0,36	
2020	2019 - 2020	1,09	0,15	0,05	
2021	2020 - 2021	0,83	0,38	0,38	
2022	2021 - 2022	-0,98	-0,40	0,03	
MOYENNE 1991-2022		0,03	0,00	-0,01	0,00

SAGE Sensée - Piézomètre 00275X0005/P1 Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée

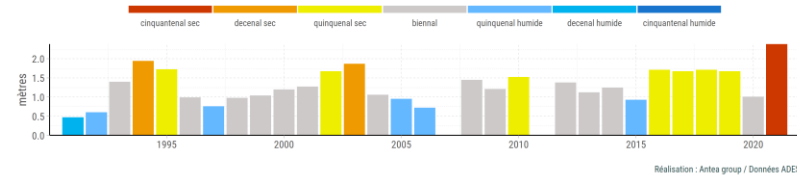
recharge apparente



solde apparente

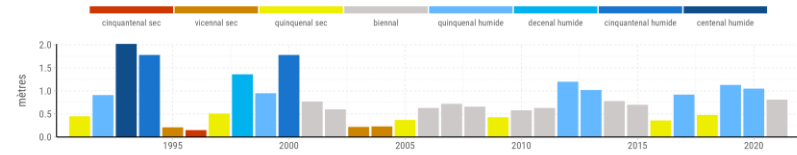


vidange apparente

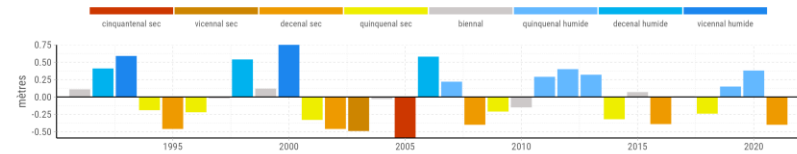


SAGE Sensée - Piézomètre 00276X0030/F1 Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée

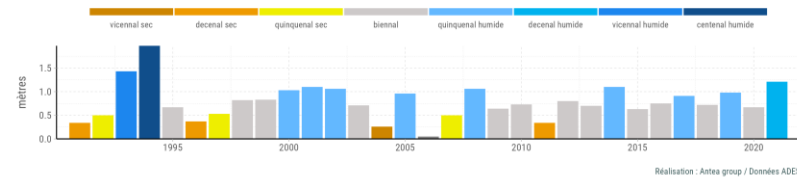
recharge apparente



solde apparente



vidange apparente



Observations sur les ressources



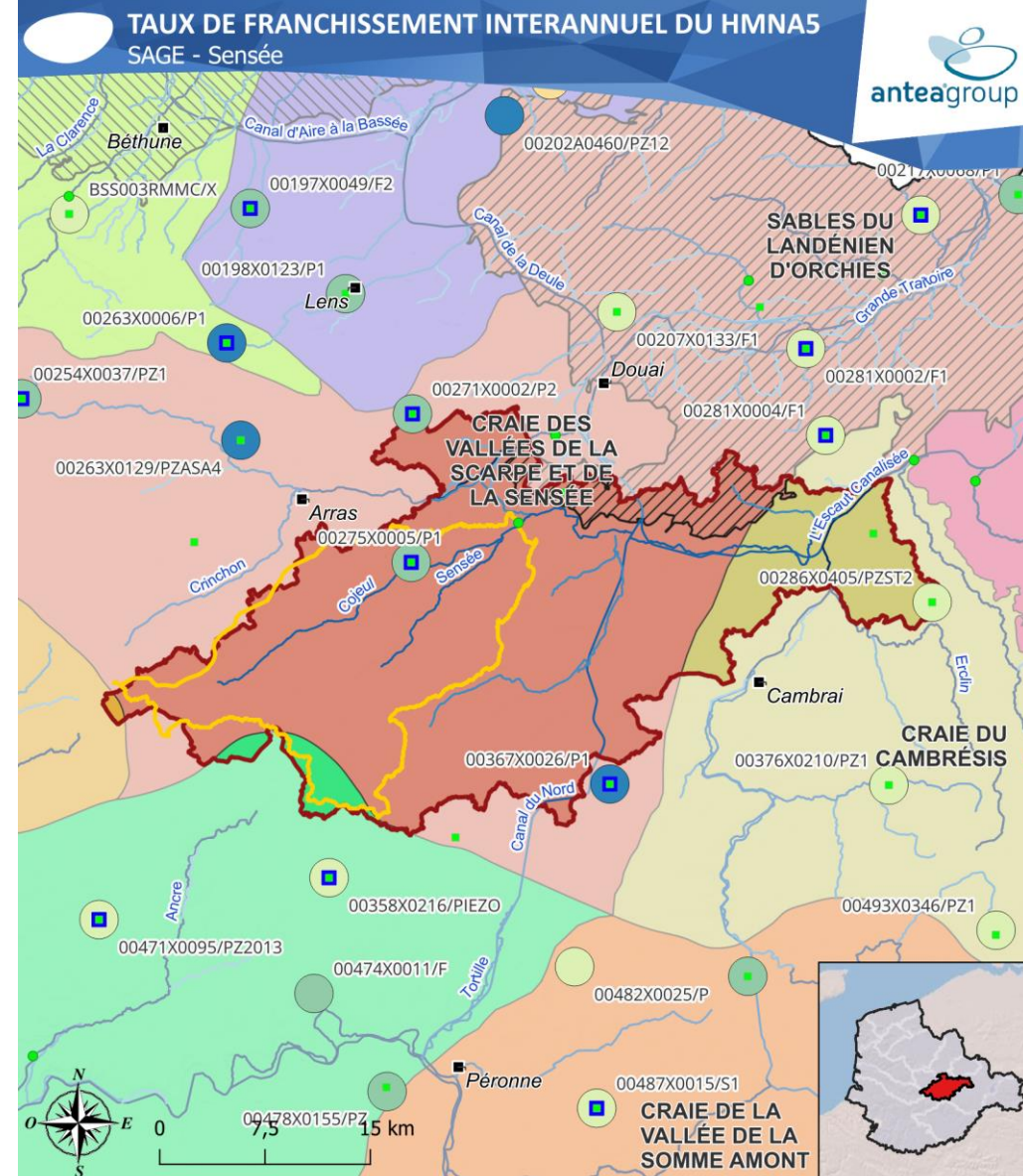
Sur la ressource : Sensée

Piézométrie – taux de Franchissement HMNA5 et seuils des arrêtés sécheresse

PIEZOMETRIE - Taux de franchissement du HMNA5 (%)

PIEZOMETRIE - Franchissement des seuils d'arrêtés sécheresse

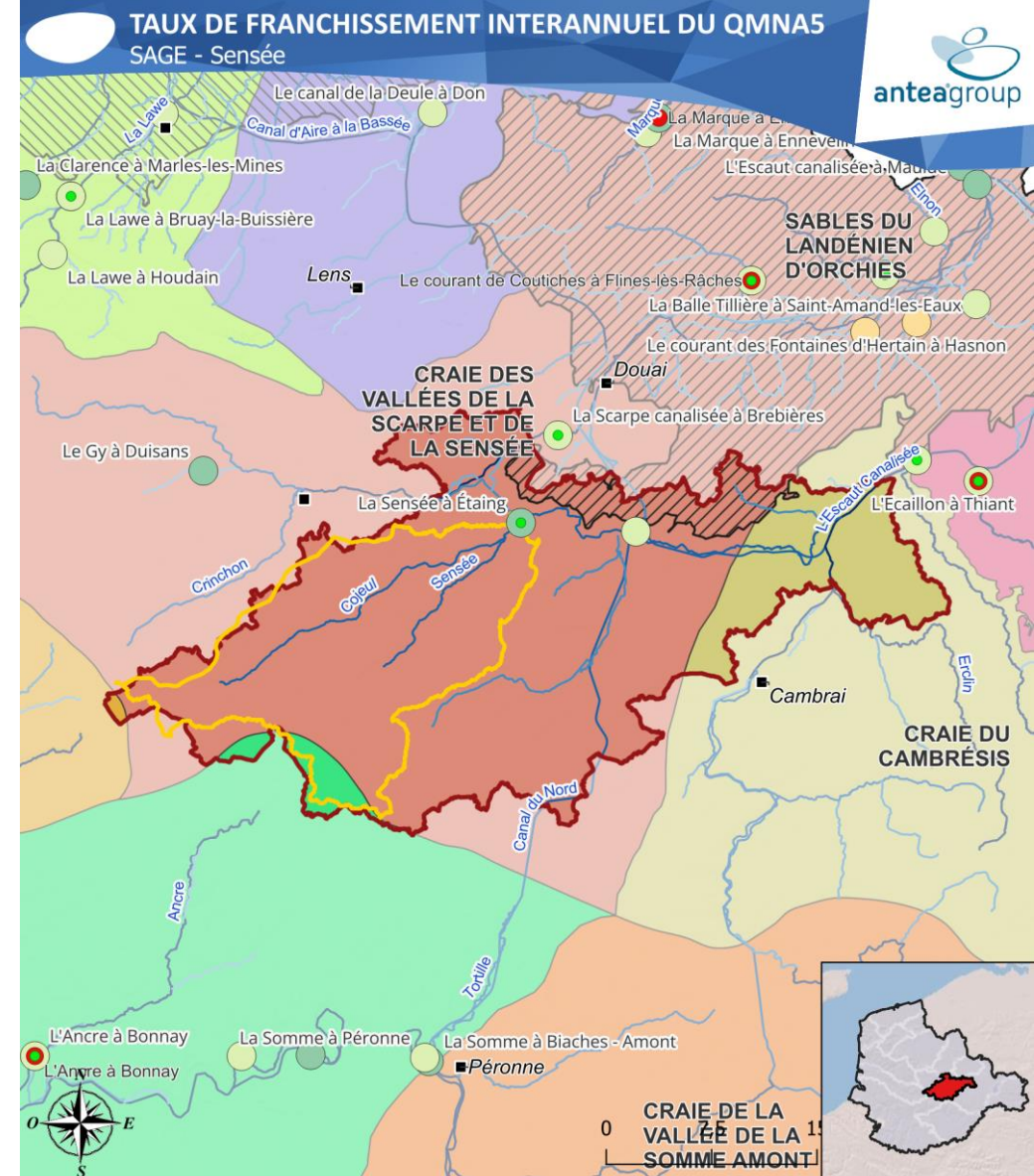
Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Piézomètre 00275X0005/P1	Piézomètre 00286X0405/PZST2	Piézomètre 00275X0005/P1	Piézomètre 00275X0005/P1	Piézomètre 00275X0005/P1	Piézomètre 00275X0005/P1	Piézomètre 00275X0005/P1
		Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Craie du Cambrésis	Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée	Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée
		Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	Cyclicité Pluri-annuelle dominante avec double cycle probable	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			43	5	0	0	0
1992	1991 - 1992			43	41	7	0	0
1993	1992 - 1993			0	0	0	0	0
1994	1993 - 1994			0	0	0	0	0
1995	1994 - 1995			0	0	0	0	0
1996	1995 - 1996			20	1	0	0	0
1997	1996 - 1997			37	37	27	17	0
1998	1997 - 1998			36	36	23	5	0
1999	1998 - 1999			5	2	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			9	0	0	0	0
2005	2004 - 2005			51	31	0	0	0
2006	2005 - 2006			52	47	2	0	0
2007	2006 - 2007			68	0	0	0	0
2008	2007 - 2008			0	0	0	0	0
2009	2008 - 2009			0	0	0	0	0
2010	2009 - 2010		0	38	0	0	0	0
2011	2010 - 2011	48	0	340	219	22	0	0
2012	2011 - 2012	7	0	189	111	1	0	0
2013	2012 - 2013	0	0	0	0	0	0	0
2014	2013 - 2014	0	0	0	0	0	0	0
2015	2014 - 2015	0	0	0	0	0	0	0
2016	2015 - 2016	0	0	0	0	0	0	0
2017	2016 - 2017	13	0	185	0	0	0	0
2018	2017 - 2018	0	0	0	0	0	0	0
2019	2018 - 2019	41	162	291	162	0	0	0
2020	2019 - 2020	0	198	53	0	0	0	0
2021	2020 - 2021	0	17	0	0	0	0	0
2022	2021 - 2022	0	0	0	0	0	0	0
MOYENNE 1991-2022				1 460	692	82	22	0



Sur la ressource : Sensée

Hydrométrie – taux de Franchissement QMNA5 et seuils des arrêts sècheresse

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	La Sensée à Étaing	Le canal du Nord à Arleux	PAS DE STATION DE REFERENCE				
				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	0						
1992	1991 - 1992	44						
1993	1992 - 1993	0						
1994	1993 - 1994	0						
1995	1994 - 1995	0						
1996	1995 - 1996	0						
1997	1996 - 1997	169						
1998	1997 - 1998	208						
1999	1998 - 1999	10						
2000	1999 - 2000	0						
2001	2000 - 2001	0						
2002	2001 - 2002	0						
2003	2002 - 2003	0						
2004	2003 - 2004	0						
2005	2004 - 2005	24	32					
2006	2005 - 2006	31	60					
2007	2006 - 2007	11	0					
2008	2007 - 2008	0	0					
2009	2008 - 2009	0	0					
2010	2009 - 2010	0	0					
2011	2010 - 2011	0	0					
2012	2011 - 2012	0	0					
2013	2012 - 2013	0	0					
2014	2013 - 2014	0	0					
2015	2014 - 2015	0	0					
2016	2015 - 2016	0	0					
2017	2016 - 2017	0	0					
2018	2017 - 2018	0	0					
2019	2018 - 2019	27	0					
2020	2019 - 2020	0	0					
2021	2020 - 2021	0	0					
2022	2021 - 2022	0	0					
MOYENNE 1991-2022		524	92					



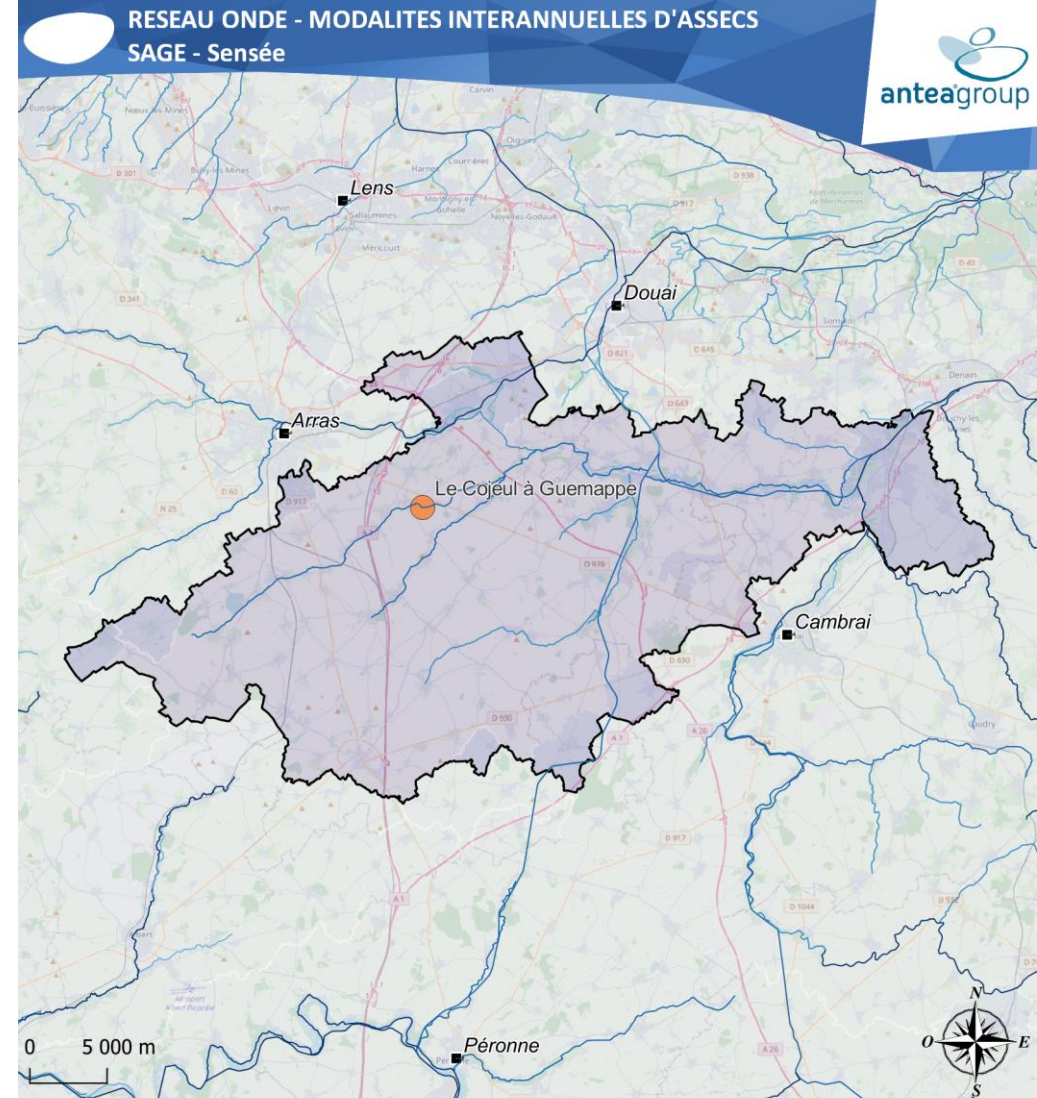
Légende :

- Villes principales
- Stations hydrométriques - arrêts sècheresse
- Stations hydrométriques modélisées
- Bassin modélisé
- SAGE
- Masses d'eau souterraine
- Taux de franchissement interannuel (% des observations)
- < 3
- 3 - 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- > 30

Sur la ressource : Sensée

Hydrométrie – Indicateurs d'assecs ONDE

Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Le Cojeul à Guemappe
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	5
2013	2012 - 2013	0
2014	2013 - 2014	0
2015	2014 - 2015	0
2016	2015 - 2016	0
2017	2016 - 2017	7
2018	2017 - 2018	2
2019	2018 - 2019	9
2020	2019 - 2020	4
2021	2020 - 2021	0
2022	2021 - 2022	8
MOYENNE 1991-2022		35

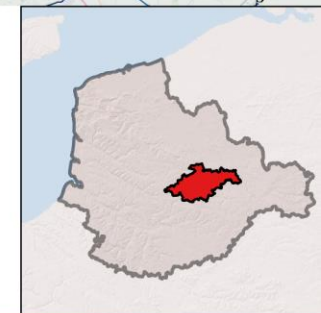


Légende :

- Bassin Artois-Picardie
- SAGE
- Cours d'eau
- Villes principales

Modalités interannuelle d'écoulement
"assecs" + "Non visible" (en %)

- 0 - 0
- 0 - 5
- 5 - 15
- 15 - 25
- 25 - 50
- 50 - 65



Recensement des prélèvements



Prélèvements : Sensée

à partir des données fournies (Agence)

Les volumes prélevés sur l'ensemble du territoire du SAGE s'établissent à plus de 23 Mm³ en moyenne sur la période 2006-2022, période la plus représentative, excluant les volumes prélevés en canaux et pour le refroidissement industriel, en progression sensible :

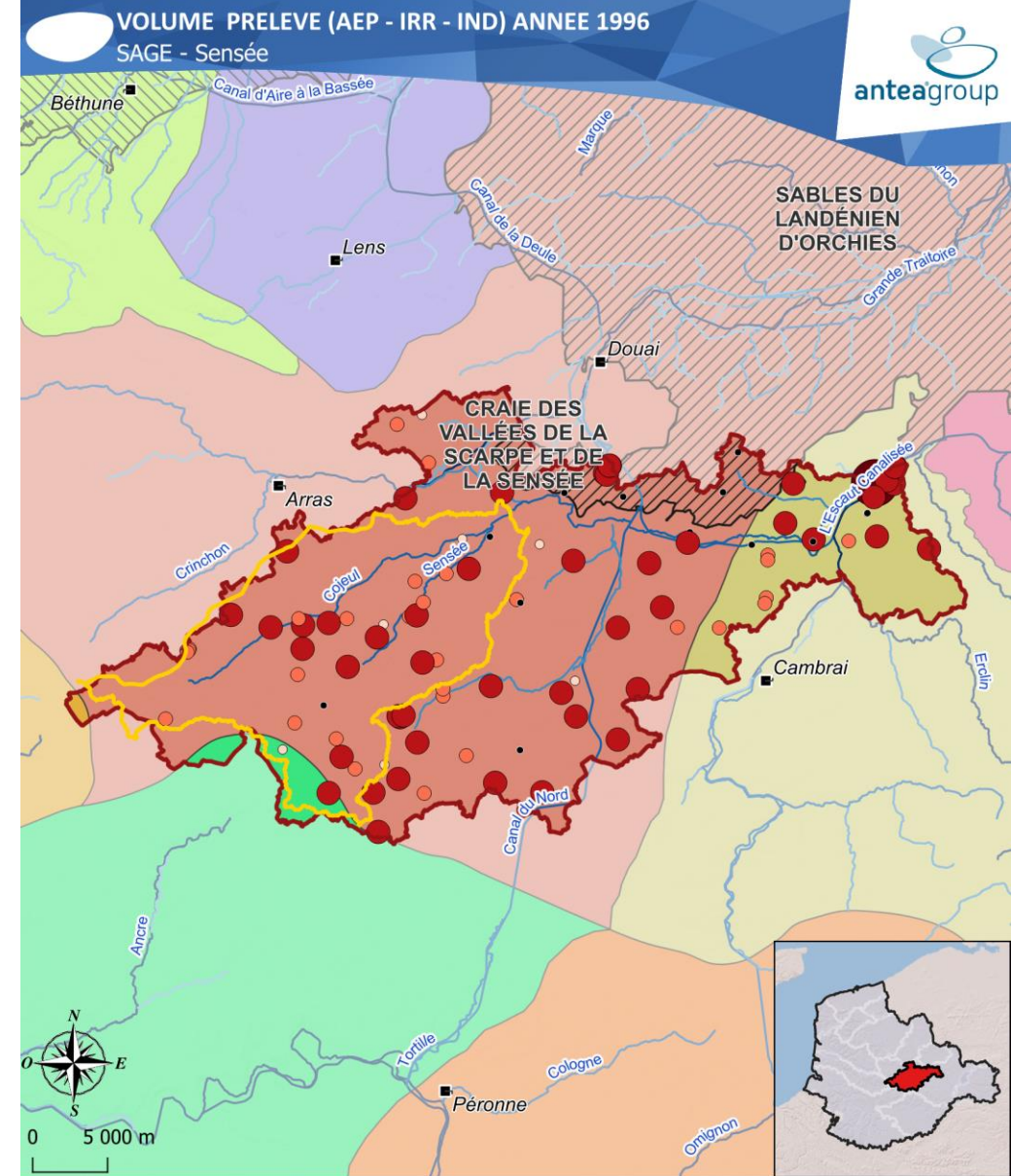
- 9,5 % en eaux superficielles (excluant les canaux) (2,2 Mm³ en moyenne) sur la période
- 90,5 % en eaux souterraines (21,0 Mm³ en moyenne) sur la période

Les volumes prélevés sur Mai à Octobre sur l'ensemble du territoire du SAGE s'établissent aux environs de 13,6 Mm³ en moyenne sur la période 2006-2022, soit 58 % des prélèvements annuels :

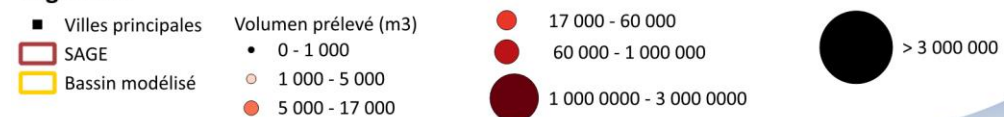
- 8,2 % en eaux superficielles en basses eaux, soit 50 % des prélèvements annuels, quasi-exclusivement à usage industriel, avec un début d'usage agricole depuis 2016.
- 91,8 % en eaux souterraines en basses eaux, soit 59 % des prélèvements annuels

Sur la période 2006 à 2022, la répartition entre les usages en eaux souterraines est la suivante :

- pour l'AEP 69 % annuel et 59 % pour les basses eaux
- pour l'industrie 14 % annuel et 12 % pour les basses eaux
- pour l'agriculture 17 % annuel et 29 % pour les basses eaux



Légende :



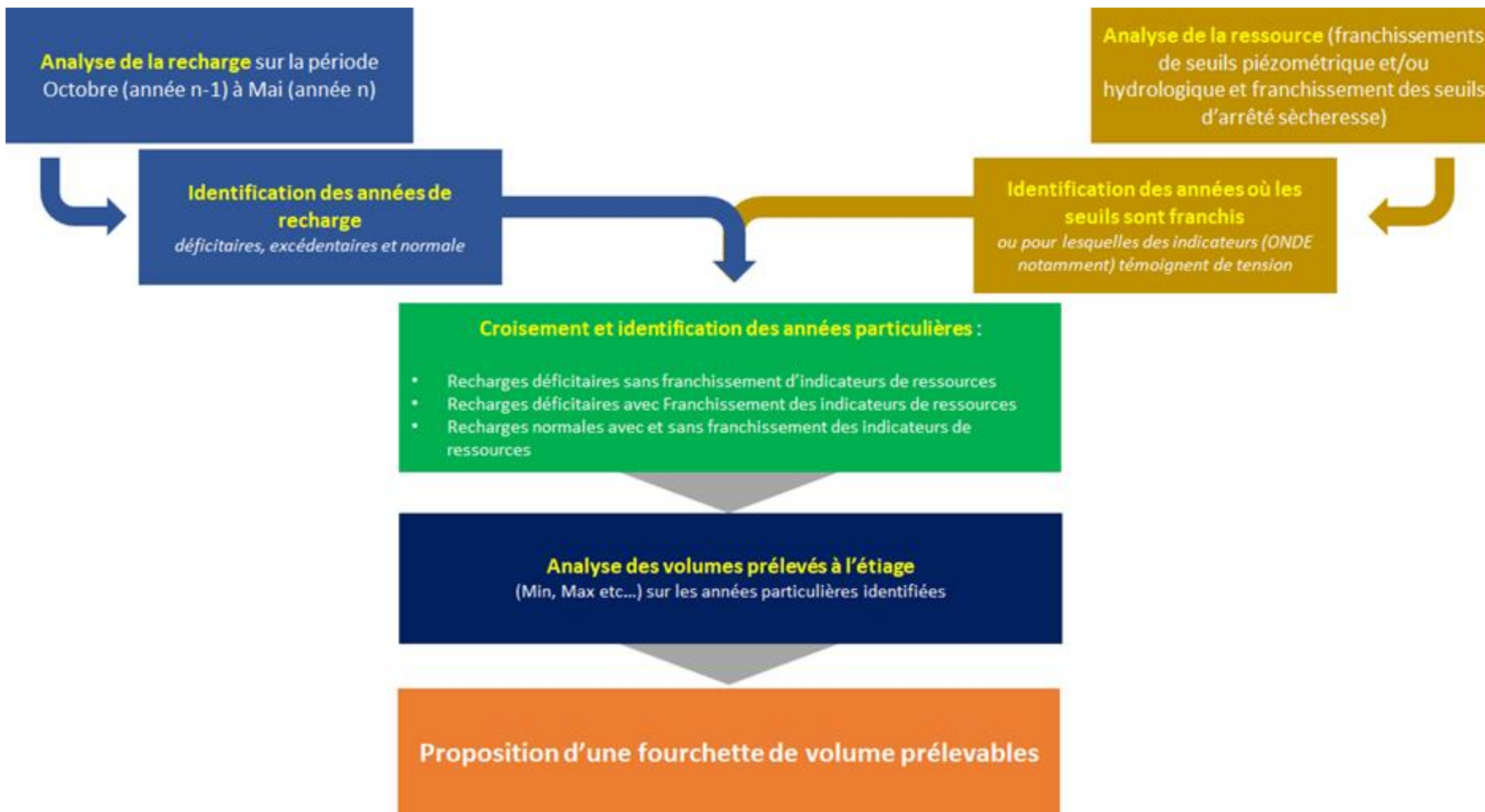


Déploiement de la méthode

Evaluation des volumes mobilisables provisoires

Approche détaillée

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

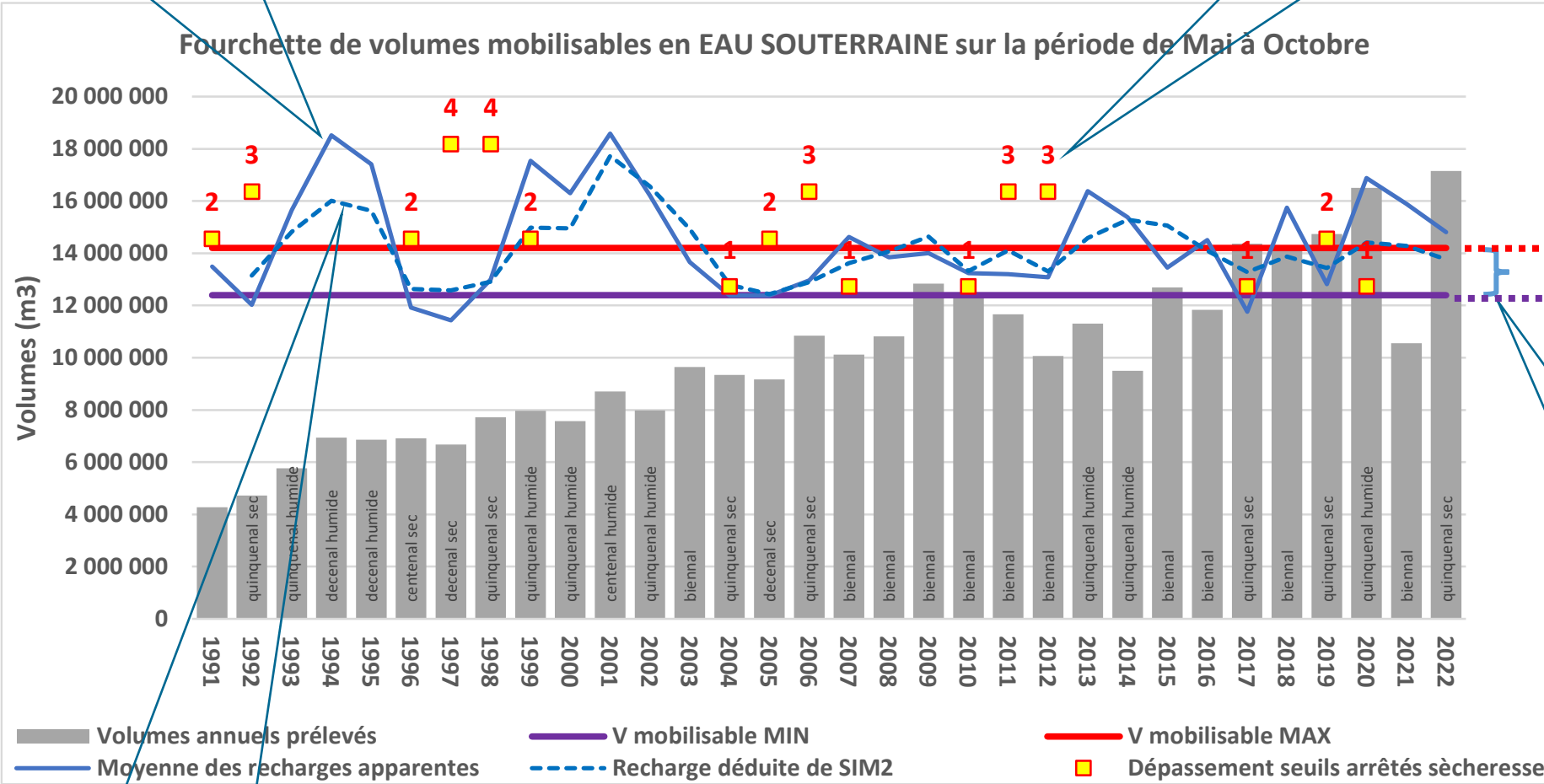


Éléments synthétiques d'analyse

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 : Sensée

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

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 12.4 et 14.2 Mm3	Entre 13 et 15 %	Entre 19 et 22 %
VP en eaux souterraines sur la <u>période annuelle</u>	Entre 21 et 22.5 Mm3	Entre 23 et 25 %	Entre 33 et 35 %
VP en eaux de surface sur <u>la période de basses eaux</u>	Entre 1.1 et 1.3 Mm3	Entre 1 et 1 %	Entre 1 et 2 %
VP en eaux de surface sur <u>la période annuelle</u>	Entre 2.2 et 2.6 Mm3	Entre 2 et 2 %	Entre 3 et 4 %
VP toutes ressources confondues sur <u>la période de basses eaux</u>	Entre 13.5 et 15.5 Mm3	Entre 15 et 17 %	Entre 21 et 24 %
VP toutes ressources confondues sur <u>la période annuelle</u>	Entre 23.2 et 25.1 Mm3	Entre 26 et 28 %	Entre 36 et 39 %

La recharge intégrée dans les statistiques correspond à la recharge pondérée de SIM2 par les recharges déduites sur le modèle GARDENIA au niveau du bassin de la Somme à Ham

Incidences sur les pratiques actuelles : Sensée

à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

Années repère eaux souterraines:

2010 : recharge biennale, avec premiers franchissements de seuils piézométriques (vigilance) : 12,4 Mm³

2015 et 2016 : recharges biennales, sans franchissements de seuils ni de tensions ONDE : 12,7 et 11,8 Mm³

2017 : recharge quinquennale sèche après 2 années de recharges biennales – premiers franchissements de seuils et tension ONDE : 14,4 Mm³

2019 : recharge déficitaire, franchissements de seuil importants (vigilance renforcée) et assecs : 14,7 Mm³

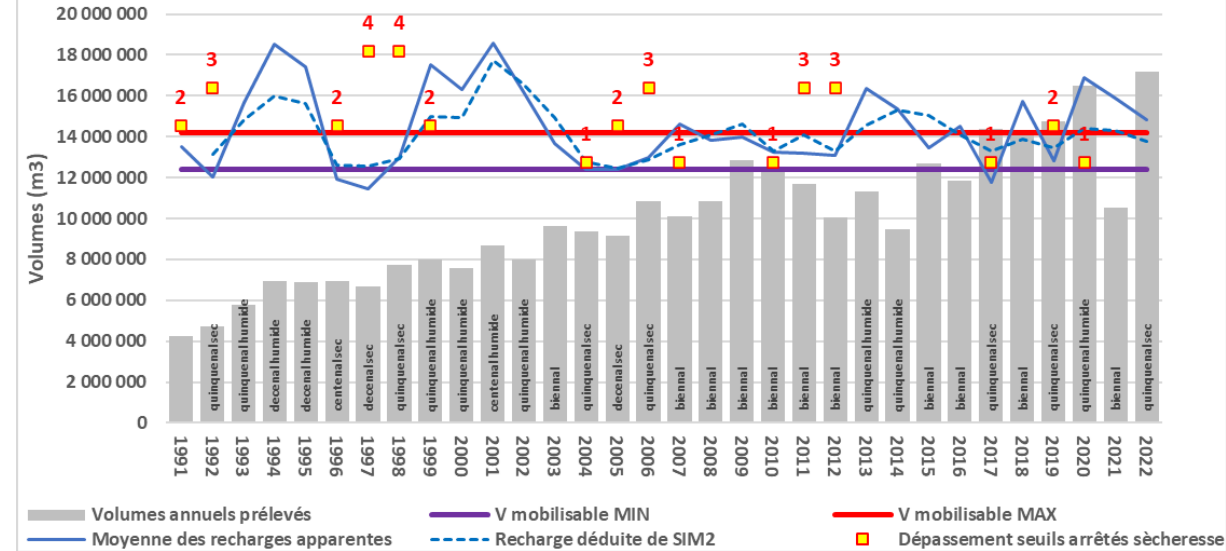
Pour les eaux souterraines, la définition des seuils positionnerait les périodes antérieures à 2017, 2019, 2020 et 2022 comme des années avec des prélèvements ponctuels au-delà du seuil maximum proposé (12,5% des années principalement sur les années récentes)

Les années positionnées entre le seuil bas et le seuil haut de la fourchette représentent seulement 3 années positionnées en 2009, 2015 et 2018 (moins de 10% des années)

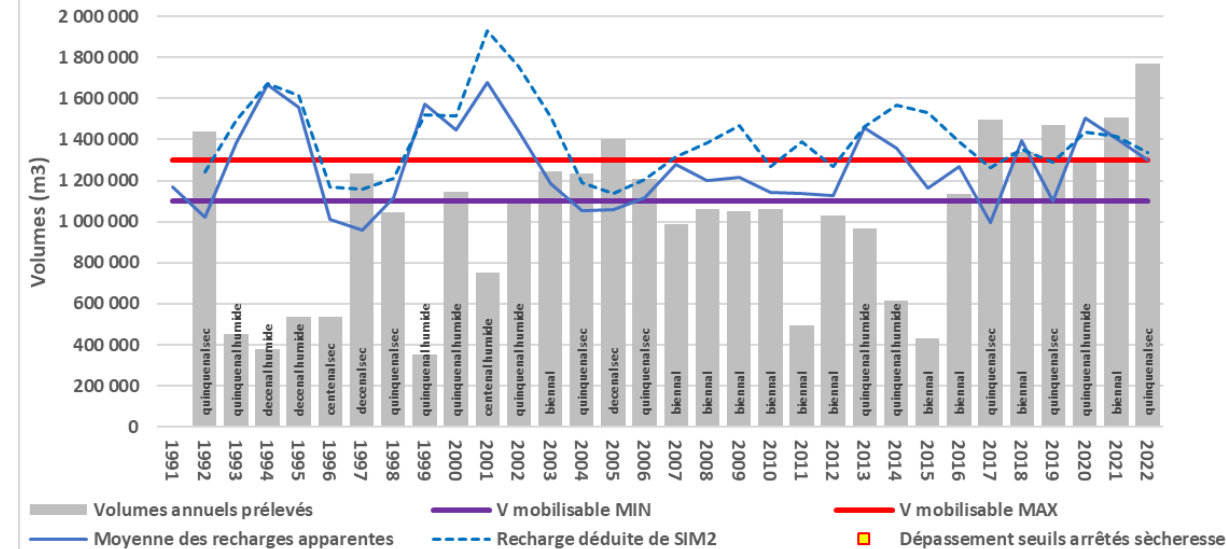
Ceci résulte de l'augmentation importante et régulière des prélèvements sur l'ensemble de la période, qui conduit à positionner la quasi-totalité des années antérieures à 2009 sous la fourchette basse

Augmentation qui concerne les prélèvements agricoles essentiellement, AEP dans une moindre mesure, les prélèvements industriels connaissant une sensible diminution a contrario

Fourchette de volumes mobilisables en EAU SOUTERRAINE sur la période de Mai à Octobre



Fourchette de volumes mobilisables en EAU SUPERFICIELLE sur la période de Mai à Octobre



Incidences sur les pratiques actuelles

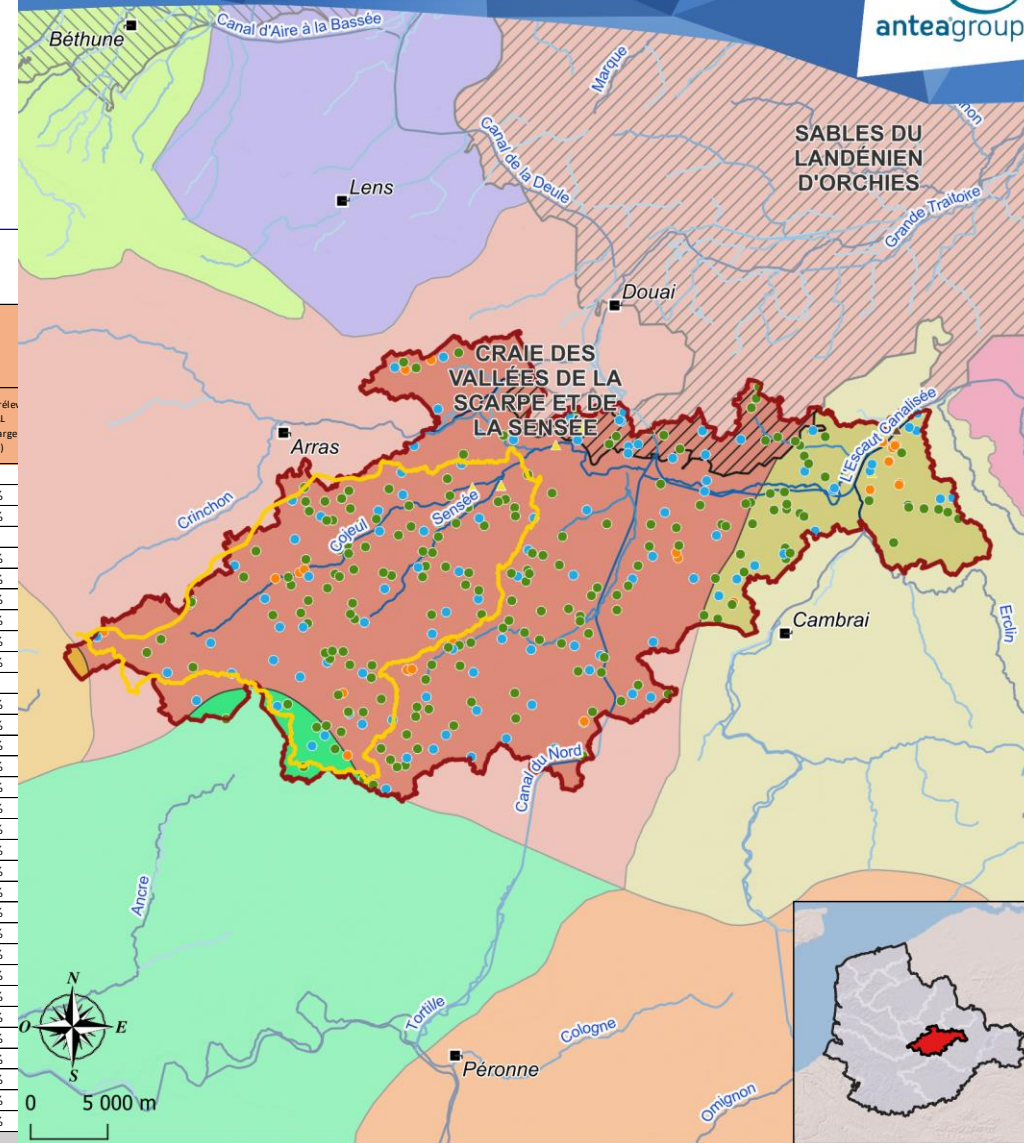
à partir de l'ensemble des données et analyses réalisées

Sensée

PRELEVEMENTS													
Année civile	Année hydrologique (Octobre à Mai)	Prélèvements relatifs à la Craie (Données BNPE et AEAP - sans tenir compte des prélèvements liés aux CANAUX et au refroidissements industriels)											
		Volume prélevé Mai à Octobre en m3 en eaux SOUT	Typologie / volume prélevable provisoire défini E. SOUT	Volume prélevé Mai à Octobre en m3 en eaux CONT	Typologie / volume prélevable provisoire défini E. CONT	Volume prélevé Mai à Octobre en m3 TOTAL	Typologie / volume prélevable provisoire défini TOTAL	Volume prélevé année civile en m3 en eaux SOUT	Volume prélevé année civile en m3 en eaux CONT	Volume prélevé année civile en m3 TOTAL	Volume prélevé E. SOUT (% recharge SIM2)	Volume prélevé E. CONT (% recharge SIM2)	Volume prélevé TOTAL (% recharge SIM2)
1991	1990 - 1991	4 267 295	Prélèvements acceptables			4 267 295	Prélèvements acceptables	8 188 400					
1992	1991 - 1992	4 728 115	Prélèvements acceptables	1 437 409	Prélèvements trop importants	6 165 524	Prélèvements acceptables	9 456 229	2 874 818	12 331 047	15%	5%	20%
1993	1992 - 1993	5 760 398	Prélèvements acceptables	452 650	Prélèvements acceptables	6 213 048	Prélèvements acceptables	10 601 133	905 300	11 506 433	10%	1%	11%
1994	1993 - 1994	6 933 596	Prélèvements acceptables	377 422	Prélèvements acceptables	7 311 018	Prélèvements acceptables	12 170 803	736 018	12 906 821	9%	1%	9%
1995	1994 - 1995	6 860 391	Prélèvements acceptables	537 241	Prélèvements acceptables	7 397 632	Prélèvements acceptables	11 864 702	1 038 352	12 903 054	9%	1%	10%
1996	1995 - 1996	6 917 776	Prélèvements acceptables	537 672	Prélèvements acceptables	7 455 448	Prélèvements acceptables	12 164 986	1 071 656	13 236 642	26%	2%	28%
1997	1996 - 1997	6 676 910	Prélèvements acceptables	1 235 075	Arbitrages à faire selon situation resso	7 911 985	Prélèvements acceptables	12 234 383	2 450 951	14 685 334	26%	5%	32%
1998	1997 - 1998	7 722 644	Prélèvements acceptables	1 046 783	Prélèvements acceptables	8 769 427	Prélèvements acceptables	13 942 237	2 043 899	15 986 136	25%	4%	29%
1999	1998 - 1999	7 973 520	Prélèvements acceptables	352 434	Prélèvements acceptables	8 325 954	Prélèvements acceptables	14 610 183	688 006	15 298 189	13%	1%	14%
2000	1999 - 2000	7 574 484	Prélèvements acceptables	1 145 122	Arbitrages à faire selon situation resso	8 719 605	Prélèvements acceptables	13 964 474	2 277 765	16 242 239	12%	2%	14%
2001	2000 - 2001	8 702 617	Prélèvements acceptables	753 260	Prélèvements acceptables	9 455 877	Prélèvements acceptables	15 524 865	1 495 316	17 020 181	8%	1%	9%
2002	2001 - 2002	7 982 675	Prélèvements acceptables	1 110 254	Arbitrages à faire selon situation resso	9 092 929	Prélèvements acceptables	14 435 351	2 209 944	16 645 295	9%	1%	11%
2003	2002 - 2003	9 644 316	Prélèvements acceptables	1 245 212	Arbitrages à faire selon situation resso	10 889 528	Prélèvements acceptables	16 542 895	2 485 458	19 028 353	15%	2%	17%
2004	2003 - 2004	9 341 370	Prélèvements acceptables	1 236 206	Arbitrages à faire selon situation resso	10 577 576	Prélèvements acceptables	16 555 898	2 462 332	19 018 230	32%	5%	37%
2005	2004 - 2005	9 165 085	Prélèvements acceptables	1 402 211	Prélèvements trop importants	10 567 296	Prélèvements acceptables	16 476 382	2 788 708	19 265 090	39%	7%	46%
2006	2005 - 2006	10 840 667	Prélèvements acceptables	1 207 083	Arbitrages à faire selon situation resso	12 047 750	Prélèvements acceptables	19 733 040	2 411 047	22 144 087	36%	4%	40%
2007	2006 - 2007	10 122 752	Prélèvements acceptables	987 268	Prélèvements acceptables	11 110 019	Prélèvements acceptables	19 662 666	1 973 617	21 636 283	26%	3%	29%
2008	2007 - 2008	10 823 924	Prélèvements acceptables	1 059 330	Prélèvements acceptables	11 883 254	Prélèvements acceptables	19 964 997	2 118 660	22 083 657	23%	2%	25%
2009	2008 - 2009	12 841 138	Arbitrages à faire selon situation resso	1 052 562	Prélèvements acceptables	13 893 700	Arbitrages à faire selon situation resso	21 945 024	2 104 378	24 049 402	21%	2%	23%
2010	2009 - 2010	12 389 884	Prélèvements acceptables	1 059 745	Prélèvements acceptables	13 449 629	Prélèvements acceptables	21 486 069	2 119 490	23 605 559	32%	3%	35%
2011	2010 - 2011	11 666 931	Prélèvements acceptables	492 980	Prélèvements acceptables	12 159 911	Prélèvements acceptables	19 961 252	985 960	20 947 212	22%	1%	24%
2012	2011 - 2012	10 070 838	Prélèvements acceptables	1 028 782	Prélèvements acceptables	11 099 620	Prélèvements acceptables	18 514 210	2 057 563	20 571 773	28%	3%	31%
2013	2012 - 2013	11 306 859	Prélèvements acceptables	968 573	Prélèvements acceptables	12 275 431	Prélèvements acceptables	19 864 638	1 937 145	21 801 783	19%	2%	21%
2014	2013 - 2014	9 498 464	Prélèvements acceptables	614 604	Prélèvements acceptables	10 113 068	Prélèvements acceptables	17 821 421	1 229 208	19 050 629	15%	1%	16%
2015	2014 - 2015	12 696 865	Arbitrages à faire selon situation resso	430 798	Prélèvements acceptables	13 127 663	Prélèvements acceptables	21 316 103	861 596	22 177 699	19%	1%	19%
2016	2015 - 2016	11 835 608	Prélèvements acceptables	1 134 375	Arbitrages à faire selon situation resso	12 969 983	Prélèvements acceptables	20 505 501	2 252 028	22 757 529	23%	3%	26%
2017	2016 - 2017	14 367 951	Prélèvements trop importants	1 497 790	Prélèvements trop importants	15 865 741	Prélèvements trop importants	23 127 527	2 958 762	26 086 289	35%	4%	40%
2018	2017 - 2018	14 155 543	Arbitrages à faire selon situation resso	1 341 729	Prélèvements trop importants	15 497 272	Arbitrages à faire selon situation resso	22 736 755	2 642 776	25 379 531	28%	3%	31%
2019	2018 - 2019	14 742 113	Prélèvements trop importants	1 469 392	Prélèvements trop importants	16 211 505	Prélèvements trop importants	22 556 971	2 884 823	25 441 794	32%	4%	36%
2020	2019 - 2020	16 503 797	Prélèvements trop importants	1 291 538	Arbitrages à faire selon situation resso	17 795 335	Prélèvements trop importants	24 865 064	2 508 667	27 373 731	26%	3%	28%
2021	2020 - 2021	10 547 773	Prélèvements acceptables	1 507 006	Prélèvements trop importants	12 054 779	Prélèvements acceptables	18 563 778	3 006 749	21 570 527	20%	3%	23%
2022	2021 - 2022	17 154 360	Prélèvements trop importants	1 768 747	Prélèvements trop importants	18 923 106	Prélèvements trop importants	24 750 028	3 495 519	28 245 547	31%	4%	36%
MOYENNE 1991-2022		10 056 770		1 025 201		11 049 934		17 378 374	2 034 726	19 349 515	19%	2%	21%

SURFACE TOTALE DU SAGE : 861 km2
% DE SURFACE DE CRAIE ALIMENTEE SUR LE SAGE : 98%
SURFACE DE CRAIE CONSIDEREE : 840 km2

USAGES DE L'EAU
SAGE - Sensée



Légende :

- Villes principales
- ▭ SAGE
- ▭ Bassin modélisé

- Typologie des usages
- ESO - Autres usages économiques
 - ESO - Eau potable
 - ESO - Irrigation

- ▲ ESU - Autres usages économiques
- ▲ ESU - Eau potable
- ▲ ESU - Irrigation

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. 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.
4. 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.
3. **Renforcer l'identification et les volumes agricoles prélevés**, y compris pour les volumes limités.
4. Disposer d'une **connaissance plus précise des débits et transferts d'eau au sein des canaux**, avec une estimation, bien que difficile à évaluer, des pertes potentielles.



Amélioration de la surveillance

Sur les unités sècheresse

1. Actuellement :

- *Un seul piézomètre de référence de l'unité sècheresse* des *Bassins versants de la Scarpe et de la Sensée*, à cyclicité pluriannuelle dominante, s'adressant à la *Craie des vallées de la Scarpe et de la Sensée*, n'est présent sur le territoire du SAGE : envisager de compléter par l'identification voire la création d'un piézomètre à cyclicité annuelle plus représentatif de la situation annuelle de la recharge de la masse d'eau, en partie Sud-Ouest du territoire, entre Cojeul et Sensée, essentiel dans le cadre d'une gestion dynamique fortement conseillée.
- *Aucun piézomètre de référence de l'unité sècheresse* du *Bassin de l'Escaut*, à cyclicité pluriannuelle dominante n'est présent sur le territoire du SAGE. Cependant, les deux piézomètres en limite Nord-Est (l'un à cyclicité pluriannuelle dominante, l'autre annuelle), s'adressant à la *Craie du Cambrésis* permettent sur le territoire d'évaluer les évolutions de la recharge de la craie dans ce secteur dans le cadre d'une gestion dynamique.

2. Actuellement :

- *Aucune station hydrométrique de référence d'unité sècheresse n'est située sur le territoire*, mais la station de la Sensée à Etaing permet un suivi sur le tiers Sud-Ouest du territoire
- *Proposition de mise en place d'une station de suivi non influencée* sur l'Hirondelle, en partie aval du cours d'eau, pour compléter le réseau de suivi hydrographique peu développé sur le territoire (sous réserve Canal Seine Nord Europe)

Amélioration des méthodes

Plus intégratrices des processus de l'hydrosystème

Constat : Les méthodes utilisées dans le cadre de l'étude, (avec réserve pour WALLINGFORD du fait des lacunes), fournissent des résultats intéressants, riches d'enseignement sur le fonctionnement des hydrosystèmes, assez cohérentes entre-elles et permettent d'approcher l'estimation des Volumes mobilisables provisoires. Elles connaissent cependant des limites, en raison de la présence d'une cyclicité pluriannuelle de la recharge de la nappe constatée en plusieurs points du territoire.

Evolution souhaitable : Du fait de ce contexte, l'analyse de la recharge apparente paraît incontournable. La mise en œuvre d'une modélisation hydrodynamique globale de la craie dans le secteur permettrait d'aborder la gestion de l'ensemble de l'hydrosystème crayeux en termes de disponibilité de la ressource et de gestion prévisionnelle..



Engagement d'une gestion dynamique

Plus proche d'une gestion équilibrée et partagée

La définition des VP 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 du SAGE.





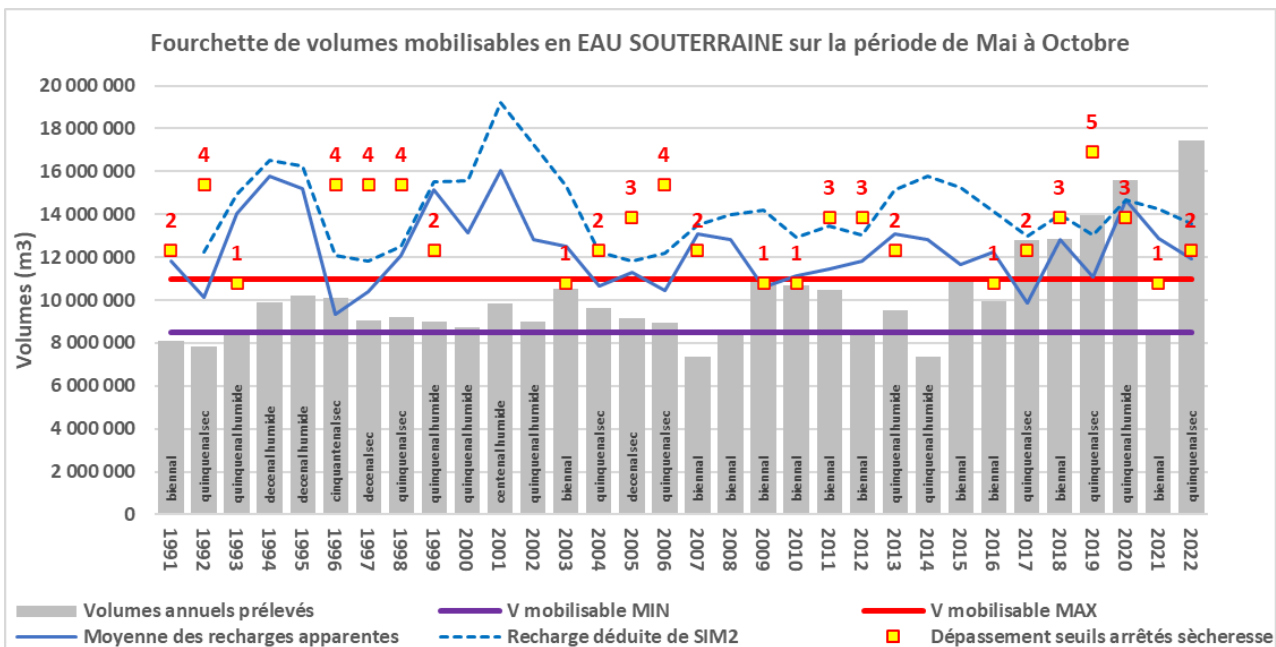
Merci de votre attention



Understanding today. Improving tomorrow.

Enveloppes de volume proposées

Unité sècheresse : Bassins versants de la Scarpe amont et de la Sensée

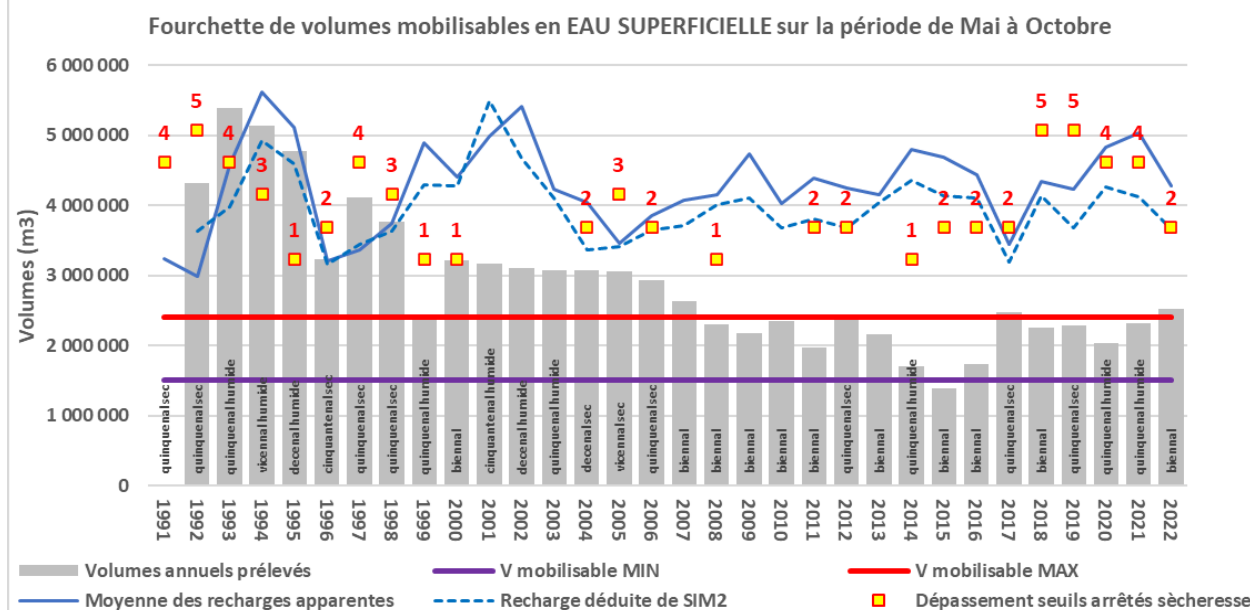
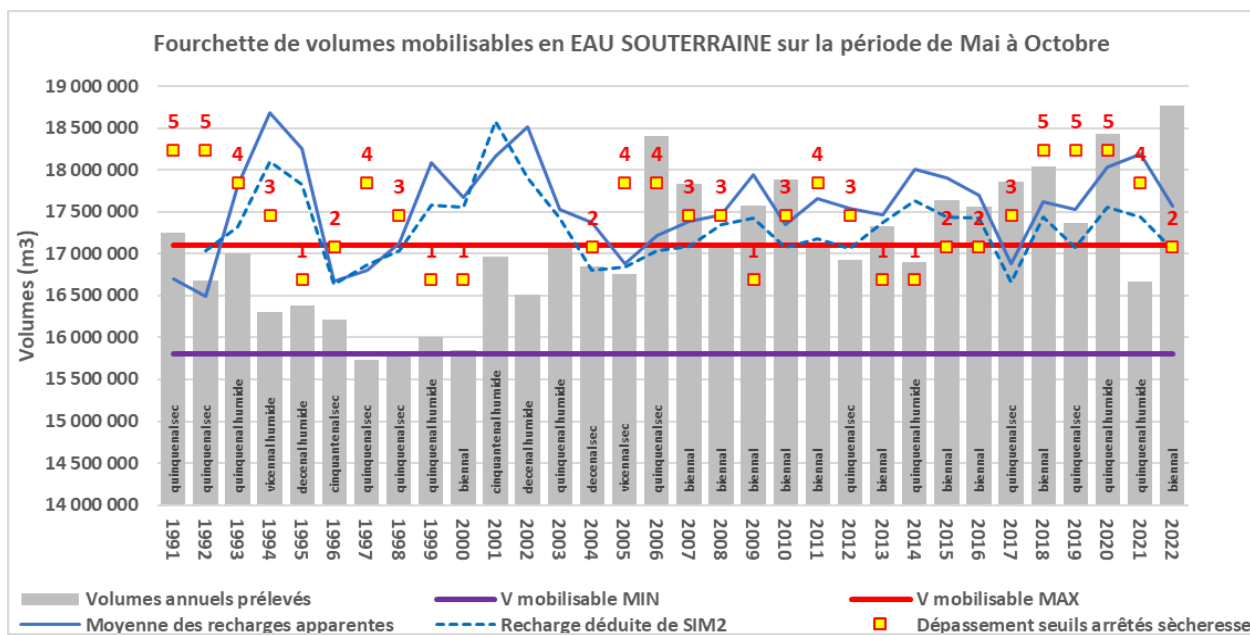


Période et ressource concernée	Fourchette proposée	Equivalent en % de d'une recharge normale (biennale)	Equivalent en % de d'une recharge quinquennale sèche
VP en eaux souterraines sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 8.5 et 11 Mm3	Entre 8 et 11 %	Entre 11 et 15 %
VP en eaux souterraines sur la <u>période annuelle</u>	Entre 14.5 et 17 Mm3	Entre 14 et 17 %	Entre 20 et 23 %
VP en eaux de surface sur la <u>période de basses eaux</u>	/	/	/
VP en eaux de surface sur la <u>période annuelle</u>	/	/	/
VP toutes ressources confondues sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 8.5 et 11 Mm3	Entre 8 et 11 %	Entre 11 et 15 %
VP toutes ressources confondues sur la <u>période annuelle</u>	Entre 14.5 et 17 Mm3	Entre 14 et 17 %	Entre 20 et 23 %

Pas de volume défini en eaux de surface

Enveloppes de volume proposées

Unité sècheresse : Bassin versant de l'Escaut



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 15,8 et 17,1 Mm ³	Entre 7 et 8 %	Entre 11 et 12 %
VP en eaux souterraines sur la <u>période annuelle</u>	Entre 31,2 et 33,7 Mm ³	Entre 15 et 16 %	Entre 22 et 24 %
VP en eaux de surface sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 1,5 et 2,4 Mm ³	Entre 0 et 1 %	Entre 1 et 1 %
VP en eaux de surface sur la <u>période annuelle</u>	Entre 3 et 4,8 Mm ³	Entre 1 et 2 %	Entre 2 et 3 %
VP toutes ressources confondues sur la <u>période de basses eaux</u>	Entre 17,3 et 19,5 Mm ³	Entre 8 et 9 %	Entre 12 et 14 %
VP toutes ressources confondues sur la <u>période annuelle</u>	Entre 34,2 et 38,5 Mm ³	Entre 16 et 18 %	Entre 25 et 28 %