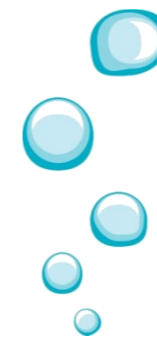




## PROJET DE TERRITOIRE POUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

BASSIN VERSANT L'HUVEAUNE, DE SES  
AFFLUENTS & AQUIFERES LIES



Préserver ensemble  
nos nappes et nos rivières :  
une responsabilité partagée !

PHASE I-II-III  
VOLET 3 – CARACTERISATION  
DE LA RESSOURCE

*Validée par la commission ressource du 06 fev-25*

Comité de suivi de l'étude: Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Département des Bouches du Rhône, DDTM13, DREAL PACA, Région SUD Provence Alpes Côte d'Azur, Métropole Aix Marseille Provence, Agglomération de Provence Verte, ARS PACA, Chambre d'Agriculture des Bouches du Rhône et du Var, Parc Naturel Régional de la Ste Baume, FPPMA13, FDSH13.

**Mission suivie** **Eric Brenner**  
**par :**

**Pilotage :** **Roxane Roy**

**Financée par :**



**Rapport rédigé**  
**par :**



## SOMMAIRE

<b>I. CONTEXTE HYDROLOGIQUE .....</b>	<b>4</b>
I.1 L'hydrologie sur le bassin de l'Huveaune.....	4
I.2 Qualité de la donnée .....	4
I.3 Hydrologie annuelle observée .....	4
I.4 Les basses eaux : la période d'étiage.....	6
<b>I. LES INDICATEURS POUR LA GESTION DES ETIAGES .....</b>	<b>8</b>
I.5 Points nodaux du SDAGE .....	8
I.6 Suivi des autres seuils.....	8
I.7 Les périodes des assecs : l'Observatoire National des Etiages (ONDE) .....	10
I.8 Qualité des eaux de surface.....	11
I.8.a Le SDAGE : des objectifs et un diagnostic fondé sur un ensemble d'indicateurs .....	11
I.8.b Etat chimique des masses d'eau superficielles, le bon état généralisé.....	12
I.8.c Etat écologique des masses d'eau superficielles : 33% en bon état .....	12
<b>II. FONCTIONNEMENT NATUREL DU BASSIN VERSANT : APPROCHE PATRIMONIALE DE LA RESSOURCE DES COURS D'EAU AVANT USAGE .....</b>	<b>14</b>
I.9 Interprétation des résultats sur la longue période .....	14
I.9.a L'hydrologie naturelle reconstituée.....	14
I.9.b Hydrologie naturelle et mesurée, quelques indicateurs qualifiant la ressource .....	14
I.9.c Les acquis de la modélisation .....	15
<b>III. CONTEXTE HYDROGEOLOGIE .....</b>	<b>17</b>
I.10 Contexte géologique .....	17
I.10.a Structure de la basse Provence occidentale.....	17
I.10.b Lithologie du secteur d'étude .....	17
I.10.c Alluvions de l'Huveaune FRDG369.....	19
I.10.d Formations oligocènes de la région de Marseille FRDG215.....	20
I.10.e Aquifère karstiques/fissurés : FRDG107, FRDG210, FRDG167, FRDG168 .....	21

I.10.f Bilan quantitatif .....	21
<b>I.11 L'état qualitatifs des nappes .....</b>	<b>21</b>
I.11.a Alluvions de l'Huveaune FRDG369.....	21
I.11.b Formations oligocènes de la région de Marseille FRDG215.....	24
I.11.c Aquifère karstiques/fissurés : FRDG107, FRDG210, FRDG167, FRDG168 .....	24
I.11.d Synthèse des relations entre aquifères (Thèse T. GARIN 2022) .....	25
<b>I.12 Les interconnexions nappes rivière .....</b>	<b>27</b>
<b>I.13 Calcul des ratios de prélèvements des forages sur l'Huveaune.....</b>	<b>28</b>
I.13.a Sources.....	28
I.13.b Roquevaire : champ captant.....	28
I.13.c Forages AEP Aubagne .....	29
I.13.d Forage de La Vèze et de la Brise .....	29
I.13.e Forage usine chimique organique et blanchisserie Marseille .....	30
I.13.f Forages de Cuges-le-Pins.....	30
I.13.g Forages de la Blancherie .....	30
I.13.h Synthèse des ratios de participation des forages & sources au prélèvement dans les cours d'eau .....	30
<b>IV. ANNEXES .....</b>	<b>32</b>
I.14 Interprétations et synthèse des pressions expliquant l'état de masses d'eau superficielles .	32
I.14.a Altération de la morphologie.....	32
I.14.b Altération de la continuité écologique .....	33
I.14.c Altération du régime hydrologique .....	34
I.14.d Pollutions par les nutriments urbains et industriels.....	35
I.14.e Prélèvements en eau.....	36
I.14.f Pollution par les pesticides.....	37
I.14.g Pollution par les nutriments agricoles .....	38
I.14.h Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides).....	39



## I. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

### I.1 L'hydrologie sur le bassin de l'Huveaune

Les informations nécessaires à la connaissance de l'hydrologie des cours d'eau sont les **stations hydrométriques** et les mesures de débits associées, les points de prélèvements et l'évaluation des volumes prélevés en ces points.

La carte ci-dessus présente les stations hydrométriques disponibles sur Hydroportail (<https://www.hydro.eaufrance.fr/>), avec les découpages des secteurs de stations concernées.

La carte des rivières (figure 2) montre que **sur le sous bassin de Cuges, il n'y aucune sortie d'eau superficielle** et que les ruisseaux disparaissent. En réalité tout cet impluvium d'environ 100 km<sup>2</sup> alimente le système karstique souterrain. C'est pourquoi l'analyse hydrologique ampute le bassin topographique de ce secteur.

**Certains bassins comme celui du Jarret et du Fauge ne disposent pas de station hydrométrique à leur exutoire.**

Les chroniques de débits mesurés présentées sont celles disponibles sur Hydroportail.

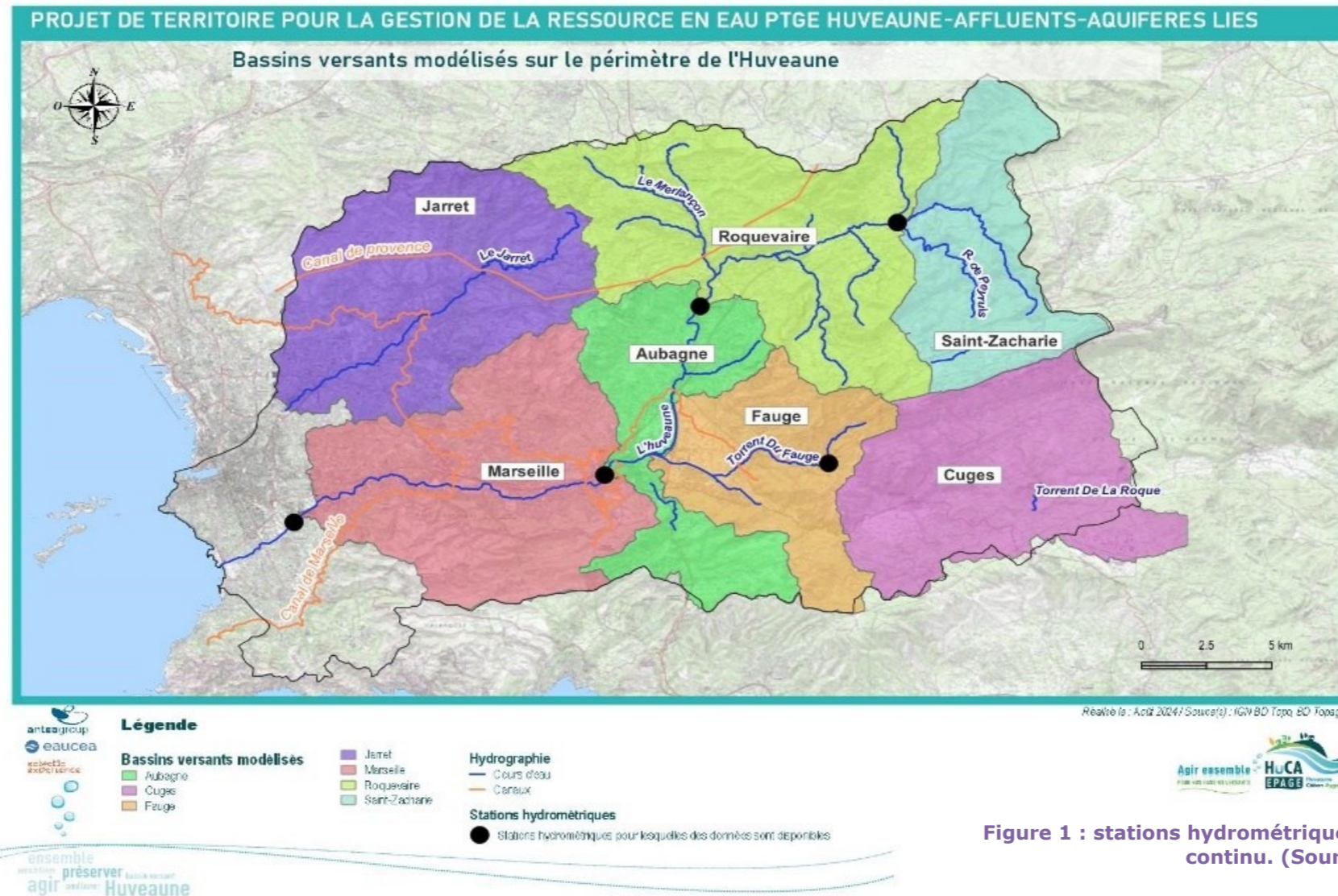
### I.2 Qualité de la donnée

**La qualité de la mesure des données hydrométrique est importante**, surtout en étiage. Un échange avec la DREAL en charge du suivi des stations hydrométriques du bassin de l'Huveaune a permis de préciser le cadre de validité des mesures réalisées par les stations hydrométriques.

Les stations hydrométriques sont jaugées au moins une fois par mois en étiage et ces jaugeages sont doublés. Pour la station de **l'Huveaune à Saint-Zacharie**, la lame d'eau en étiage sévère est très faible et **l'incertitude de mesure du niveau augmente en conséquence**. Dans ce cas précis l'incertitude de la mesure de débit augmente aussi, malgré le suivi régulier avec de nombreux jaugeages.

La figure 1 ci-contre présente les années de **disponibilité des données hydrologiques** pour chacune des stations du bassin

### I.3 Hydrologie annuelle observée



Pour chacune des stations du bassin de l'Huveaune, les tableaux de synthèse suivants décrivent le régime annuel des écoulements. C'est un régime pluvial comportant des hautes eaux en hiver et des basses eaux estivales. L'ensemble des stations de l'Huveaune se comporte de manière homogène tandis que la source de Saint-Pons à Gémenos sur le torrent du Fauge a un débit estival soutenu par les apports des écoulements souterrains.

Figure 1 : stations hydrométriques avec des données disponibles en continu. (Source Hydroportail)

		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023						
Y441401501	L'Huveaune à Saint-Zacharie	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%	92%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Y441403001	L'Huveaune à Roquevaire	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	58%	91%	51%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Y442404001	L'Huveaune à Aubagne (Le Charrel)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	70%	88%	100%	90%	75%	74%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Y442501001	Le torrent du Fauge à Gémenos	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	100%	100%	99%	100%	100%	33%	66%	100%	88%	100%	96%	100%	100%	33%	0%	69%	24%	25%	100%	100%	94%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%			
Y442501301	L'Huveaune à Marseille - Collège	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%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	96%	97%	100%	100%			

Figure 2 : tableau de disponibilité des données hydrométriques. Source Hydroportail



**Préserver ensemble nos nappes et nos rivières : une responsabilité partagée !**

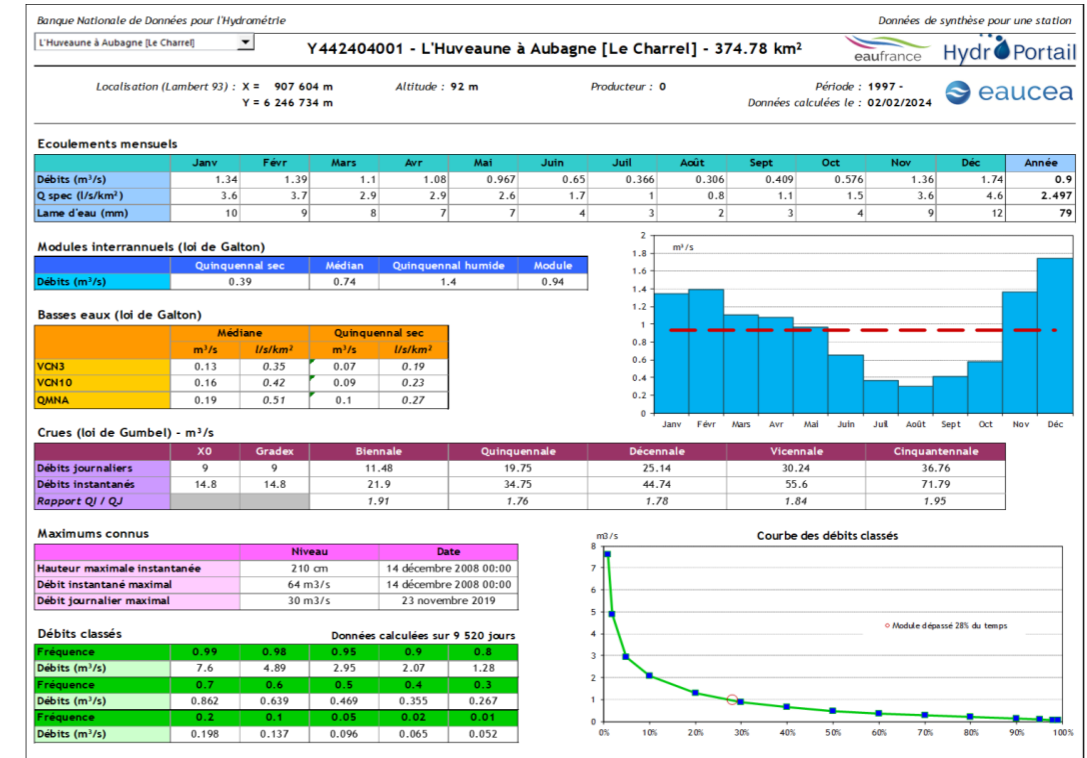
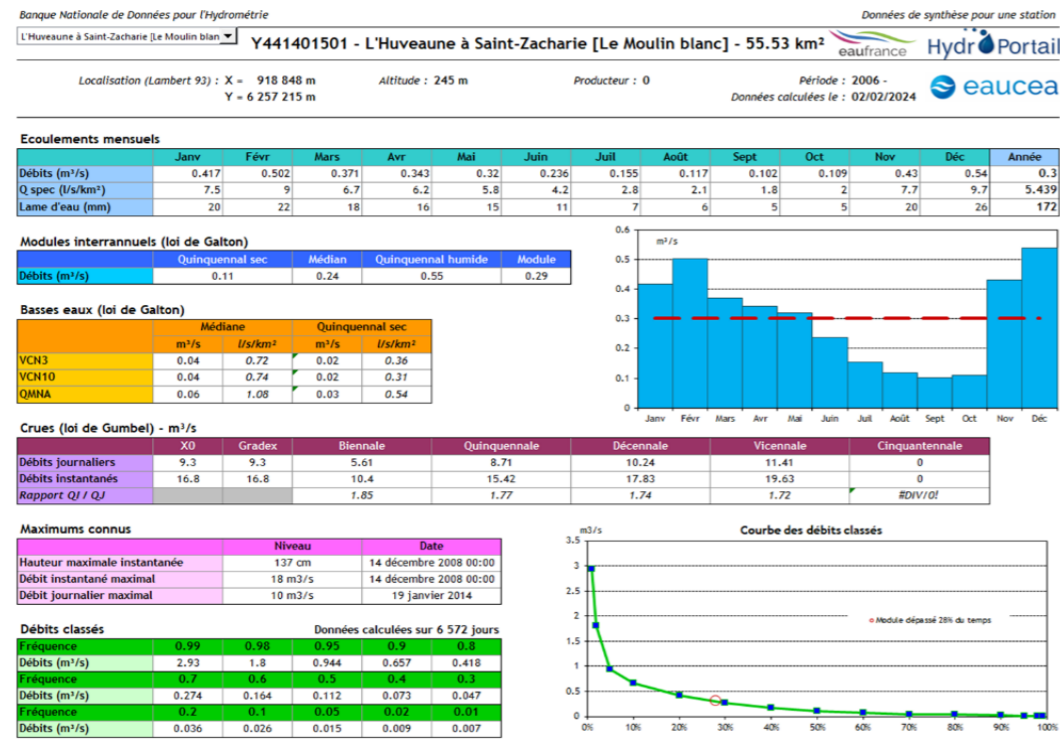


Figure 3: synthèse du régime hydrologique de l'Huveaune à Saint-Zacharie. (Source Hydroportail)

Figure 5: synthèse du régime hydrologique de l'Huveaune à Aubagne. (Source Hydroportail)

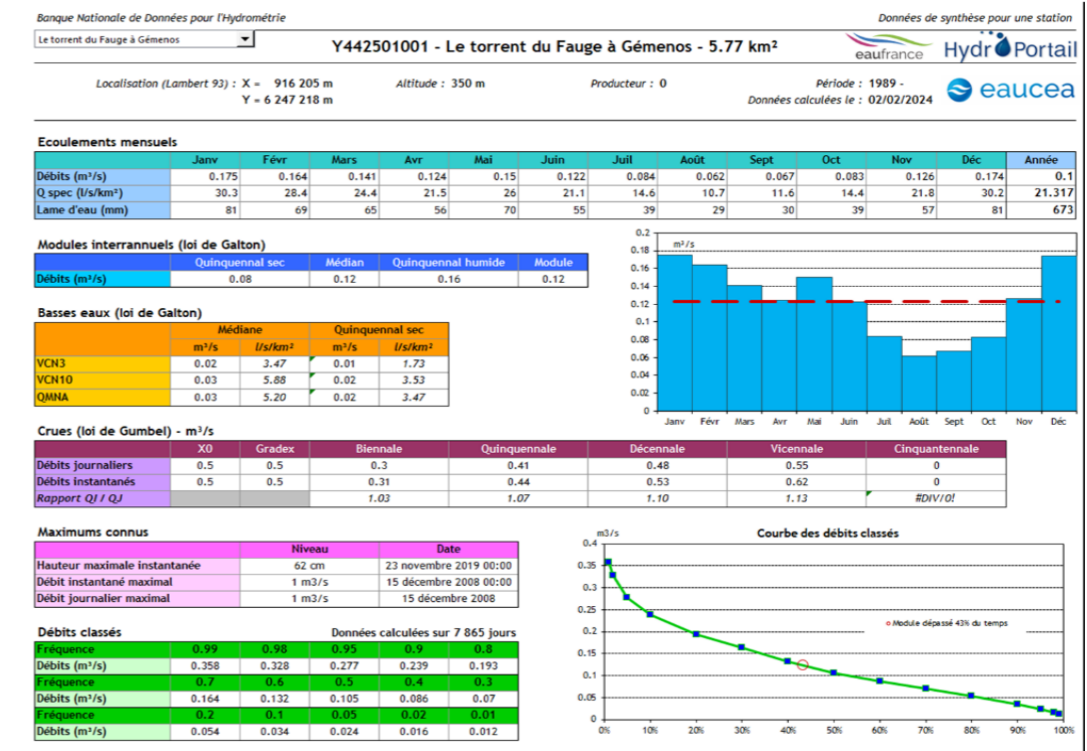
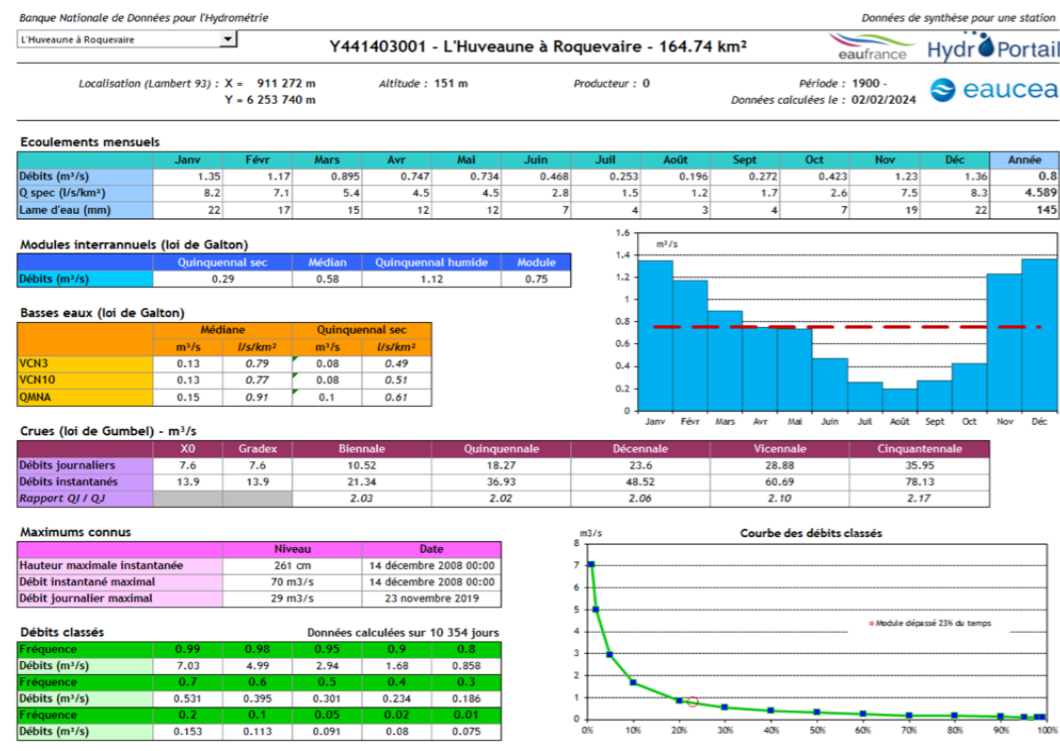


Figure 4: synthèse du régime hydrologique de l'Huveaune à Roquevaire. (Source Hydroportail)

Figure 6: synthèse du régime hydrologique du Fauge à Gémenos. (Source Hydroportail)

L'autre caractéristique de l'hydrologie du bassin de l'Huveaune est le régime marqué par des **écoulements intenses sur de courtes périodes, liées aux épisodes méditerranéens** de précipitations intenses. En effet les courbes des débits classés des stations de l'Huveaune indiquent que le **module interannuel (moyenne interannuelle du débit moyen annuel) est dépassé seulement 23 % (pour Roquevaire) à 28 % (pour Aubagne) du temps (des débits moyens journaliers)**. Cette variation de débits est très atténuée dans le cas du Fauge avec un module dépassé 43 % du temps.

Les débits sont exprimés en m<sup>3</sup>/s.

La moyenne annuelle est le module. Il **peut varier fortement d'une année à l'autre**, par exemple pour la station d'Aubagne de 0,196 m<sup>3</sup>/s en 2023 à 2,17 m<sup>3</sup>/s en 2014. Le graphe ci-dessous représente les valeurs du module de l'Huveaune à Aubagne.

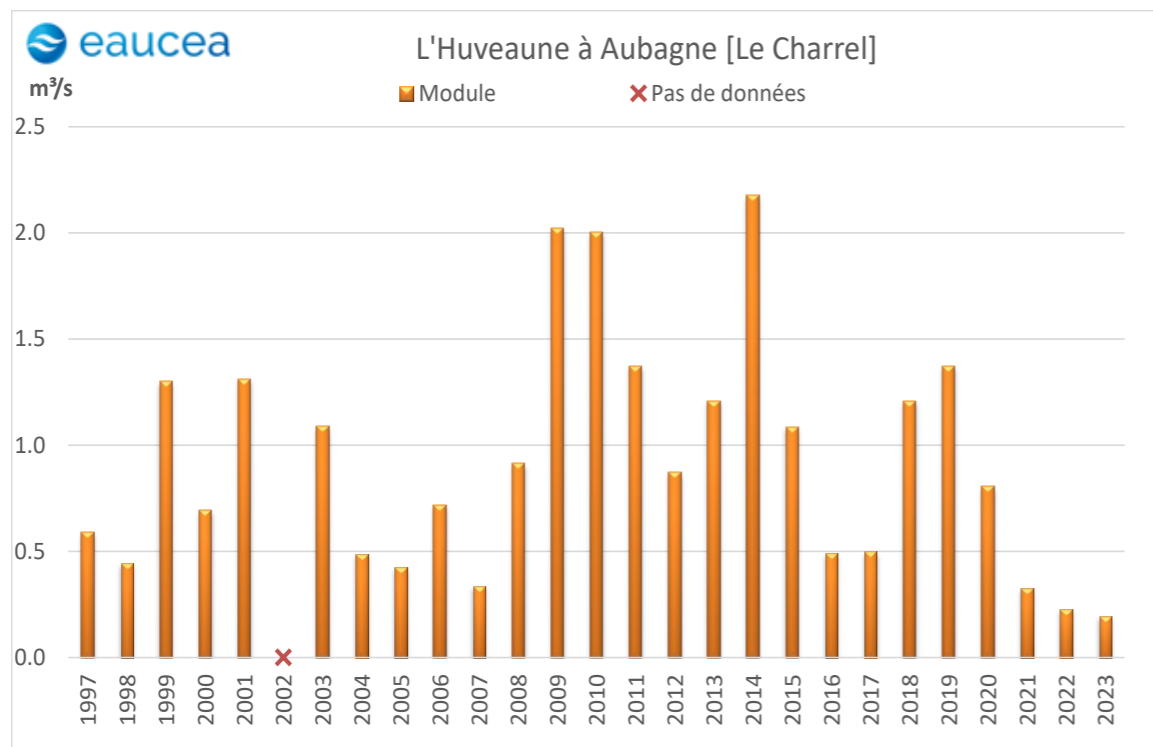


Figure 7: module de l'Huveaune à Aubagne. Source Hydroportail

#### I.4 Les basses eaux : la période d'étiage

Le paramètre le plus critique pour la gestion de la ressource en eau correspond à celui des périodes de basses eaux, essentiellement en été, appelées étiage.

Plusieurs indicateurs d'étiage sont exploités en hydrologie et pour la réglementation (loi, SDAGE, arrêté sécheresse, etc...). Ils sont illustrés dans le graphe ci-dessous pour l'année 2022. Le QMNA, débit moyen mensuel minimum, correspond à un mois calendaire entier. Les VCN x correspondent au débit moyen sur x jours consécutifs. Ainsi le VCN30 « ressemble » à un QMNA puisqu'il dure 30 jours mais il peut être à cheval sur deux mois calendaires.

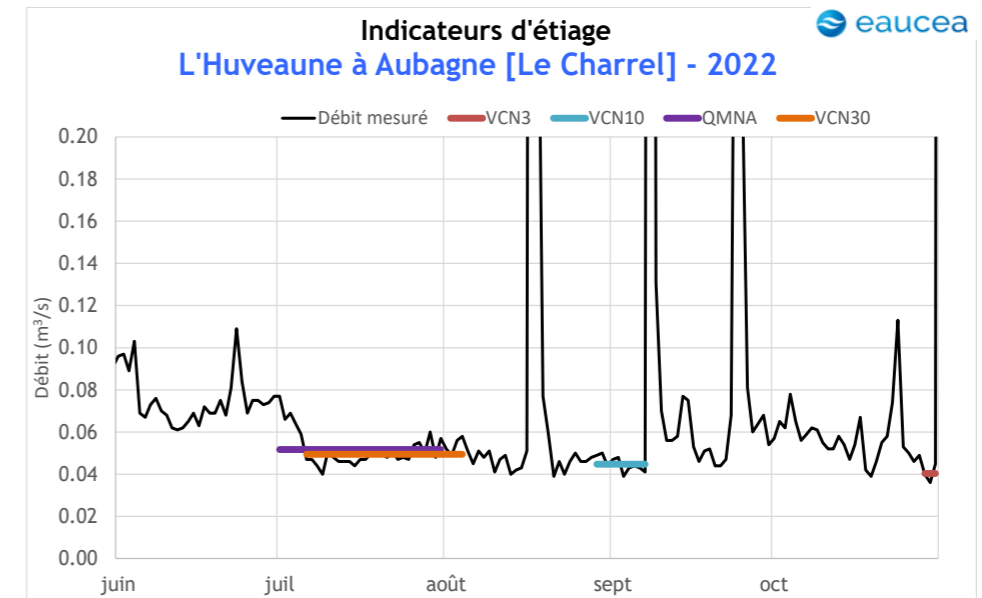


Figure 8: illustration des valeurs caractéristiques d'étiage

La durée des étiages est analysée selon la valeur médiane du QMNA de chaque station. Le graphe suivant illustre la manière de calculer la durée de l'étiage, c'est-à-dire le nombre de jours entre la date de premier franchissement et la date de dernier franchissement de la valeur seuil analysée.

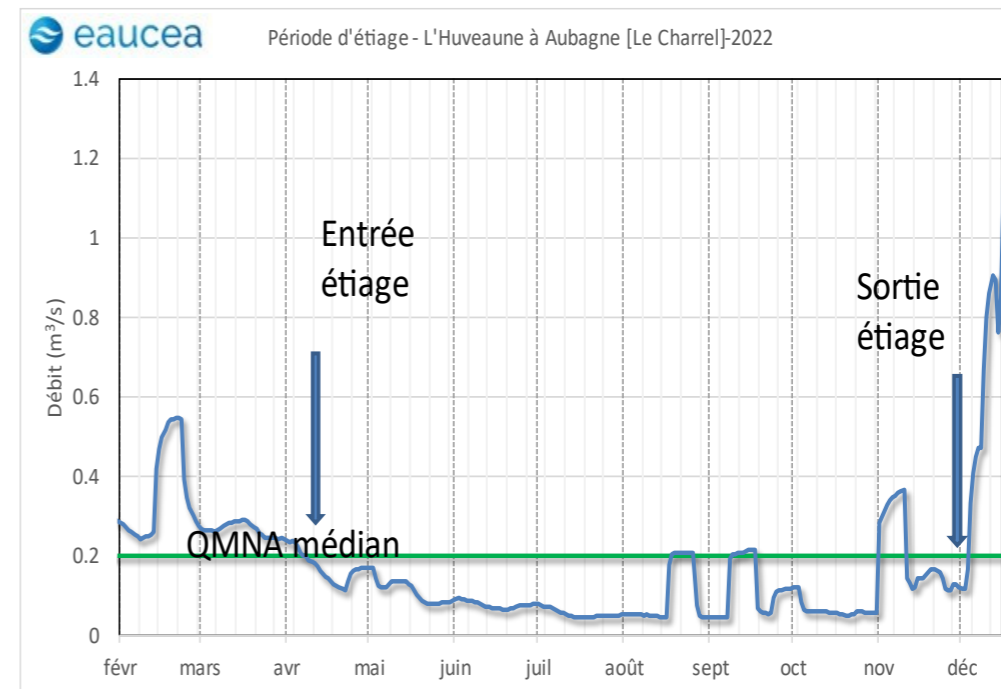


Figure 9: illustration de l'analyse de la durée de l'étiage

Le graphe suivant indique les durées d'étiage de l'Huveaune aux différentes stations et du torrent du Fauge à la source de Saint-Pons.

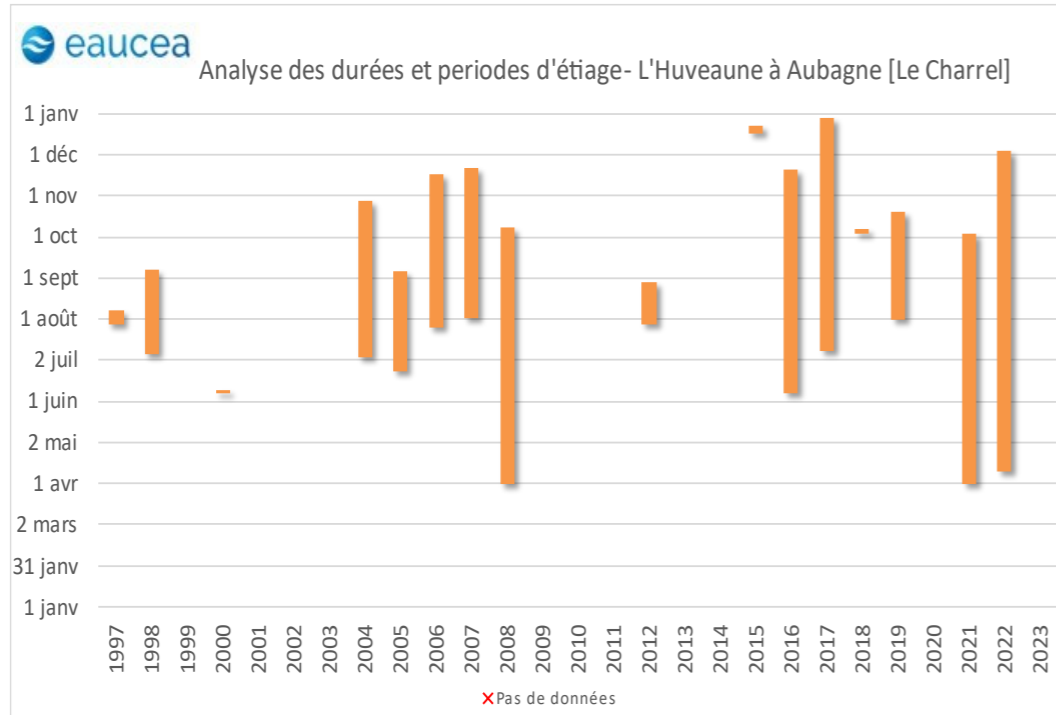


Figure 10: durée des étiages par rapport au QMNA médian de l'Huveaune à Aubagne.

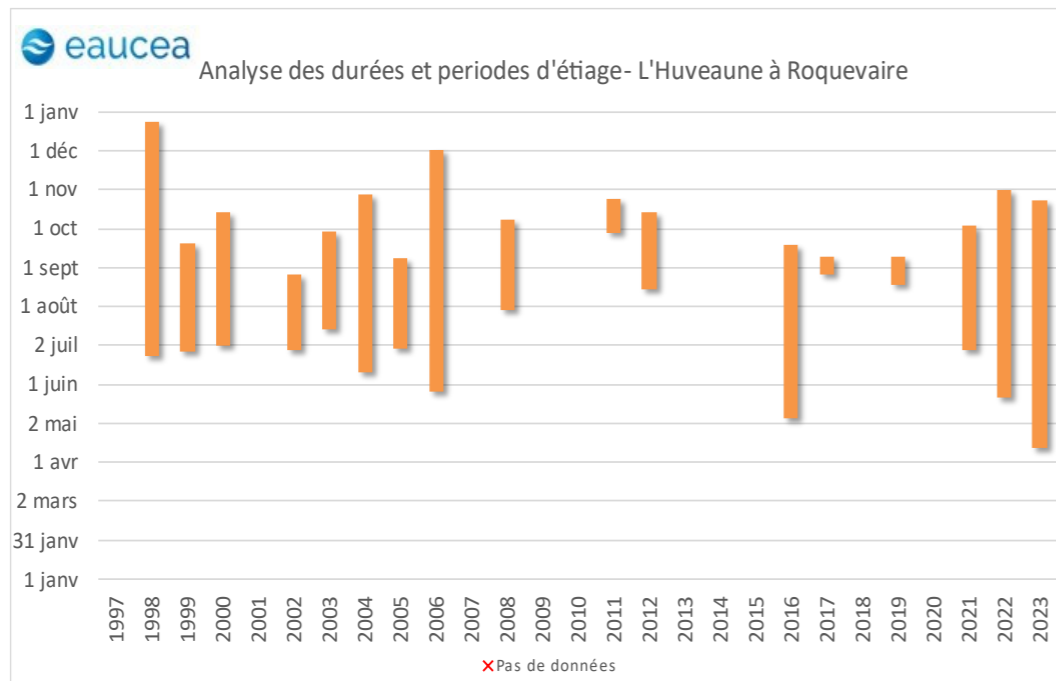


Figure 11: durée des étiages par rapport au QMNA médian de l'Huveaune à Roquevaire

A Aubagne et Roquevaire, les étiages ne se prononcent pas de la même manière avec des durées d'étiage plus longues non concomitantes.

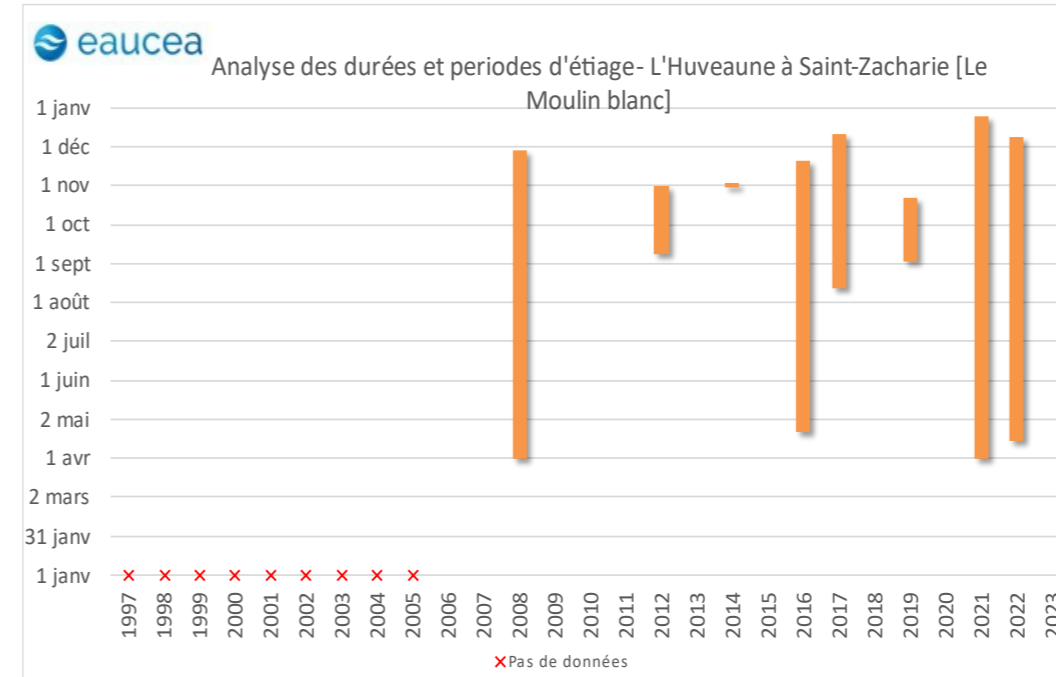


Figure 12: durée des étiages par rapport au QMNA médian de l'Huveaune à Saint-Zacharie.

A St Zacharie moins d'années de mesures sont disponibles, et les durées d'étiage sont très longues en 2008, 2016 et 2021.

⚠ Attention en 2023 le seuil n'est pas détecté car les débits moyens journaliers sont presque toute l'année sous le seuil d'analyse.

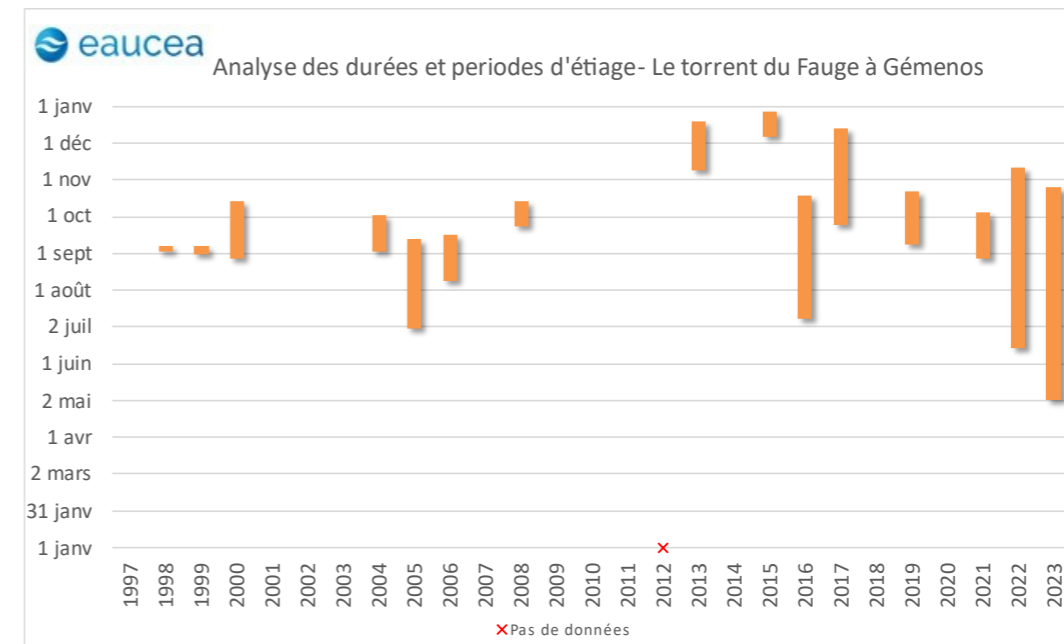


Figure 13: durée des étiages par rapport au QMNA médian du Fauge à Gémenos (St-Pons)

Sur le Fauge les durées d'étiage sont nettement plus longues depuis l'année 2016 par rapport aux années précédentes.

**Note :** Pour mémoire dans cette partie, les valeurs d'étiages représentent des débits mesurés, donc influencés par les prélèvements et rejets sur le bassin. Le poids des prélèvements et des rejets peut être relativement plus important en étiage par rapport à la période de hautes eaux.

## I. LES INDICATEURS POUR LA GESTION DES ETIAGES

### I.5 Points nodaux du SDAGE

La station de l'Huveaune à Aubagne (Charrel) est l'unique point nodal du SDAGE du bassin de l'Huveaune.

Les points nodaux sont des stations hydrométriques sur lesquelles des Débits d'Objectifs d'Etiage (DOE) ont été définis dans le SDAGE Rhône Méditerranée. Ils constituent la référence pour l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10.

#### Le Débit d'Objectif d'Etiage ou DOE :

C'est le débit de référence permettant l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10. Il traduit les exigences de la gestion équilibrée visée à l'article L.211-1 du code de l'environnement. À chaque station de référence, la valeur du DOE est visée chaque année en période d'étiage en valeur moyenne journalière, et constitue l'objectif qui conditionne le rétablissement des équilibres quantitatifs.

#### Le Débit De Crise ou DCR :

C'est le débit de référence au-dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile, de l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. La valeur du DCR est impérativement sauvegardée en valeur moyenne journalière.

La mise en œuvre de la gestion de crise vise à maintenir des débits les plus proches possibles des débits objectifs d'étiage (DOE) et à éviter le franchissement des débits de crise (DCR) fixés par le SDAGE Adour-Garonne.

Le graphe suivant représente le QMNA de chaque année pour l'Huveaune à Aubagne et la valeur du DOE est indiquée. Les années indiquées en rouge correspondent aux étiages les plus sévères, dont les QMNA sont inférieurs au QMNA10 (valeur telle que le QMNA soit inférieur une année sur dix).

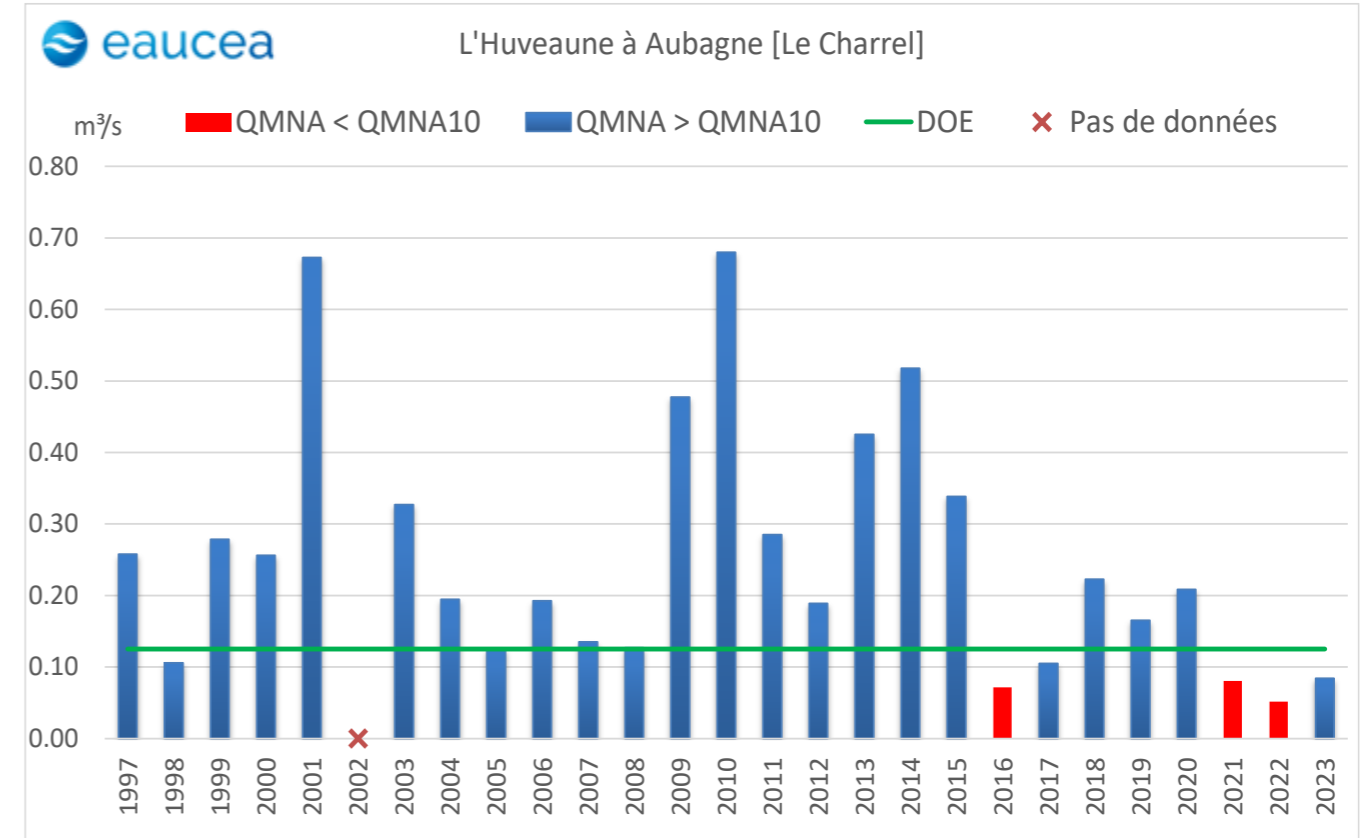


Figure 14: QMNA de l'Huveaune à Aubagne. Source Hydroportail

Sur ce graphe il apparaît que le QMNA est inférieur au DOE 6 années sur les 26 années de données disponibles, soit 23 % des années (le seuil de respect du DOE 8 années sur 10 correspond à un QMNA inférieur au DOE 20 % des années). Cependant sur les dix dernières années, le QMNA a été inférieur au DOE cinq fois.

### I.6 Suivi des autres seuils

L'arrêté cadre départemental (ACD) publié en 2024 dans les Bouches du Rhône (13) fixe les débits d'alerte, d'alerte renforcée et de crise lors de la gestion de la sécheresse pour 1 seule station modélisée : la station du Charrel à Aubagne. Ces valeurs de débits pilotent les prises d'arrêtés de restriction de l'eau.

Cet arrêté a évolué en 2024 en redéfinissant le découpage de gestion de la sécheresse en ne considérant plus qu'une seule zone : l'Huveaune, allant de la limite communale de Marseille à l'aval jusqu'à la limite du département entre Auriol et St Zacharie à l'amont.

Avant 2024, on considérait 2 zones : Huveaune Amont (seuils fixés pour la station de Roquevaire) et l'Huveaune Avale (seuils fixés à la station d'Aubagne).



Ce redécoupage, entraine de facto une situation complexe puisque la partie aval en dessous de la Penne s/Huveaune n'est plus soumise à des restrictions en cas de stress hydrique important sur la zone Huveaune ! pour autant des usages existent (pompage, prélèvements...)

Le tableau suivant présente les seuils de l'arrêté cadre pour les deux stations de l'Huveaune

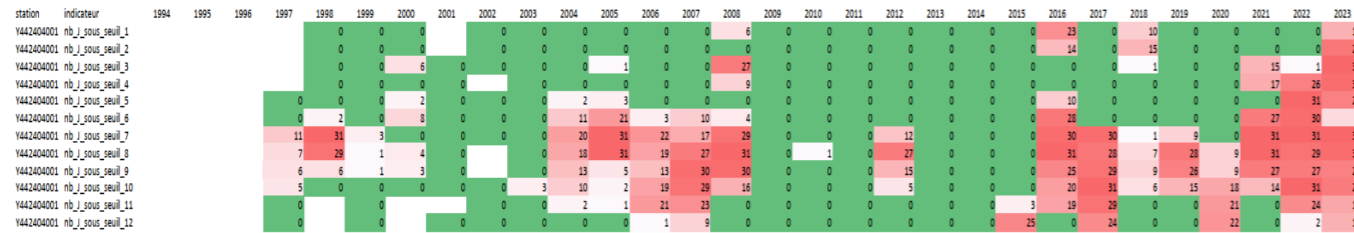
nom	code	DA m <sup>3</sup> /s	DAR m <sup>3</sup> /s	DCR m <sup>3</sup> /s
L'Huveaune à Aubagne [Le Charrel]	Y442404001	0,21	0,17	0,12
L'Huveaune à Roquevaire [Roquevaire Villages]	Y441403001	0,14	0,11	0,08

⚠ Attention, depuis 2024 Roquevaire n'est plus une station de suivi sécheresse au titre de l'ACD !

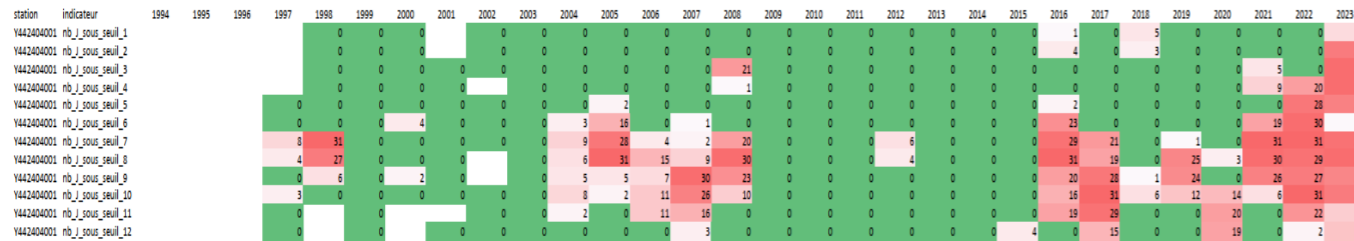
L'analyse du nombre de jours où le débit moyen journalier est inférieur aux seuils est présentée dans les tableaux suivants sur la période 1992 – 2023 (avant basculement du nouvel ACD de 2024).

Pour la station de l'Huveaune à Aubagne, les nombres de jours sous chaque seuil est indiqué avec en colonne l'année et en ligne le mois.

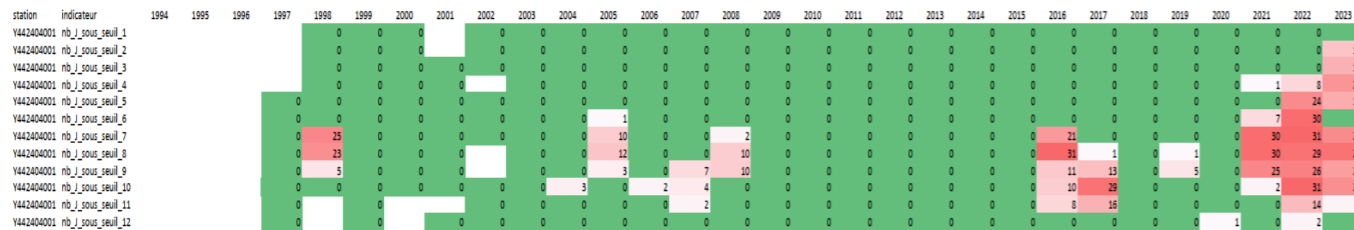
Débit d'alerte :



Débit d'alerte renforcé :



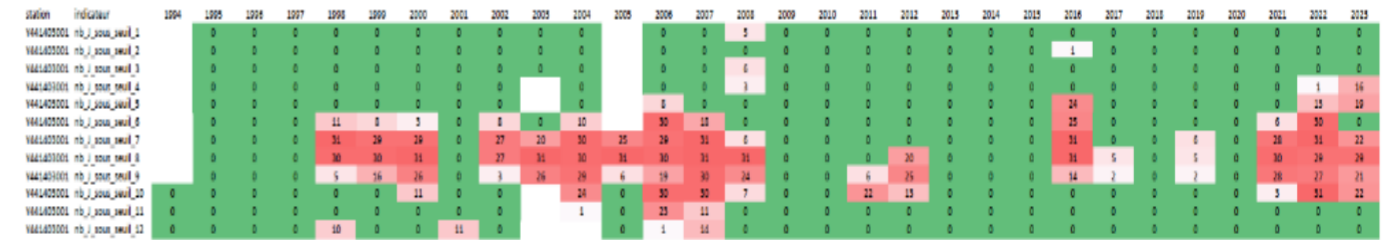
Débit de crise



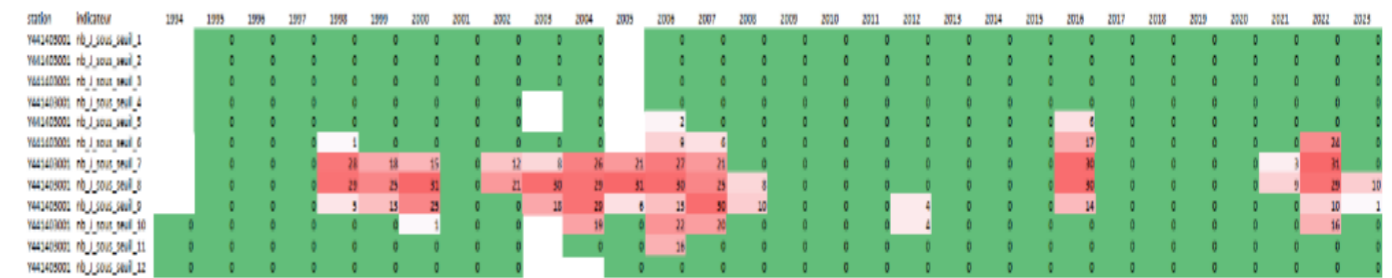
Les débits seuils sont franchis durant plusieurs mois consécutifs durant les étiages 2016 et 2017 (même durant l'hiver) et de 2021 à 2023. Une série de franchissements de moindre durée est aussi présente sur la période 2004-2008.

Pour la station de l'Huveaune à Roquevaire, les nombres de jours sous chaque seuil est indiqué avec en colonne l'année et en ligne le mois.

Débit d'alerte :



Débit d'alerte renforcé :



Débit de crise



La situation des franchissements des seuils sur l'Huveaune amont est moins critique sur les étiages récents, par contre les étiages les seuils ont été franchis plus longtemps surtout sur la période allant de 2002 à 2008.

Ces observations peuvent être dues à plusieurs facteurs comme par exemple des changements des valeurs seuils et des arrêtés cadres ou des évolutions des usages de l'eau sur le bassin.

### I.7 Les périodes des assecs : l'Observatoire National des Etiages (ONDE)

L'Observatoire National des Etiages (ONDE) est un réseau d'observation des étiages estivaux commun à l'ensemble des départements. Il permet :

- **Un suivi « usuel »** dans le cadre d'un réseau de connaissance du comportement des cours d'eau avec un suivi mensuel sur la période de mai à septembre pouvant être prolongé ;
- **Un suivi complémentaire « de crise »** avec une augmentation de la fréquence d'observation dès lors que la situation le justifie. Ce suivi est mis en œuvre sur ordre des préfets de département ou des préfets coordonnateurs de bassin.

Ces suivis sont réalisés selon un protocole défini par l'OFB. Les observations sont appréciées selon 5 modalités : l'écoulement visible, l'écoulement visible acceptable, l'écoulement visible faible, l'écoulement non visible et l'assec.

Le tableau suivant présente les stations du réseau ONDE situées sur le bassin de l'Huveaune

Identifiant	Nom
Y4425011	Le Fauge à l'amont du passage busé du village de Gémenos
Y4425012	Le Fauge à l'aval du parc de St-Pons
Y4415623	Le Merlançon avant sa confluence avec l'Huveaune
Y4415621	L'Huveaune à Auriol
Y4415622	La Vède à Auriol

Les stations sont représentées sur la carte suivante, avec l'état des écoulements des mois d'août des années 2021 à 2024.

#### PROJET DE TERRITOIRE POUR LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU PTGE HUVEAUNE-AFFLUENTS-AQUIFERES LIES

Réseau de l'Observatoire National des Etiages

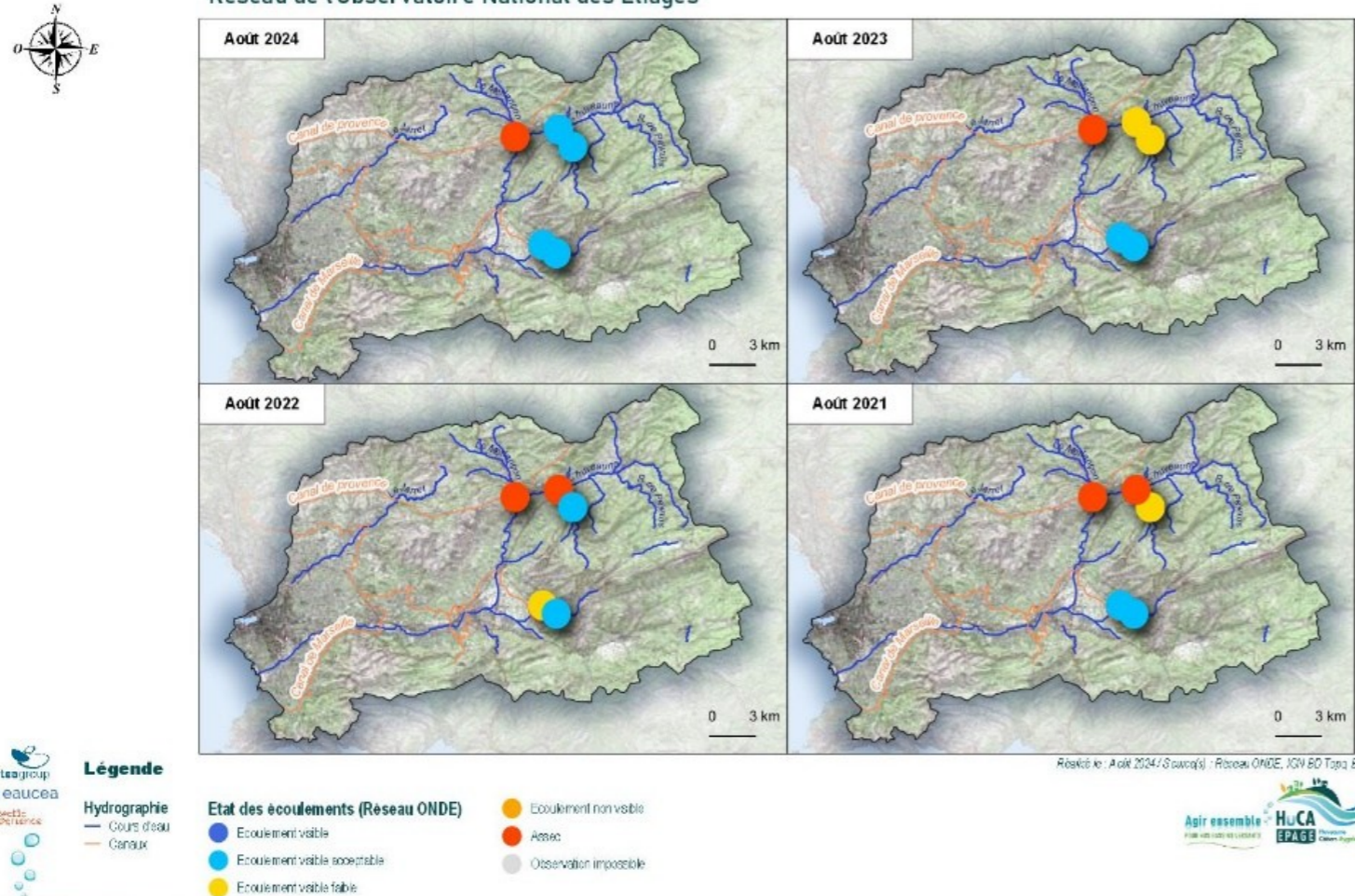


Figure 15 : stations du réseau ONDE et observations des mois d'août 2021 à 2024

Ces observations montrent la présence d'assec d'une année sur l'autre en particulier en 2021 et 2022, ce qui est cohérent avec l'analyse des franchissements de seuils.

Répartition des observations des stations du réseau ONDE L'Huveaune de sa source au Merlançon inclus

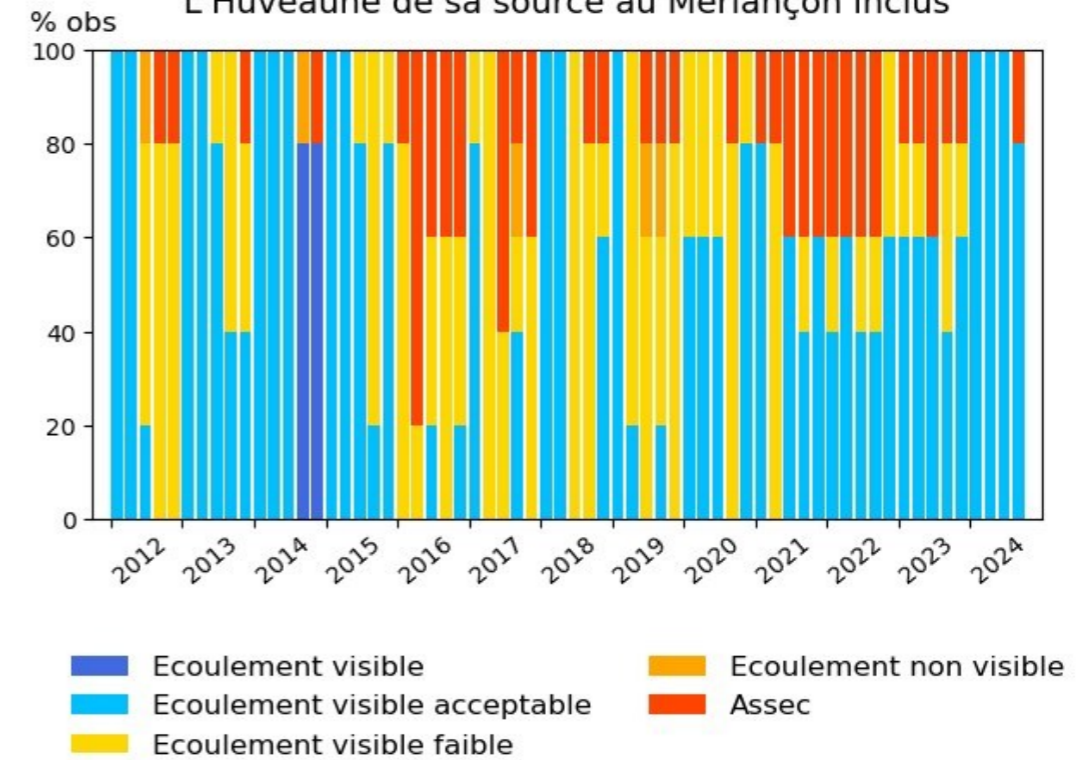


Figure 16 : Evolution de la répartition des observations sur les stations du cours d'eau de l'Huveaune

## I.8 Qualité des eaux de surface

### I.8.a Le SDAGE : des objectifs et un diagnostic fondé sur un ensemble d'indicateurs

La directive cadre sur l'eau fixe pour chaque masse d'eau des objectifs environnementaux qui sont les suivants :

- L'objectif général **d'atteinte du bon état des eaux** (y compris, pour les eaux souterraines dont la qualité se dégrade, l'inversion des tendances à la hausse de la concentration des polluants résultant de l'impact des activités humaines) ;
- La **non-dégradation pour les eaux superficielles et souterraines**, la prévention et la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines ;
- La **réduction progressive de la pollution due aux substances prioritaires**, et selon les cas, la suppression progressive des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses prioritaires dans les eaux de surface ;
- Le **respect des objectifs spécifiques des zones protégées**, espaces faisant l'objet d'un engagement au titre d'autres directives (ex. zones vulnérables au titre de la directive nitrates, zones sensibles au titre de la directive eaux résiduaires urbaines, sites Natura 2000, zones de baignade, captages pour l'alimentation en eau potable).

L'état d'une masse d'eau superficielle est qualifié par l'état chimique et l'état écologique.

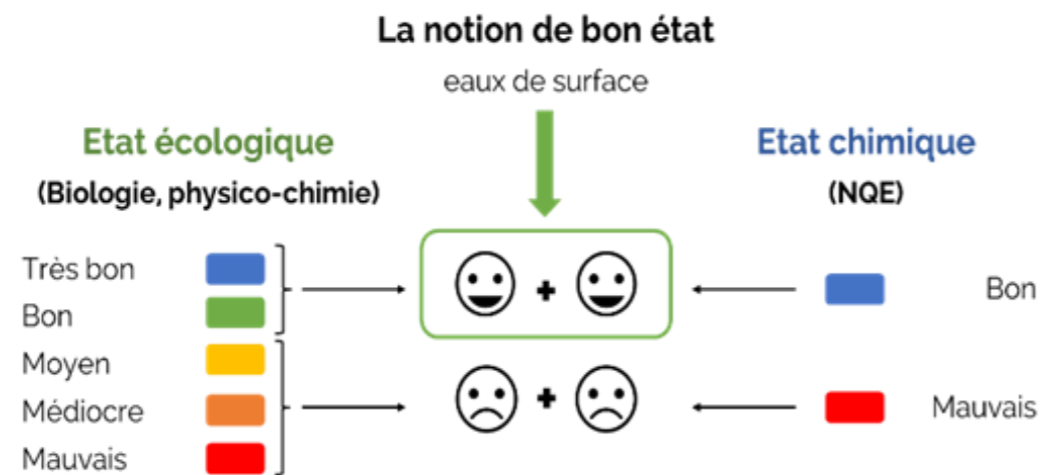


Figure 17: Schéma explicatif de la notion du bon état de masse d'eau de surface (Source : Eaufrance)

#### Evaluation de l'état chimique

L'état chimique est déterminé en mesurant la concentration de 53 substances ou familles de substances dangereuses et dangereuses prioritaires (métaux lourds, pesticides, polluants industriels) dans le milieu aquatique. Si la concentration mesurée dans le milieu dépasse une valeur limite pour au moins une substance, alors la masse d'eau n'est pas en bon état chimique. Cette valeur limite, appelée norme de qualité environnementale (NQE), est définie de manière à protéger la santé humaine et l'environnement.

#### Evaluation de l'état écologique

L'état écologique s'appuie sur une dizaine d'éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique qui doivent atteindre un niveau permettant un bon équilibre de l'écosystème. Ainsi, le bon état écologique des masses d'eau requiert non seulement une bonne qualité d'eau mais également un bon fonctionnement des milieux aquatiques.

#### Cas particulier des masses d'eau artificielle (MEA) et des masses d'eau fortement modifiées (MEFM)

Pour les milieux qui ont subi de profondes altérations physiques pour les besoins de certains usages anthropiques (MEFM) et pour ceux créés entièrement par l'homme (MEA)<sup>1</sup>, la notion d'état écologique est remplacée par celle de potentiel écologique. Ces masses d'eau sont identifiées selon des critères précis.

Sur le bassin de l'Huveaune, 4 masses d'eau sont fortement modifiées, les autres étant des masses d'eau naturelles (MEN) :

Code masse d'eau	Libellé masse d'eau	Statut
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	MEN
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	MEFM
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	MEFM
FRDR11882	Torrent du Fauge	MEN
FRDR11847	Rivière le Merlançon	MEFM
FRDR11521	Ruisseau de Peyruis	MEN
FRDR11418	Ruisseau le jarret	MEFM
FRDR10937	Vallat de Fenouilloux	MEN
FRDR10388	Ruisseau de Vède	MEN

Figure 18: Masses d'eau sur le bassin de l'Huveaune (Source : SDAGE 2022-2027)

<sup>1</sup> 3 catégories de MEA ont été identifiées dans le bassin : plans d'eau artificiels, canaux de navigation et autres types de canaux

**I.8.b Etat chimique des masses d'eau superficielles, le bon état généralisé**

Les 9 masses d'eau « rivière » du bassin de l'Huveaune sont en bon état chimique. Cet état chimique est considéré sans les molécules ubiquistes qui sont des substances à caractère persistant, bioaccumulables et qui sont présentes dans les milieux aquatiques, à des concentrations supérieures aux normes de qualité environnementale. **De ce fait, elles dégradent régulièrement l'état des masses d'eau et masquent les progrès accomplis par ailleurs.**

Cette statistique de bon état est meilleure que celle à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée-Corse avec 98 % des masses d'eau en bon état chimique en 2021. (SDAGE 2022-2027)

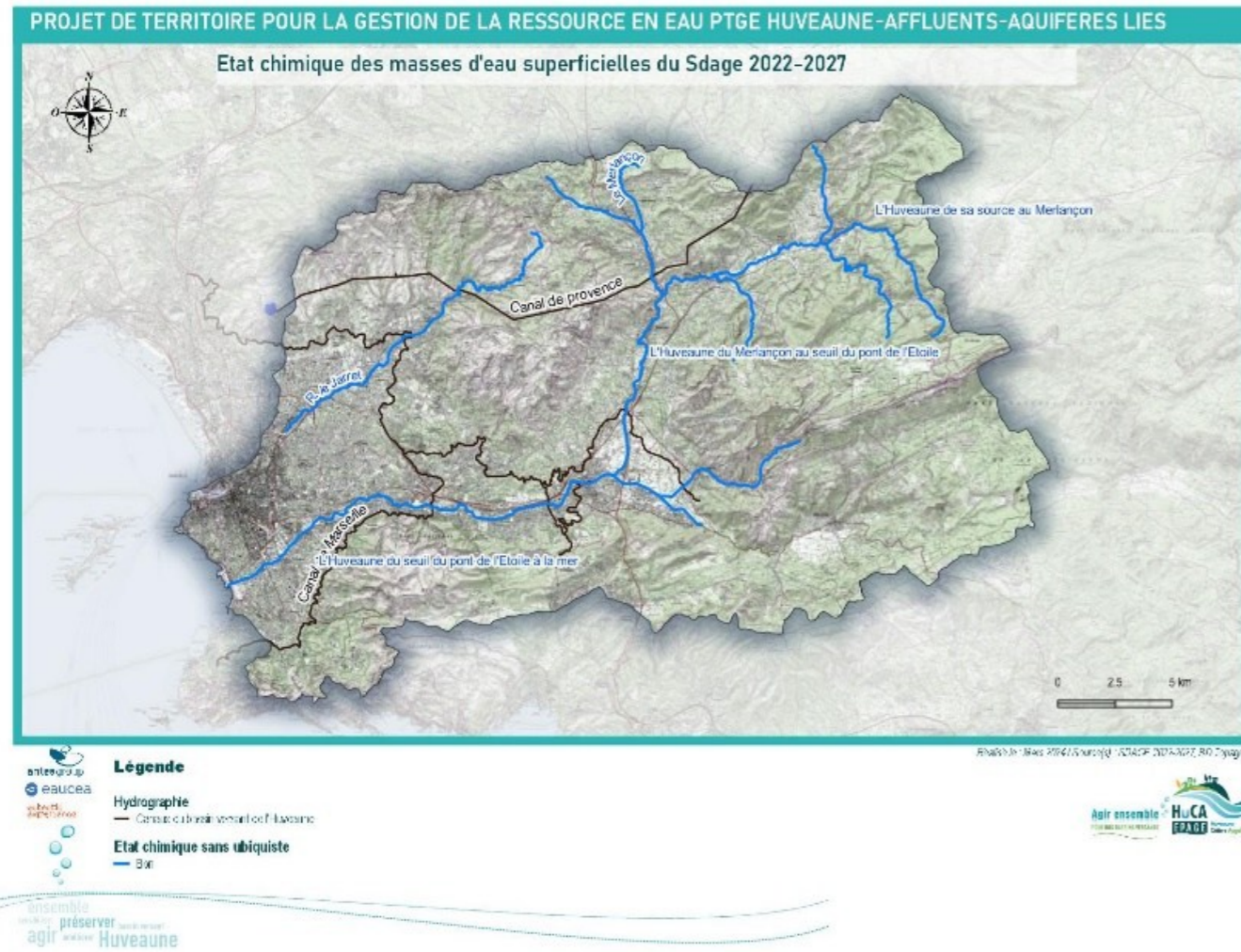


Figure 19: Etat chimique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

Ces 9 masses d'eau étaient déjà en bon état dans le précédent SDAGE (2016-2021) : il n'y a pas eu de dégradation de l'état chimique de ces masses d'eau superficielles.

**Il convient également de modérer ces résultats dans la mesure où un réseau complémentaire de suivi de la qualité opérée par l'EPAGE HuCA montre que depuis 2015, si les concentration maximales**

**admissibles ne sont pas dépassées (bon état chimique), de nombreuses substances sont mesurées en dessous de ces CMA et au-dessus des limites de quantifications. Les pressions sont réelles, particulièrement dans la plaine d'Aubagne et dans la basse vallée de l'Huveaune (d'Aubagne à Marseille), ainsi qu'à l'Aval du Fauge !**

**I.8.c Etat écologique des masses d'eau superficielles : 33% en bon état**

Les masses d'eau rivières du bassin de l'Huveaune sont à 33% en bon état : 6 d'entre-elles ont un état écologique moyen. Cette statistique de bon état est moins bonne que celle à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée-Corse avec 48.8 % des masses d'eau en bon état écologique en 2021. (SDAGE 2022-2027)

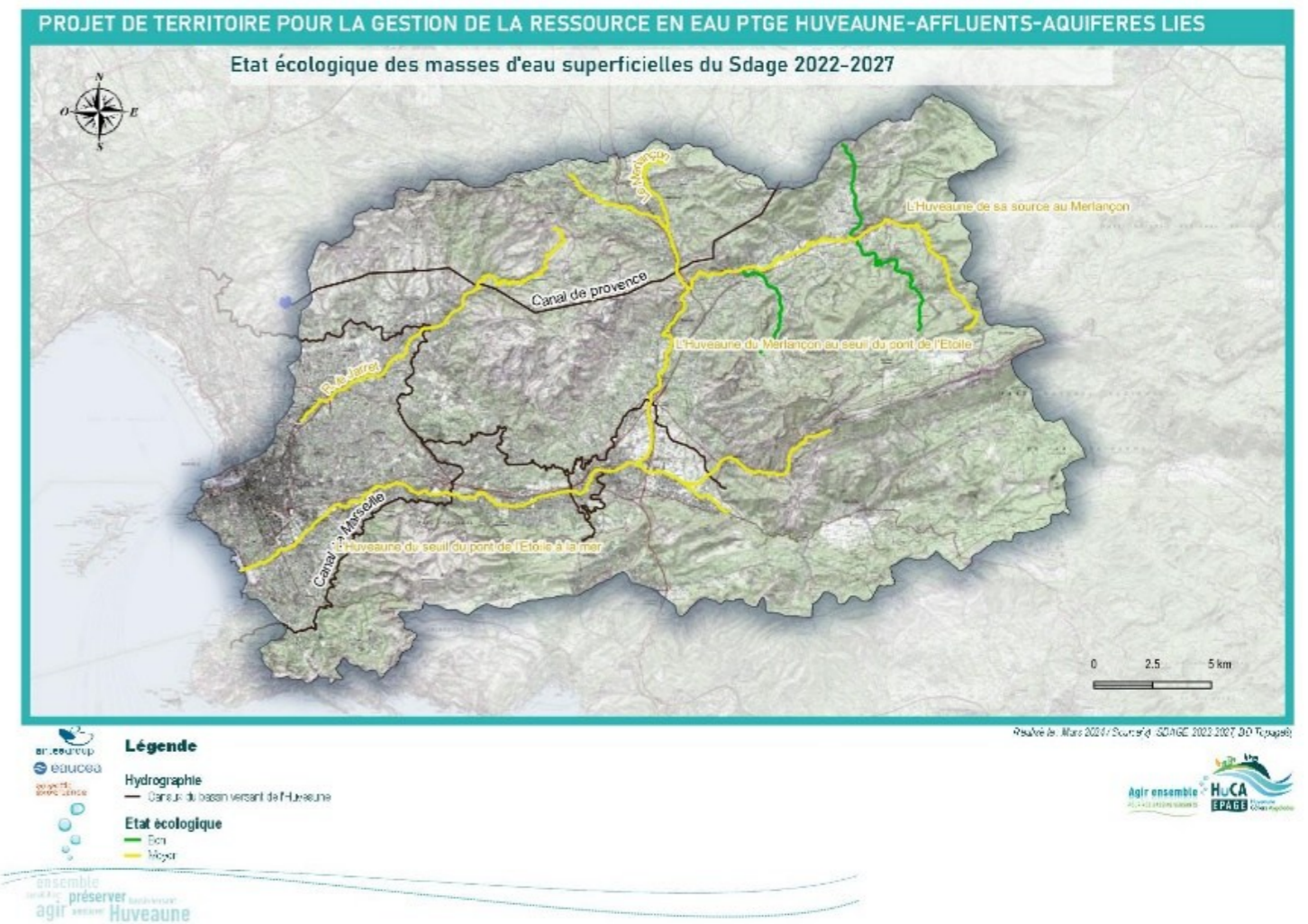


Figure 20: Etat écologique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

Code masse d'eau	Libellé masse d'eau	Etat écologique
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen
FRDR11847	Rivière le merlançon	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Bon
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Moyen
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Bon
FRDR10388	Ruisseau de vède	Bon

Figure 21 : Etat écologique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

### Comparaison avec le SDAGE 2016-2021

En comparant l'état des masses d'eau entre les SDAGE 2016-2021 et SDAGE 2022-2027, il apparait les trois cas suivants :

- Si l'état est moins bon, c'est une dégradation de l'état écologique ;
- Si l'état est meilleur, c'est une amélioration de l'état écologique ;
- S'il n'y a aucun changement, l'état écologique est stable.

Entre les 2 évaluations de l'état écologique des masses d'eau (SDAGE 2016-2021 et 2022-2027), le nombre de masses d'eau en état moyen a augmenté sur ce territoire.

L'état écologique de deux masses d'eau superficielles se sont dégradées en passant d'état bon état écologique à un état écologique moyen :

Code masse d'eau	Libellé masse d'eau	Etat écologique SDAGE 2016-21	Etat écologique SDAGE 2022-27
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Bon	Moyen !
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen	Moyen
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen	Moyen
FRDR11847	Rivière le merlançon	Moyen	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Bon	Bon
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Bon	Moyen !
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Bon	Bon
FRDR10388	Ruisseau de vède	Bon	Bon

Figure 21: Etat écologique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

### Echéances des objectifs pour atteindre le bon état écologique

L'article 4.5 de la DCE permet de fixer **des objectifs moins stricts (OMS)** pour les masses d'eau qui n'atteindront pas le bon état fin 2027 et pour lesquelles subsistent des pressions anthropiques limitant l'atteinte du bon état au-delà de 2027, malgré la mise en œuvre de toutes les mesures techniquement faisables et à un coût non disproportionné durant la période 2022-2027.

L'objectif d'atteindre le bon état à court, moyen ou long terme n'est pas abandonné. L'objectif moins strict correspond à un état intermédiaire établi pour l'horizon 2027. Il traduit donc un point d'étape sur une trajectoire qui vise le retour au bon état à terme.

Dans cette situation, un objectif d'état doit être déterminé pour chacun des éléments de qualité déclassant l'état écologique, chimique ou quantitatif d'une masse d'eau avec des arguments techniques explicatifs du non-respect de **l'objectif de bon état fin 2027**. L'objectif de bon état ou de bon potentiel et de non-dégradation est maintenu pour les autres éléments de qualité. Le SDAGE identifie les échéances d'atteinte des objectifs environnementaux pour chaque masse d'eau et préciser la nature des justifications des reports de délai :

faisabilité technique (FT), coûts disproportionnés (CD) ou conditions naturelles (CN).

Code masse d'eau	Libellé masse d'eau	Objectif d'état ECO	Échéance	Motifs en cas de recours aux dérogations ECO
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	OMS	2027	FT
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Bon potentiel	2027	FT, CN
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	OMS	2027	FT
FRDR11882	Torrent du fauge	OMS	2027	FT
FRDR11847	Rivière le merlançon	OMS	2027	FT
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Bon état	2015	-
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Bon potentiel	2027	FT, CN
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Bon état	2015	-
FRDR10388	Ruisseau de vède	Bon état	2015	-

Figure 22: Echéance objectif pour l'atteinte du bon état écologique (Source : SDAGE 2022-2027)

## II. FONCTIONNEMENT NATUREL DU BASSIN VERSANT : APPROCHE PATRIMONIALE DE LA RESSOURCE DES COURS D'EAU AVANT USAGE

Le bassin de l'Huveaune est soumis à de **fortes sollicitations quantitatives avec des prélèvements d'eau** mais aussi des **apports extérieurs** tels que le canal de Marseille qui transfère de l'eau de la Durance. Les débits observés aux stations hydrométriques reflètent donc de façon en partie déformée, la ressource en eau produite par la nature. Or cette connaissance de la ressource est essentielle dans un exercice qui devra aboutir à de futures règles de partage et de gestion.

Le graphe ci-dessous illustre la **complexité des influences qui se cumulent avec parfois des valeurs positives et parfois des valeurs négatives**. Le bilan hydrologique des usages est détaillé dans le rapport technique<sup>2</sup> et il sert à évaluer ce que serait les débits naturels sans les usages. Or la connaissance des prélèvements historiques est parfois moins bien renseignée qu'aujourd'hui. **Des méthodes de modélisation fondées sur la connaissance du climat (pluie et évaporation potentielle) permettent de se dégager de cette contrainte est de simuler ce qu'aurait été les débits naturels du passé.**

Le présent chapitre s'intéresse donc aux résultats de cette modélisation qui offre une vision patrimoniale des débits naturels du bassin versant et en particulier de la période d'étiage.

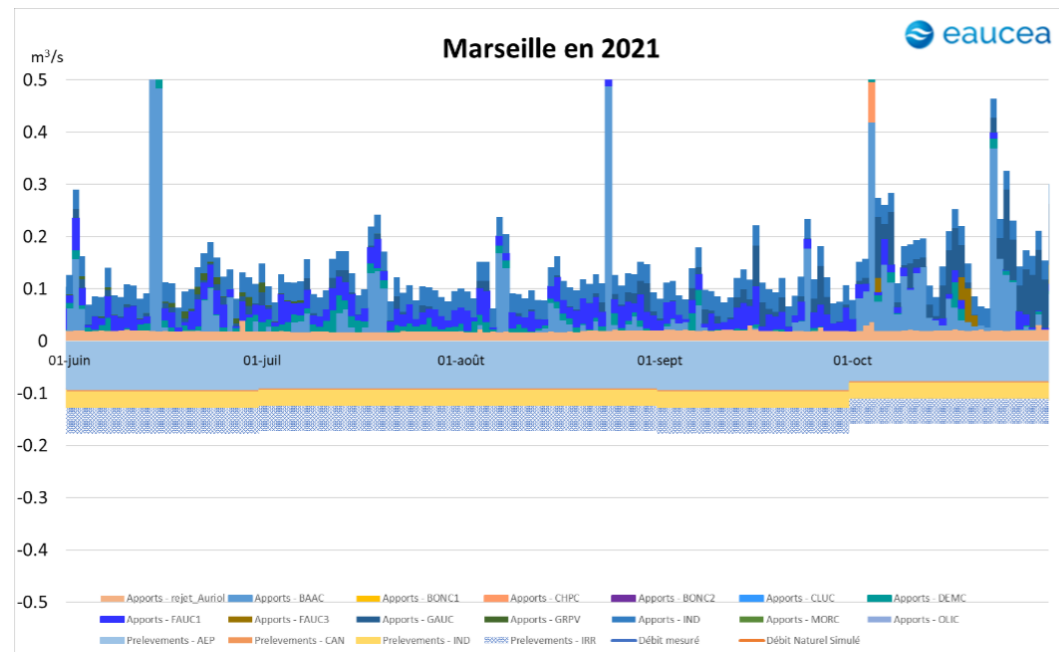


Figure 23: Exemple d'expertise des impacts des usages pour la station de Marseille en 2021

### I.9 Interprétation des résultats sur la longue période

Les quatre **modèles GR4J** calibrés sur les débits de références naturels reconstitués de l'Huveaune à Saint-Zacharie, Roquevaire, Aubagne et Marseille ont de **bonnes performances au regard des critères présentés dans le document technique<sup>2</sup>**. Nous retiendrons cependant les limites de cet exercice appliqué à un **contexte hydrologique particulièrement complexe** : fugacité des épisodes de crue qui mobilisent de grands volumes d'eau en très peu de temps et incidence des pertes vers le sous-sol qui pèse sur le régime de base des cours d'eau mais qui restent difficiles à quantifier.

Les chroniques de débits naturels des différents bassins **sont reconstituées sur la période 1997-2022** (période de disponibilité des données climatiques, cf. partie climat du livret 1) soit 25 ans de données. Cette durée est un minimum pour produire des indicateurs hydrologiques statistiques qui rendent bien compte de la variabilité des situations et permet de visualiser leur évolution éventuelle sur toute la période.

Les indicateurs hydrologiques sont calculés à partir de 1997. En effet la première année de simulation est perturbée par les conditions initiales des variables d'état du modèle.

#### I.9.a L'hydrologie naturelle reconstituée

Sur le territoire de l'Huveaune, **3 stations hydrométriques ont été naturalisées**, les indicateurs hydrologiques des stations de Saint-Zacharie, Roquevaire, Aubagne.

**3 autres stations ont été modélisées par régionalisation** Marseille Collège, le Jarret à Marseille Saint Just et l'aval du torrent du Fauge.



Pour le Jarret, la commission ressource en eau du 06 fev-25 a demandé que dans le cadre de l'évaluation des volumes prélevables, 2<sup>nd</sup>e étape du PTGE, un contrôle à partir des données disponibles produites par les stations SERAMM (3 sur le BV du Jarret) puisse être réalisé afin d'éclairer la méthode par régionalisation.

#### I.9.b Hydrologie naturelle et mesurée, quelques indicateurs qualifiant la ressource

Le tableau ci-dessous indique **les valeurs de module naturel (donnée la plus fiable à +/-10%) et de QMNA5 naturel reconstitués sur la période 1997-2022 pour les 6 stations modélisées**.

Un rappel des valeurs mesurées est proposé quand la donnée est disponible mais il faut être prudent quant à une comparaison simple puisque les années prise en compte sont différentes.

Le module permet de qualifier l'abondance hydrologique sur le cycle annuel. Ainsi un module de 1 m³/s en moyenne représente un volume d'eau de 31,5 Mm<sup>3</sup>.

Le QMNA 5 est censé décrire les débits les plus faibles, les étiages, et constitue une référence réglementaire fréquente (idem pour la valeur 10% du module) ainsi qu'un repère hydrologique pour déterminer les débits minima biologiques. Cependant, par conception, les modèles réservoirs peuvent mal décrire ces phases d'écoulements extrêmes surtout en contexte hydrogéologique complexe.

<sup>2</sup> Voir note technique « PTGE Huveaune - Naturalisation des Débits v1 »

	Naturels reconstitués 1997/2022		Mesurés		
	Module [m <sup>3</sup> /s] fiable	QMNA5 [m <sup>3</sup> /s] incertain	Module [m <sup>3</sup> /s]	QMNA5 [m <sup>3</sup> /s]	Période
Saint-Zacharie	0,25	0,03	0,30	0,030	2006-2022
Roquevaire	0,67	0,09	0,76	0,10	1997-2022
Aubagne	0,86	0,10	0,94	0,10	
Marseille Collège	1,02	0,125			
Le Jarret à Marseille Saint Just	0,21	0,026			
Torrent du Fauge aval	0,16	0,018			

Figure 24: Modules et QMNA5 sur la période 1997-2022 des débits naturalisés et mesurés pour les stations de Saint-Zacharie, Roquevaire, Aubagne et Marseille

### I.9.c Les acquis de la modélisation

La modélisation permet donc de disposer de chroniques de débits journaliers, sur une même période de 25 ans, durée suffisante pour couvrir des années climatiques contrastées. Plusieurs utilités de ces chroniques peuvent être mises en avant :

**Les modules modélisés** (et donc les volumes écoulés) sont très fluctuants d'une année à l'autre. Ainsi l'exemple d'Aubagne, montre des écarts qui peuvent atteindre un facteur 10 entre les années sèches et humides. Cela signifie que la ressource naturelle est très incertaine et l'éventualité de son exploitation (exemple pour remplir un réservoir) doit considérer le fort risque de plusieurs années sèches consécutives.

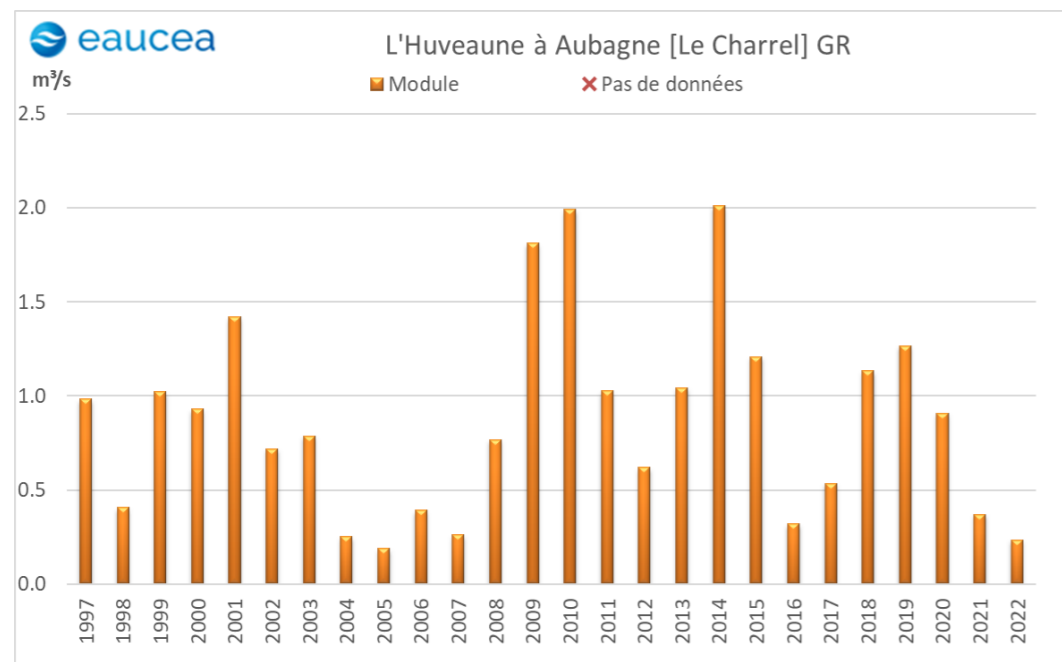


Figure 25: Variabilité interannuelle du module modélisé de l'Huveaune à Aubagne.

**Les étiages modélisés** sont très sévères avec des valeurs de quelques dizaines de litres et environ 125 L/s à l'exutoire en fréquence 2 années sur dix (QMNA5). Ces valeurs minimales doivent être mises en regard avec les débits biologiques et les enjeux de qualité des eaux. La préservation ou l'amélioration de ces valeurs minimales peuvent constituer une cible d'une politique de gestion quantitative, par exemple au travers des économies d'eau, d'une autre approche de la gestion des rejets de stations d'épuration ou du soutien des étiages depuis les grands canaux.

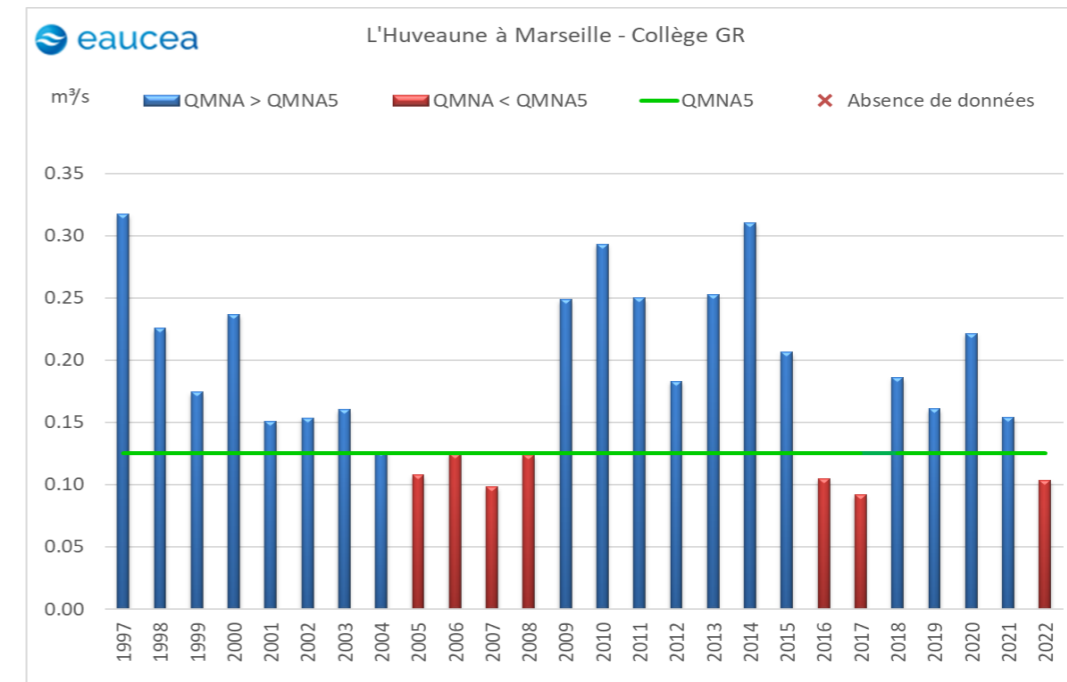


Figure 26: Variabilité interannuelle des étiages modélisés de l'Huveaune à Marseille

**Les infiltrations vers le karst** ne peuvent pas être négligées sur ce bassin et elles posent d'importantes questions scientifiques.

Une approche par bilan hydrique et comparaison avec des bassins versants voisins mais non karstiques a permis une **approximation des pertes** qui ont lieu notamment dans le sous bassin de Cuges le Pin mais aussi sur une partie du reste du bassin de l'Huveaune. Ces écoulements souterrains viennent en concurrence avec les écoulements de surface ; ils seraient en première approche **environ 2 fois plus importants que les débits naturels de surface** à Aubagne.

La méthode utilisée est détaillée dans la note technique « PTGE-EVP Naturalisation des débits v1 ».

Comparatif des lames d'eau dispersées entre des bassins non karstiques (ETR) et le bassin de l'Huveaune.

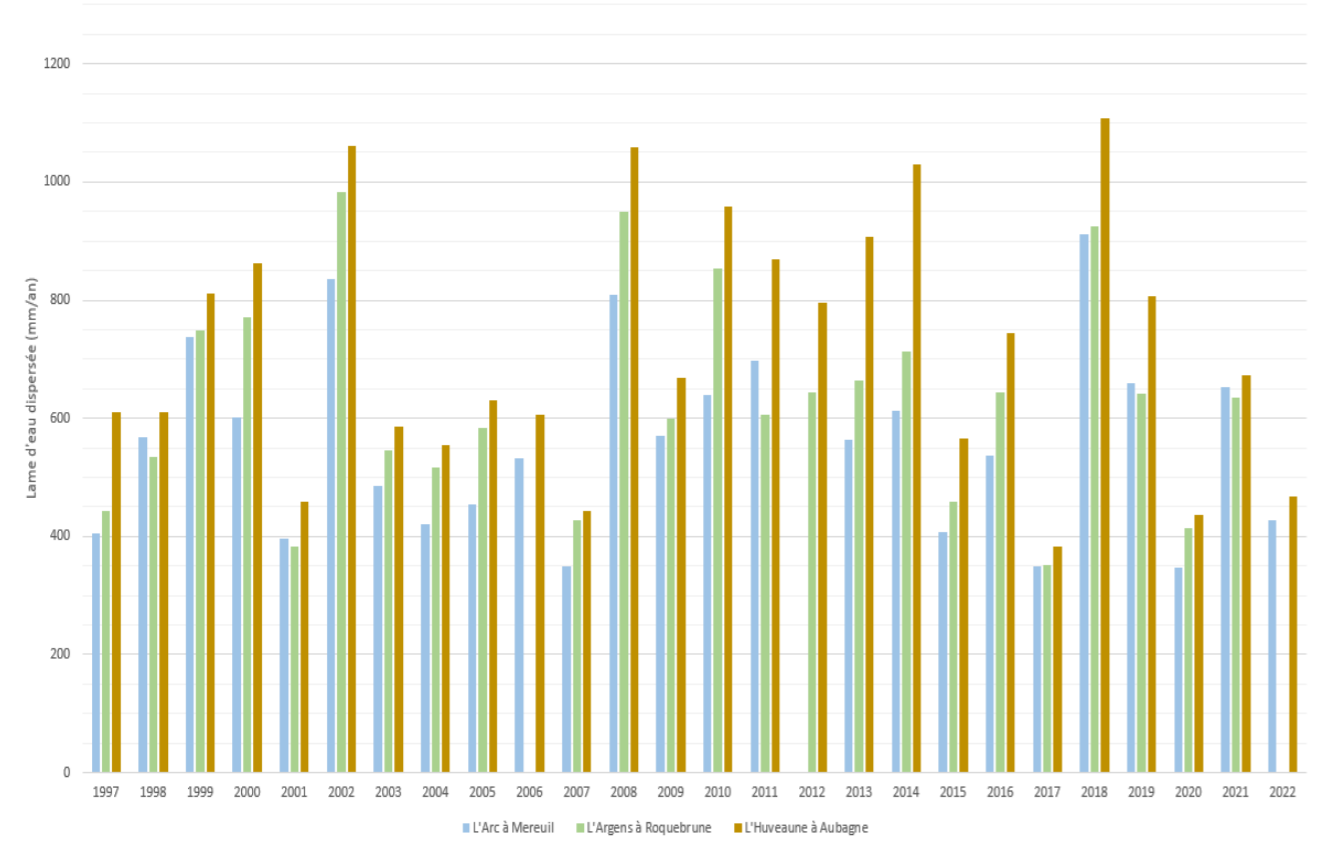


Figure 27: Lames d'eau dispersées par les bassins versants de l'Huveaune, de l'Arc et de l'Argens.

**En conclusion**, la ressource naturelle en eau de surface du bassin de l'Huveaune a été **qualifiée en régime** et **quantifiée sur une période 25 ans** couvrant des années sèches et des années humides. Il ressort de ce diagnostic, outre des étiages sévères, un **caractère très inconstant de cette ressource** ce qui compliquera forcément une planification de sa gestion.



### III. CONTEXTE HYDROGEOLOGIE

#### I.10 Contexte géologique

##### I.10.a Structure de la basse Provence occidentale

D'un point de vue géologique, la zone étudiée fait partie de la basse Provence calcaire, une région où les couches de sol et de roche datent de différentes périodes, allant de la fin du Trias jusqu'aux dépôts plus récents du Quaternaire. Cette zone est très complexe (carte ci-contre) et a été largement étudiée pour sa structure géologique (Guiou et Rousset – 1980).

Les formations actuelles sont le résultat de mouvements de la croûte terrestre qui ont eu lieu à la fin du Crétacé. Cela a créé trois grandes unités géologiques orientées d'est en ouest, avec des couches de terrain qui se chevauchent vers le nord : l'unité de Bandol, celle du Beausset, et celle de l'Arc.

Pendant l'Oligocène, de grandes failles orientées nord-est/sud-ouest se sont formées, coupant à travers les anciennes roches carbonatées du Jurassique et du Crétacé.

Les reliefs principaux de la région, comme ceux du Beausset, de la Sainte Baume, du massif de l'Étoile, du Mont-Aurélien, et du bassin de l'Arc au nord, sont formés par ces unités géologiques.

D'un point de vue hydrogéologique, la grande question est de savoir si ces unités tectoniques distinctes contiennent des masses d'eau souterraines séparés ou s'ils sont interconnectés.

##### I.10.b Lithologie du secteur d'étude

L'échelle stratigraphique précisant les correspondances entre les formations géologiques rencontrées à l'affleurement ou sous couverture sur l'ensemble du secteur d'étude s'est notamment appuyée sur les éléments issus des cartes géologiques au 1/50 000<sup>ème</sup> et sur la thèse de Tassy (2012).

La série sédimentaire du secteur d'étude débute au Trias qui affleure notamment dans le massif de la Lare et se termine dans la dépression d'Aubagne où les formations quaternaires affleurent (cf. figure ci-après). A l'affleurement, les deux principales formations présentes sont les calcaires du Jurassique et du Crétacé, représentant près de 70% de la superficie de la zone d'étude. Ce sont des terrains propices à l'infiltration des eaux.

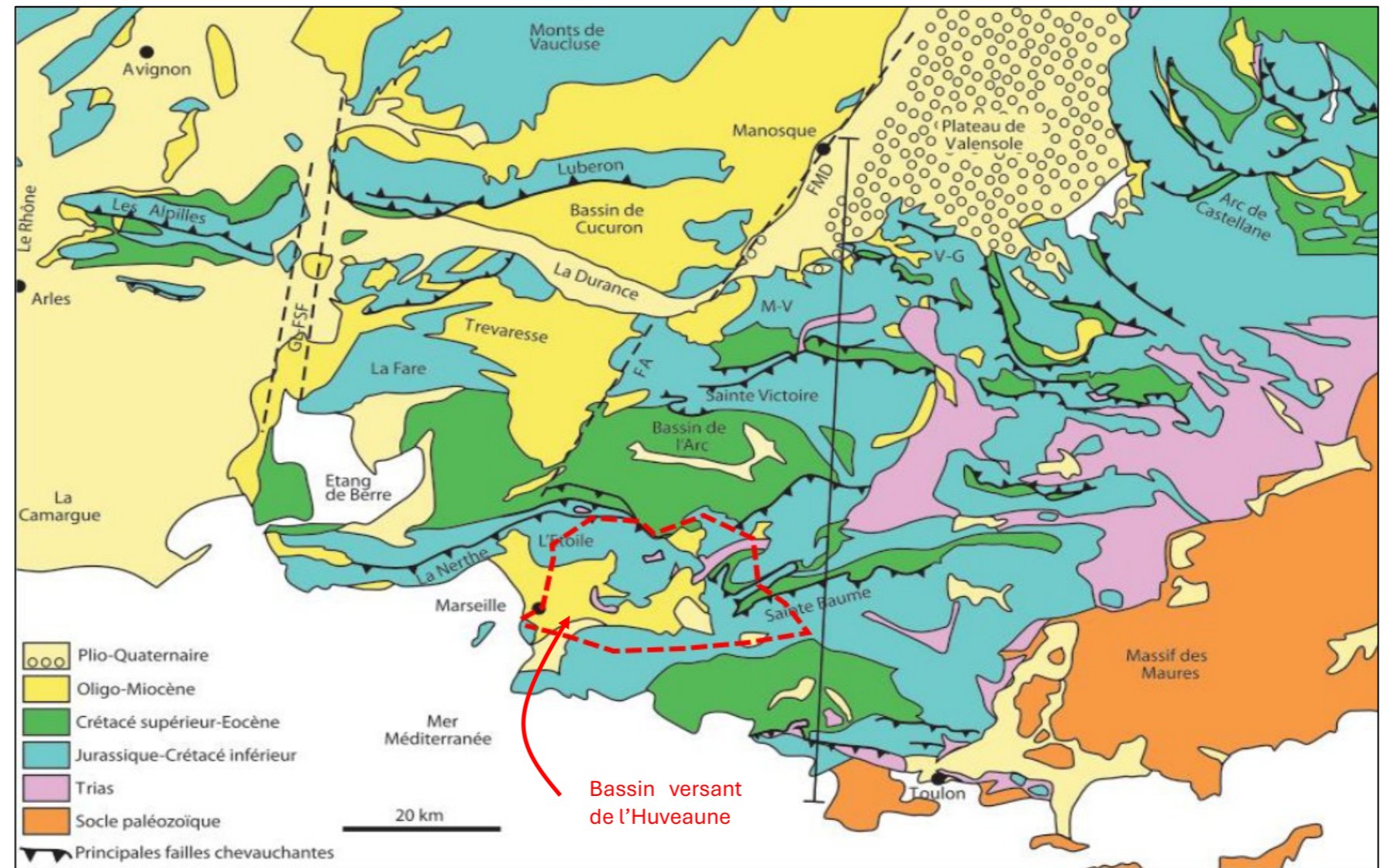


Figure 28 : Schéma structural de la basse Provence proposé par Demory et al., 2010, à partir des cartes géologiques de Marseille et de Nice au 1:250 000 (BRGM). (Extrait de Demory et al., 2010).

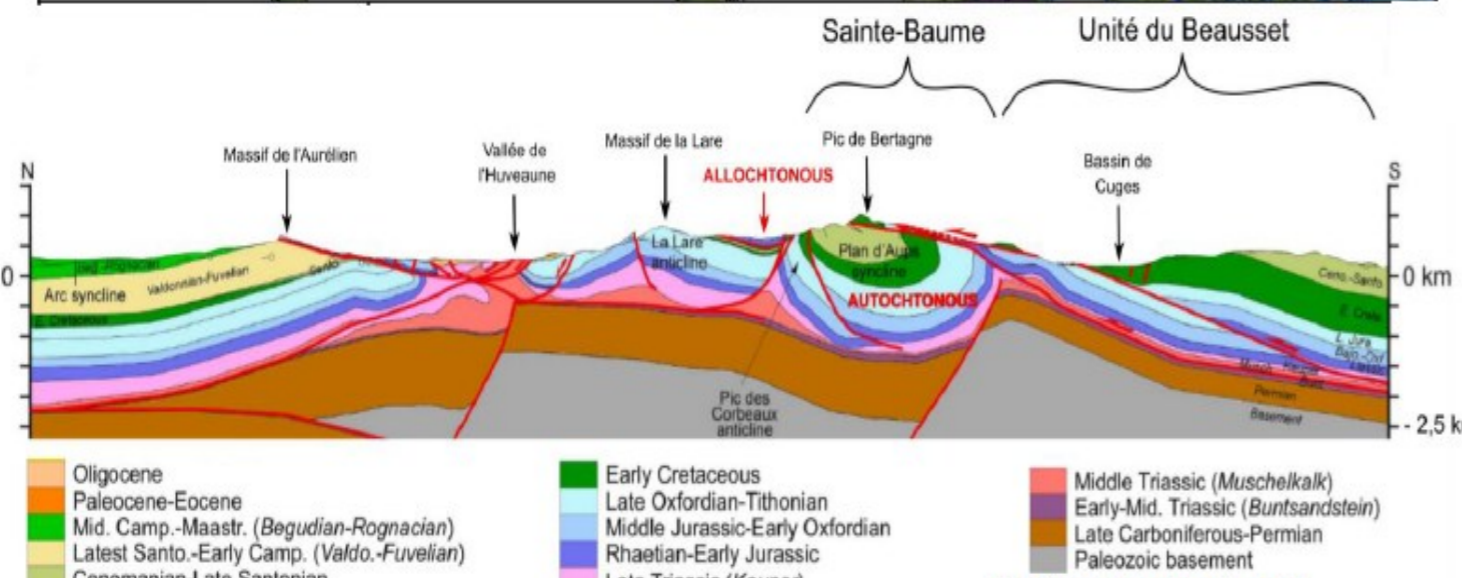
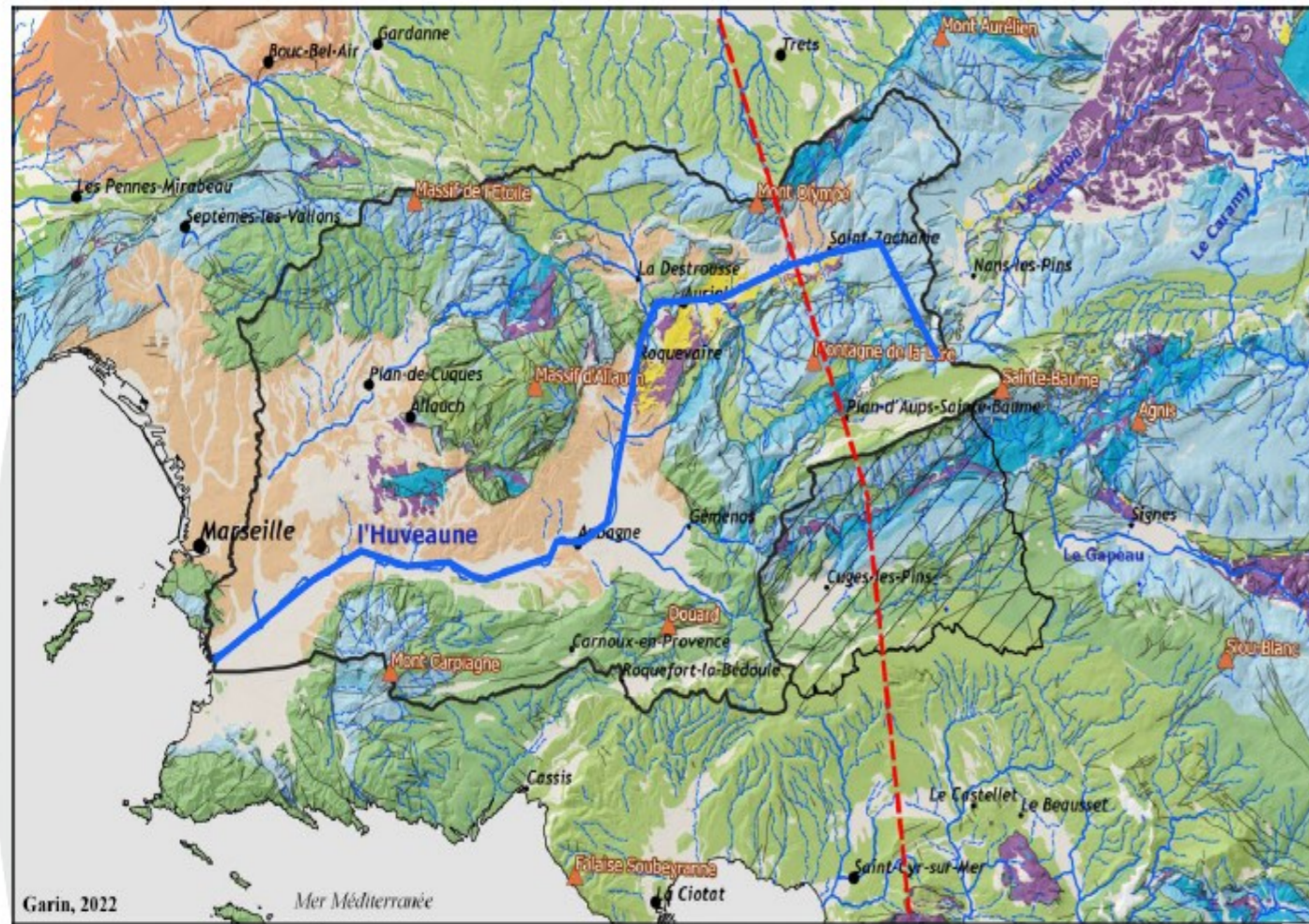


Figure 30 : Carte et coupe N-S du bassin versant de l'Huveaune (Artif b.)

LITHOLOGIE	STRATIGRAPHIE	SYSTEME SEDIMENTAIRE	EVENEMENTS GLOBAUX ET LOCAUX	PERMEABILITE
	Quaternaire	Lacustre	Crise de salinité messinienne	Perméabilité matricielle
	Pliocène	émersion, pas de riva pliocène		
	Miocène	Marin, delta alluvial ou émergé??	Collision plaques Europe et adriatique surrection des Alpes Transgressions / régressions	Perméabilité matricielle
	Oligocène	Fluvio-lacustre ou émergé	Tectonique extensive généralisée de la Méditerranée à la mer du Nord Rotation du bloc corso-sarde ouverture du bassin liguro-provençal	K+ dans les carbonates, marnes écran
	Eocène	lacustre ou émergé	Sédimentation continentale dans les bassins de Marseille, Aubagne, Aix	
	Paléocène	lacustre ou émergé	Collision entre l'Europe et l'Ibérie	K+, bouchons locaux
	Maastrichien (Rognacien)	lacustre ou émergé	Tectonique pyrénéo-provençale structuration des massifs à vergence N (Ste Baume, Nerthe...)	K+, bouchons locaux
	Maastrichien (Bégudien)	lacustre ou émergé		Bouchons locaux
	Campanien (Valdo-Fuvélien)	Fluvio-lacustre ou émergé		K+
	Santonien	marin		Perméabilité matricielle
	Coniacien	marin	Ouverture du Golfe de Gascogne Fermeture de l'océan liguro-piémontais	Perméabilité matricielle
	Turonien sup.	marin		K+++ fracturation grands réseaux karstiques régionaux: Maramoye, Tête de Cade
	Turonien moy.		Sédimentation dans le bassin sud-provençal et ses bordures	
	Turonien inf.			K++ dans les carbonates, marnes écran
	Cénomannien	marin		
	Albiens	Bauxite / marnes à la Nerthe	Isthme durancien	
	Aptien sup.	marin	bassin vocontien	écran imperméable?
	Aptien inf.			
	Barremien	marin	Rupture Afrique / Am. du Sud Plateforme continentale du bassin vocontien	K+++ fracturation grands réseaux karstiques régionaux: Port-Miou, Bestouan
	Hauterivien	marin	Plateforme continentale du bassin vocontien	K+++ fracturation grands réseaux karstiques régionaux
	Valanginien	marin		K++
	Berriasien sup.		Evolution en trois blocs: Laurasia, Gondwana W et E	bouchons locaux
	Berriasien inf.-moy.	marin		K+++
	Tithonien	marin		K++ fracturation
	Oxfordien	marin		K++ fracturation
	Callovien	marin	Mouvement entre le Gondwana W (qui entraîne l'Apulie) et la Laurasia (qui entraîne l'Ibérie)	K+ porosité de grains
	Bathonien	marin		K+++
	Bajocien	marin		K+
	Bajocien inf.		Rupture - dislocation de la Pangée	marnes écran
	Sinemurien	marin		K++
	Hettangien	marin		K++
	Rhétien-Keuper	marin	Distension de la Pangée	plutôt écran

Lithologie : dolomies, argiles bigarrées, conglomérats, calcaires, calcaire argileux, grès, sables, calcaire gréseux

Une coupe géologique du territoire est représentée sur la carte suivante, la localisation de la coupe géologique est tracée en pointillé rouge sur la carte.

Le tableau synthétisant l'ensemble des lithologies rencontrées sur le secteur est présenté ci-contre (Tassy A., 2012).

D'après les données bibliographiques et le log lithographique de Tassy A. (2012), les formations présentant un potentiel aquifère favorable sont présentées en bleu.

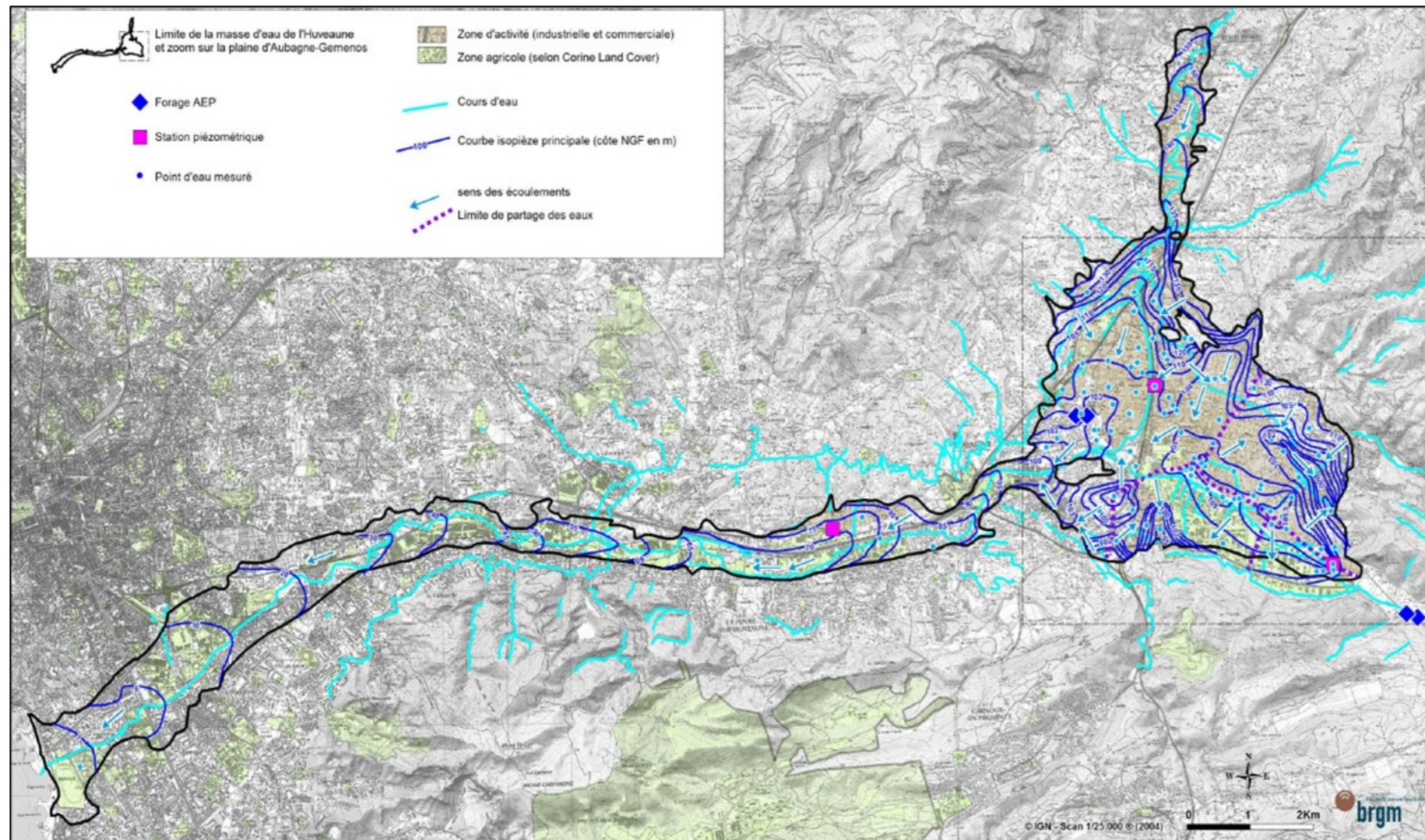
L'abréviation K désigne la perméabilité, K++... le gradient de perméabilité estimée (de faible à très forte) de l'aquifère.

La carte piézométrique la plus récente pour les alluvions de l'Huveaune a été réalisée par le BRGM lors de la campagne piézométrique de février 2013 (hautes eaux).

Elle montre un **écoulement global de la nappe en direction de la mer**. Cependant dans la plaine d'Aubagne il existe des sous-systèmes avec des lignes de partages des eaux et des écoulements qui ne vont pas vers la mer.

Cette carte piézométrique montre aussi que **la nappe et la rivière sont connectés sur toute la longueur du cours d'eau**.

Néanmoins des variations importantes existent d'un secteur à l'autre, parfois sur des linéaires très courts selon notamment l'état de colmatage du fond et des berges, où la perméabilité des alluvions du quaternaire. Ainsi on a parfois une déconnexion complète, voir un fleuve « perché » par rapport au niveau de la nappe. Ces éléments n'apparaissent pas à l'échelle de cette carte piézométrique.



### I.10.c Alluvions de l'Huveaune FRDG369

L'alimentation de l'Huveaune se fait principalement par les précipitations, mais également localement par des irrigations au niveau de la plaine de Gémenos. De plus, des échanges hydrauliques avec les formations encaissantes ont lieu. Ces échanges hydrauliques sont développés dans la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Selon l'**AERMC** en 2015 : « Les prélèvements cumulés s'élevaient à environ 3,4 millions de m<sup>3</sup> en 2010. La ressource renouvelable estimée est moyenne, environ 6 millions de m<sup>3</sup> par an, et les réserves seraient de l'ordre de 15 millions de m<sup>3</sup>. Cette masse d'eau présente donc un intérêt économique local. »

Selon le **SOURCE PACA**- Stratégie régionale sur les eaux souterraines, « il ne s'agit pas d'une ressource patrimoniale ou stratégique pour l'alimentation en eau potable. »

Ces conclusions ont été remis en question par les études menées en 2017 sous la direction de la SPL Eau des Collines. Les alluvions de l'Huveaune ont été identifiées comme **stratégiques correspondant à des zones d'intérêt majeur**.

En effet, la nappe des alluvions de l'Huveaune **fournit les débits les plus significatifs sur le territoire, tout en étant accessible à très faible profondeur**. Aujourd'hui, la majeure partie de l'alimentation en eau potable du territoire est assurée par des importations depuis l'extérieur via la Durance et le Verdon. **Les alluvions de l'Huveaune constituent donc une des seules ressources mobilisables facilement et localement, exploitable à des débits importants**. Cet aquifère revêt donc **un intérêt économique et patrimonial certain au niveau local**.

De plus, la nappe alluviale, souvent connectée avec les cours d'eau (Huveaune, Merlançon, Fauge) peut présenter les traits d'une nappe d'accompagnement et peut venir **en soutien de l'Huveaune dans certain secteur, revêtant un intérêt écologique crucial pour les écosystèmes aquatiques**.

L'aquifère concerné, des alluvions de l'Huveaune est suivi en continu, en amont, au niveau de la plaine d'Aubagne (3 piézomètres suivis par le BRGM).

Seul le n° BSS002KXUL est **représentatif** de la nappe alluviale de l'Huveaune. En effet, les autres ne décrivent pas la réaction de la

Figure 31 : Carte piézométrique de la nappe alluviale de l'Huveaune à la suite de la campagne réalisée en février 2013 par le BRGM

nappe à laquelle ils sont associés. Les raisons sont détaillées en annexe 1.

directement corrélées avec les niveaux d'eau dans l'Huveaune et non séparément dans la nappe. En revanche les restrictions s'appliquent à l'ensemble des ressources en eau.

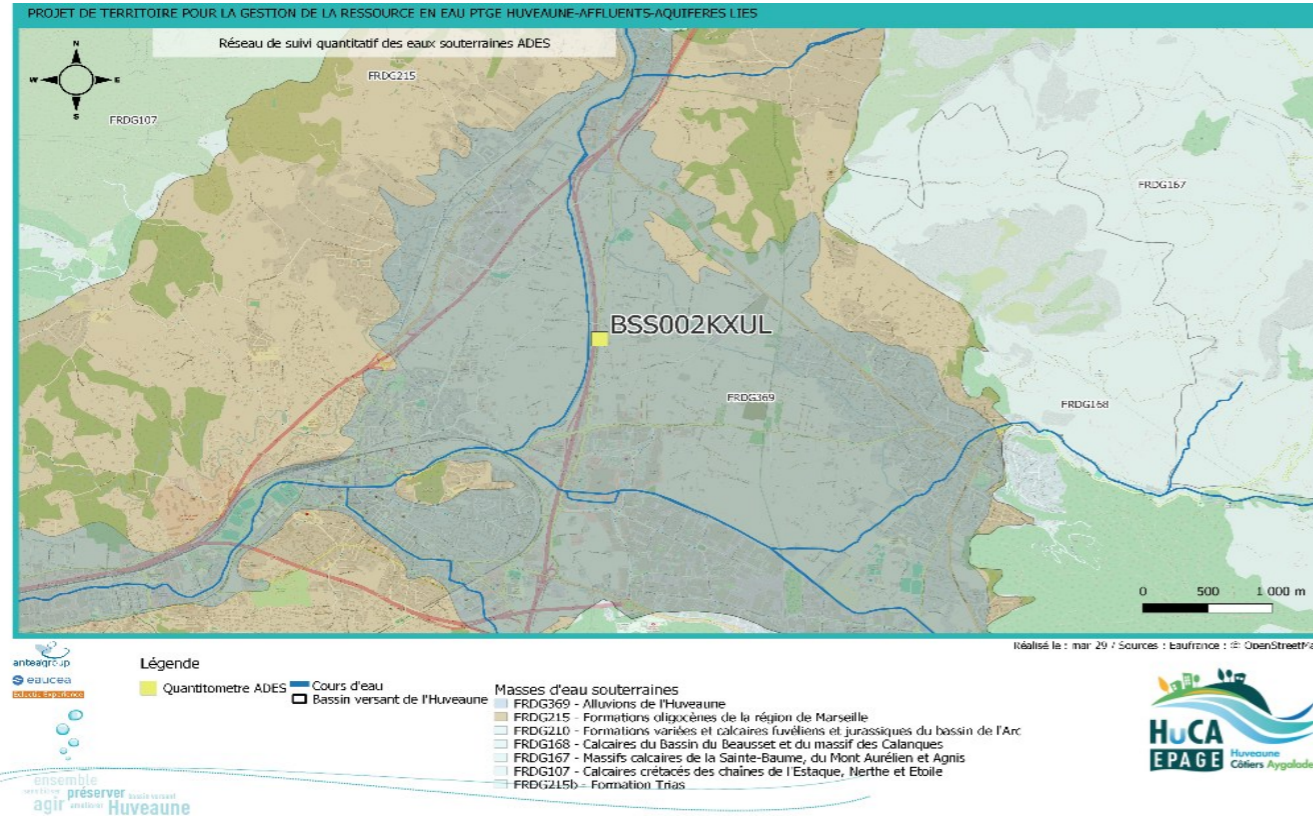


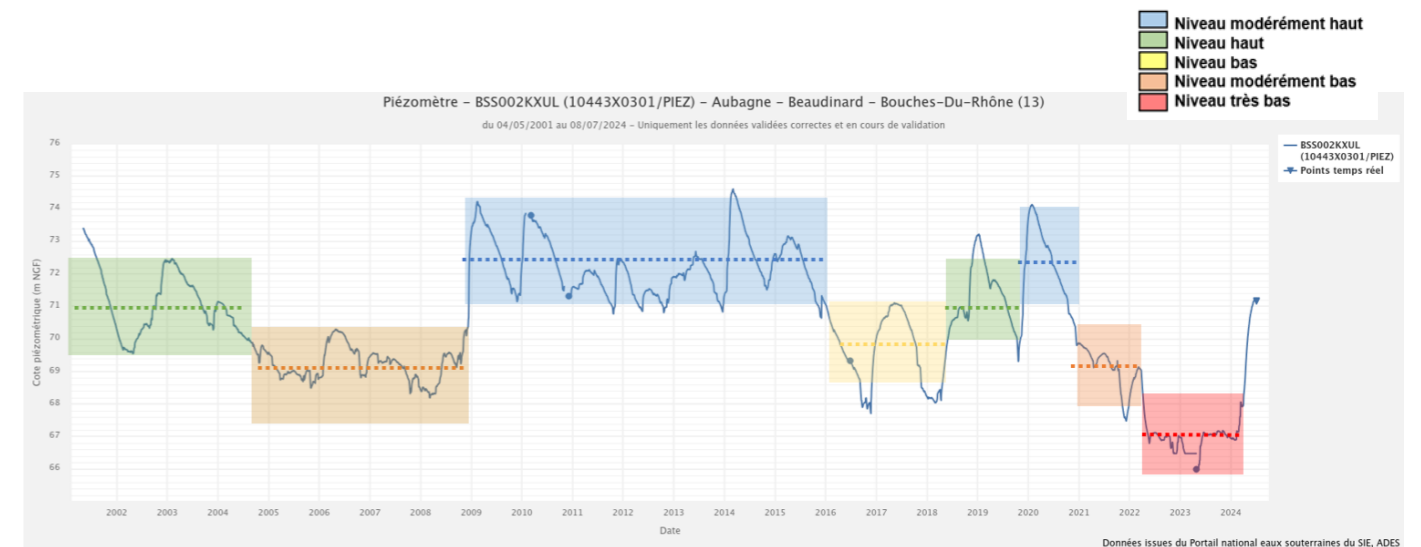
Figure 32: Localisation du piézomètre de suivi ADES de la nappe alluviale de l'Huveaune

Il est sans appel que les dernières années **2022 et 2023** ont été des années de sécheresse importante, avec les **niveaux les plus bas jamais enregistrés depuis 2002**. Par exemple, le niveau en 2023 était 5 m en dessous de celui de 2014.

Les sécheresses sont devenues chroniques, et la **nappe de l'Huveaune est celle qui en subit en premier les conséquences**. Ces sécheresses ont conduit à l'adoption de mesures de gestion de crise devenues habituelles plutôt qu'exceptionnelles, comme la demande croissante en eau pour l'irrigation agricole, domestique et industriel. Ces pressions sur la nappe des alluvions de l'Huveaune entraînent des répercussions sur la qualité de l'eau et la disponibilité des ressources en eau souterraine.

Toutefois, les **seuils fixés dans l'arrêté cadre départemental pour la gestion de la sécheresse ne sont pas définis pour les niveaux piézométriques**. En conséquence les mesures de gestions sont

Figure 33: Niveaux d'eau du piézomètre ADES BSS002KXUL enregistré en continu depuis 2002



### I.10.d Formations oligocènes de la région de Marseille FRDG215

C'est un aquifère multicouches très hétérogènes **ne permettant pas de développer des débits supérieurs à 20 m<sup>3</sup>/h**.

Selon fichier de l'Agence de l'Eau RM&C, 2008 ou de la fiche masse d'eau FRDG215, les prélèvements connus atteignent 1,4 Mm<sup>3</sup>/an pour 10 captages répertoriés. Cependant la quasi-totalité de ces prélèvements est rattachée à tort à cet aquifère... Par exemple, les forages AEP d'Auriol (La Vède et Le Clos) rattachés à cette masse d'eau, exploitent en réalité l'aquifère triasique. Seuls quelques ouvrages ont été exploités à l'image de la source et du captage de l'établissement thermal des Camoins aujourd'hui fermé (en cause la diminution importante des débits exploitables par le non-renouvellement de la ressource).

Cette ressource locale, discontinue et **peu productive (quelques m<sup>3</sup>/h) peut contenir une réserve non négligeable**.

**Les connaissances sur l'aquifère oligocène du bassin de Marseille sont insuffisantes** car il s'agit de réservoirs complexes aux géométries et comportements hydrodynamiques mal connus. Cet aquifère n'a fait l'objet que de peu d'études approfondies.

**Aucun bilan hydrogéologique ou modèle hydrodynamique n'a été réalisé.** Son intérêt écologique est marginal avec comme principaux exutoires la mer et un faible apport aux cours d'eau.

Autrefois exploité par les habitants par des puits de faible profondeur, des galeries ou directement des sources, il l'a été plus récemment pour l'industrie, et le thermalisme mais semble aujourd'hui délaissé faute de productivité. La qualité est parfois dégradée.

#### I.10.e Aquifère karstiques/fissurés : FRDG107, FRDG210, FRDG167, FRDG168

Bien que les prélèvements actuels dans les calcaires du bassin du Beausset-Calanques – unité des Calanques soient **de l'ordre de 3 Mm<sup>3</sup>/an seulement, l'intérêt économique de cette masse d'eau ne doit pas être sous-estimé.** En effet, malgré une exploitation encore sous-dimensionnée aujourd'hui, elle pourrait constituer une ressource locale importante.

**Sur la base d'un débit moyen estimé à partir des séries de mesures autour des 7m<sup>3</sup>/s, la réserve hydrogéologique de cette unité peut être estimée à environ 200 Mm<sup>3</sup> et sa réserve renouvelable annuelle est exceptionnellement élevée, de l'ordre de 6 à 12 Mm<sup>3</sup>.**

Le SOURCE PACA la classe comme **ressource patrimoniale pour l'alimentation en eau potable.** De même, les calcaires du Jurassique ont été identifiés par le SDAGE comme un **aquifère stratégique pour l'AEP.** Le PNR Ste Baume a classé une partie en zone de sauvegarde pour l'AEP. Cette masse d'eau représente donc un enjeu économique certain **sous réserve que les eaux captées ne soient pas salées.**

**Les aquifères karstiques du massif de l'Etoile, de la Ste Baume, du Regagnas ou de l'Aurelien-Olympe représentent des ressources stratégiques** potentielles pour l'alimentation en eau avec des degrés de productivité variable.

Les eaux drainées par les ouvrages du tunnel du Rove et de la galerie de la mer pourraient également constituer une source de diversification ou de sécurisation pour l'approvisionnement en eau de l'agglomération de Marseille. Des ouvrages d'exploitation pour un usage local pourraient être envisagés, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer leur viabilité.

#### I.10.f Bilan quantitatif

Le tableau de la Figure 34 suivant présente le bilan quantitatif des masses d'eau du bassin versant, selon les données AERMC de 2015. Cependant, des études plus approfondies ont permis de remettre en question ces valeurs et désormais, il serait intéressant de mettre en place investigations complémentaires afin de les préciser.

Les **alluvions de l'Huveaune** constituent une **ressource de surface facilement mobilisable** car peu profonde à de forts débits. Les volumes prélevés sont potentiellement non exhaustifs du fait de forages non déclarés.

Son intérêt est à la fois économique et écologique. La ressource est exploitée aussi bien pour **l'AEP**, que pour les usages **industriels** et se trouve **en connexion avec la rivière participant par endroit à sa réalimentation.**

Contrairement aux alluvions de l'Huveaune, les volumes prélevés dans la masse d'eau de **l'Oligocène** sont **surestimés** du fait de l'attribution des forages exploitants les formations du trias à l'Oligocène. L'aquifère est **peu productif** cependant les réserves d'eau contenues dans cet aquifère sont importantes.

Bien que d'importants **aquifères karstiques** soient présents, la région souffre d'arrêts de sécheresse importants. Seule la moitié orientale des affleurements alimente des **résurgences terrestres** captées, tandis que la moitié occidentale ne nourrit que des **résurgences sous-marines.** Cette ressource n'est actuellement que très peu exploitée.

En effet, la **recherche d'eau dans ces formations karstiques** de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur est très **aléatoire.**

Masses d'eau	Prélèvement annuel (Mm3)	Réserve (Mm3)	Remarques
FRDG369 Alluvions de l'Huveaune	4	15	Sous-estimés
FRDG215 Formations de l'Oligocène	5	?	Surestimés
FRDG107, FRDG167 FRDG168, FRDG210 Aquifères karstiques	3	200 ?	-
FRDG215b Formations du Trias	-		A définir

Figure 34: Bilan quantitatif des masses d'eau

### I.11 L'état qualitatifs des nappes

#### I.11.a Alluvions de l'Huveaune FRDG369

La nappe alluviale de l'Huveaune est une nappe peu profonde. Elle se recharge via les infiltrations dans le lit majeur de l'Huveaune.

La qualité naturelle des eaux souterraines est de **type bicarbonaté calcique, avec des teneurs en sulfates pouvant être élevées (130-200 mg/l)** du fait de la présence de gypse dans les formations oligocènes ou triasiques sous-jacentes mais également sous l'influence des **pollutions anthropiques.** Ces points se situent dans la partie amont de la plaine d'Aubagne-Gémenos et font vraisemblablement influencés par un **pôle nitraté** (contamination agricole probable).

L'urbanisation peut être à l'origine de **micropolluants retrouvés** dans la nappe.

L'alimentation artificielle des eaux de la Durance provenant du Canal de Marseille influence localement la signature chimique de la nappe :

« Les résultats obtenus avec les isotopes stables de l'eau ont permis l'identification et la quantification des apports d'eau d'irrigation du canal à la recharge de la nappe alluviale de la plaine d'Aubagne (contribution évaluée entre 9 et 23%). Bien que les estimations soient entachées d'incertitudes, les résultats apportent des informations à la question d'une modification des pratiques d'irrigation de la zone d'étude »

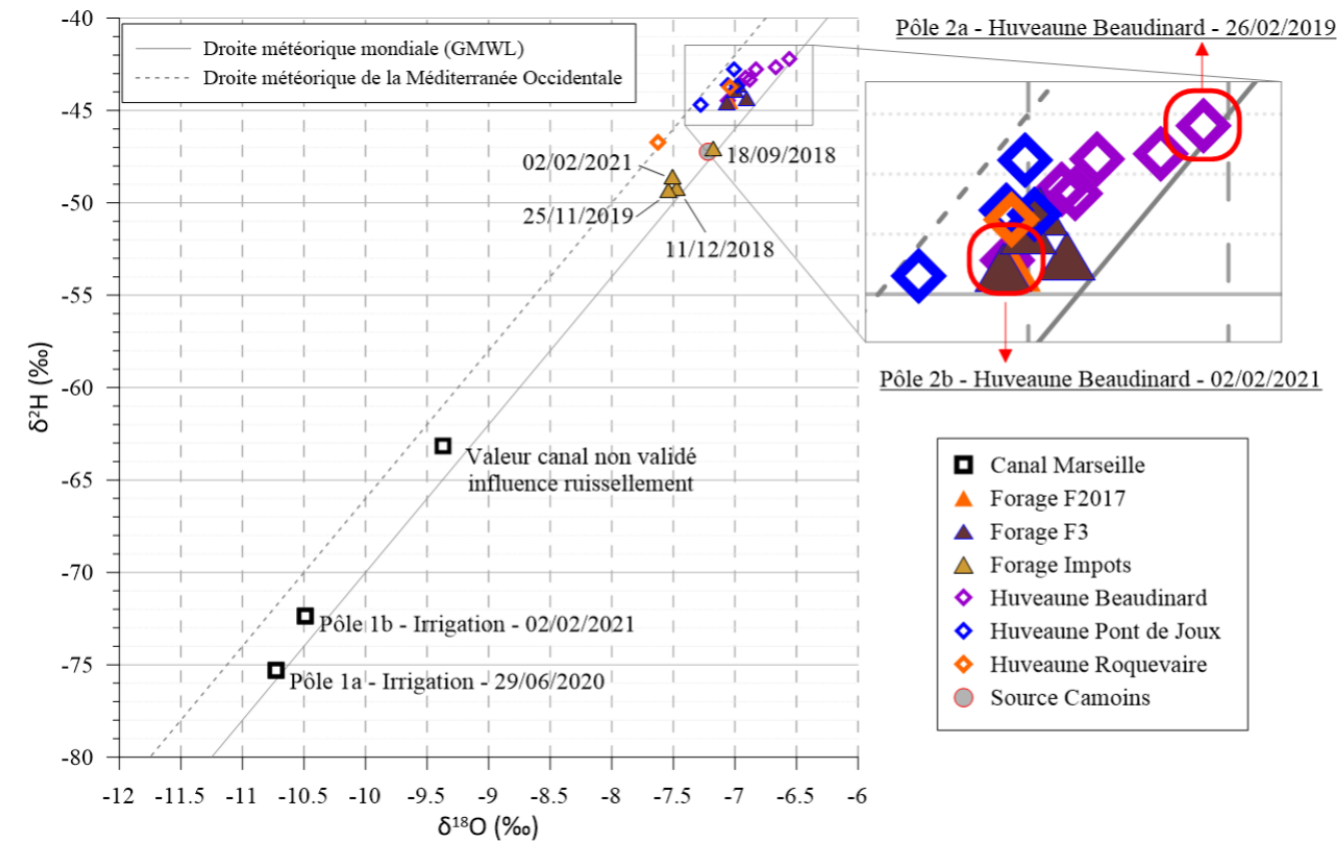


Figure 35 : δ²H en fonction de δ¹⁸O des sources, forages, rivières et canal caractérisés par une eau à faciès sulfaté (in Thèse de T. GARIN).

Garin, Thibault. *Contraindre la recharge, les modalités et structures d'écoulement en contexte carbonaté : Application aux ressources en eau des bassins versants de l'Huveaune et du karst de Port-Miou (Sud-Est de la France)*. 2022. Aix-Marseille, <https://www.karsteau.fr/karst/TheseGarin.html>.

Ces résultats mettent donc en évidence le besoin de mener une réflexion sur la gestion de l'eau au niveau de la plaine alluviale.

Un diagnostic de l'état qualitatif de la nappe alluviale de l'Huveaune à été publié en mars 2014 par le BRGM. Les conclusions de cette études et l'évolution de la nappe depuis sera détaillée ci-après.

Cette étude a montré que la nappe alluviale de l'Huveaune est complexe dans son fonctionnement (cf. carte hydrogéologique) avec 3 secteurs géographiques indépendants sur le plan hydrogéologique :

- La vallée étroite en aval du goulet d'Aubagne (zone violette et verte)
- La large plaine d'Aubagne-Gémenos (zone rouge)
- La vallée étroite en amont du Pont de l'Etoile (zone jaune)

D'autre part, les nombreux échanges hydrauliques entre la nappe alluviale et les nappes issues des aquifères karstiques, mais aussi les échanges entre la nappe et la rivière de l'Huveaune ont pour effet de morceler la nappe en compartiments aquifères indépendants les uns des autres. Ils sont identifiables par la présence de plusieurs lignes de partage des eaux.

Cette sectorisation est présentée ci-dessous. Nous avons cherché à analyser un piézomètre de suivi qualitatif de la nappe dans chaque secteur de la nappe. Leur position est présentée sur la carte.

Le diagramme de Piper permet une représentation des teneurs en ions majeurs dans une eau, elle donne ainsi la signature chimique d'une eau. La représentation Le diagramme de Piper suivant présente la signature chimique des eaux de la nappe alluviale de l'Huveaune aux différents points de suivis présentés ci-après.

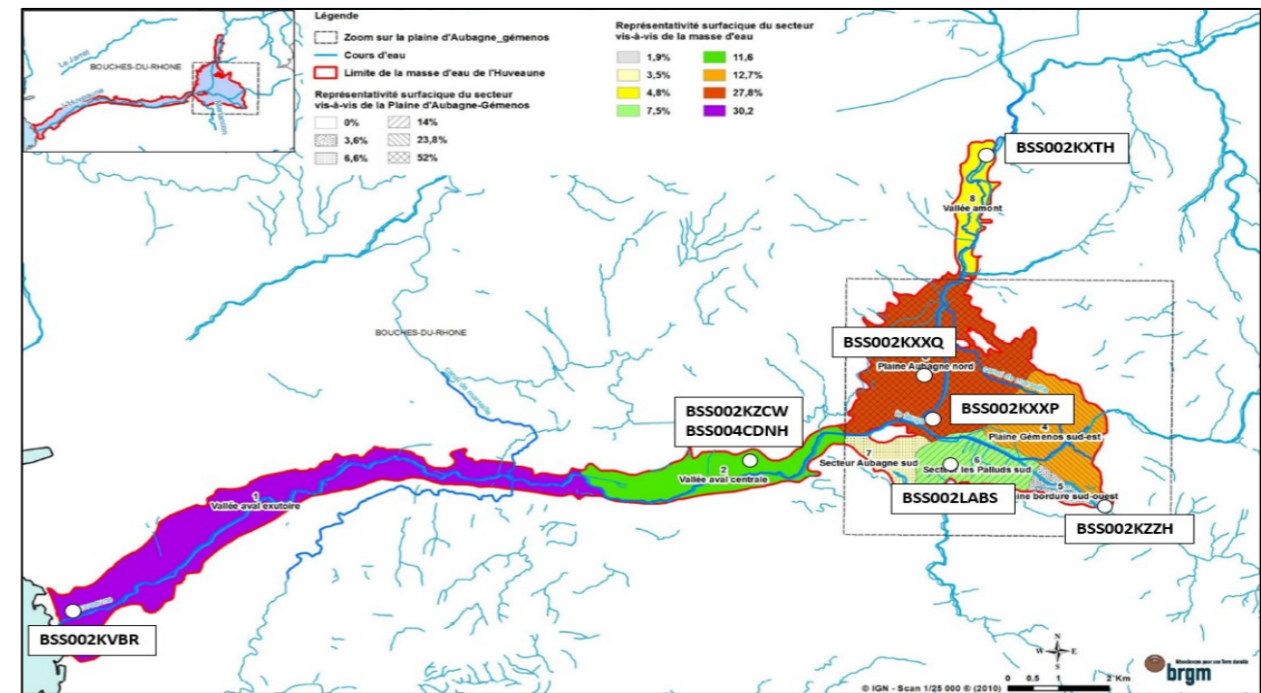
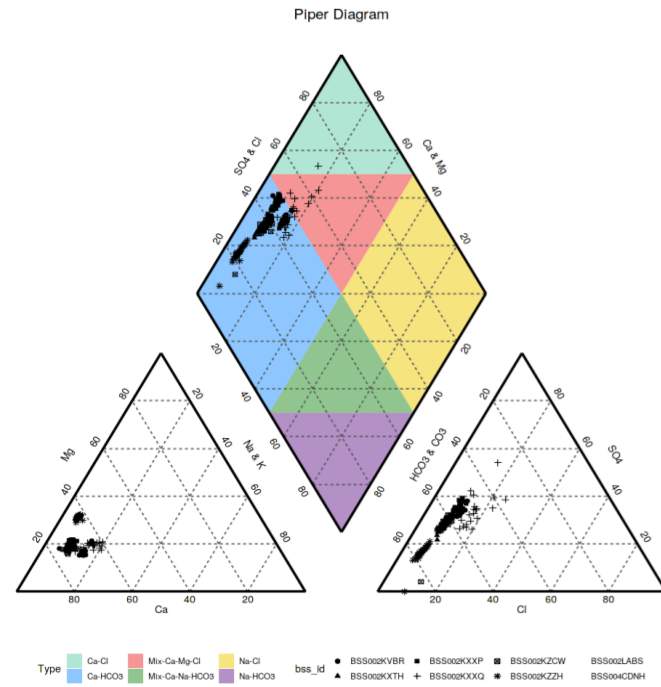


Figure 36: Sectorisation de la nappe alluviale de l'Huveaune et piézomètres associés à suivre

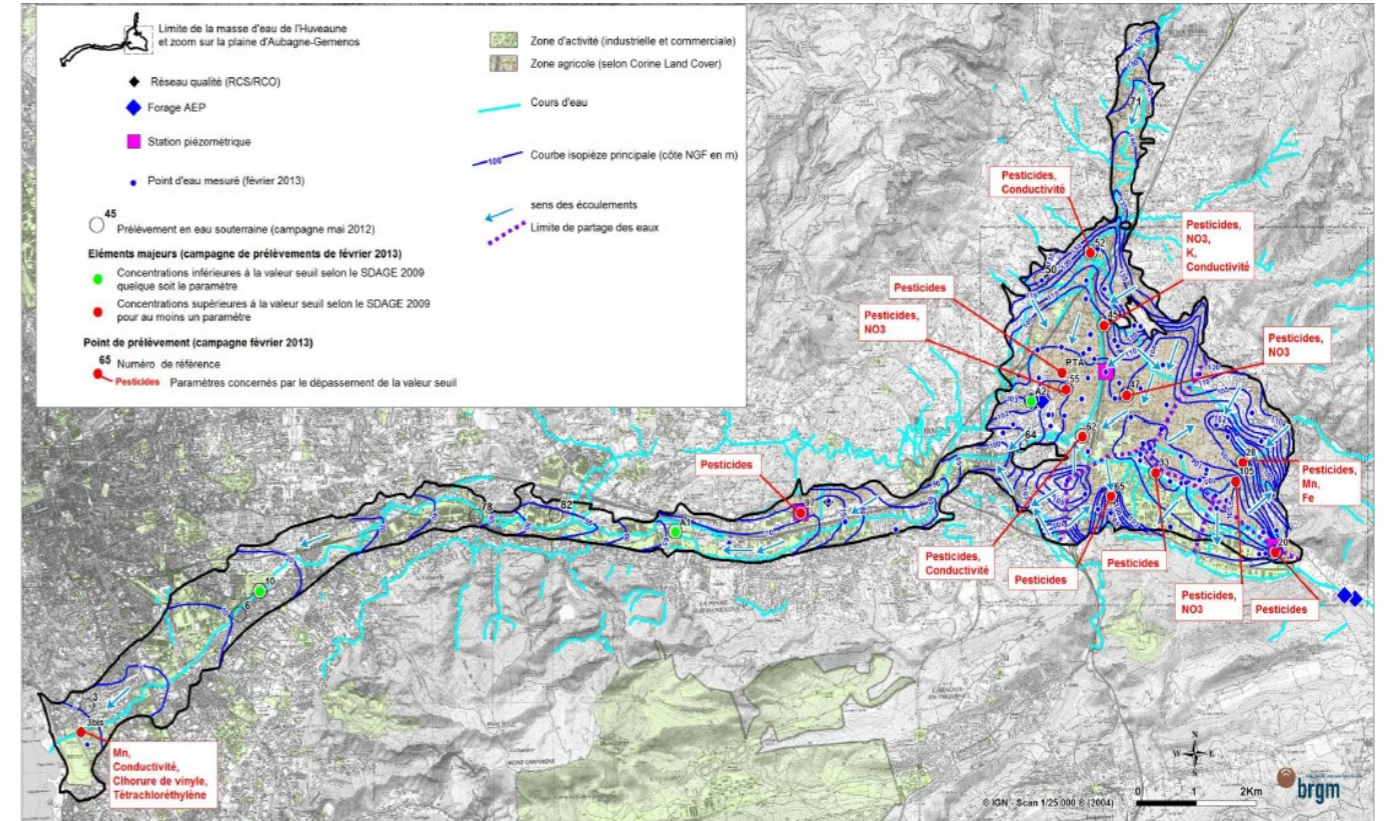


**Figure 37 : Diagramme de Piper des eaux prélevées dans les différents secteurs des alluvions de l'Huveaune**

C'est grâce à cette représentation que l'on établit le caractère bicarbonaté calcique de la nappe. Au point BSS002KZZH, à l'extrémité sud-ouest (secteur fauge en amont de la nappe), l'eau est chlorurée et sulfaté calcique soumise à **l'influence des formations carbonatées** (karst).

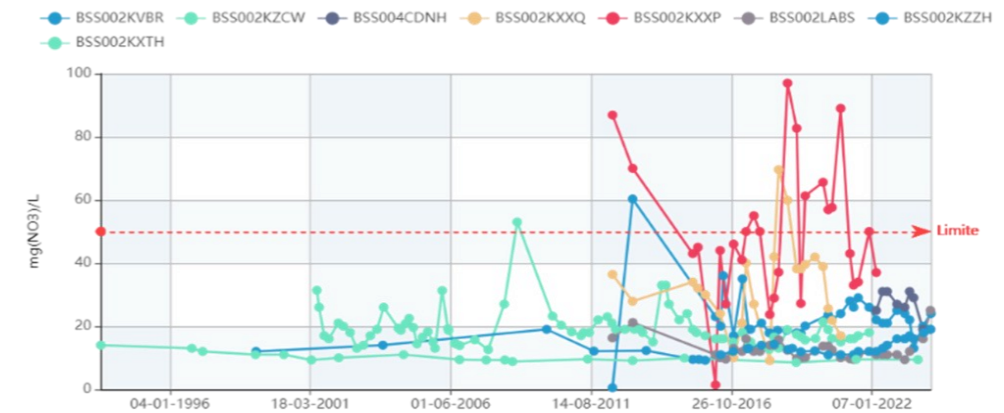
En 2013, selon le rapport du BRGM, les pollutions identifiées sont **principalement des pesticides**, un zoom sur la plaine d'Aubagne-Gémenos où les **pollutions en nitrates** sont concentrées est présentée.

D'autres pollutions ont été identifiées dans les eaux de la nappe et sont présentées dans la carte suivante.

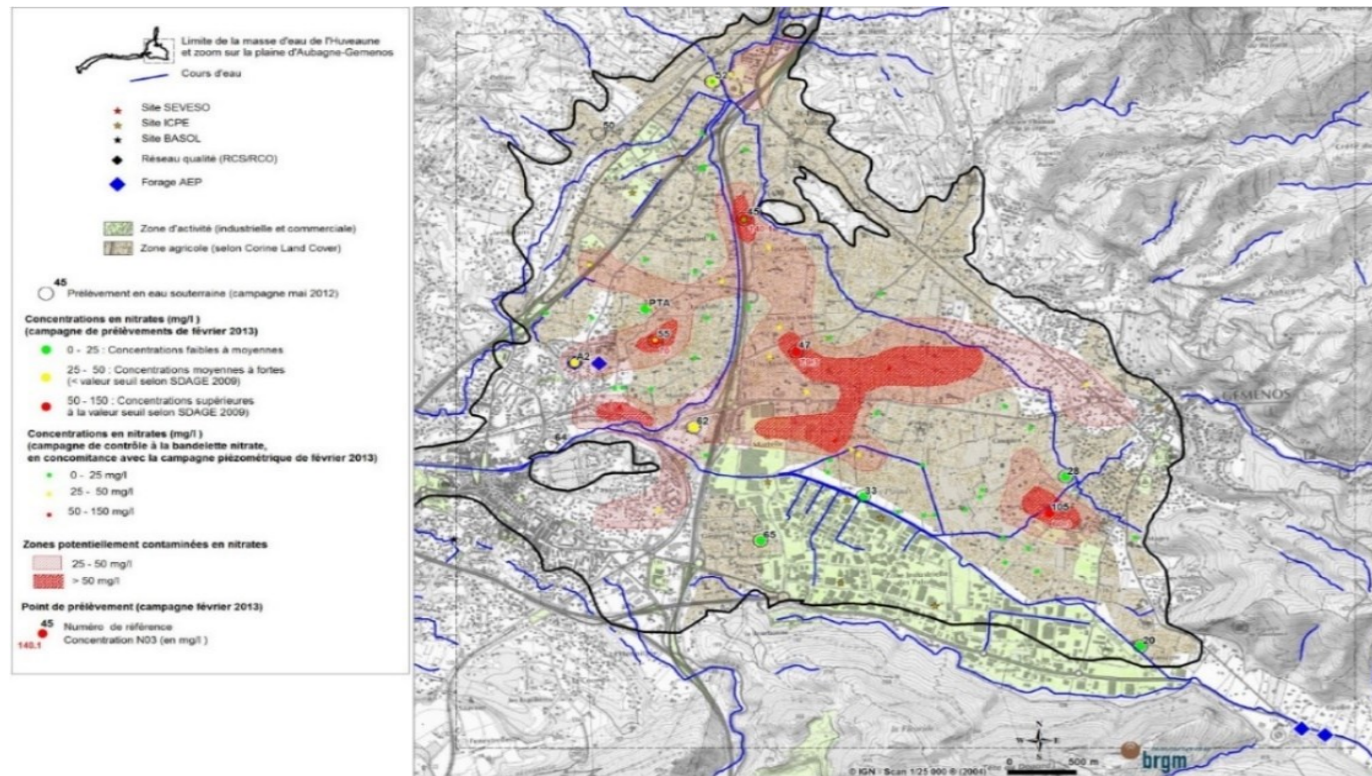


**Figure 39: Carte de synthèse, résultats de la campagne de prélèvements en février 2013 par le BRGM**

L'évolution depuis 2013 des paramètres physico-chimiques et des polluants identifiés sur les piézomètres évoqués précédemment est présentée ci-dessous :



**Figure 40: Suivi de la concentration en nitrates dans les piézomètres de la nappe alluviale de l'Huveaune**



**Figure 38 : Zone potentiellement contaminées par les nitrates suite à la campagne d'analyses de**

Les conductivités les plus importantes (sup. à 1 000 µS/cm) sont retrouvées pour les piézomètres BSS002KXXQ, BSS002LABS et BSS002KVBR :

- Les 2 premiers se trouvent en aval de zones d'activités, pour le 1er en aval d'une zone de maraichage agricole, et pour le 2nd en aval de la zone industrielle des Paluds.
- Pour BSS002KVBR elles s'expliquent par sa proximité avec la mer et l'intrusion du biseau salé.

La salinisation par intrusion marine est un problème important sur le littoral en raison de l'abaissement du niveau piézométrique dans la partie aval des alluvions de l'Huveaune (*Etude des caractéristiques hydrogéologiques et hydrodynamiques de l'aquifère du Parc Borély à Marseille (13)\_2023*).

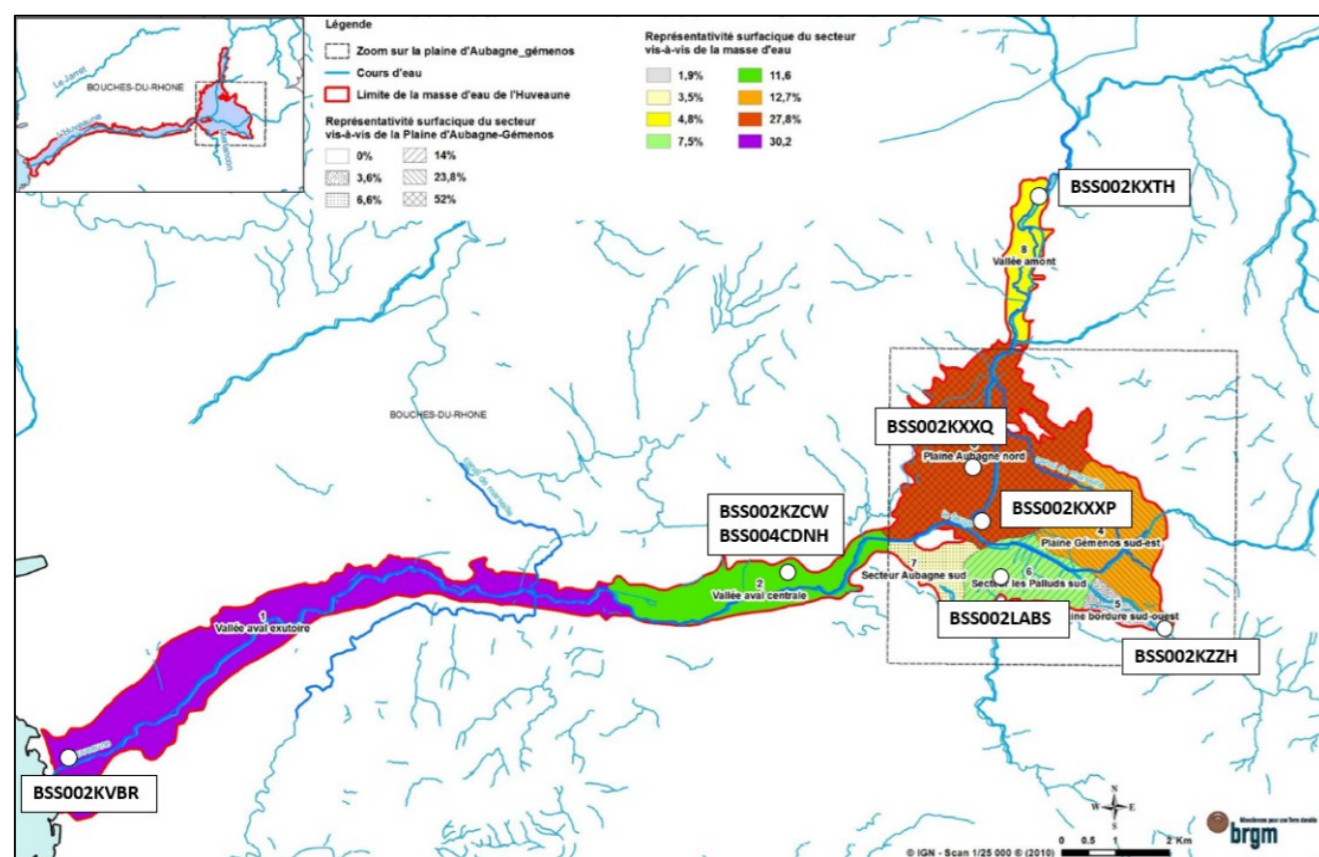


Figure 41: Localisation des piézomètres suivis

La température se trouve entre 15 et 18 °C en général pour tous les points de suivi avec des températures souvent plus faibles que 15 °C pour BSS002KXTH (dans la vallée amont) et plus fortes que 18 °C pour BSS002KVBR proche de la mer. Le pH est plutôt élevé, basique compris entre 7 et 8 sur tous les points de suivis.

Depuis 2010, la présence de nitrates a souvent été détectée dans des valeurs supérieures au seuil de 50 mg/L pour BSS002KXXP et BSS002KXXQ situés dans la plaine agricole d'Aubagne-Gémenos. Depuis le rapport en 2013 du BRGM ces concentrations ont augmentées atteignant 100 mg/L en 2018 et 2020 pour

le BSS002KXXP et 70 mg/l au niveau du BSS002KXXQ. **Depuis 2022, ces piézomètres ne sont plus suivis ou les données ne sont pas transmises.**

Des pollutions en tétrachloéthylène sont toujours observées au niveau de BSS002KVBR, mais le chlorure de Vinyle n'est plus retrouvé depuis 2019.

**Ces observations rendent compte que des actions de protection sont toujours nécessaires** sur cet aquifère fragile et menacé par l'urbanisation croissante de son bassin versant. Il est nécessaire de continuer à surveiller les qualimètres principalement en aval des zones agricoles et industriels.

### I.11.b Formations oligocènes de la région de Marseille FRDG215

Cette nappe des formations oligocènes de Marseille située dans des grès et sables contient naturellement des eaux de type **bicarbonaté calcique et sulfaté** du fait de la présence possible de **gypse** dans les formations.

La qualité de cette nappe est soumise à une pression en raison des **activités anthropiques** comme l'urbanisation et les industries. Elle est cependant davantage protégée que la nappe alluviale de l'Huveaune par ces niveaux marneux imperméables

Même si elles sont moins présentes que pour les alluvions de l'Huveaune, les **activités agricoles** notamment dans la partie Nord du bassin **sont utilisatrices d'entrants polluants**. Cependant, la qualité se serait améliorée depuis 1990 même si des dépassements en sulfates, fluorures sont encore relevés par endroits.

Des risques persistent sur un territoire très urbanisé, notamment la dissémination de solvants chlorés. Ses caractéristiques naturelles sulfatées sont susceptibles d'être dégradées par les pollutions générées par les activités humaines.

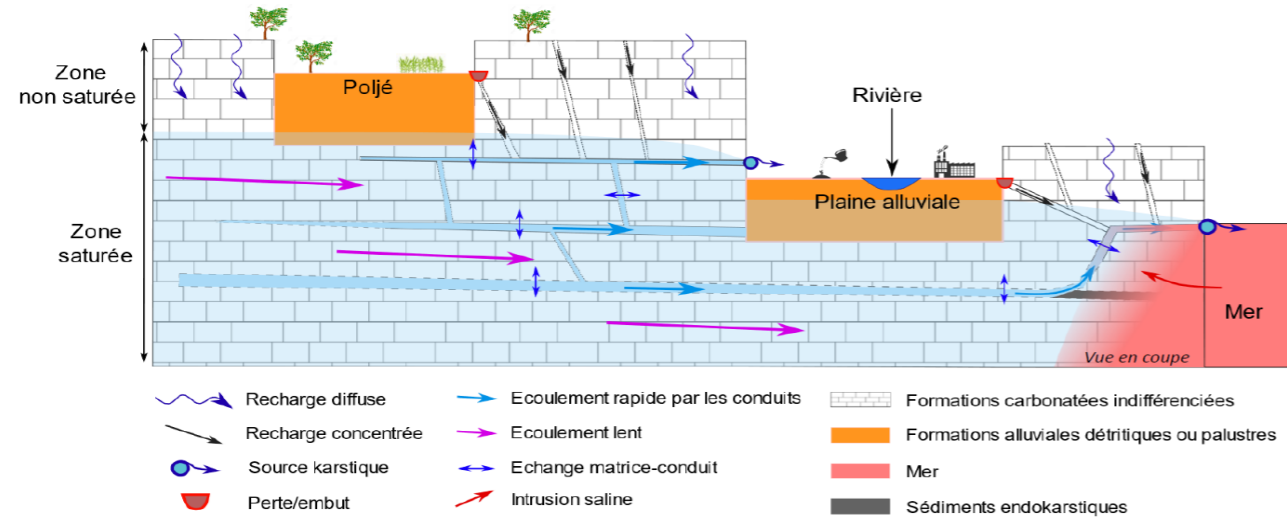
### I.11.c Aquifère karstiques/fissurés : FRDG107, FRDG210, FRDG167, FRDG168

La qualité naturelle des eaux souterraines des massifs karstiques est de type **bicarbonaté calcique**. Les karsts constituent globalement une réserve d'eau de **bonne qualité**. Toutefois on notera **localement** :

- L'intrusion d'eau de mer au littoral engendre une "contamination" naturelle en chlorures des eaux souterraines, à proximité du littoral.
- Concernant l'eau issues des karsts du Garlaban, elle peut être **sulfatée localement en lien avec la présence de gypse** dans les formations géologiques du Trias.
- Les principales problématiques sont liées aux **fortes pressions anthropiques** exercées par la proximité des sites industriels et l'urbanisation croissante de Marseille. Ces pressions sont susceptibles d'engendrer une pollution des eaux souterraines, notamment par les solvants chlorés rejetés par les industries.



Les karsts de la région se rechargent principalement par l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. De ce fait, les eaux souterraines **sont très vulnérables aux pollutions de surface** car les infiltrations et les écoulements sont très rapides.



**Figure 42 : Schéma des écoulements et échanges entre les différents aquifères : carbonatés fissurés, sédimentaire alluviale (Soutenance thèse T. Garin 2022)**

### I.11.d Synthèse des relations entre aquifères (Thèse T. GARIN 2022)

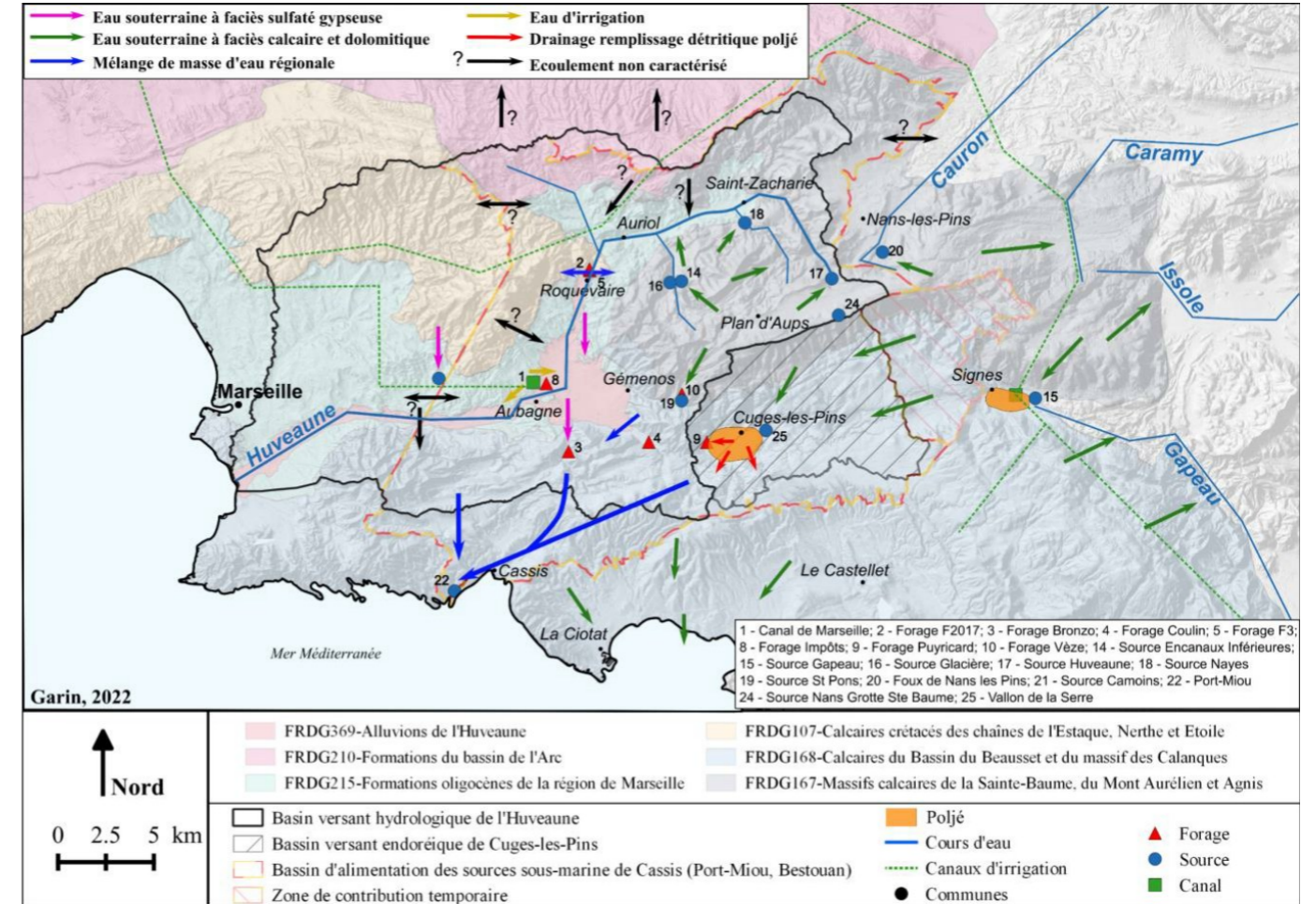
L'alimentation de la nappe alluviale de l'Huveaune se fait principalement par les précipitations, surtout là où les limons sont minces voire absents, et localement par les irrigations, notamment dans la plaine de Gémenos. De plus, les formations géologiques encaissantes, telles que l'Oligocène et le Crétacé, peuvent contribuer à l'alimentation de la nappe en étant drainées par les alluvions.

Il peut également y avoir des échanges entre les alluvions et les formations calcaires de l'Urgonien dans certaines zones où elles se touchent. Dans la plaine de Gémenos, les mesures piézométriques montrent un écoulement vers le sud, suggérant un déversement dans les calcaires du massif de Carpiagne.

Concernant la nappe des Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Etoile (FRDG107)

On suppose l'existence d'un important réseau karstique souterrain. Ce réseau pourrait drainer les eaux vers le sud en direction de la plaine de l'Huveaune, et éventuellement vers l'ouest/sud-ouest à destination des sources du Roucas Blanc à Marseille. Une alimentation partielle de la source thermique sulfurée des Camoins, dont la minéralisation semble d'origine triasique, par les eaux du massif du Garlaban ne peut pas être exclue.

Par ailleurs, la Sainte-Baume participe également à l'alimentation de la source de Port-Miou.



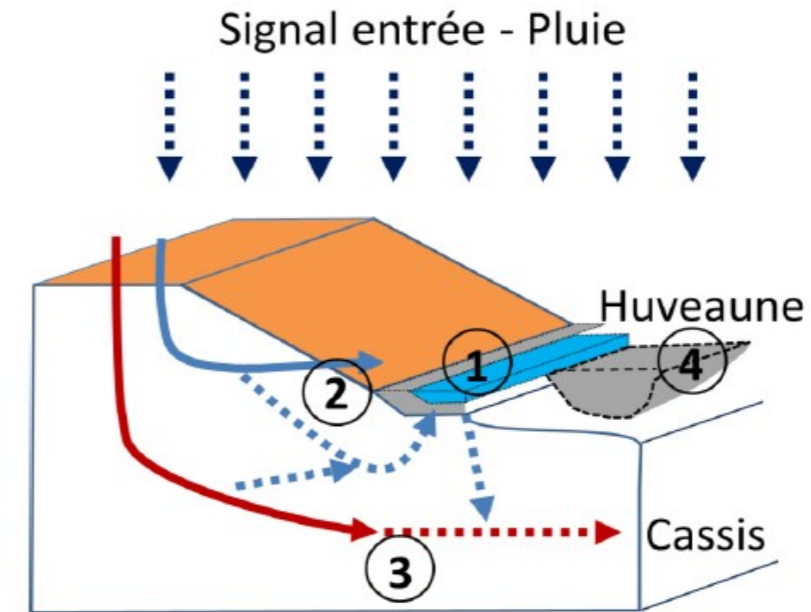
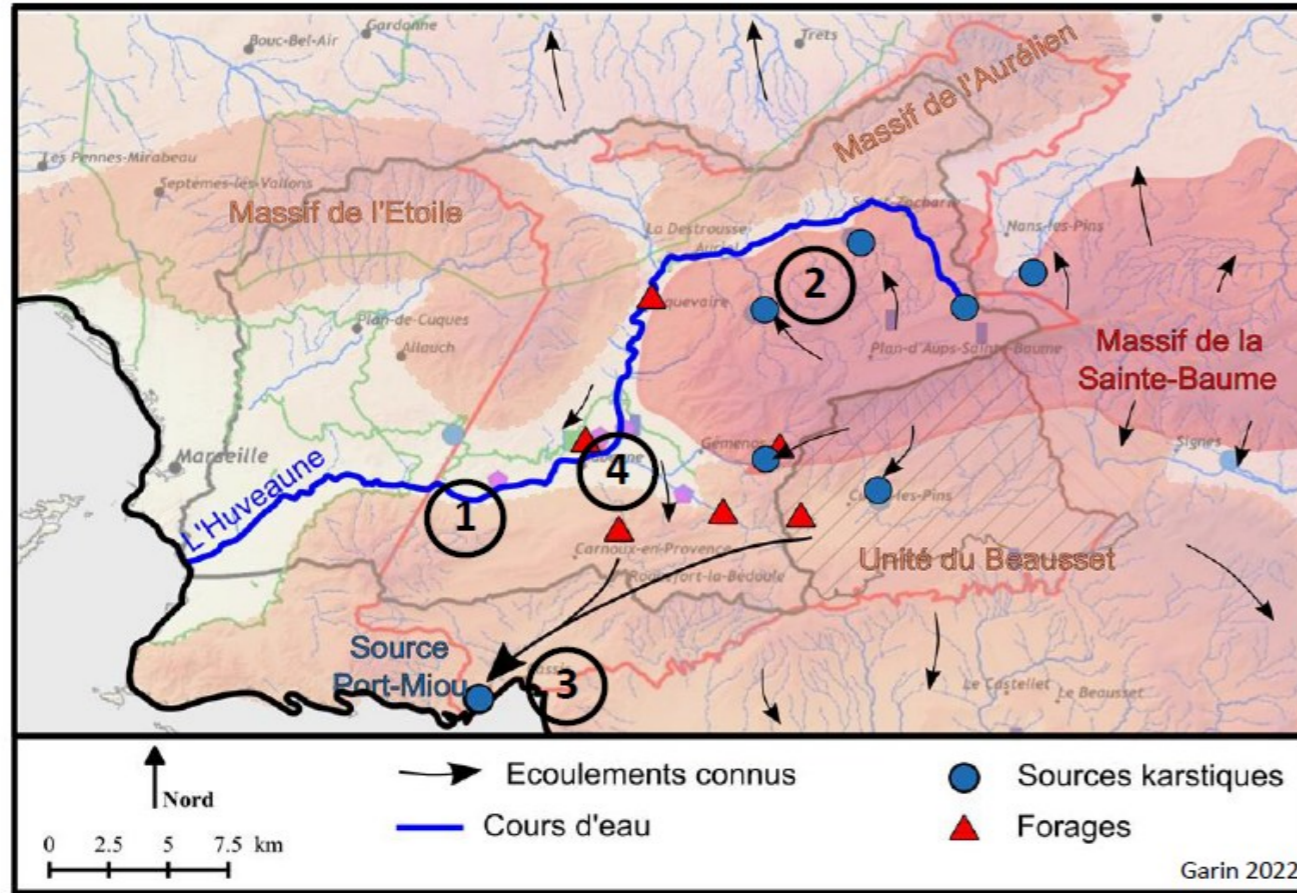
**Figure 43: Carte hydrogéologique régionale simplifiée proposée à partir de l'approche géochimique (Thèse de Thibault Garin 2022)**

Les nombreuses interconnexions entre les masses d'eau et aquifères du bassin versant forment **un système hydrogéologique complexe fonctionnant en synergie**. En effet, ce qui impacte une nappe peut entraîner des répercussions sur les autres par leurs interdépendances.

Cette configuration présente à la fois des avantages comme une **meilleure régulation naturelle** de la ressource, mais aussi des inconvénients : **les pollutions sont susceptibles de se propager** plus largement d'une nappe à l'autre.

De même, la gestion et la protection indépendante de chaque entité sont compliquées. **La compréhension de ce système aquifère interconnecté est donc essentielle pour assurer une gestion durable de la ressource en eau souterraine sur le territoire.**

## Synthèse des écoulements



- ① Huveaune – seul exutoire de surface
- ② Sources karstiques de pied de versant du massif de la Sainte-Baume
- ③ Rôle de la karstification profonde pour les écoulements régionaux
- ④ Plaine alluviale d'Aubagne

## I.12 Les interconnexions nappes rivière

Les connaissances sur les échanges réels entre le cours d'eau et la nappe dans cette plaine alluviale restent à approfondir.

Le lit de l'Huveaune est généralement colmaté par des limons, limitant les échanges entre la rivière et la nappe alluviale. Cependant, **des interactions peuvent se produire lorsque le lit est creusé plus profondément ou que la couche limoneuse en surface est moins épaisse.**

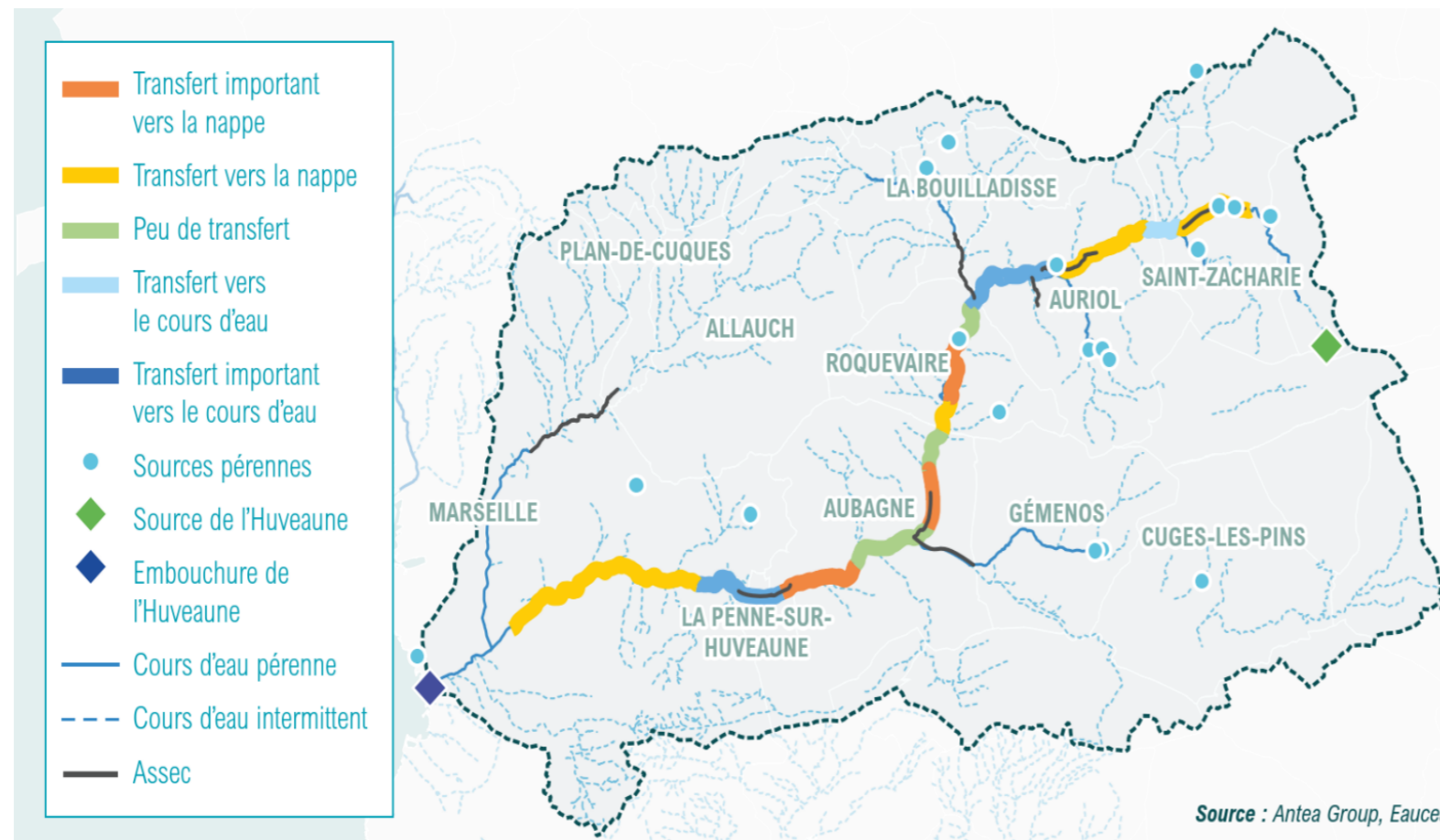
Du fait de son régime d'écoulement méditerranéen très irrégulier (parfois violent), l'Huveaune a été canalisée dans les villes et villages qu'elle traverse.

Selon la bibliographie, en amont d'Aubagne la nappe est encore en relation hydraulique avec le cours d'eau. Après le goulet d'Aubagne il semblerait que les limons de surface déconnectent l'Huveaune de la nappe alluviale en aval. Cependant à la suite d'une étude des assecs de l'Huveaune à la Penne sur Huveaune, **la connexion entre nappe d'accompagnement et rivière varie et n'est pas homogène sur tous les tronçons du cours d'eau.**

Une analyse des différences de débits a été réalisée entre les différents stations hydrométriques d'Hydroportail et des stations mise en place temporairement dans le cadre de l'étude des débits minimum biologique (Ecogea 2024 – porté par la fédération de pêche). Cette analyse nous a permis de constater des variations de débits entre tronçons qui indiquent des échanges avec la nappe souterraine ou révèlent des prélèvements ou rejets importants dans la nappe non déclarés.

Une explication de ces observations doit être menée afin d'**identifier les zones d'échanges entre nappe et rivière** ou l'existence de prélèvements ou rejets non déclarés dans la rivière. Cette synthèse vient s'appuyer sur l'étude BRGM de 2014 qui évoque des zones d'apports / pertes.

Toutefois, il convient de mettre en avant que **cette analyse (Figure 44) reste à une échelle macro**. Les relations entre les systèmes aquifères et les cours d'eau restent **complexes** souvent **mal connues**, avec des variations spatiales et temporelles considérables. Il serait nécessaire de **mener des investigations à des échelles plus réduites sur les secteurs à enjeux où ces relations pèsent sur l'équilibre besoins-ressources.**



**Figure 44 : tronçons de pertes ou d'apports dans la rivière de l'Huveaune**

### I.13 Calcul des ratios de prélèvements des forages sur l'Huveaune

Pour les prélèvements en nappe alluviale plusieurs paramètres interviennent selon les secteurs, en particulier :

- Les **paramètres hydrodynamiques** des alluvions, en lien avec leur nature et le recouvrement (cela diffère si le cours d'eau est établi dans ce recouvrement ou au sein des alluvions sollicitées) ;
- La **piézométrie** (sens d'écoulement de la nappe et son gradient pour évaluer les apports en provenance des coteaux). La piézométrie de référence sur la nappe alluviale de l'Huveaune est celle de l'étude du BRGM de 2014, seule information publiée à ce jour sur ce territoire ;
- Le **positionnement** des points de prélèvements par rapport au cours d'eau ;
- L'importance du **colmatage** du lit du cours d'eau ;
- L'importance du **prélèvement**.

Des solutions analytiques permettant d'évaluer l'influence d'un pompage en nappe sur la rivière selon 2 modalités principales :

- Le premier cas correspond au calcul de la **part du débit de pompage provenant directement de la rivière**, lorsque celle-ci est située dans le cône de rabattement aval du forage. Elle ne s'applique que pour des pompes fonctionnant depuis un temps suffisamment long (régime permanent).
- Le second cas proposé correspond au calcul d'un **préjudice instantané à la rivière engendré par la présence du pompage en nappe**, qui intègre à la fois les débits soutirés directement à la rivière, et les débits de nappe qui auraient alimenté la rivière en l'absence de pompage en nappe. Ce calcul est basé sur le temps écoulé depuis le début du pompage, et est donc adapté pour des pompes non permanentes.

Les solutions utilisées ont été proposées par le BRGM dans un rapport datant de 1976 intitulé « Evaluation des débits soustraits à une rivière par un pompage dans un puits riverain » (Rapport BRGM 76-SGN-032-AME).

Dans les 2 cas présentés, certaines hypothèses de base sont faites sur la configuration d'écoulement de la nappe.

Ces hypothèses sont les suivantes :

- Hypothèse de Dupuit : la nappe est considérée comme ayant une **épaisseur mouillée fixe** (constante et homogène), ne variant pas du fait de l'influence des pompes. Dans les cas réels, cette hypothèse est vérifiée si les rabattements induits par les pompes sont très faibles devant l'épaisseur mouillée de la nappe, dans le cas d'une nappe libre.
- L'aquifère qui contient la nappe dans laquelle s'effectuent les pompes est un **milieu homogène d'extension infinie**. En pratique, toute limite d'écoulement de la nappe se situe à une distance suffisamment grande de la rivière, par rapport à la distance entre la rivière et le pompage.

Selon cette méthodologie et la thèse de Th. Garin : « *Contraindre la recharge, les modalités et structures d'écoulement en contexte carbonaté : Application aux ressources en eau des bassins versants de l'Huveaune et du karst de Port-Miou (Sud-Est de la France)* » 2022, **des ratios d'impact des prélèvements dans les forages sur le niveau de la rivière de l'Huveaune ont été établis pour les différents types : sources, forages** (en distinguant les particularités locales).

#### I.13.a Sources

Tous les prélèvements sur des sources ont un ratio de 100% du prélèvement qui affecte le cours d'eau car toute l'eau pompée devraient sans pompage alimenter le cours d'eau.

#### I.13.b Roquevaire : champ captant

Il s'agit du champ captant et du forage F2017 de Roquevaire.

Il existe plusieurs forages situés en rive gauche de l'Huveaune prélevant dans la nappe d'accompagnement de l'Huveaune. Le forage F2017 se trouve lui en rive droite dans les calcaires des formations crétacées. La figure suivante schématise les relations hydrauliques observées lors d'essais de pompes réalisés en juin 2018 au droit des forages avec suivi continu des niveaux dans les forages et dans la rivière.

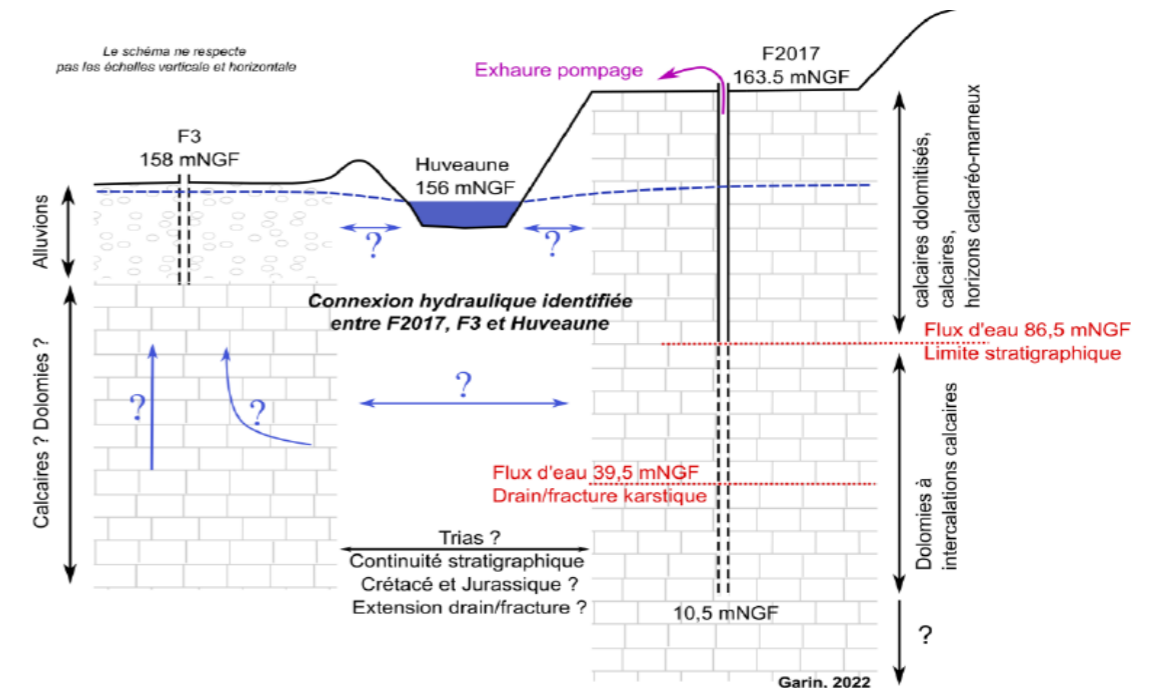


Figure 45: Schéma du fonctionnement du champ captant de Roquevaire

Au cours de l'essai de pompage le 16/06/2018 dans le forage F2017, le niveau de l'Huveaune est légèrement impacté par le pompage longue durée, avec un abaissement de l'ordre de 4cm jusqu'au changement de débit en cours d'essai qui semble ralentir voire stopper l'influence du pompage sur la rivière. Le rabattement dans le forage F2017 est de l'ordre de 10 à 15 cm. Ces données vont dans le sens d'une relation hydrodynamique entre le forage F2017, le champ captant de Roquevaire (F3/F4) et la rivière de l'Huveaune, avec une alimentation première par les calcaires via les drains/fractures karstique puis une alimentation des alluvions plus perméables – **Ainsi le ratio d'eau prélevée impactant l'Huveaune a été fixé à 50% pour le forage F2017.**

Concernant le champ captant, les forages F3 et F4 sont en bordure direct et traversent la nappe d'accompagnement de l'Huveaune : l'impact des volumes prélevés sur la rivière est donc direct. L'impact sur la rivière n'est cependant pas total et l'Huveaune ne constitue pas la seule alimentation, car il existe une alimentation certainement non négligeable des calcaires sous-jacents- **Ainsi le ratio d'eau prélevée impactant l'Huveaune a été fixé à 60% pour le champ captant.**

### I.13.c Forages AEP Aubagne

Concernant le forage des Impôts et Jeanne d'Arc à Aubagne, le processus de dépôt dans la plaine alluviale de la rivière Huveaune est lié à la migration latérale de la rivière en raison de son comportement méandrique. Ces dépôts montrent une séquence stratigraphique typique de dépôts fluviaux, identifiée en plusieurs étapes :

- Une surface d'érosion basale a incisé le substratum de l'Oligocène.
- Un dépôt fluvial d'un système de rivière tressée a comblé la vallée avec un faible espace d'accumulation, constituant un aquifère captif, exploré lors d'un essai de pompage.
- Les dépôts progressent vers un système de méandres sinueux, passant de sinuosité basse à élevées, créant un réseau de canaux dans une plaine alluviale méandrique.

D'autres dépôts, comme ceux d'une ancienne zone marécageuse, sont présents dans la plaine mais n'ont pas été investigués dans le modèle conceptuel. Ainsi, la rivière Huveaune semble déconnectée de sa plaine alluviale, selon des données piézométriques.

En conclusion, les aquifères alluviaux sont souvent vus comme des structures homogènes, mais les modèles classiques ne suffisent pas pour interpréter correctement les variations complexes du rabattement d'eau.

Les volumes prélevés étant tout de même dans la même masse d'eau, **le ratio d'impact n'est pas jugé nul, mais de seulement 20%.**

Les forages AEP d'Aubagne sont utilisés en secours du canal de Marseille lors des périodes de chômage. Leur exploitation est donc maximale sur une courte durée. Dans ce cas le pompage est continu (7 j / 7 j) pendant environ 1 mois. La période est généralement en automne, mais d'autres travaux d'entretien peuvent avoir lieu à l'hiver ou au printemps.

La question de leur temporalité dans la modélisation se pose donc en lien avec les données du chômage.

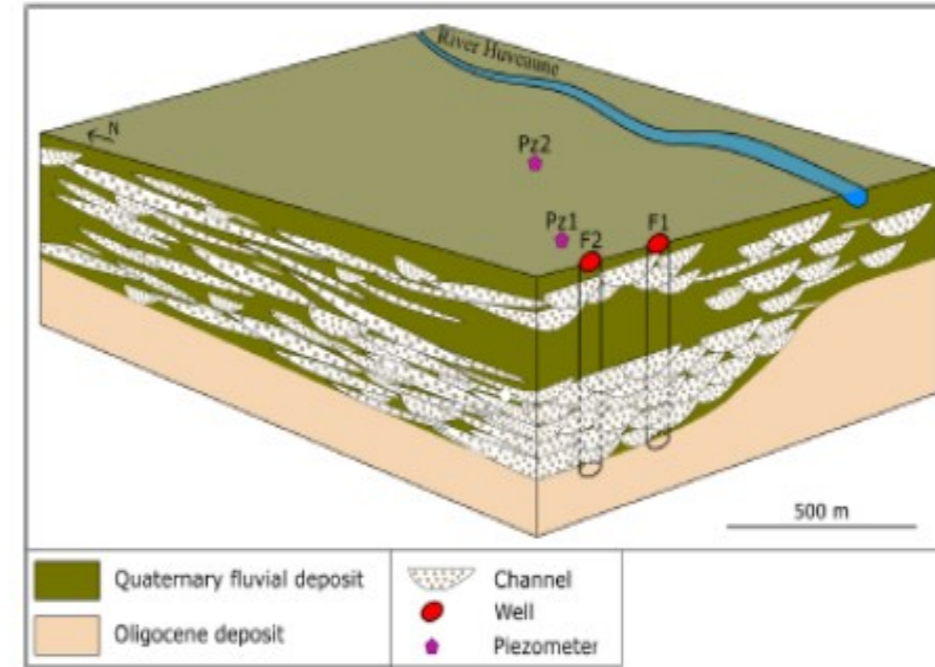


Figure 46 : Schéma du fonctionnement des forages dans la plaine alluviale de l'Huveaune (exemple des forages d'Aubagne)

Les forages des Paluds du centre commercial de BARNEOUD se trouve dans le même contexte que les forages AEP d'Aubagne.

### I.13.d Forage de La Vèze et de la Brise

Sur le bassin versant, cela concerne les **aquifères fissurés/karstiques** des massifs calcaires entourant la vallée de l'Huveaune. Les prélèvements sont principalement situés au niveau de l'aquifère de la Sainte-Baume.

Dans ce cas, la **valeur du ratio se base sur les principales études hydrogéologiques** de la Sainte-Baume réalisée par l'université Aix-Marseille ainsi que sur les données existantes sur chaque prélèvement important.

- **Forage du Veze à Gémenos-St Pons.** Il n'y a pas de relation observée sur la chronique hydrologique et les études montrent un compartimentage de l'aquifère captée par rapport à la source de Saint-Pons. Toutefois il n'y a pas d'étude sur l'impact potentiel sur le Fauge en amont – **Ainsi le ratio d'eau prélevée impactant l'Huveaune a été fixé à 20%**
- **Puits du Vèze toujours à Gémenos-St Pons.** Le puits pompe directement au niveau de la source. **Ainsi le ratio d'eau prélevée impactant l'Huveaune a été fixé à 100%**

- **Forage de la Brise à Saint-Zacharie.** L'influence du pompage sur l'Huveaune a été recherchée sur la station DREAL sur la période d'octobre 2023 où le forage était en fonctionnement 15 jours en quasi continu (donnée SPL). Aucune évolution n'a été observée. Toutefois la proximité avec la source de la Brise et la faible profondeur de 40 m du forage tend à **estimer un ratio de 50 %**.

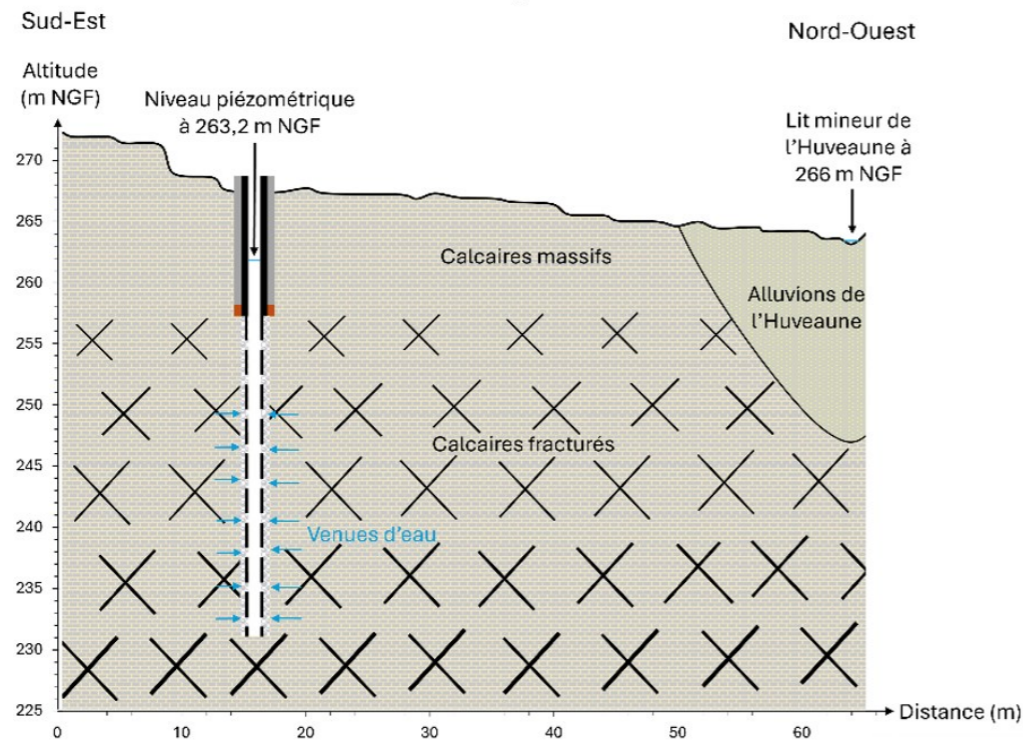


Figure 45: Prélèvements dans un aquifère hétérogène (exemple du forage de la Brise à St Zacharie)

### I.13.e Forage usine chimique organique et blanchisserie Marseille

Les forages de l'usine Arkéma se trouvent en bordure du cours d'eau et captent les eaux de la nappe d'accompagnement de l'Huveaune. Une étude spécifique à ces prélèvements a été réalisée afin de connaître les relations entre la nappe et la rivière au niveau du site.

Cette étude est disponible en Annexe. Il apparaît que le lit de la rivière au niveau du site entaille les limons et argiles de surface et que les transferts entre la nappe sont importants. La cote de la nappe est supérieure à celle du fond de la rivière, ainsi, la nappe réalimente le cours d'eau au droit de l'usine. Ce phénomène est d'ailleurs directement visible car il existe un seuil en amont de l'usine. En amont du seuil, un assec répété du cours d'eau est observé en période de sécheresse. En aval du seuil, au niveau de l'usine, une réalimentation du cours d'eau est constatée. Ainsi la quantité d'eau prélevée dans les forages de l'usine possède directement un impact sur le niveau du cours d'eau, **estimé à au moins 80%**.

Le contexte du forage de la Blanchisserie à Aubagne et le même que celui d'Arkéma.

### I.13.f Forages de Cuges-le-Pins

Tous les forages se situant à Cuges-les-Pins, le ratio d'impact sur le cours d'eau est de 0% du fait que les eaux des nappes de Cuges les Pins sont drainées vers la source de Port-Miou et non vers l'Huveaune.

### I.13.g Forages de la Blancherie

Les forages de la Blancherie prélèvent l'eau de la masse d'eau des calcaires karstiques en profondeur. Dans cette zone, ils sont déconnectés de l'Huveaune.

### I.13.h Synthèse des ratios de participation des forages & sources au prélèvement dans les cours d'eau

Nom de l'ouvrage	Ratio	Volume capté en m <sup>3</sup>	Commune	Code usage BNPE
SOURCE DE ST PONS ET RUISSEAU LE FAUGE	100%	481000	GEMENOS	IRRIGATION
SOURCE LES CLOS SAINT-PIERRE	100%	261788	AURIOL	AEP
PRISE D'EAU SUR L'HUVEAUNE - BARRAGE DU PT DE L'ETOILE	100%	160000	ROQUEVAIRE	IRRIGATION
PUITS DU VEZE	100%	170118	GEMENOS	AEP
FORAGE DU VEZE	20%	720439	GEMENOS	AEP
PUITS DANS NAPPE DE L'HUVEAUNE - USINE CHIMIQUE	80%	745630	MARSEILLE	IND
PUITS DANS NAPPE DE L'HUVEAUNE - USINE CHIMIQUE	80%	366116	MARSEILLE	IND
PUITS COMMUNAL EN NAPPE	60%	309310	ROQUEVAIRE	AEP
PUITS COMMUNAL EN NAPPE	60%	385500	ROQUEVAIRE	AEP
PUITS COMMUNAL EN NAPPE	60%	293740	ROQUEVAIRE	AEP
FORAGE D'AUBAGNE LA VASSALE	20%	849896	AUBAGNE	AEP
FORAGE AU QUARTIER LA BRISE DE SAINT-ZACHARIE	50%	488964	ST-ZACHARIE	AEP
FORAGE EN NAPPE DE PUYRICARD	0%	431145	CUGES	AEP
FORAGE EN NAPPE LA VEDE LE PUJOL	50%	368117	AURIOL	AEP
FORAGE EN NAPPE LA VEDE LE PUJOL	50%	295322	AURIOL	AEP
FORAGE PIGNOL ZONE N.A.E.	0%	131418	GEMENOS	AEP

Nom de l'ouvrage	Ratio	Volume capté en m <sup>3</sup>	Commune	Code usage BNPE
FORAGES DE LA BLANCHERIE	0%	66998	GEMENOS	AEP
FORAGES DE LA BLANCHERIE	0%	46967	GEMENOS	AEP
PUITS NAPPE DE L'HUVEAUNE - BLANCHISSERIE INDUSTRIELLE	80%	58597	MARSEILLE	IND
PUITS NAPPE - THERMES DE CAMOINS-LES-BAINS	0%	33967	MARSEILLE	IND
FORAGE EN NAPPE CARRIERE & CENTRALE A BETON	0%	32744	AUBAGNE	IND
FORAGE EN NAPPE DES "JARDINS DE LA VILLE"	0%	27737	CUGES	AEP
FORAGE EN NAPPE-VALLON DE DAUSSERAND	0%	27392	CUGES	AEP
FORAGES DE LA BLANCHERIE	0%	17551	GEMENOS	AEP
FORAGE 2 LES PALUDS CENTRE COMMERCIAL DE BARNEOUD	20%	12250	AUBAGNE	IND
FORAGE 1 LES PALUDS CENTRE COMMERCIAL DE BARNEOUD	20%	7714	AUBAGNE	IND
FORAGE EN NAPPE - FABRIQUE DE CHIPS DE POMMES DE TERRE (abd)	0%	5108	AUBAGNE	IND
FORAGE EN NAPPE - FABRIQUE DE CHIPS DE POMMES DE TERRE (abd)	0%	68	AUBAGNE	IND

Figure 46: Calcul du ratio de la quantité du prélèvement impactant l'Huveaune

## IV. ANNEXES

### I.14 Interprétations et synthèse des pressions expliquant l'état de masses d'eau superficielles

Les pressions prises en compte sont celles qui sont à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux en 2027 et celles responsables des dégradations actuelles des masses d'eau, parmi la liste suivante :

- Altération de la morphologie
- Altération de la continuité écologique
- Altération du régime hydrologique
- Pollutions par les nutriments urbains et industriels
- Prélèvements en eau
- Pollution par les pesticides
- Pollution par les nutriments agricoles
- Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)

Ces pressions significatives sur les masses d'eau sont liées à l'activité humaine sur les bassins versants. En sachant que les pressions calculées dans le cadre de la DCE permettent aussi d'estimer le niveau de confiance de l'état des cours d'eau.

Ces pressions peuvent être catégorisées en 3 cas : l'**impact est fort** et susceptible de déclasser l'état de la masse d'eau ; l'**impact est moyen** et mesurable et l'effet est localisé à l'échelle de la masse d'eau ou l'**impact est nul ou faible** : la pression est absente ou l'impact n'est pas mesurable.

**Les deux pressions les plus représentées sur le territoire sont l'altération de la morphologie (8 ME) et l'altération de la continuité écologique (7 ME).**

#### I.14.a Altération de la morphologie

Les altérations des formes des milieux aquatiques, dues aux recalibrages, rectifications, endiguements des cours d'eau, au bétonnage, à l'enrochement des berges, au déboisement des rives des cours d'eau, des plans d'eau douce ou saumâtre et du littoral marin modifient et détruisent les habitats nécessaires aux communautés aquatiques indicatrices du bon état des eaux.

**La morphologie de 8 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune est altérée (6 fortement et 2 moyennement) :**

Code	Nom de la masse d'eau	Altération de la morphologie
FRDR10388	Ruisseau de vède	Moyen
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Fort
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Fort
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Nul ou faible
FRDR11847	Rivière le merlançon	Fort
FRDR11882	Torrent du fauge	Fort
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Fort
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Fort
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen



Figure 47: Altération de la morphologie des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)



**I.14.b Altération de la continuité écologique**

Le cloisonnement des milieux aquatiques par les ouvrages (seuils, barrages ...) empêche la circulation des espèces ou le transport des sédiments. Ces blocages des échanges de faune, de flore quelquefois, et de matériaux peut entraîner de graves désordres dans la structure des peuplements aquatiques ou dans le fonctionnement physique des écosystèmes – tels que l'incision des rivières dont le fond du lit peut s'abaisser de plusieurs mètres entraînant par exemple la chute d'ouvrages d'art ou la baisse des niveaux d'eau dans les captages d'eau souterraine. Le décroisement des milieux aquatiques constitue un axe fort de la restauration des trames écologiques, verte et bleue.

**La continuité écologique est altérée pour 7 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune (2 fortement et 5 moyennement) :**

Code	Nom de la masse d'eau	Altération de la continuité écologique
FRDR10388	Ruisseau de vède	Moyen
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Moyen
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Fort
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Fort



**Figure 48: Altération de la continuité écologique des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)**

**I.14.c Altération du régime hydrologique**

Les modifications du régime des eaux dans les milieux aquatiques par les activités humaines peuvent avoir des origines diverses : les prélèvements, mais aussi les modalités de gestion des ouvrages de stockage de l'eau (seuils et barrages) qui conduisent à dériver l'eau hors du lit de la rivière souvent sur de longues distances (plusieurs kilomètres) ou à modifier le rythme du passage de l'eau de l'amont vers l'aval ou entre les milieux (plan d'eau-rivière ; étang littoral-mer ...) à des pas de temps variables : horaire voire infra-horaire (éclusées, pour les rivières), journalier, mensuel, saisonnier. Ces pressions perturbent le cycle de vie des communautés aquatiques et ceci d'autant plus qu'elles sont fortes (en amplitude) ou brutales (dans le temps).

**Le régime hydrologique de 5 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune est altéré (une fortement et 4 moyennement) :**

Code	Nom de la masse d'eau	Altération du régime hydrologique
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Nul ou faible
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Moyen
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Fort
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen



**Figure 49 : Altération du régime hydrologique des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)**

**I.14.d Pollutions par les nutriments urbains et industriels**

Le risque de dégradation des milieux aquatiques de surface par les nutriments urbains et industriels a, au moins en partie, pour origine les apports d'azote, de phosphore ou de matières organiques issus des rejets d'eaux usées domestiques et des rejets industriels (agroalimentaires notamment). Ces apports réduisent en général le taux d'oxygène dissous dans l'eau, indispensable à la vie des communautés aquatiques caractéristiques du bon état écologique.

**5 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune sont impactées par la pollution par les nutriments urbains et industriels :**

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Pollutions par les nutriments urbains et industriels
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Fort
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Nul ou faible
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Fort



Figure 50 : Pollution par les nutriments urbains et industriels des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)

### I.14.e Prélèvements en eau

Les prélèvements d'eau sont une cause principale de modification du régime des eaux qui concerne tous les territoires, et presque exclusivement les cours d'eau. Ils perturbent le cycle de vie des communautés aquatiques, notamment durant les périodes de basses eaux, où les demandes en eau pour les usages entrent en concurrence avec les besoins des communautés aquatiques.

5 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune sont impactées par des prélèvements en eau :

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Prélèvements d'eau
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Nul ou faible
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Moyen
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Fort
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Moyen
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen



Figure 51 : Prélèvements en eau sur des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)

**I.14.f Pollution par les pesticides**

Le risque de dégradation des milieux aquatiques par les pesticides résulte de l'usage de ces substances à effets biocides principalement par l'agriculture (l'usage en est interdit pour l'entretien des espaces verts par les collectivités depuis 2017 et pour les particuliers depuis 2019). L'écotoxicité de ces molécules peut entraîner une baisse de la biodiversité des milieux aquatiques.

**4 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune sont impactées par une pollution liée aux pesticides :**

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Pollutions par les pesticides
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Nul ou faible
FRDR11847	Rivière le merlançon	Moyen
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Nul ou faible
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Nul ou faible



Figure 52 : Pollution par les pesticides des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)

### I.14.g Pollution par les nutriments agricoles

Le risque de dégradation des milieux aquatiques par les nutriments d'origine agricole vient principalement des apports de phosphore, d'azote ou de matières organiques. Ces apports stimulent les productions végétales qui, lorsqu'elles sont excessives, dégradent la qualité des eaux.

**4 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune sont impactées par une pollution due aux nutriments agricoles.**

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Pollutions par les nutriments agricoles
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Nul ou faible
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Moyen
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Nul ou faible
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Moyen
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Nul ou faible



Figure 53 : Pollutions par les nutriments agricoles des masses d'eau superficielles (Source : SDAGE 2022-2027)

### I.14.h Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)

Le risque de dégradation des milieux aquatiques par les émissions de substances toxiques (hors pesticides) a pour origine les rejets des systèmes d'assainissement urbain (eaux usées domestiques) et les rejets industriels organisés ou accidentels (secteurs de la mécanique, de la chimie, du traitement de surface...). Les effets écotoxiques de ces diverses substances peuvent, à court et/ou moyen terme, modifier la composition des communautés aquatiques et à réduire la biodiversité. Pour les cours d'eau, le risque de dégradation des milieux aquatiques par les substances toxiques se traduit par des effets toxiques sur la faune et la flore aquatiques.

**3 masses d'eau superficielles sur le bassin de l'Huveaune sont impactées par des pollutions dues à des substances toxiques (hors pesticides) :**

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)
FRDR10388	Ruisseau de vède	Nul ou faible
FRDR10937	Vallat de fenouilloux	Nul ou faible
FRDR11418	Ruisseau le jarret	Moyen
FRDR11521	Ruisseau de peyruis	Nul ou faible
FRDR11847	Rivière le merlançon	Nul ou faible
FRDR11882	Torrent du fauge	Nul ou faible
FRDR121a	L'Huveaune du Merlançon au seuil du pont de l'Etoile	Nul ou faible
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	Fort
FRDR122	L'Huveaune de sa source au Merlançon	Moyen



**Préserver ensemble  
nos nappes et nos rivières :  
une responsabilité partagée !**



<https://www.epagehuca.fr/le-bassin-versant-de-lhuveaune/milieux-aquatiques/le-ptge-projet-de-territoire-pour-la-gestion-de-leau/>

