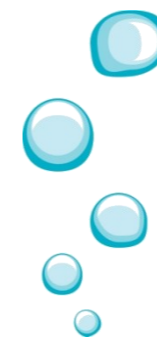




PROJET DE TERRITOIRE POUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

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



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

**PHASE I-II-III
VOLET 1-CONTEXTE DU TERRITOIRE**

Validée par la commission ressource du 06 fev-25

sensibiliser **ensemble** préserver améliorer agir

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
par : **Eric Brenner**

Pilotage : **Roxane Roy**

Financée par :



Rapport rédigé
par :



SOMMAIRE

I. CONTEXTE DE L'ETUDE	4
I.1 . DEVELOPPEMENT HISTORIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE	4
I.2 . RISQUES NATURELS	6
I.3 ACTEUR EN CHARGE DE LA PROTECTION DU TERRITOIRE	6
I.3.I.4 USAGES ET PROBLEMATIQUES ACTUELLES	6
I.5 LES OBJECTIFS DU PROJET DE TERRITOIRE	7
II. LA GEOGRAPHIE DE LA RESSOURCE.....	8
II.1 . TOPOGRAPHIE	8
II.2 . CLIMAT	8
II.3 . HYDROLOGIE	9
II.3.a . Hydrologie naturelle	11
II.3.2. Les influences humaines, un levier pour l'action	11
II.4. GEOLOGIE	12
II.4 . HYDROGEOLOGIE	12
II.4.a Les différents aquifères du bassin versant	12
II.4.b . Les différents bassins du territoire	15

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: SOURCE, EMBOUCHURE ET BASSIN TOPOGRAPHIQUE DE L'HUVEAUNE	4
FIGURE 2 : PHOTO DU CANAL DE MARSEILLE (SRCE : HTTPS://WWW.TOUTSURMARSEILLE.FR/1823/)	5
FIGURE 3 : SCHEMA DU DETOURNEMENT DE LA RIVIERE AVEC LES EAUX USEES TRAITEES DU BASSIN AU NIVEAU DU BARRAGE DE LA PUGETTE (STADE VELODROME) N VERS LA CALANQUE DE CORTIOU	5
FIGURE 4 : EXTRAIT DE LA PRESSE (LE PROVENÇAL) A LA SUITE D'UNE INONDATION IMPORTANTE EN 1978	6
FIGURE 5: DELIMITATION DU BASSIN VERSANT EN RELIEF	8
FIGURE 6 : LAME D'EAU AURELHY 1991-2020, METE-FRANCE	9
FIGURE 7 : ETP PENMAN-MONTEITH MOYENNE SUR LA PERIODE 2000-2022. MAILLAGE SAFRAN, SOURCE METEO-FRANCE	9
FIGURE 8 : CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET DES STATIONS DE MESURES	10
FIGURE 9 : DEBITS MESURES A ROQUEVAIRE EN 2016	10
FIGURE 10 : DEBIT MESURES A ROQUEVAIRE EN 2016 – ZOOM SUR LA PERIODE D'ETIAGE	10
FIGURE 11 : SCHEMA DU CYCLE DE L'EAU	11
FIGURE 12 : INFLUENCE HUMAINES SUR L'HUVEAUNE	12
FIGURE 13 : CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU SECTEUR DES CALANQUES DE MARSEILLE A 1/50 000EME ET LOG STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIE DES FORMATIONS DU BASSIN DE MARSEILLE	12
FIGURE 14 : MASSES D'EAU SOUTERRAINES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE	13
FIGURE 15 : NAPPE LIBRE SOUS COUVERTURE (NAPPE NON SATUREE)	13
FIGURE 16 : NAPPE CAPTIVE SOUS COUVERTURE (NAPPE SATUREE)	14
FIGURE 17 : AQUIFERE MULTICOUCHE AVEC VARIATION LATERALE ET VERTICALE DE FORMATIONS ET DONC DE PERMEABILITE	14
FIGURE 18 : AQUIFERES FISSURES / KARSTIQUES DU BASSIN VERSANT	14
FIGURE 19: BASSIN HYDROGEOLOGIQUE LES SOURCES DE CASSIS ET BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE DE L'HUVEAUNE	16
FIGURE 20: DIAGRAMME SIMPLIFIE DES FORMATIONS HYDROGEOLOGIQUES DU BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE	17

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

I.1. Développement historique du bassin versant de l'Huveaune

L'Huveaune, anciennement appelée « Ubelka » qui signifie « la dévastatrice », est un fleuve non domanial (propriété de chaque riverain jusqu'au milieu du lit), long d'environ 52 km, drainant un bassin versant d'environ 580 km².

Sa source se situe dans le département du Var, sur le versant nord du massif de la Sainte-Baume, et son lit naturel rejoignait historiquement la baie de Marseille, au niveau du Prado.

Des traces d'occupation humaine remontant à la préhistoire ont été découvertes dans la région du bassin versant de l'Huveaune, avec comme exemple d'héritage les célèbres grottes Coquer.

Avec l'avènement de l'agriculture, le bassin versant de l'Huveaune a vu émerger des communautés agraires. Les terres fertiles le long de la rivière étaient propices à l'exploitation de céréales, de vignes et d'autres cultures. Les premiers villages et hameaux ont été établis dans la région, reliant les populations locales à la rivière et à ses ressources.

Au cours des périodes médiévale et moderne, le bassin versant de l'Huveaune a connu une expansion urbaine, avec le développement de villes et de centres industriels le long de la rivière. Les cours d'eau étaient utilisés comme source d'énergie pour les moulins et les usines.

Selon la littérature, un **bassin versant** est une unité hydrologique délimitée par des lignes de crête (appelées lignes de partage des eaux), à l'intérieur de laquelle toutes les eaux de surface (pluie, fonte des neiges, ruissellement) convergent naturellement par gravité vers un même exutoire, qui peut être un cours d'eau, un lac, une mer ou un océan.

Plus simplement, un **bassin versant**, est une sorte de "grande cuvette naturelle" où toute l'eau de pluie ou de fonte de neige qui tombe s'écoule pour rejoindre un même point, comme une rivière, un lac ou la mer.

Imaginez un terrain : l'eau suit la pente, traverse les sols, les ruisseaux, et tout ce qui est dans cette zone finit par se regrouper à un endroit précis, comme une gouttière naturelle ! Les limites du bassin versant sont définies par les crêtes des montagnes ou des collines environnantes, un peu comme le bord d'un bol.

En résumé : un bassin versant, c'est l'ensemble du territoire où l'eau s'écoule vers un même endroit.

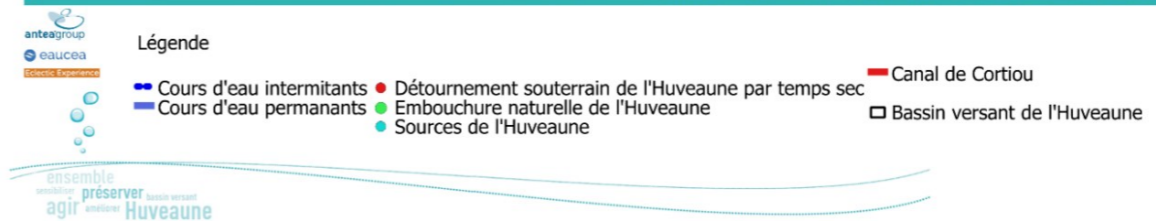
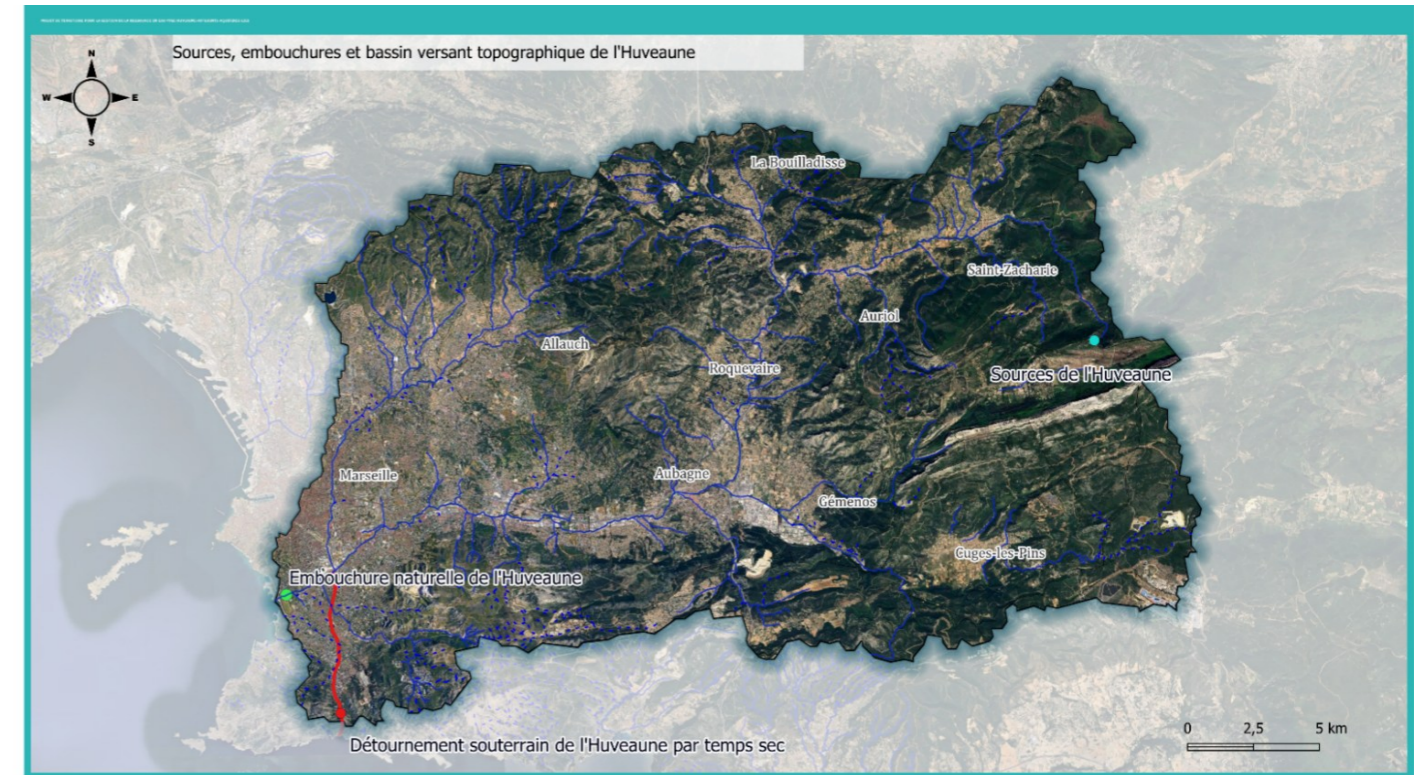


Figure 1: Source, embouchure et bassin topographique de l'Huveaune

L'industrialisation a été un moteur de développement économique, tout en entraînant des transformations dans l'environnement naturel, telles que la déforestation, l'évolution de la qualité de l'eau et des changements dans les écosystèmes. Les besoins de la population, notamment AEP, étaient assurés par les puits aux abords de l'Huveaune.

La création du Canal de Marseille (canal de la Durance) inauguré en 1839 et du Canal de Provence (canal du Verdon) en 1925 a été un tournant majeur dans l'histoire du bassin versant de l'Huveaune et de la région de Provence. Ces ouvrages hydrauliques ont permis de répondre aux besoins en eau potable, agricole et industrielle, stimulant ainsi le développement économique et social de la région. Cependant le développement rapide du territoire a généré des défis en matière de gestion durable des ressources en eau présentes sur le bassin versant.

Par le passé, les cours d'eau urbains étaient utilisés comme exutoires naturels pour les eaux usées et industrielles sans traitement préalable, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau. Depuis 1972, l'Huveaune est détournée par temps sec au niveau du barrage de la Pugette à Marseille, déversant ses eaux dans l'Anse de Cortiou.

Lorsque le débit de l'Huveaune dépasse 30 m³/s, ses eaux retrouvent leur lit naturel jusqu'aux plages du Prado. Le schéma ci-dessous illustre le fonctionnement du barrage de la Pugette.



Figure 2 : Photo du Canal de Marseille (Src : <https://www.toutsurmarseille.fr/1823/>)

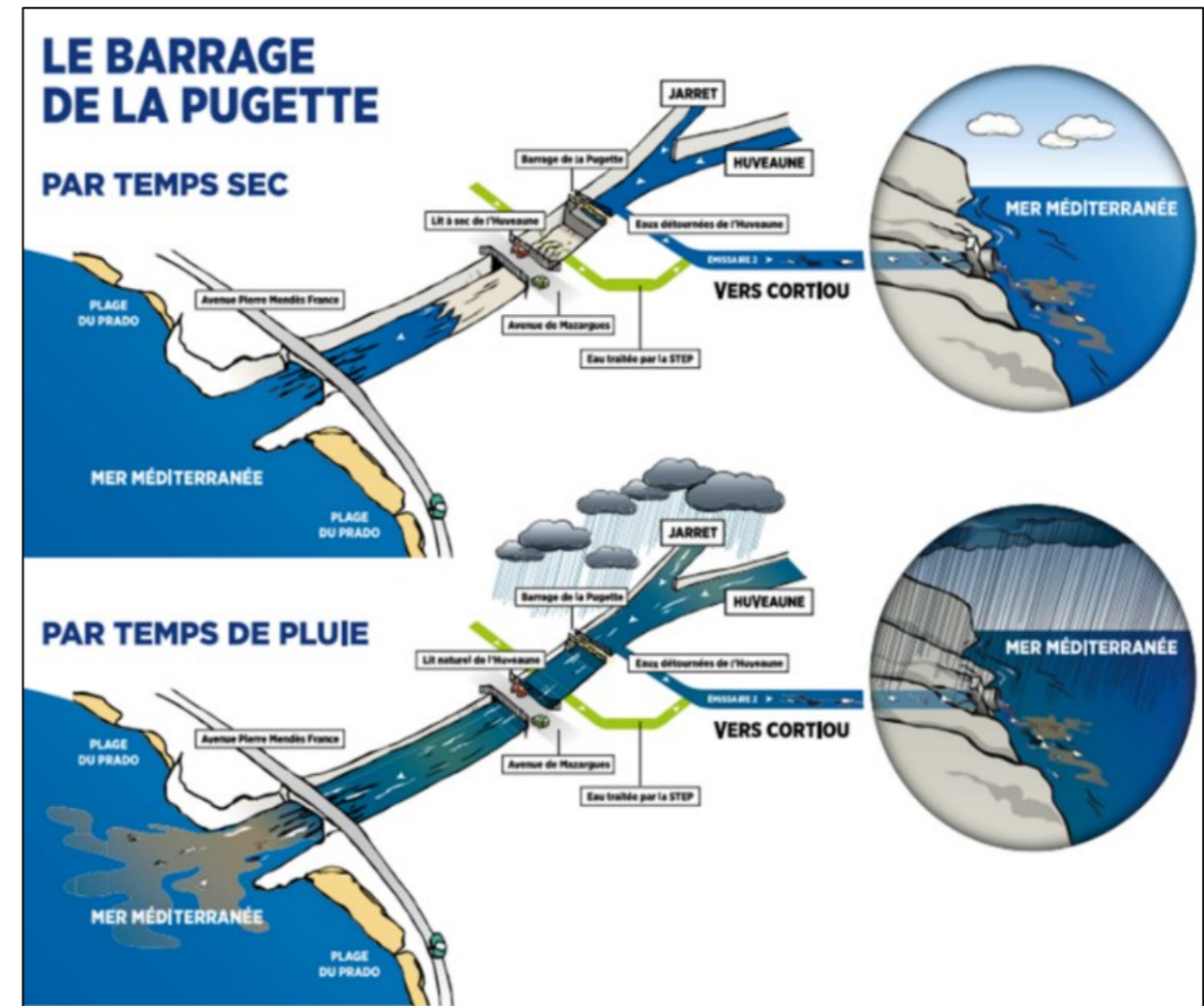


Figure 3 : Schéma du détournement de la rivière avec les eaux usées traitées du bassin au niveau du barrage de la Pugette (stade vélodrome) n vers la calanque de Cortiou

I.2. Risques naturels

L'empreinte historique du fleuve Huveaune est progressivement remplacée par des aménagements urbains dus à la croissance démographique, souvent au détriment de la valorisation de ses berges. Cette urbanisation, surtout en aval, entraîne une **imperméabilisation accrue des sols**, augmentant ainsi le **risque d'inondation**. Le bassin versant, déjà sujet à des inondations par le passé, reste exposé à des risques d'inondation **par débordement et ruissellement**, en particulier dans les zones urbaines.

Le territoire est marqué par un **régime hydrologique contrasté**, avec un **faible débit annuel et des étiages prononcés, mais aussi par des crues soudaines**. L'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation accentue le ruissellement, provoquant des débordements de cours d'eau et des remaniements importants, comme l'érosion des berges et la formation de nouveaux chenaux.

La vallée de l'Huveaune a été le théâtre de **plusieurs inondations majeures** au cours du 20ème siècle, notamment en hiver **1935, 1960, 1978 et 2008**. La crue de janvier 1978, l'une des plus importantes du 20ème siècle, est un événement de référence, ayant provoqué des débordements de l'Huveaune sur tout son linéaire de St Zacharie à Marseille, avec des conséquences économiques durables.

Bien que ces événements puissent sembler exceptionnels, ils sont en réalité susceptibles de se reproduire plusieurs fois par siècle, avec une occurrence trentennale (source :PAPI). Ces inondations soulignent la vulnérabilité de la région aux événements climatiques extrêmes et la nécessité de mesures préventives pour atténuer les risques d'inondation dans l'avenir.

En raison des inondations périodiques et des risques associés aux crues dans le bassin versant de l'Huveaune, divers aménagements hydrauliques ont été entrepris au fil des siècles. **Des digues, des canaux de dérivation et d'autres infrastructures ont été construits pour contrôler le débit de la rivière** et réduire les risques d'inondation pour les communautés riveraines. **Ces aménagements ont également eu des impacts sur l'écologie et l'hydrologie du bassin.**



Figure 4 : Extrait de la presse (Le Provençal) à la suite d'une inondation importante en 1978

I.3 Acteur en charge de la protection du territoire

Le **Syndicat Intercommunal de l'Huveaune (SIH)** a été créé en 1963 pour prévenir les inondations et protéger les biens et les personnes le long de l'Huveaune. Initialement composé d'Aubagne, La Penne-sur-Huveaune et Marseille, il s'est agrandi avec l'adhésion de Roquevaire, Auriol et Saint Zacharie en 2006, puis Plan d'Aups Sainte Baume en 2013. Le SIH a réalisé des travaux importants contre les inondations et a adopté dès 1998 une gestion écologique innovante. Il agit comme maître d'ouvrage sur les cours d'eau des communes membres suivant la compétence GEMAPI.

Dès 2010, le Syndicat Intercommunal de l'Huveaune (SIH) a adopté une gestion plus globale, intégrant divers enjeux via un Contrat de Rivière pour répondre aux objectifs de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau.

En 2013, **il devient le SIBVH, étendant son périmètre aux affluents de l'Huveaune**. Le Contrat de Rivière, signé en 2015, vise une gestion multi-partenariale et inclut des projets de restauration écologique, de réduction de la vulnérabilité et de valorisation du cadre de vie. Le SIBVH travaille en synergie avec les acteurs locaux, met en œuvre des actions de prévention des inondations (PAPI) et lutte contre les macrodéchets, coordonnant les efforts de sensibilisation et de protection des cours d'eau.

Au niveau national, la compétence de Gestion des Milieux Aquatiques et de Prévention des Inondations (GEMAPI) entre en vigueur en même temps que le Contrat de Rivière, renforçant le travail du Syndicat. Une taxe GEMAPI finance environ 30% du budget du **Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Huveaune (SMBVH)**, créé le 1er janvier 2018. Cette compétence inclut les 27 communes du bassin versant de l'Huveaune, sous la coordination de la Métropole Aix-Marseille-Provence et de la Communauté d'Agglomérations Provence Verte. Le SMBVH gère les cours d'eau selon les réglementations européennes et nationales, intégrant les aspects de prévention des inondations et de protection des milieux aquatiques pour une gestion cohérente et globale.

Depuis les années 2000, la réhabilitation des berges utilise des techniques végétales, favorisant l'étalement et l'absorption des crues tout en stabilisant les rives par des systèmes racinaires, évitant ainsi l'érosion. Un exemple notable est la création du Parc de la Confluence à Aubagne, où des modifications du lit de la rivière et l'utilisation de fascines de saule ont réduit les risques d'inondation et favorisé la biodiversité.

Aujourd'hui, le SMBVH est **devenu l'EPAGE HuCA (Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Huveaune Côtiers Aygaldes)** par une procédure de labellisation et porte aujourd'hui le projet de Plan Territoriale de Gestion de la ressource en Eau sur le bassin versant de l'Huveaune (PTGE).

I.3.1.4 Usages et problématiques actuelles

L'eau, soulève des enjeux complexes de partage entre différents acteurs, surtout dans des régions où elle n'est pas naturellement abondante. Historiquement, l'eau n'était pas disponible en quantité suffisante sur le territoire, ce qui limitait le développement du bassin.

L'acheminement important d'eau brute via le canal de Marseille et le canal de Provence a transformé profondément le bassin versant et permis le développement de la ville de Marseille et ses alentours.

Cette disponibilité accrue a favorisé l'explosion de l'urbanisation, l'essor des industries et la croissance du tourisme, augmentant considérablement les besoins en eau. Parallèlement, l'agriculture, qui reste une activité importante dans le bassin malgré qu'elle ait connu une diminution en raison de la pression foncière, continue de demander une quantité notable en eau.

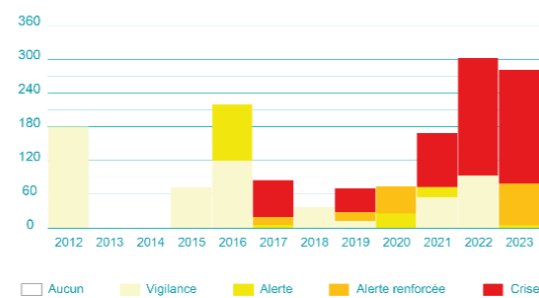
Au regard de ces besoins considérables, alors que la ressource en eau sur le territoire a toujours été un enjeu, parfois sujet de tensions importantes, il paraît légitime et crucial de s'interroger : **comment partager cette eau de manière équitable et durable ? Quelles modalités de gestion sont nécessaires pour y parvenir ?**

La gestion de la ressource en eau implique de déterminer **quelle quantité d'eau peut être utilisée sans assécher les cours d'eau ni les nappes phréatiques ou profondes**, et plus largement en garantissant la préservation des écosystèmes aquatiques. Cette quantité disponible peut-elle être **suffisante pour répondre aux besoins actuels** de tous les secteurs, de l'industrie à l'agriculture, en passant par les usages domestiques et touristiques ?

Et dans le futur ? En envisageant l'avenir, les défis sont nombreux : la croissance continue de la population et des activités économiques entraîne une demande croissante en eau. À cela s'ajoute l'impact du changement climatique, qui exacerbe les tensions sur les ressources en eau en modifiant les régimes de précipitations et en augmentant les périodes de sécheresse. Ces changements entraînent déjà des **répercussions sur la qualité de l'eau et sur la disponibilité des ressources en eau souterraine**.

Des sécheresses chroniques sur le bassin versant de l'Huveaune

Nombre de jours en arrêté sécheresse (2012 à 2023)



Ça chauffe !

300 jours en 2022

+ de 250 jours en 2023 !

+ de 15 km d'assec en 2022

Source : Antea Group, Eauces



Aujourd'hui, la nécessité d'une gestion raisonnée et durable de la ressource en eau dans le bassin versant de l'Huveaune est devenue évidente. **Les sécheresses** devenues chroniques ont entraîné la mise en place de mesures de gestion de crise qui sont **devenues courantes plutôt qu'exceptionnelles**.

I.5 Les objectifs du projet de territoire

Le PTGE vise à établir une gestion durable et concertée des ressources en eau, confrontées à des sécheresses chroniques amplifiées par le changement climatique, et à répondre aux besoins croissants en eau tout en respectant les écosystèmes. L'élaboration repose sur plusieurs étapes clés :

- Diagnostic initial** : Réaliser une évaluation des ressources et des usages actuels, identifier les volumes prélevables en période de basses eaux, et analyser les impacts du changement climatique.
- Concertation collective** : Associer les acteurs locaux, institutionnels, économiques et citoyens pour garantir une gestion équitable et solidaire de l'eau.
- Études techniques et prospectives** : Intégrer les dimensions climatiques, économiques et écologiques pour élaborer des scénarios à l'horizon 2030 et 2050.

- Détermination des volumes prélevables** : Fixer des seuils d'exploitation pour garantir l'équilibre entre les usages anthropiques et les besoins des milieux aquatiques, conformément aux objectifs réglementaires.
- Mise en œuvre d'actions concrètes** : Élaborer un programme d'actions structurelles, organisationnelles et expérimentales, incluant des mesures de sobriété et d'optimisation des ressources.
- Gouvernance et pilotage** : L'EPAGE HuCA assure la coordination, avec des instances de gouvernance technique et décisionnelle. La structure s'appuie sur des partenariats étroits avec des collectivités, l'État et des experts.

Le projet, d'une durée de 2,5 ans, vise à concilier les besoins humains et environnementaux sur le long terme, en intégrant les impacts du changement climatique. L'eau est définie comme un bien commun à préserver, dans un cadre concerté et équitable

Un équilibre délicat à trouver, mais essentiel pour **garantir** :

L'équilibre entre les différents usages de l'eau ;

La résilience face aux sécheresses ;

La protection des écosystèmes aquatiques (quantitativement et qualitativement) ;

Pour aujourd'hui et pour les générations futures.

La démarche d'élaboration du PTGE



La **démarche de concertation** est mise en œuvre tout au long de la construction du PTGE pour garantir un partage continu des réflexions et une co-validation aux étapes clés (diagnostic initial, volumes prélevables, orientations et actions). Elle s'articule autour de trois espaces d'échange :

1. **Commission ressource en eau** : Instance de pilotage, elle regroupe les représentants des acteurs du bassin versant, assurant une large représentativité.
2. **Groupe de travail expert** : Composé d'experts locaux, il appuie l'EPAGE HuCA sur les choix techniques et les enjeux scientifiques.
3. **Espaces temporaires de partage** : Sous forme d'ateliers thématiques, visites de sites, réunions ou assemblées citoyennes, ils impliquent les acteurs selon l'avancement des travaux (agriculture, biodiversité, tourisme, industrie).



Figure 5: Délimitation du bassin versant en relief

II. LA GEOGRAPHIE DE LA RESSOURCE

II.1. Topographie

L'environnement de la vallée de l'Huveaune est caractérisé par la présence de massifs de moyenne altitude (600 à 1100m), une succession de fonds de vallée resserrés et de plaines agricoles.

La vallée distingue deux zones : une zone rurale de St Zacharie jusqu'à Roquevaire et de Belcodène à Aubagne, et une zone fortement urbanisée à partir d'Aubagne.

Les cours d'eau ont été fortement artificialisés au niveau des centres-villes avec de nombreux aménagements historiques tels que des seuils et des béals, impactant leur fonctionnement écologique.

La croissance démographique et l'urbanisation se sont fait en bord de mer et dans la vallée de l'Huveaune, exerçant une pression importante sur l'occupation des sols, avec une forte présence urbaine dans la partie aval de l'Huveaune.

Comme le montre la carte ci-après, il existe un bassin topographique isolé au sein du bassin versant de l'Huveaune (territoire du projet) : le **bassin versant de Cuges-les-Pins**. En effet, il constitue un **bassin endoréique où la totalité des précipitations sur ce bassin versant rejoignent directement les eaux souterraines**. Le ruissellement ne se dirige pas vers le cours d'eau de l'Huveaune.

II.2. Climat

Le climat méditerranéen du bassin de l'Huveaune est fortement par la topographie avec la présence de massifs montagneux où se concentrent les précipitations. La carte ci-après présente la moyenne des précipitations annuelles sur la période 1991-2020 (lame d'eau AURELHY, Météo France).

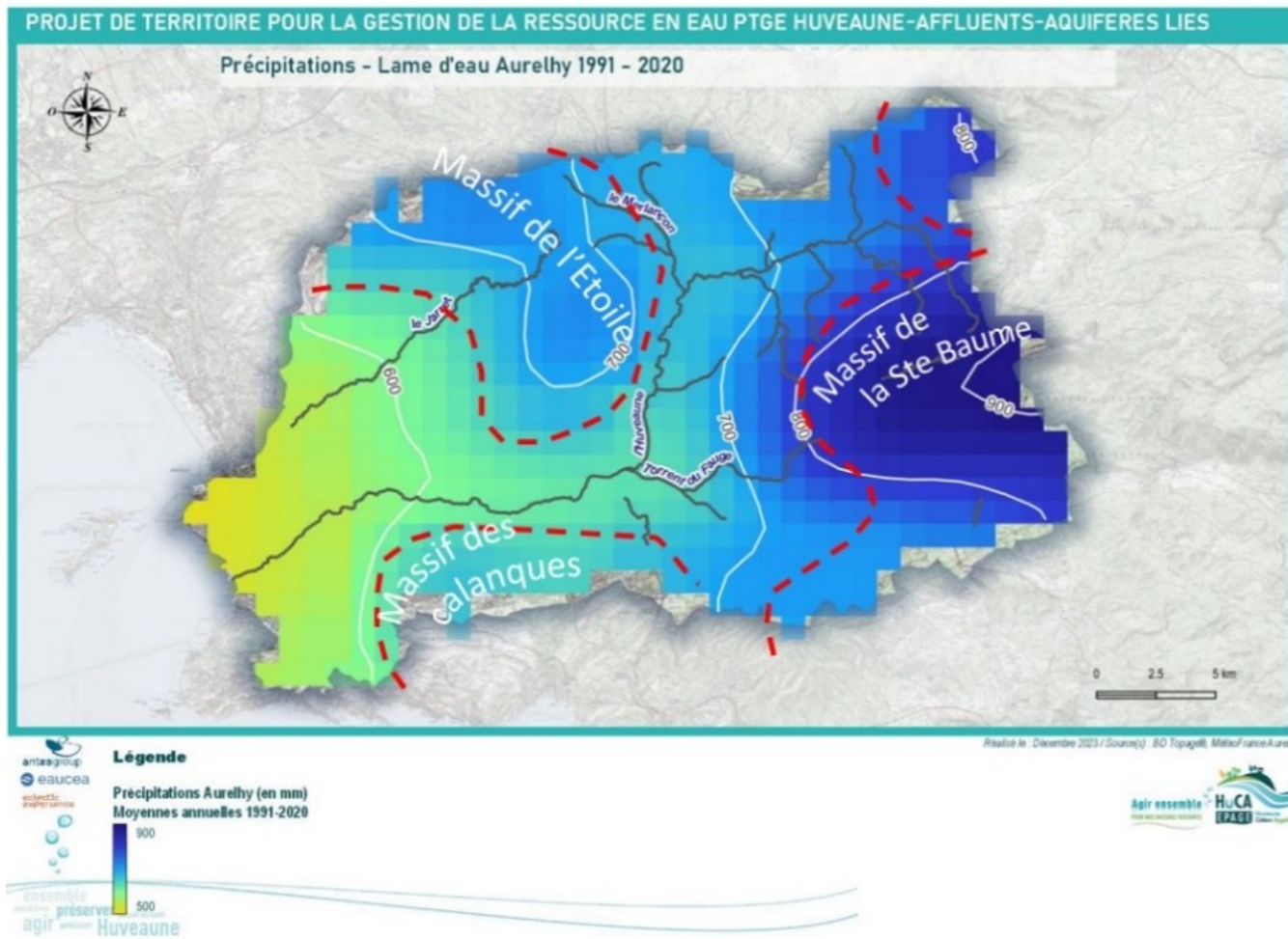


Figure 6 : Lame d'eau AURELHY 1991-2020, Mété-France

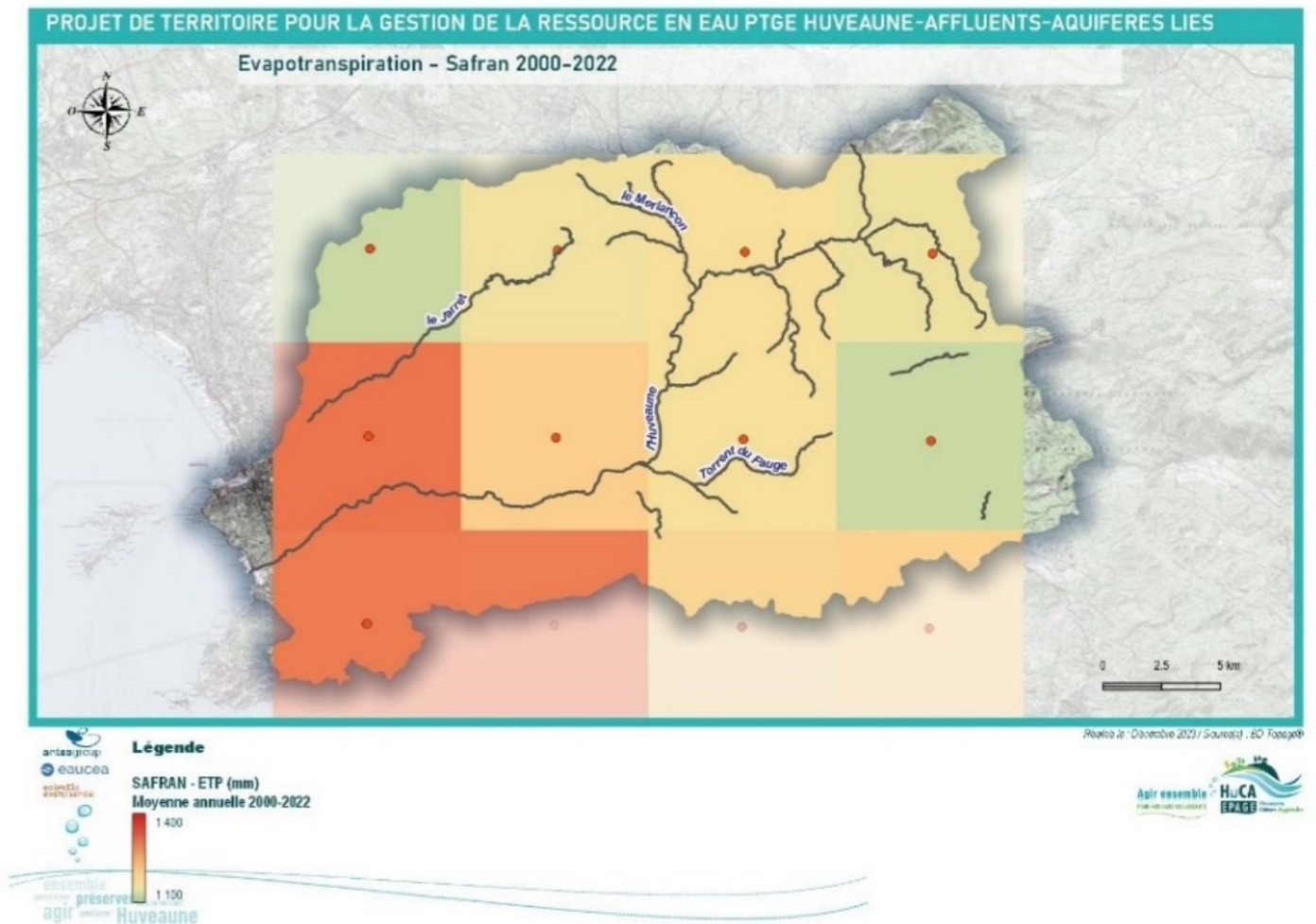


Figure 7 : ETP Penman-Monteith moyenne sur la période 2000-2022. Maillage SAFRAN, source Météo-France

Sur le massif de la Sainte-Beaume se situant au niveau des sources de l'Huveaune, à l'est du bassin, **les précipitations dépassent 900 mm/an alors qu'il n'y a que 500 mm/an au niveau de Marseille**. La répartition des précipitations dans l'année se fait avec une période estivale sèche et longue, suivie d'une période humide allant d'octobre à mai.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) moyenne du bassin quantifie le flux d'eau qui retourne à l'atmosphère notamment via la transpiration des plantes largement dépendante des températures et d'autres facteurs atmosphériques (vent, ensoleillement...). **Ce potentiel varie spatialement selon la présence des reliefs**, allant cette fois-ci de manière croissante en se rapprochant de la mer.

Les valeurs d'ETP sont importantes, **supérieures à 1100 mm/an sur tout le territoire**. Le régime annuel des écoulements suit ce régime comme le témoignent les données hydrologiques analysées par la suite.

II.3. Hydrologie

L'hydrologie quantifie et décrit l'eau qui coule dans les rivières. De façon schématique les débits dépendent d'abord des précipitations. Une part de l'eau de pluie s'infiltrera dans le sol puis éventuellement vers le sous-sol. Le reste ruissellera sur les versants. Cette présentation simplifiée des mécanismes hydrologiques a été expertisée par modélisation sur l'Huveaune en s'appuyant sur des mesures parfois partielles, des données climatiques et une connaissance des usages de l'eau. Il s'agit donc d'un résultat soumis à incertitude mais qui permet de poser les ordres de grandeurs de la ressource en eau.



Figure 8 : Carte du réseau hydrographique et des stations de mesures

La carte des rivières 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 km² alimente le système karstique souterrain*. C'est pourquoi l'analyse hydrologique ampute le bassin topographique de ce secteur.

*Pour rappel, un système karstique souterrain est un réseau de grottes, galeries, et fissures formées dans des roches comme le calcaire, où l'eau s'infiltre, circule et crée des cavités. Ces systèmes sont souvent des réservoirs naturels d'eau souterrain.

Les graphiques suivants illustrent l'analyse des **débits statistiques de l'Huveaune à Roquevaire** (courbes colorées) et **pour l'année 2016** les débits journaliers (courbe noire). Cette année-là, le pic de débits mi-novembre vers 6 m³/s illustre la soudaineté et l'intensité des crues qui justifie le nom d'Huveaune et un étiage autour de l'ordre de 0.1 m³/s :

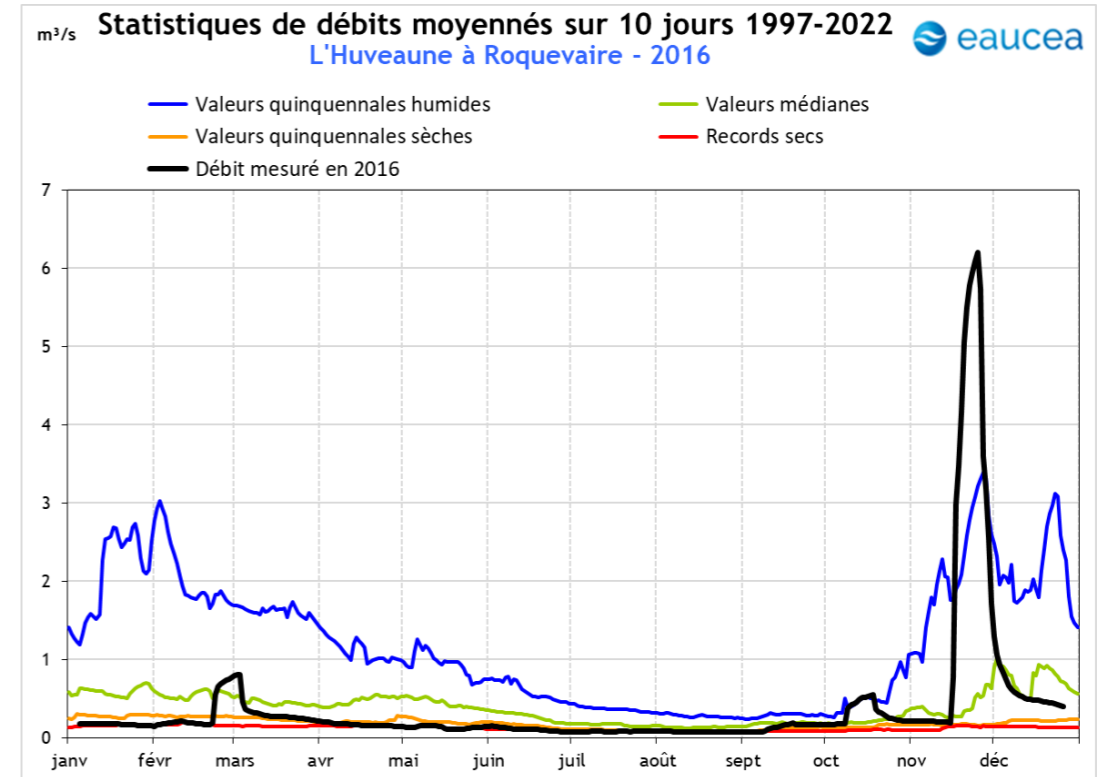


Figure 9 : Débits mesurés à Roquevaire en 2016

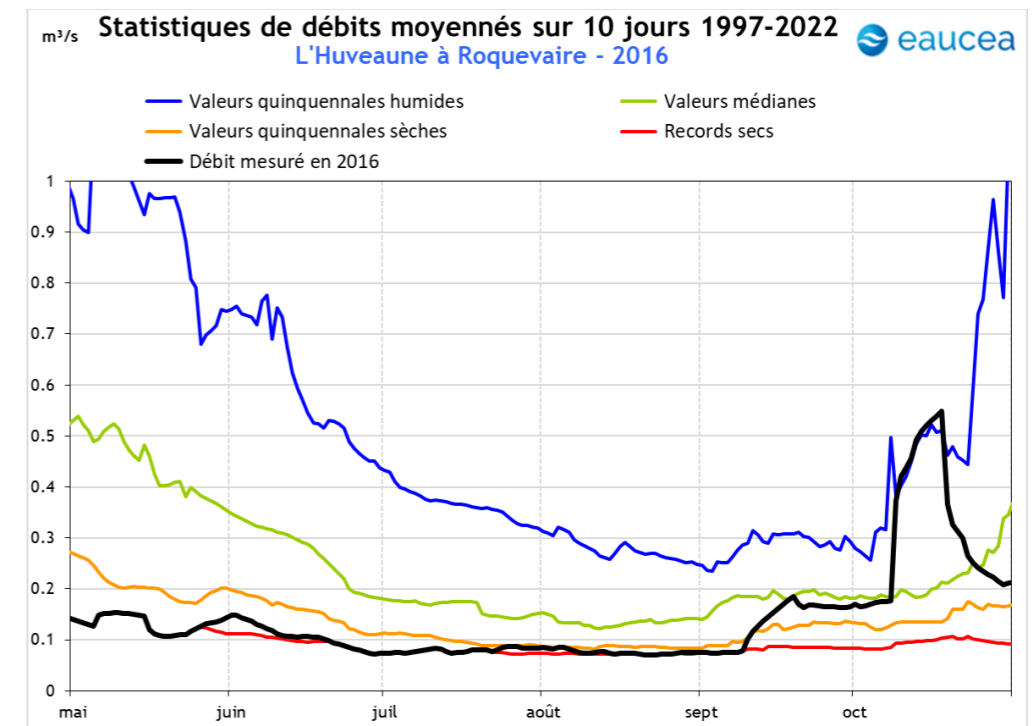


Figure 10 : Débit mesurés à Roquevaire en 2016 – zoom sur la période d'étiage

II.3.a. Hydrologie naturelle

Le bassin versant est soumis à de nombreuses influences et l'eau qui coule et que l'on peut mesurer ne reflète qu'en partie l'eau qui coulerait en l'absence de ces influences, les débits naturels. C'est pourtant, une base de réflexion très importante pour assoir un état des lieux du territoire. Les débits naturels constituent un premier horizon de ce qui est modifiable ou non en agissant sur ces mêmes usages et notamment au travers des économies d'eau.

Pour présenter cette ressource naturelle, il s'agit de répondre à quelques questions simples **sachant que sur l'amont d'Aubagne, les précipitations moyennes sont de 820mm** soit environ 220 Mm³/an pour le bassin versant efficace (soit 268 km² pour ce sous bassin amont, hors polje de Cuges).

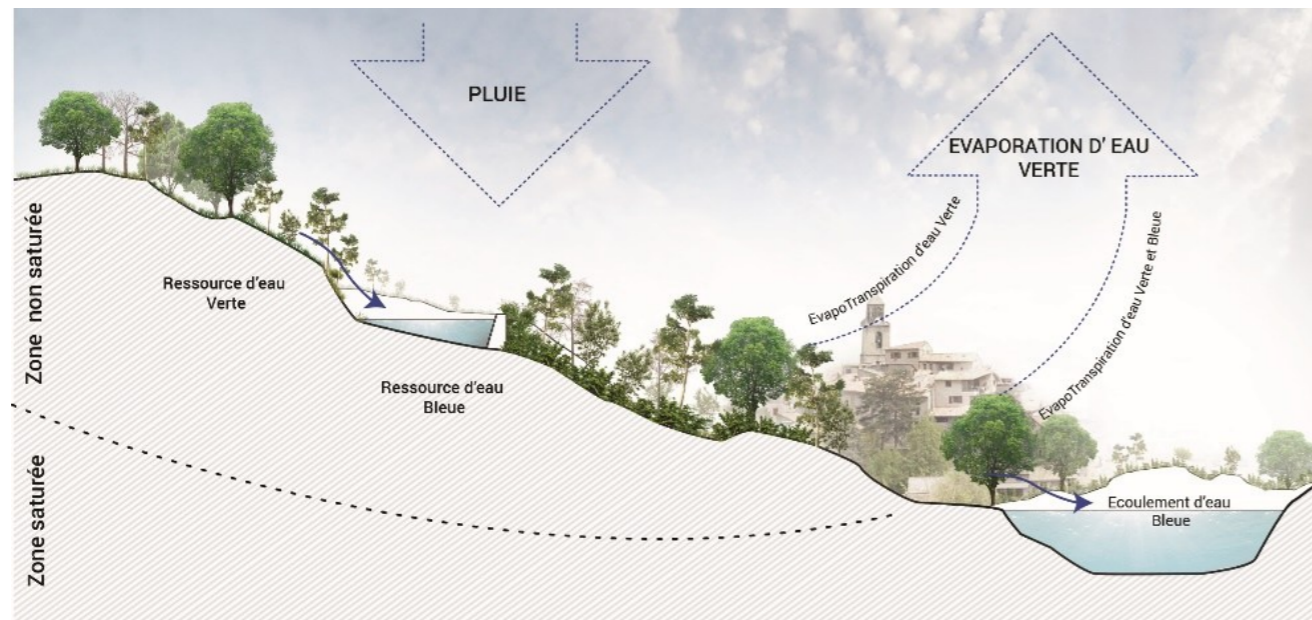


Figure 11 : Schéma du cycle de l'eau

QUELLE EST LA PART DE L'EAU QUI EST ÉVAPOREE ?

C'est ce que l'on appelle **l'eau verte** car elle rentre dans le **cycle de la production végétale** qu'elle soit agricole, forestière ou naturelle. **Le sol joue un rôle majeur de stockage temporaire** de la pluie qui est exploitée progressivement par les plantes. Les plantes interagissent avec le sol et favorisent les mécanismes de ralentissement et d'infiltration. Sur le secteur **nous évaluons** par analogie avec des bassins voisins non karstiques*(p 11), **à environ 72% la part (595 mm) des précipitations** qui retournent directement à l'atmosphère. Cette part augmentera avec les changements climatiques, pour peu que la végétation dispose d'assez d'eau pour se maintenir.

QUELLE EST LA PART DE L'EAU QUI COULE DANS LES RIVIERES ?

C'est une partie de ce que l'on appelle **l'eau bleue**, la **fraction visible de la ressource en eau**. Les débits sont mesurés en permanence sur 4 stations réparties sur l'Huveaune de Saint Zacharie à Marseille. Ils enregistrent les variations de ces débits qui permettent de quantifier les crues comme les périodes de

basses eaux que l'on appelle étiage. **En moyenne, 12% des précipitations (100 mm) seulement coulent dans les rivières.** A certaines périodes et sur beaucoup de cours d'eau, ces écoulements peuvent totalement s'arrêter sur des périodes plus ou moins longues. La rivière est dite en assec. D'une saison à l'autre comme d'une année à l'autre les débits peuvent être très variables. **Le régime des eaux est en effet très dépendant des précipitations en cumul saisonniers** mais aussi sur des périodes très courtes (crue).

...ET LE RESTE ?

Le lecteur attentif constatera que **16% du bilan hydrique manque (130mm) !** C'est en réalité la **part de l'eau qui traverse la couche du sol et s'infiltre** dans les roches souterraines. Les circulations souterraines sont facilitées dans ce karst et les plus grosses résurgences s'expriment en dehors du bassin versant et notamment vers la mer à la source marine de Port-Miou. Si l'on rajoute les pertes karstiques du bassin de Cuges, le volume perdu vers le karst est d'environ 52 Mm³/an.

BILAN VOLUMÉTRIQUE :

A la station de Marseille Pour une pluviométrie d'environ 300 Mm³, le débit moyen naturel transitant à Marseille est évalué sur la période 1997-2022 à environ 30-36 millions de m³/an avec **une variabilité temporelle très forte** pouvant aller de 10 Mm³ (type 2022) à 75 Mm³ (2010 ou 2014). En moyenne, janvier est le mois le plus abondant et septembre le plus sec. Au cœur de l'étiage, les débits sont évalués à quelques centaines de litres par secondes mais ils peuvent être encore plus faibles en année sèche.

Une autre part de l'eau qui alimente le karst et est exporté du bassin versant doit être prise en compte. Le volume serait de 36 Mm³ auquel peuvent s'ajouter environ 16 Mm³ issus du bassin de Cuges. Les exportations souterraines du bassin topographique représenteraient donc 1,7 fois les débits de l'Huveaune à Marseille !

II.3.2. Les influences humaines, un levier pour l'action

L'expertise des usages a permis de dresser un premier bilan des influences sur les débits.

Considérant que ces influences se cumulent de l'amont vers l'aval nous pouvons rappeler ici les ordres de grandeurs au niveau de Marseille. **L'ensemble des prélèvements impacte le débit de l'Huveaune pour environ -180 l/s en étiage et les apports depuis le canal de Marseille sont très hétérogènes, allant de moins de 100 l/s jusqu'à 500 l/s en étiage.** Ces débits sont donc du même ordre de grandeur que les étiages naturels ce qui signifie que la situation hydrologique observée est très largement influencée par le cumul de ces usages quantitatifs. C'est une voie importante à explorer dans le cadre du projet de territoire.

Le deuxième niveau d'analyse concerne les **perturbations du cycle hydrologique liées à l'occupation du sol**. En l'absence de sol naturel, qu'ils s'agissent de rocher ou de sol imperméabilisé artificiellement, (bâtiment, route, etc...) les précipitations ruissellent et se retrouvent dans le cours d'eau ou le réseau pluvial au lieu d'alimenter le sol et le sous-sol. L'impact hydrologique n'a pas été quantifié mais il est certainement significatif si l'on considère qu'il engage **un quart du bassin versant**. On ne peut pas négliger les **conséquences hydrologiques des surfaces imperméabilisées**, surtout dans le cours aval ou la gestion du pluvial vise à évacuer au plus vite les excédents d'eau pour des raisons urbanistiques et de sécurité civile. Une proportion importante des flux d'eau douce **court circuite donc les voies naturelles** du réseau hydrographique pour être évacuée à la mer.

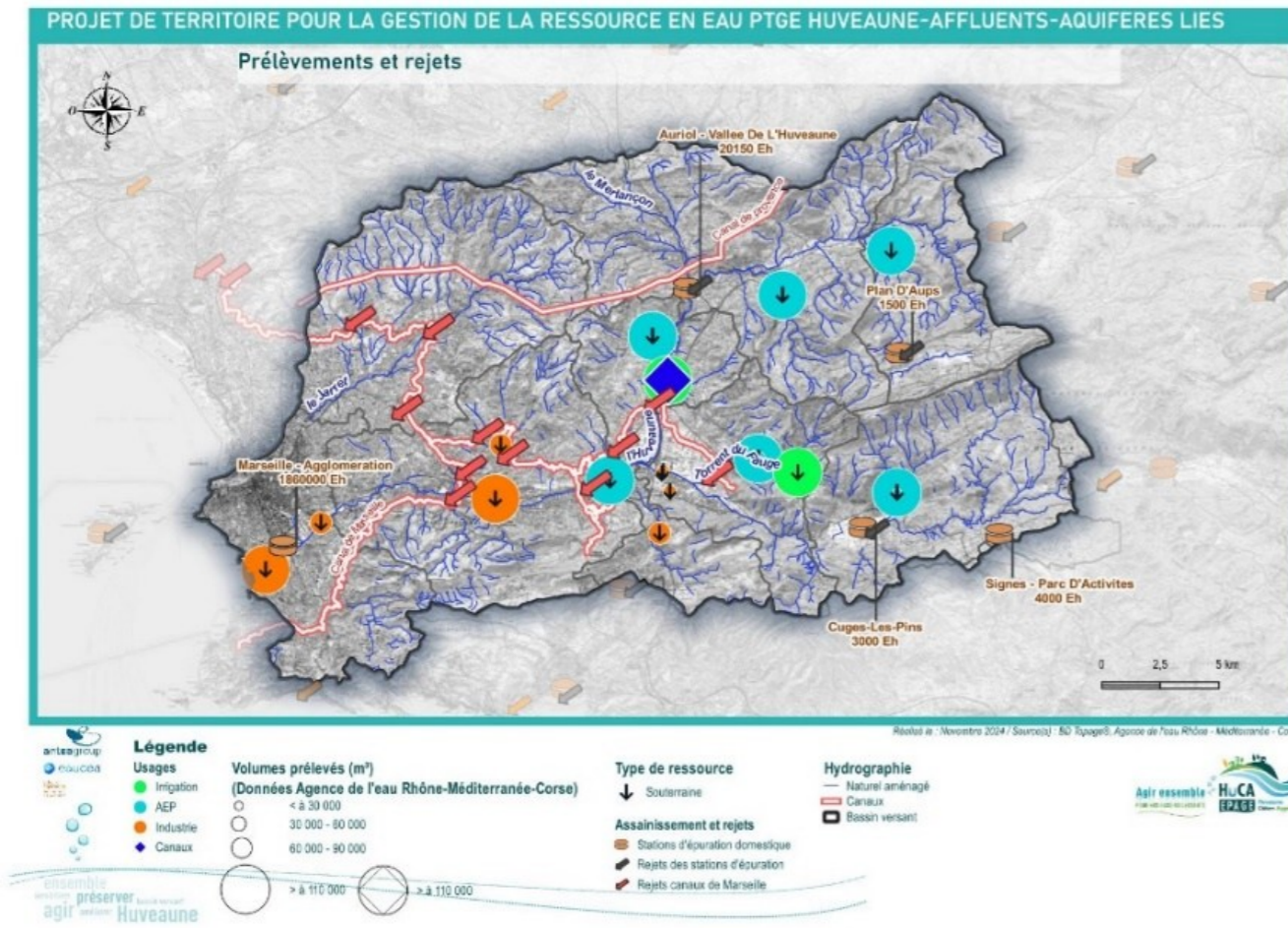


Figure 12 : Influence humaines sur l'Huveaune

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.

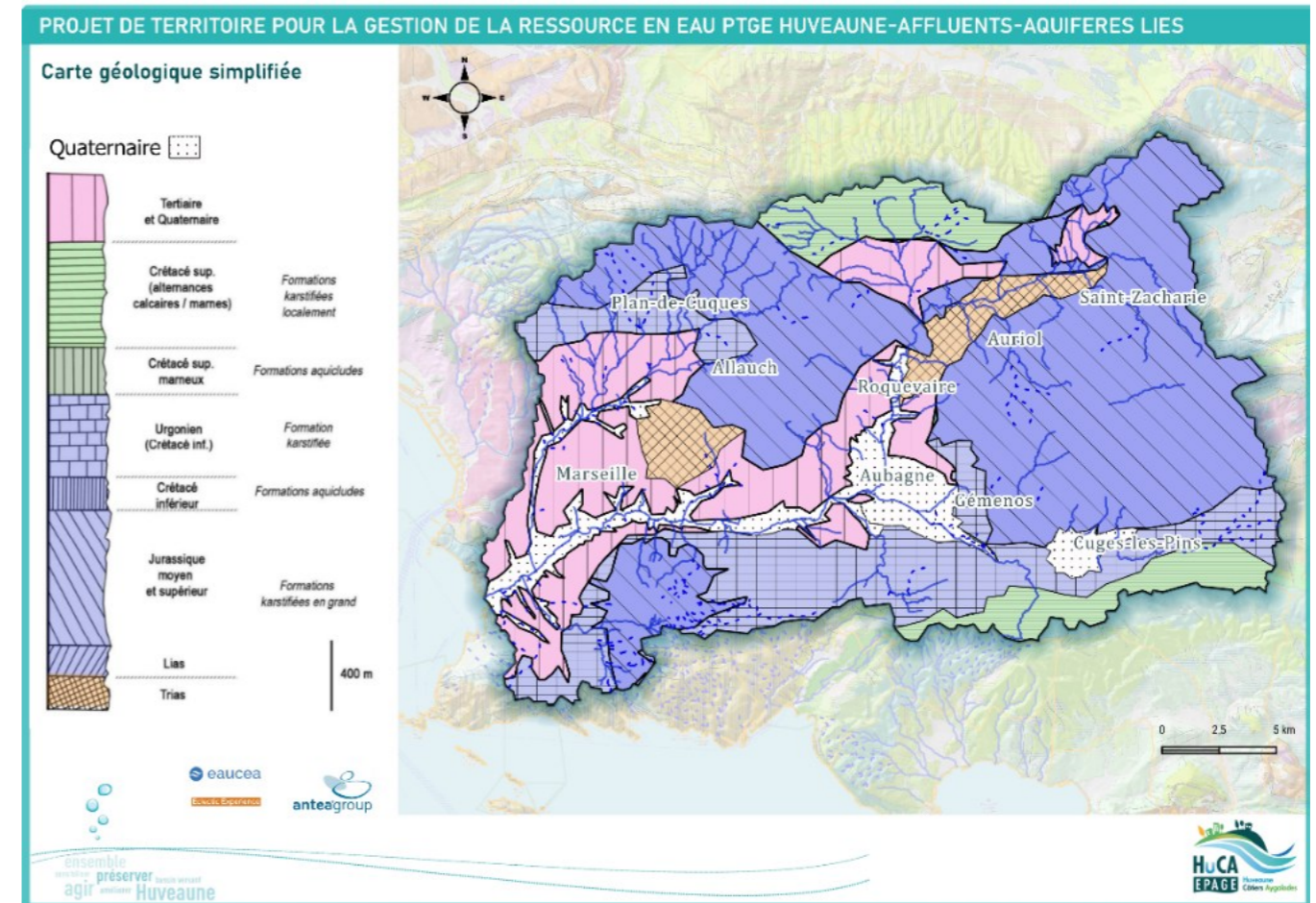


Figure 13 : Carte géologique simplifiée du secteur des Calanques de Marseille à 1/50 000ème et log stratigraphique simplifié des formations du bassin de Marseille

II.4. Géologie

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 et a été largement étudiée pour sa structure géologique (Guieu 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.

II.4. Hydrogéologie

II.4.a Les différents aquifères du bassin versant

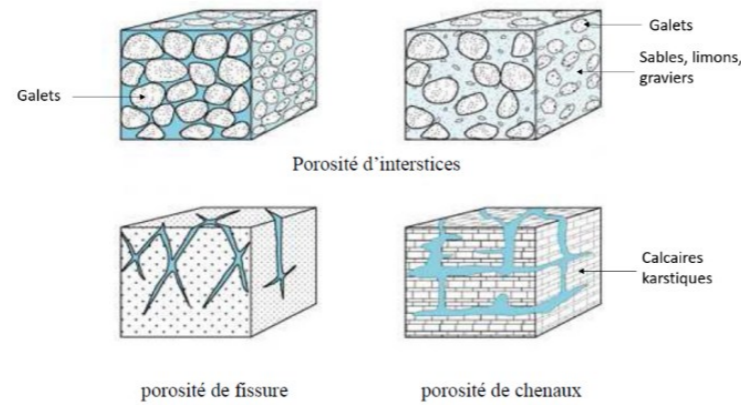
Sur le plan hydrogéologique, le SDAGE recense six masses d'eaux souterraines distinctes à l'échelle de la zone d'étude (Erreur ! Source du renvoi introuvable.), correspondant à des aquifères variés, plus ou moins connus :

Aquifères poreux = porosité d'interstices :

- Alluvions de l'Huveaune *FRDG369*
- Formations oligocènes de la région de Marseille *FRDG215*

Aquifères Fissurés / Karstiques = porosité de chenaux :

- Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Etoile *FRDG107*
- Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc *FRDG210*
- Massifs calcaires de la Sainte-Baume, du Mont Aurélien et Agnis *FRDG167*
- Calcaires du Bassin du Beausset et du massif des Calanques *FRDG168*
- Formations triasiques *FRDG215b*



Ces unités hydrogéologiques font référence à différents types d'aquifères avec des comportements et des écoulements différents.

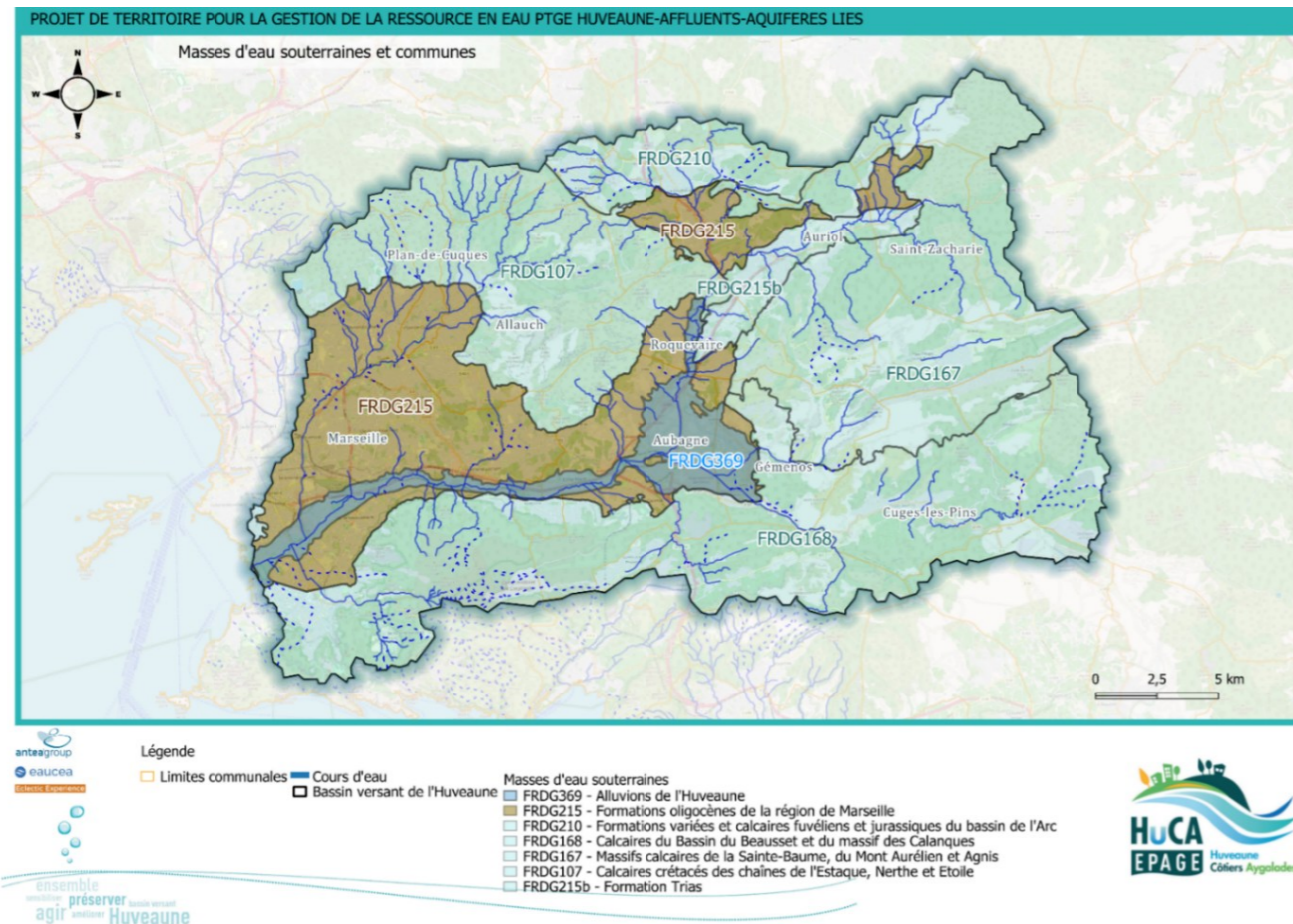


Figure 14 : Masses d'eau souterraines sur le bassin versant de l'Huveaune

Aquifères poreux du bassin versant

Alluvions de l'Huveaune *FRDG369*

La masse d'eau *FRDG369* « Alluvions de l'Huveaune » s'étend de la plaine alluviale d'Aubagne jusqu'à l'exutoire de l'Huveaune, à Marseille. Ce bassin sédimentaire est encadré par les massifs de la Nerthe, de l'Etoile, du Beausset, d'Allauch et de la Sainte-Baume. Elle s'étale sur une superficie de 32 km².

Il s'agit d'un aquifère superficiel alluvial de type poreux. Les alluvions de l'Huveaune sont des formations perméables (perméabilité de l'ordre de 10⁻⁴ m/s) renfermant une nappe importante qui s'écoule en direction de la mer. La nappe est dite libre en amont d'Aubagne, puis légèrement captive sous la couverture limoneuse sur certains tronçons en aval. Des jaillissements ont été constatés lors de travaux de fondations ou de tranchées mais avec des débits qui demeurent faibles. Les schémas suivants présentent la différence entre nappe libre et nappe captive pour l'aquifère des alluvions de l'Huveaune.

Le niveau piézométrique moyen est de l'ordre de 3 m de profondeur et les variations saisonnières sont faibles, comprises entre 0,5 et 3 m. L'épaisseur de la nappe varie entre 10 à 20 m.

Dans la plaine de Gémenos, des essais de pompage ont révélé des débits spécifiques élevés pouvant atteindre **60 m³/h/m**, indiquant la présence d'une nappe alluviale **très productive**. Cette nappe est principalement exploitée par des forages industriels situés entre Aubagne et Marseille, ainsi que par un nombre conséquent de puits domestiques mais dont le nombre et la localisation sont inconnus exhaustivement. Aubagne utilise cette ressource locale pour alimenter la ville en secours du canal de Marseille mais cet usage a largement diminué dans le temps face aux problématiques de qualité de l'eau et de quantité.

Bien qu'une couche limoneuse recouvre généralement les alluvions en aval d'Aubagne, la nappe reste vulnérable, avec des intrants qui varient en fonction de l'utilisation des sols. Cette utilisation des sols peut entraîner un décaissement de la couche limoneuse superficielle, un remblaiement ou une imperméabilisation, affectant ainsi la recharge et la qualité de la nappe.

Les schémas ci-après expliquent la notion de nappe libre et captive au niveau de l'Huveaune :

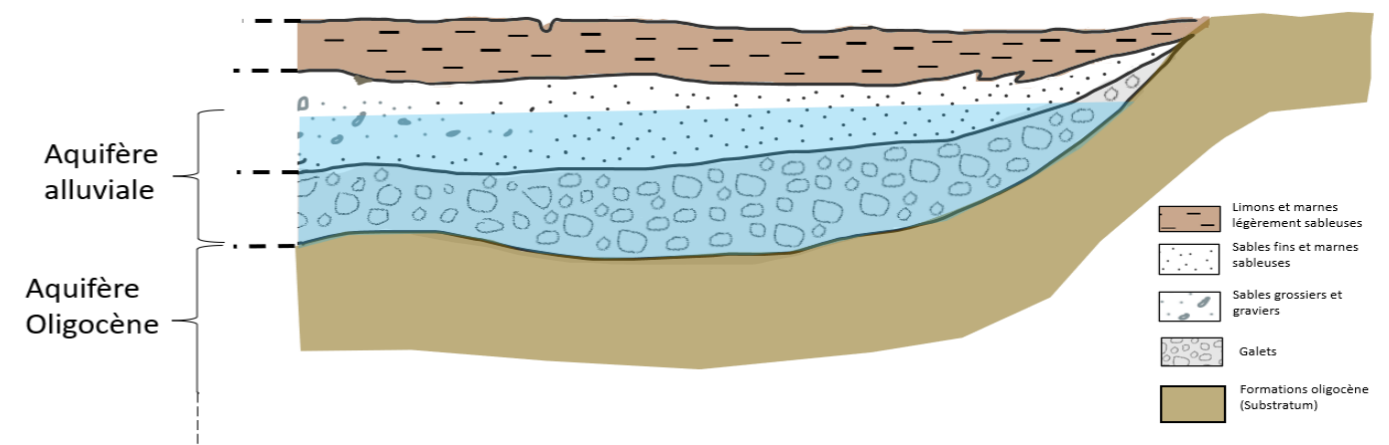


Figure 15 : Nappe libre sous couverture (nappe non saturée)

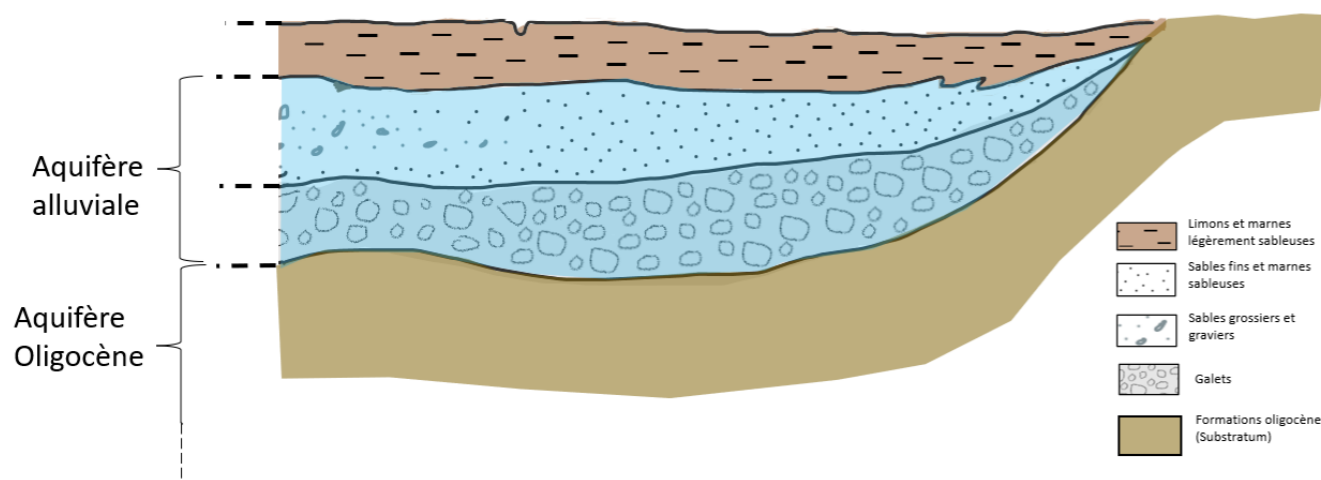


Figure 16 : Nappe captive sous couverture (nappe saturée)

Formations oligocènes de la région de Marseille FRDG215

La ressource en eau souterraine dans le bassin oligocène de Marseille est limitée et fragmentée en petites unités hydrogéologiques constituées de différentes formations géologiques, telles que les passées sableuses, conglomératiques et marno-calcaires. La perméabilité de ces formations varie, avec des valeurs allant de 10^{-6} à 10^{-4} m/s pour les matériaux perméables comme les sables et les galets, et environ 10^{-8} m/s pour les marnes et les argiles moins perméables. L'eau se trouve généralement à une profondeur peu importante, de quelques mètres à environ 20 mètres sous la surface du sol. Le niveau piézométrique varie, étant en charge lors des périodes de hautes eaux.

Les écoulements se dirigent principalement du nord-est vers le sud-ouest. La vitesse maximale de l'eau dans les lentilles conglomératiques perméables a été estimée à 12,5 mètres par jour dans le bassin de Marseille. Les bancs conglomératiques peuvent donner naissance à de petites sources, mais avec des débits généralement faibles. La source principale, celle des Camoins, a un débit relativement constant de 4 L.s^{-1} . Les formations oligocènes de Marseille, bien que contenant des niveaux peu perméables, peuvent avoir des zones d'échange ponctuelles avec les alluvions de l'Huveaune sus-jacentes.

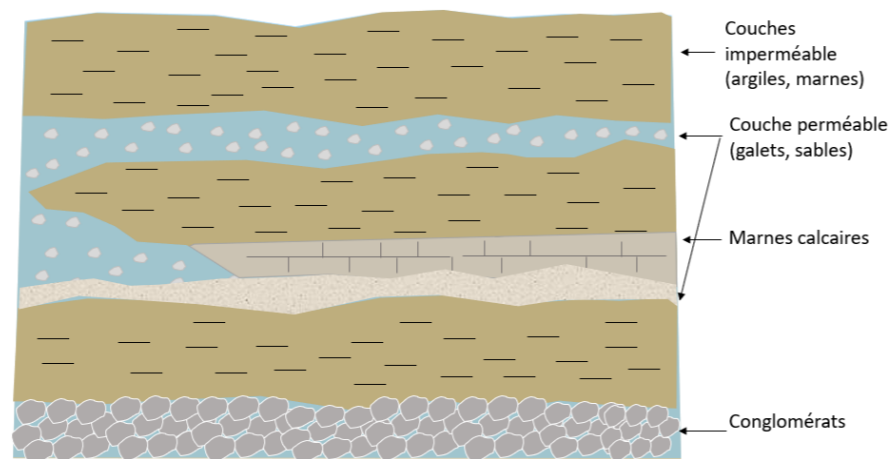


Figure 17 : Aquifère multicouche avec variation latérale et verticale de formations et donc de perméabilité

En résumé, les formations détritiques oligocènes du bassin de Marseille ne constituent pas une ressource productive avec des niveaux aquifères limités en extension et des débits relativement faibles, provenant notamment de puits et galeries exploités par les habitants par le passé. Cet aquifère peut être assimilé à une éponge pouvant stocker de l'eau dans ces pores mais dont le flux est très limité. Le schéma suivant schématise cet aquifère de l'Oligocène. La vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution de surface est généralement faible en raison de la présence fréquente de niveaux argileux recouvrant les niveaux aquifères.

Aquifère du Trias

Dans certaines parties du bassin de Marseille, les formations triasiques affleurent en raison d'accidents tectoniques, et bien qu'elles soient compartimentées et de taille limitée, les formations calcaires du Muschelkalk peuvent constituer des aquifères de type fissuré/karstique. Même si le fonctionnement de cet aquifère soit semblable à celui des calcaires crétacés et jurassiques cités ci-dessus et appartiennent à la même ère (Mésozoïque) ce qui n'est pas le cas de l'Oligocène (Cénozoïque), les formations triasiques sont classées dans la masse d'eau FRDG215 des formations oligocènes de Marseille. **Ceci est peu cohérent pour la compréhension globale des systèmes aquifères du bassin versant de l'Huveaune étant donné qu'il joue un rôle aquifère notable par rapport aux formations oligocènes. Il sera distingué de celui-ci dans la suite de l'étude.**

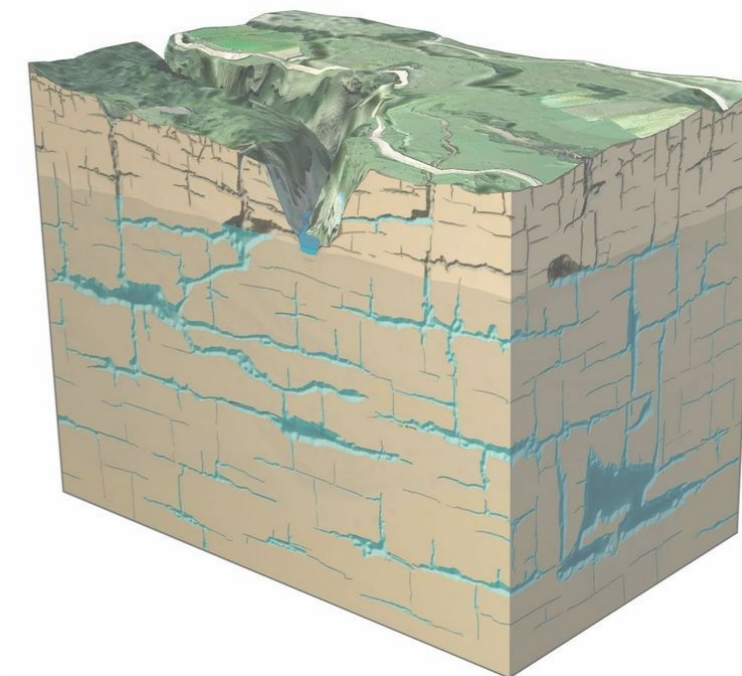


Figure 18 : Aquifères Fissurés / Karstiques du bassin versant

Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Etoile FRDG107

Les calcaires et dolomies du Jurassique et du Crétacé inférieur, fortement karstifiés, possèdent une perméabilité élevée « perméabilité en grand », de fissures. Les précipitations s'infiltrent rapidement via les fissures et structures karstiques. Ces aquifères sont délimités au nord par des marnes et au sud par le bassin Oligocène de Marseille et la mer.

Les écoulements souterrains se font principalement vers l'ouest en raison de la tectonique et des marnes. Il n'y a pas vraiment d'exutoires majeurs si ce n'est quelques sources sous-marines à faible débit.

Selon la thèse de Cavalera en 2007, l'ensemble Nerthe-Etoile apparaît déficitaire en eau sur sa partie ouest, où l'aquifère est drainé majoritairement vers des sources littorales ou en mer. Le déficit global est estimé à -230 L/s (-20%).

La zone d'enracinement est visiblement drainée principalement par l'ouvrage du tunnel du Rove et des mesures semblent difficiles à être mise en place actuellement pour vérifier cette hypothèse.

Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc FRDG210.

Seulement une infime partie de cet aquifère se trouve à l'intérieur du bassin versant de l'Huveaune.

Le bassin de l'Arc correspond à un synclinal dissymétrique d'axe est-ouest où se sont développés plusieurs aquifères superposés et interconnectés de manière variable. Très étudié par le projet ARK du BRGM (2014)

L'aquifère du Rognacien présente un intérêt local tandis que celui du Bégudien alimente quelques sources jusqu'à 20l/s. Le Fuvélien, exploité par le passé, alimente de manière significative le puits de l'Arc à plus de 1 000l/s via probablement une connexion avec le Jurassique sous-jacent, principal aquifère de la zone mais peu accessible.

Cet aquifère contribue que faiblement à l'alimentation du bassin versant de l'Huveaune puisque le drainage s'effectue vers le nord.

Massifs calcaires de la Sainte-Baume, du Mont Aurélien et Agnis FRDG167

Les formations karstiques du Jurassique et du Barrémien de la région abritent d'importants aquifères dont les écoulements et la piézométrie sont complexes. La perméabilité est variable de 10^{-5} à 10^{-8} m/s.

La Sainte-Baume est drainée par de nombreuses sources majeures comme la source de Saint-Pons ou des Encanaux avec des débits de 30 à 90 l/s.

Ces sources alimentent les villages environnants comme Gémenos et Saint-Zacharie.

Le Mont Aurélien constitue la limite de partage des eaux avec au sud les eaux drainées en direction de l'Huveaune et au nord en direction de Caramy.

Dans le secteur, au nord de Cuges-les-Pins, sur les flancs nord de la Sainte Baume, les aquifères karstiques sont discontinus. L'eau se met sous pression sous les calcaires argileux de l'Aptien.

La plaine de Cuges-les-Pins marque une limite hydrogéologique avec des systèmes perchés au nord et plus de réservoir karstique au sud.

Calcaires du Bassin du Beausset et du massif des Calanques FRDG168

Dans cette région, les formations aquifères, en particulier celles du Jurassique au Barrémien, présentent un karst très développé, offrant une perméabilité élevée. Les écoulements se dirigent généralement vers la mer, avec une orientation nord-sud, alimentant de nombreuses sources. Différentes unités hydrogéologiques sont distinguées en fonction des sources qu'elles alimentent.

L'unité des Calanques, par exemple, est drainée par les sources sous-marines de Cassis telles que Port-Miou et Bestouan, qui appartiennent au même système karstique. Le **bassin hypothétique de ces sources** s'étend sur une vaste zone comprenant plusieurs massifs montagneux, dépassant à l'est le bassin versant hydrologique de l'Huveaune mais néanmoins épousant une bonne partie les limites nord. La piézométrie de cette unité est difficile

à déterminer, mais on sait que le niveau piézométrique varie entre environ 70 m NGF et 130 m NGF dans différentes zones.

La source marine de Port-Miou, située dans la calanque du même nom, émerge d'une galerie noyée quelques mètres sous le niveau de la mer. Une autre source est également présente dans le même secteur de Cassis : la source du Bestouan. L'eau qui ressort de ces zones de décharge présente une salinité variable dépendante du débit d'apport du bassin versant (allant de quelques g/L à plus de 10g/L). Le débit de la source de Port Miou peut atteindre 50m³/s en crue et varie de 3 à 10 m³/s le reste du temps selon les séries de mesures acquises. La connaissance du fonctionnement de ces exurgences, leur bassin versant, la zone de mélange avec l'eau de mer et les mécanismes associés est encore partielle, laissant des zones d'ombre importantes. Un observatoire piloté par l'Université Aix Marseille (SNO KARST – site de Port Miou) situé à l'exutoire, permet de poursuivre l'étude et la compréhension de ce système karstique complexe.

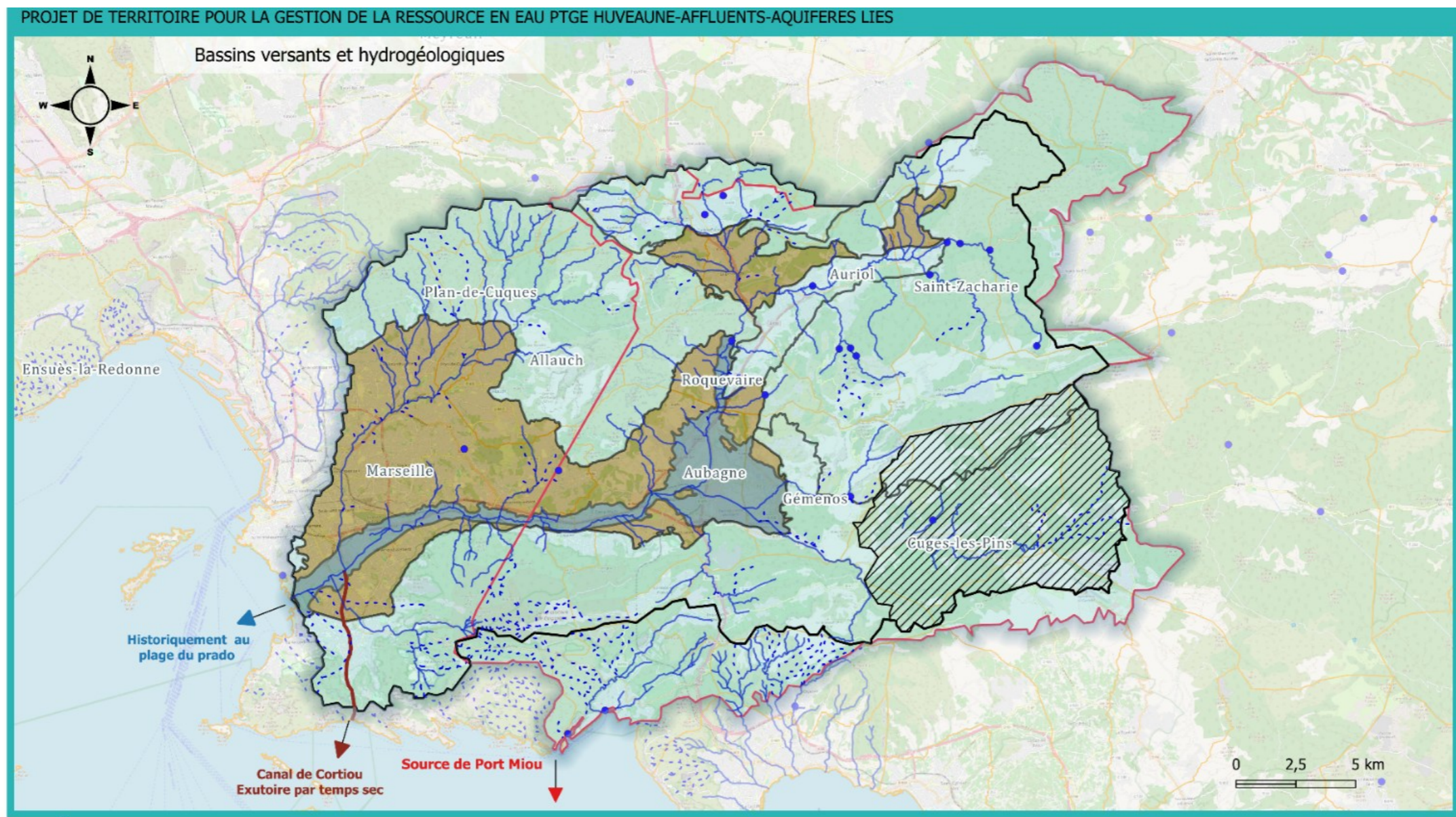
II.4.b. Les différents bassins du territoire

Rappel : **un bassin versant, c'est l'ensemble du territoire en surface où l'eau s'écoule vers un même endroit.**

Différence entre bassin hydrogéologique et bassin versant :

1. Localisation de l'eau :
 - **Bassin versant** : L'eau se trouve à la surface et s'écoule dans les rivières, fleuves, etc.
 - **Bassin hydrogéologique** : L'eau se trouve sous terre, dans les nappes phréatiques ou aquifères.
2. Limites :
 - **Bassin versant** : Les limites sont définies par les reliefs (crêtes ou collines) visibles à la surface.
 - **Bassin hydrogéologique** : Les limites dépendent de la géologie (zones imperméables ou structures rocheuses), qui ne correspondent pas toujours aux reliefs de surface.
3. Eau en mouvement :
 - **Bassin versant** : L'eau s'écoule rapidement par gravité vers un exutoire (rivière, lac, mer).
 - **Bassin hydrogéologique** : L'eau circule plus lentement à travers les roches ou le sol poreux, vers un exutoire.

La carte ci-dessous rend compte des limites entre les différents bassins versants et bassin hydrogéologiques identifiées.



anteagroup
eauce
Eclectic Experience

ensemble sensibiliser agir préserver bassin versant améliorer Huveaune

Légende

- Basin versant topographique de l'Huveaune
- Basin versant de Cuges-les-Pins
- Basin versant de Port Miou
- Cours d'eau
- Sources perennes
- Masses d'eau souterraines
 - FRDG369 - Alluvions de l'Huveaune
 - FRDG215 - Formations oligocènes de la région de Marseille
 - FRDG210 - Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc
 - FRDG168 - Calcaires du Bassin du Beausset et du massif des Calanques
 - FRDG167 - Massifs calcaires de la Sainte-Baume, du Mont Aurélien et Agnis
 - FRDG107 - Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Etoile
 - FRDG215b - Formation Trias

HUCA EPAGE Huveaune Côtiers Aygaldades

Figure 19: Bassin hydrogéologique les sources de Cassis et bassin versant topographique de l'Huveaune

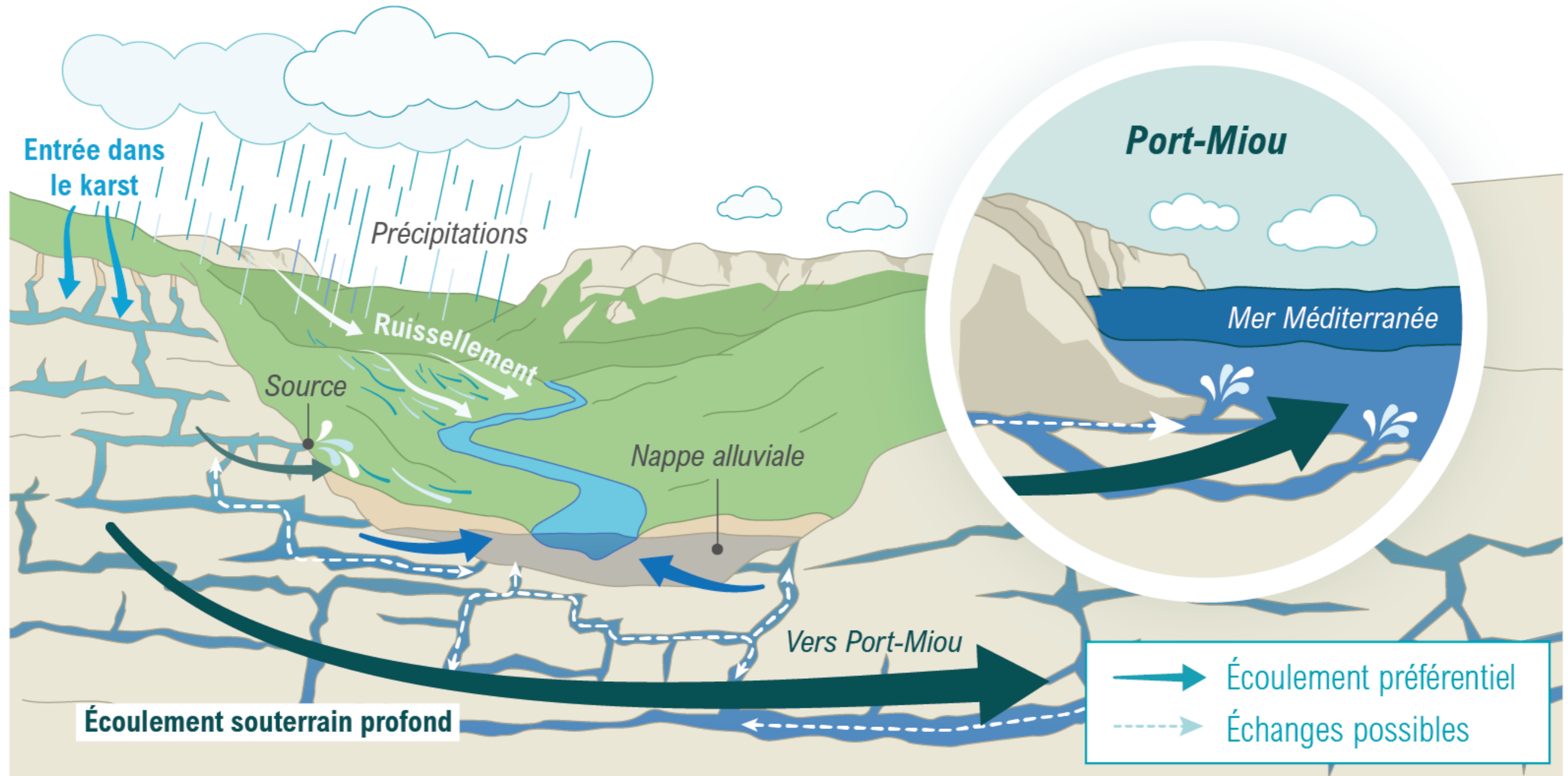


Figure 20: Diagramme simplifié des formations hydrogéologiques du bassin versant de l'Huveaune



**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/>

