

SAGE

Schéma
d'Aménagement
et de Gestion
des Eaux

du bassin versant de l'Arc

[**Projet**]
CLE du 18 juin 2012

État des lieux

(état initial et diagnostic) du SAGE du bassin versant de l'Arc

Mai 2012



Avant-propos

Ce document “État des lieux” du SAGE présente un état initial et un diagnostic de la ressource en eau et des milieux sur le bassin versant de l’Arc. Il a été réalisé en 2011-2012 sur demande expresse du Président de la CLE afin d’élaborer la stratégie du SAGE et de rédiger les dispositions du PAGD (Plan d’Aménagement et de Gestion Durable) et les articles du Règlement du SAGE du bassin versant de l’Arc.

Conformément à l’article R.212-36 du Code de l’Environnement, cet état des lieux du SAGE comprend :

- 1- L’analyse du milieu aquatique existant ;
- 2- Le recensement des différents usages des ressources en eau ;
- 3- L’exposé des principales perspectives de mise en valeur de ces ressources compte tenu notamment des évolutions prévisibles des espaces ruraux et urbains et de l’environnement économique ainsi que de l’incidence sur les ressources des programmes mentionnés au deuxième alinéa de l’article L. 212-5 ;
- 4- L’évaluation du potentiel hydroélectrique par zone géographique établie en application du I de l’article 6 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000.

Pour assurer une meilleure compréhension du bassin versant, cet état des lieux démarre par une présentation administrative, socio-économique et paysagère du territoire. Il est ensuite présenté par thématique où les rubriques 1 et 2 de l’article R. 212-36 y sont traitées successivement pour chacun des thèmes qui constituent les enjeux du SAGE.

Les éléments principaux de cet état des lieux sont repris dans une “SYNTHÈSE de l’état des lieux” figurant dans le document PAGD du SAGE du bassin versant de l’Arc.

Sommaire



■	Présentation du territoire	p 5
1	Analyse du MILIEU aquatique existant	
		Risque INONDATIONp 21
		QUALITÉ des eauxp 47
		MILIEUX NATURELSp 71
2	Recensement des différents USAGES des ressources en eau	RESSOURCE en EAUp 105
		REAPPROPRIATIONp 129
3	Perspectives de mise en valeur des ressources en eau en tenant compte des évolutions prévisibles des espaces ruraux et urbains et de l'environnement économique ainsi que de l'incidence sur les ressources des programmes mentionnés au 2 ^{ème} alinéa de l'article L. 212-5	p 135
4	Évaluation du potentiel hydroélectrique	p 149
5	Annexes	p 157



Montagne Sainte-Victoire et ses espaces environnants



Centrale thermique à Gardanne

© ICONOPHOTO



Nouveau quartier d'activité tertiaire de la Duranne à Aix-en-Provence



L'Arc à son embouchure dans l'Étang de Berre

Présentation du territoire

■ Carte d'identité du territoire	p 6
■ Les structures intercommunales du bassin versant	p 8
■ L'occupation du sol	p 10
■ La vie socio-économique du territoire	
■ Une démographie en perpétuelle augmentation	p 12
■ L'activité industrielle, commerciale et de services	p 14
■ L'agriculture	p 15
■ Les infrastructures	p 16
■ Des paysages façonnés par les activités humaines	
■ 4 grandes entités paysagères se distinguent sur le bassin versant de l'Arc	p 18

■ Carte d'identité du territoire

■ L'Arc est un fleuve méditerranéen qui prend **sa source à Pourcieux** dans le département du Var et **se jette dans l'Étang de Berre** dans le département des Bouches-du-Rhône.

■ **Sa longueur est de 85 km** sur une pente moyenne de 5.5 %. Le bassin versant s'étend sur une superficie de **750 km²** couverte par **30 communes dont 15 riveraines de l'Arc**.

■ **Le réseau hydrographique est très développé.** On parle d'ailleurs de "l'Arc et son chevelu":

- Le réseau hydrographique est dense sur la haute Vallée car les hauts-reliefs facilitent l'érosion et donc la naissance de nombreux vallats.
- Sur la basse vallée, il y a peu d'apports latéraux.

■ **Les 20 affluents principaux sont temporaires ou permanents :**

- **En rive droite de l'Arc :** la Tune, la Partie, la Croule, l'Aigue Vive, le Bayeux, la Cause, la Torse, le Malvallat, le Vallat des Marseillais, le Vallat des Eyssarettes.
- **En rive gauche de l'Arc :** le Vallat des Très Cabrès, la Gardi, le Longarel, le Ruisseau de Genouillet, le Ruisseau de la Foux, le Verdalaï, le Grand Vallat de Fuveau, la Luynes, la Jouïne (le plus important des affluents), le Grand Torrent.



La Luynes



Secteur des sources de l'Arc



Ruisseau Le Grand Torrent

Masse d'eau du SDAGE RM

FRDR12063

Code de la masse d'eau

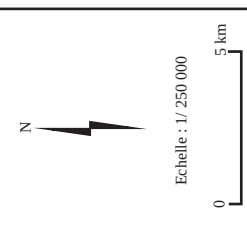
Ruisseau de Baume-Baragne

Autre cours d'eau

Fleuve Arc

Affluent de l'Arc

Plan d'eau



Source : BD Carto, DREAL PACA
Réalisation : CADA



■ Les structures intercommunales du bassin versant

Le bassin versant est couvert par différentes structures intercommunales :

■ La **Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix** (CPA) qui regroupe 34 communes dont 20 sur le bassin versant de l'Arc.

■ La **Communauté d'Agglomération Salon-Berre-Durance (AgglopoLe Provence)** qui regroupe 17 communes dont 4 sur le bassin versant (La Fare-les-Oliviers, Lançon-de-Provence, Berre-l'Étang, Velaux).

■ La **Communauté de Communes Sainte Baume-Mont Aurélien**, dans le Var, qui regroupe 7 communes dont 2 sur le bassin versant (Pourcieux et Pourrières).

■ Le **Pays d'Aubagne et de l'Étoile** qui regroupe 12 communes, dont une est en partie sur le bassin versant (Belcodène).

■ A noter que deux communes du bassin versant n'appartiennent à aucune structure intercommunale. Il s'agit de Gardanne et de Gréasque.

La gestion des rivières Arc et affluents est assurée, depuis 1982, par le **Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc (SABA)** qui regroupe aujourd'hui 24 communes.



Le SABA, ses origines ?

Les crues de 1972, 1973, 1976 et surtout celles de 1978 ont rappelé l'importance et la gravité des inondations. L'abandon de l'entretien du lit aggravait l'impact des crues. Le Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc a été créé en juillet 1982 pour prendre en charge les travaux de protection contre les crues de l'Arc et de ses affluents.

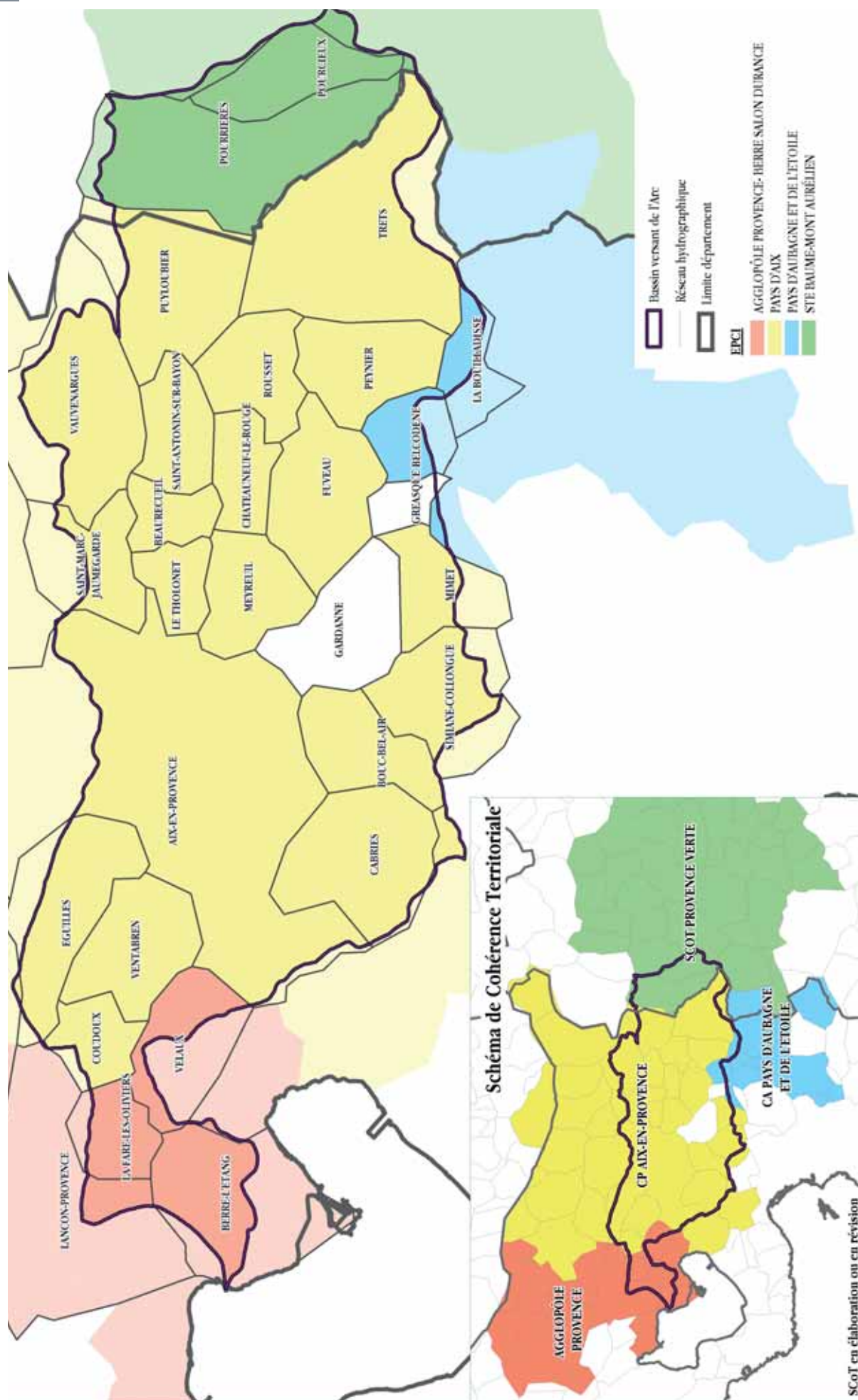
Il est compétent en matière de gestion du risque inondation, d'entretien du lit des berges des cours d'eau, de préservation des milieux aquatiques et de leur mise en valeur.

Le SABA, ses communes adhérentes ?

Il regroupe actuellement 24 communes du bassin versant de l'Arc : Aix-en-Provence, Beaurecueil, Berre-l'Étang, Bouc-Bel-Air, Cabriès, Châteauneuf-le-Rouge, Coudoux, Eguilles, Fuveau, Gardanne, La Fare-les-Oliviers, Lançon-de-Provence, Le Tholonet, Meyreuil, Peynier, Pourcieux, Pourrières, Puyloubier, Rousset, Saint-Antonin-sur-Bayon, Simiane-Collongue, Trets, Velaux et Ventabren.



L'intercommunalité sur le bassin versant



■ L'occupation du sol

A l'échelle du bassin versant (750 km²), la répartition des sols traduit la forte pression anthropique associée toutefois à une composante naturelle encore très présente :

■ Les **espaces naturels** couvrent ainsi 420 km² (**56% de la surface du bassin versant**) avec principalement :

- des espaces forestiers (environ 202 km²) surtout présents au niveau des reliefs montagneux périphériques, (sommet et versant) au Nord, à l'Est et au Sud,
- et des landes, garrigues et maquis (180 km²) bien représentés sur les versants (plateau du Cengle) et les reliefs de plus basse altitude (massif de l'Arbois, chaîne de la Fare...).

■ Les **espaces agricoles** représentent environ 175 km² soit **23% environ de la surface du territoire** avec :

- dans la haute vallée de l'Arc, principalement de la viticulture et des cultures céréalières,
- au niveau du bassin d'Aix, plaine des Milles : maraîchage et céréaliculture,
- dans la basse vallée de l'Arc (plaine de Berre) : viticulture, culture sous serre et oléiculture.

■ Les **territoires artificialisés** couvrent environ 157 km² soit **20% de la superficie totale** avec :

- environ 125 km² de zones urbanisées, réparties essentiellement autour :
 - d'Aix-en-Provence,
 - sur le versant sud (sous-bassin versant de la Luynes, de la Petite Jouïne et du Grand Vallat),
 - au Sud-Est (Fuveau, Rousset, Peynier, Gréasque),
 - sur le coteau de la Fare-Ventabren,
 - et dans une moindre mesure en limite Est (Pourrières, Pourcieux), et sur l'Arc aval (plaine de Berre).

Les massifs au Nord (Sainte-Victoire) et au Sud-Est sont très peu urbanisés.

- 17 km² de zones industrielles ou commerciales
- environ 10 km² d'infrastructures routière, ferroviaire, et aéroportuaire.



La pression humaine (urbanisation, agriculture, équipement) est donc particulièrement marquée sur l'ensemble du territoire, notamment dans les vallées et donc en bordure de cours d'eau.

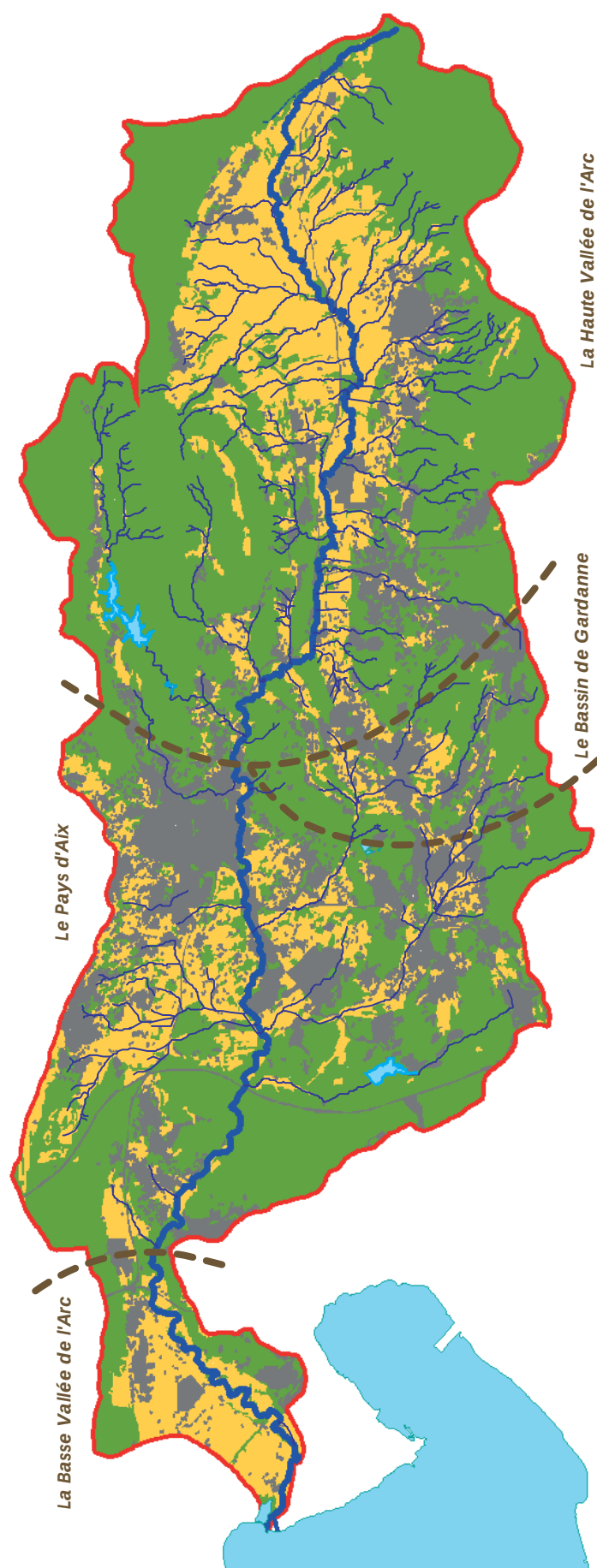
Répartition de l'occupation en bordure de l'Arc

Occupation des sols	Linéaire	Proportion
Forêt	8 104 km	10 %
Surface en herbe (prairies, jachères, friches...)	19 179 km	23 %
Cultures annuelles (céréales...)	19 418 km	23 %
Vigne	10 657 km	13 %
Maraîchage	615 km	1 %
Arboriculture	546 km	1 %
Voirie / réseau	6 783 km	8 %
Habitat dispersé ou péri-urbain	15 024 km	18 %
Urbain	3 442 km	4 %

Source : Étude d'élaboration du plan de gestion, de restauration et d'entretien du lit et des berges de l'Arc (GREN - 2008)

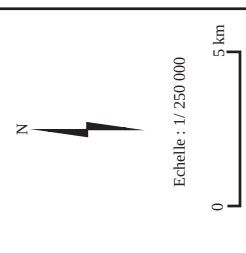


Occupation du sol



Légende

- | | | | |
|--|---|--|-------------------|
| | Bassin versant de l'Arc | | Fleuve Arc |
| | Espace à dominante agricole, habitat diffus | | Affluent de l'Arc |
| | Espaces à dominante naturelle : garrigues et forêts méditerranéennes, possible habitat diffus | | Plan d'eau |
| | Zone urbaine continue, zone industrielle et commerciale | | |



Source : BD Carthage 2006

Réalisation :



■ La vie socio-économique du territoire

■ Une démographie en perpétuelle augmentation

■ La population totale sur le bassin versant est d'environ **290 000 personnes sur 750 km²** (recensement 2009).

La **densité de la population du bassin de l'Arc** est de près de 400 hab/km², soit presque **quatre fois plus que la densité moyenne française**. Cette moyenne, bien que masquant des disparités importantes dans la répartition des populations, souligne la forte présence humaine sur le territoire.

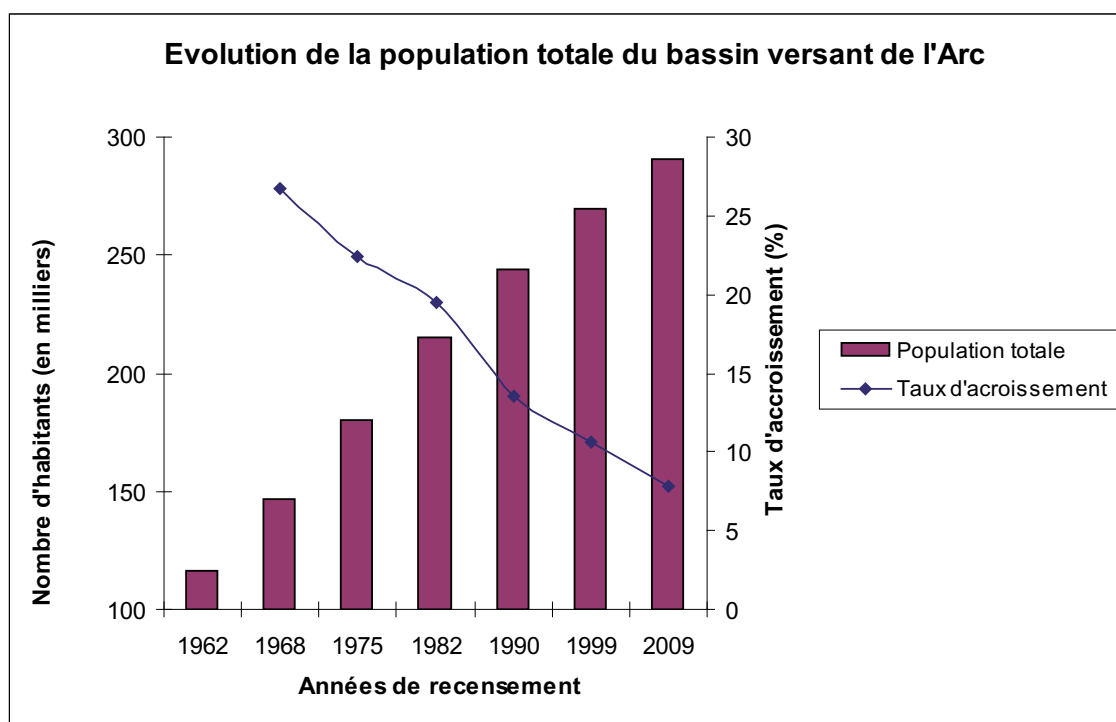
■ Le **taux d'accroissement de la population** est également très marqué : depuis 1962, la population du bassin versant de l'Arc **a augmenté de 150 %** avec un taux d'accroissement moyen d'environ 14 % entre les recensements.

Dans le même temps, la population du département des Bouches-du-Rhône augmentait de près de 55% et celle de la France métropolitaine de 37%. Ceci met en évidence le caractère particulièrement attractif du territoire. Le rythme de la croissance s'es-souffle toutefois, au cours du temps.

(Sources : INSEE, recensements de 1962, 1968, 1975, 1982, 1990, 1999, 2009)

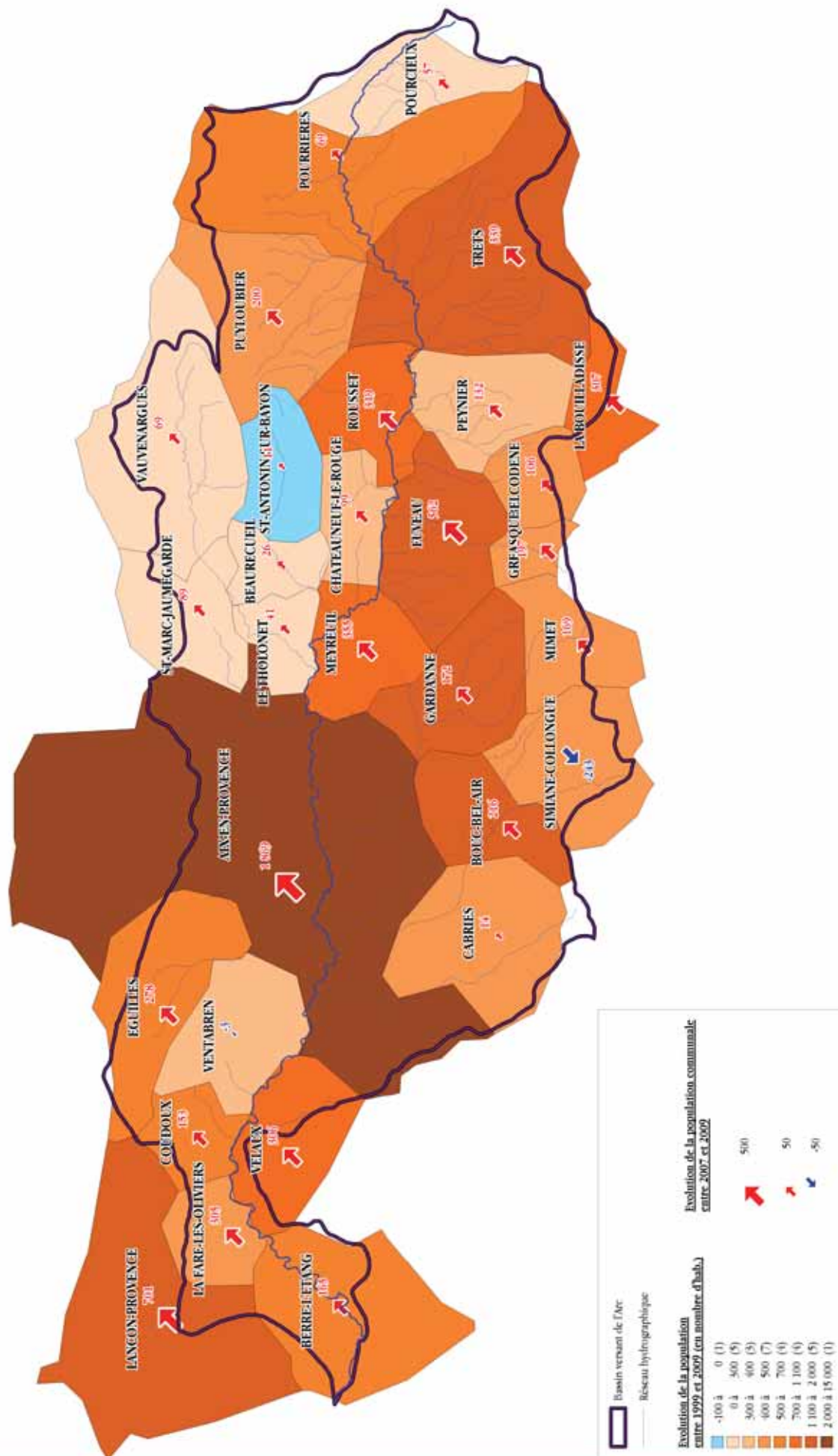


La pression démographique est donc très forte sur le bassin versant de l'Arc et a induit et continuera à induire des bouleversements importants en matière d'occupation des sols, d'activités et d'usages.





Évolution démographique entre 2007 et 2009



L'activité industrielle, commerciale et de services

■ Pour répondre à cette forte pression démographique, le territoire compte de **nombreuses zones d'activités commerciales et industrielles**. On peut citer notamment :

- La **zone industrielle de Rousset-Peynier** qui s'étend sur plus de 200 ha en rive gauche de l'Arc et dans les sous-bassins versants du Verdalaï et de la Foux. Elle est principalement orientée vers l'industrie (microélectronique, plasturgie, métallurgie),

- La **zone d'activités des Milles** sur la commune d'Aix-en-Provence qui s'étend sur plus de 800 ha et accueille plus de 1 400 entreprises (principalement des activités secondaires et tertiaires) et 27 000 salariés.

- La **zone commerciale de Plan de Campagne** sur les communes de Cabriès et des Pennes-Mirabeau qui constitue la plus grande zone commerciale de France (environ 200 ha). Elle s'étend en extrémité amont du bassin versant du Baume-Baragne, cours d'eau qui se déverse dans le Canal de Marseille et le bassin du Réal-tor.

■ Les principaux **projets de zones d'aménagement**

concertées :

- **ZAC de Jean de Bouc à Gardanne** : d'une superficie de 35 ha, elle sera dédiée aux hautes technologies et aux activités tertiaires.

- **ZAC du Quartier de l'Enfant aux Milles** : d'une superficie de 23 ha, elle sera réalisée dans le prolongement de la ZAC des Milles, afin de "finaliser" le pôle d'activités actuel.

L'agglomération aixoise et le bassin de Gardanne constituent les principales zones urbaines sur le territoire du SAGE. Sur l'amont du bassin versant, l'urbanisation se structure autour de bourgs moins importants mais l'habitat est très diffus et consommateur d'espace.

La plaine de Berre est peu urbanisée (vaste plaine inondable tournée vers l'agriculture), excepté sur le coteau Nord (La Fare-les-Oliviers...). Trois zones industrielles, d'activités ou commerciales d'importance occupent le territoire en bordure de l'Arc : ZI Rousset-Peynier, ZA Les Milles et ZC Plan de Campagne.



La Zone Industrielle de Rousset s'étend le long de l'Arc. Cette zone accueille des sociétés spécialisées dans la microélectronique

© Photo GLOPHOST



Zone d'activité des Milles à Aix-en-Provence



Zone commerciale de Plan de campagne à Cabriès / Les Pennes-Mirabeau

L'agriculture

■ Les **espaces agricoles couvrent environ 175 km²** soit 23% environ de la surface du territoire. Ils occupent principalement les **secteurs de plaine avec deux secteurs prédominants** :

- la **haute vallée de l'Arc** (environ 8 000 ha de SAU - Surface Agricole Utile)
- et la **plaine de Berre** avec environ 4 000 ha de SAU.

Dans la **haute vallée de l'Arc**, les cultures céréalières couvrent les plaines, et la viticulture se prolonge dans les contreforts des massifs (AOC Sainte-Victoire, Palette, Coteaux d'Aix).

Au **niveau d'Aix**, l'agriculture est essentiellement céréalière et maraîchère.

Dans la **basse vallée de l'Arc** (plaine de Berre), les cultures sont diversifiées avec de l'oléiculture, de la viticulture ainsi que des cultures plus intenses sous serre.



Grande culture à Peynier



Culture maraîchère sous serre dans la plaine de Berre



Oliveraie à La Fare-les-Oliviers

■ Les infrastructures

Le bassin versant est caractérisé par la grande densité des différents réseaux linéaires liés aux activités humaines.

■ Les voies d'eau :

- le réseau de la Société du Canal de Provence : branches Marseille Nord et Marseille Est
- le canal de Marseille
- le canal de la Bosque
- le canal des Gordes

■ Les lignes de chemin de fer :

- la ligne TGV Méditerranée
- la ligne Aix/Gardanne
- la ligne Aix / Rognac longeant l'Arc

■ Les autoroutes et anciennes routes nationales :

- l'A8 longeant la vallée de l'Arc
 - l'A51 et l'A52
 - l'A7
 - les "ex routes nationales" : N7, N96, N8, N296 et N113.
- Ces réseaux, lorsqu'ils traversent l'Arc, ont nécessité la réalisation d'ouvrages d'art.

■ Différents projets, portés par le Conseil général des Bouches-du-Rhône, sont en cours :

• **Déviations de La Fare-les-Oliviers** : cet aménagement, en cours de réalisation, concerne la RD 10 avec comme objectif de dévier le bourg de cette commune. Il nécessite la construction d'un ouvrage d'art sur l'Arc qui devra permettre le passage de la crue centennale (estimé à 700 m³/s) avec un exhaussement limité de la ligne d'eau (≤ 5 cm/situation actuelle). Des bassins de dépollution-rétention sont prévus pour réduire l'impact de cet ouvrage sur la qualité de l'eau de l'Arc.

• **Mise à 2 X 2 voies de la RD 9 au droit du bassin du Réaltor** : la RD9 est un axe important entre les bassins d'emplois du Pays d'Aix et de l'Étang de Berre. Le projet

s'inscrit dans la continuité des aménagements existants de part et d'autre. Il prend en compte les enjeux majeurs associés au bassin (réservoir AEP) et au cours d'eau (le Grand Torrent) en aval hydraulique. Ainsi les eaux de la plateforme routière seront collectées et traitées au niveau de plusieurs bassins de rétention/dépollution et aucun rejet ne se fera dans le bassin du Réaltor. Des dispositions conservatoires sont également prévues pour limiter l'impact sur les milieux naturels et la faune durant la phase travaux. Des mesures compensatoires délocalisées sont provisionnées pour la mise en sécurité qualitative du bassin du Réaltor (pour le compte de la Société des Eaux de Marseille) et la réalisation d'un plan de gestion du Grand Torrent.

• **Réalisation d'un barreau de liaison au hameau de la Barque (liaison RD6 - A8)** sur les communes de Fuveau, Meyreuil et Châteauneuf-le-Rouge qui franchira l'Arc. Le projet ambitionne la transparence hydraulique (pas de modification de l'écoulement des crues en particulier). La ripisylve détruite sera reconstituée et les eaux de ruissellement seront tamponnées et traitées dans des bassins appropriés pour limiter l'impact quantitatif et qualitatif sur l'Arc.

• **La rectification de la RD543 vers St-Pons** : cette route est un axe stratégique Nord-Sud. Elle permet notamment la desserte des Milles. Trois tracés sont à l'étude :

- un tracé à l'Ouest du lieu-dit Saint-Pons, qui impacte peu l'Arc, notamment en période de crue (amont secteur de gorges, zones inondables peu étendues), mais qui impacte le relais de St-Pons ;

- deux tracés à l'Est de Saint-Pons, qui n'impactent plus le relais, mais qui concernent directement une Zone stratégique d'Expansion de Crue. L'ouvrage ne devra pas constituer un "barrage" dans la vallée de l'Arc, très large à cet endroit.



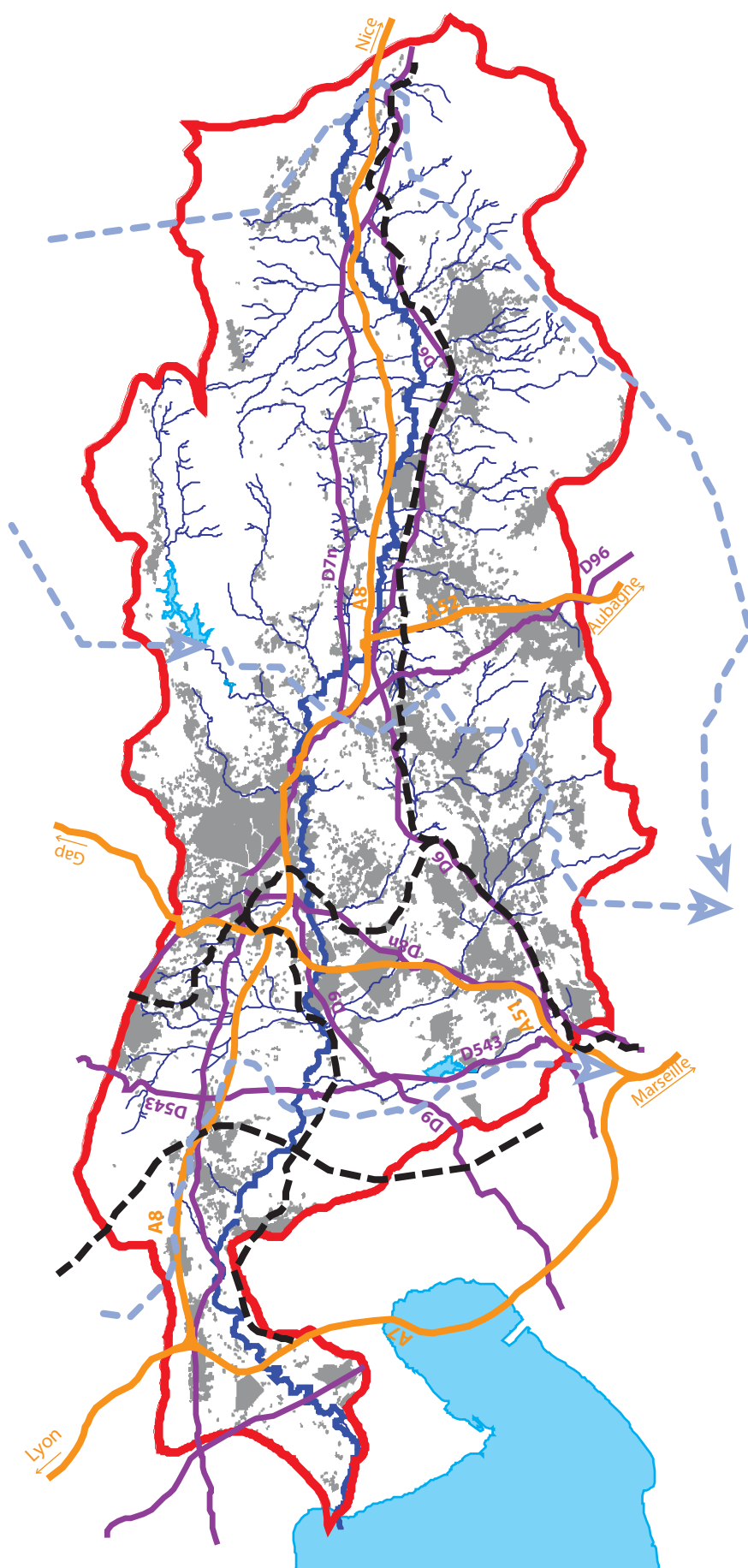
Ligne TGV - Viaduc de Ventabren / Eguilles



Autoroutes A8 et A52



Les infrastructures du bassin versant



Légende

- Bassin versant de l'Arc
- Autoroutes
- Routes nationales et départementales
- Voies ferrées
- Canaux de transport d'eau brute : canal de Marseille et réseau du Canal de Provence
- Zone urbanisée
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc
- Plan d'eau

N

Echelle : 1/250 000

0 5 km

Source : BD Cartho, DREAL PACA

Réalisation :

SABA



■ Des paysages façonnés par les activités humaines

■ 4 grandes entités paysagères se distinguent sur le bassin versant de l'Arc

■ **La haute vallée de l'Arc** : elle s'étend des sources de l'Arc dans le Mont Aurélien jusqu'aux Gorges de Langesse, au pied de la montagne Sainte-Victoire. C'est une grande cuvette entourée de piémonts où l'Arc s'y écoule dans la plaine alluviale. **L'agriculture, très présente**, a structuré les paysages. Les cultures céréalières couvrent les plaines et la viticulture se prolonge dans les contreforts des massifs (AOC Sainte-Victoire, Palette, Coteaux d'Aix). Les forêts et garrigues couvrent les contours jusqu'aux sommets des massifs. Le réseau hydrographique, assez pentu, est très développé et composé de nombreux affluents intermittents. **Les villages ruraux ont subi une forte croissance démographique ces 30 dernières années** (phénomène de périurbanisation) et leur surface équipée a considérablement augmenté. Une zone industrielle de technologies à forte valeur ajoutée (microélectronique notamment) a vu le jour dans les années 80 (ZI de Rousset-Peynier).

■ **Le Pays d'Aix**, entre les Gorges de Langesse et celles de Roquefavour. Ici le bassin versant se diversifie et les paysages agricoles, urbains et forestiers se mélangent autour de l'agglomération d'Aix-en-Provence (environ 140 000 habitants). **L'agriculture est maraîchère et céréalière. Le Pays d'Aix reste le secteur le plus urbanisé.** Il reçoit les affluents les plus conséquents de l'Arc : la Jouïne, le Grand Vallat de cabriès, la Luynes, la Cause et la Torse. Plusieurs zones d'activités et commerciales jouxtent l'Arc et ses affluents (ZI Les Milles, Parc de la Zone du Petit Arbois, Pôle commercial de la Pioline...).

■ **Le Pays de Gardanne** : il comprend les communes du sous-bassin versant de la Luynes jusqu'au resserrement de Valabre. Ce bassin est **marqué par une industrie lourde** qui façonne le paysage (centrale thermique SNET, Usine Rio Tinto Alcan et extraction minière du charbon jusqu'en 2003).

■ **La basse vallée de l'Arc** : des gorges de Roquefavour jusqu'à l'embouchure où l'Arc termine son parcours en delta pour se jeter dans l'Étang de Berre. C'est une **grande plaine inondable cultivée** : la culture intensive sous serres est très développée, mais également l'oléiculture et la viticulture. Un **complexe pétrochimique**, Lyondellbasell à Berre, s'insère en limite du bassin versant aval.



L'évolution de l'occupation des sols a des conséquences directes sur l'hydrologie des cours d'eau. Elle s'accompagne :

- d'une augmentation significative des surfaces imperméabilisées sur l'ensemble du bassin qui entraîne une aggravation des pics de crues et une réponse plus rapide des bassins versants ;
- d'un empiétement des lits majeurs par les équipements et donc une régression des possibilités d'expansion des cours d'eau lors des fortes crues.



Paysage agricole de la haute vallée de l'Arc

© Photo ICONOPHOTO



Le village de Trets, la plaine de l'Arc, le plateau du Cingle puis la Montagne Sainte-Victoire



Haute vallée de l'Arc



Centrale thermique à Gardanne



L'Arc à Roquefavour



Paysage agricole dans la plaine de Berre



Crue de l'Arc en décembre 2008 à Berre-l'Étang

Inondation du centre ville de Berre l'Étang en janvier 1978



© Photo Marie de Berre



Ruissellement pluvial à Gardanne

© Céline VAIROU, ultra-motivée qui a bravé la pluie en ce dimanche 20 mai 2012



Crue de l'Arc en décembre 2008 - quartier Mauran à Berre l'Étang



Crue de l'Arc au Pont de St-Pons en septembre 1993

1-

Volet inondation

Analyse du **milieu** aquatique existant

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

1-1 ■ Un climat méditerranéen caractérisé par des épisodes pluvieux à risque

- Les pluies - données disponibles sur le bassin versantp 22
- Les épisodes pluvieux à risquep 24
- L'évènement exceptionnel du 15 juin 2010 dans le Var
pourrait-il être observé sur le bassin versant de l'Arc ?p 25

1-2 ■ Un territoire marqué par les crues

- Le réseau de mesures et les données disponiblesp 27
- Les crues historiquesp 28
- Les caractéristiques des cruesp 32
- Estimation des débits des crues historiques récentesp 33

2-

Volet inondation

Recensement des **différents usages** des ressources en eau

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

2-1 ■ Des risques d'inondation aggravés par le développement des activités humaines

- Les sites touchés par les inondations de l'Arcp 34
- Les sites touchés par les inondations des affluents de l'Arcp 35
- Urbanisation en zone inondable (lit majeur), imperméabilisation des sols
et mauvaises pratiques de protectionp 40

2-2 ■ Une tolérance aux inondations en baisse liée à une culture du risque quasiment inexistantep 44

2-3 ■ Une gestion du risque à améliorer

- La protection des lieux à enjeux fortsp 45
- Les Plans de Prévention des Risques inondation (PPRi)p 45
- L'information préventive réglementairep 45
- L'alerte et les secoursp 45

1-1 ■ Un climat méditerranéen caractérisé par des épisodes pluvieux à risque

■ Les pluies - données disponibles sur le bassin versant

Il existe **10 stations pluviométriques en fonctionnement**, implantées sur l'ensemble du bassin versant (cf carte ci-après).

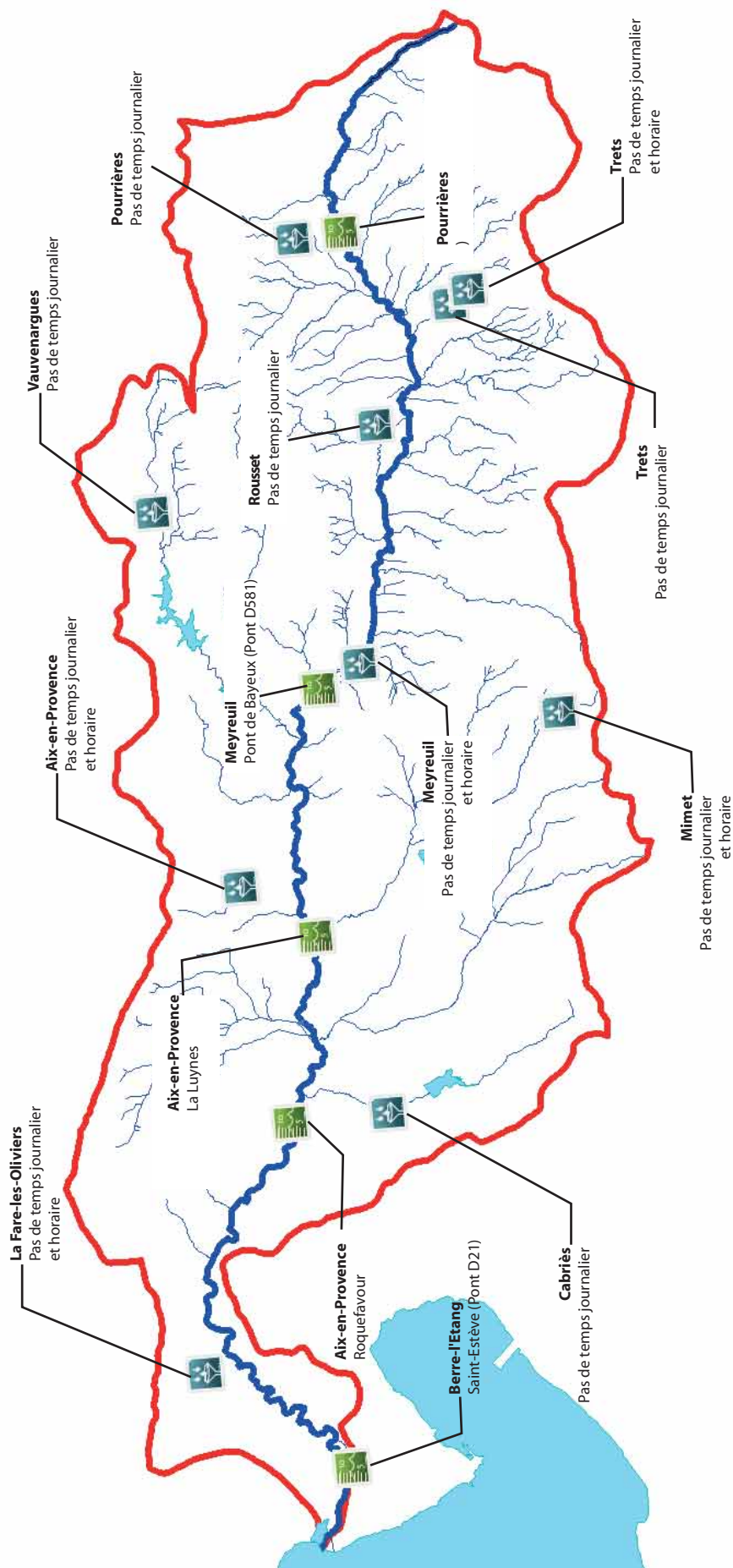
Stations pluviométriques en fonctionnement sur le bassin versant de l'Arc

Station	Année de mise en service	Altitude (NGF)
Pourrières	1953	275
Trets	1928	240
Trets	?	?
Rousset	1928	235
Vauvenargues	?	?
Meyreuil	?	?
Mimet	1990	416
Aix-en-Provence	1960	173
Cabriès	1928	165
La Fare-les-Oliviers	1928	53



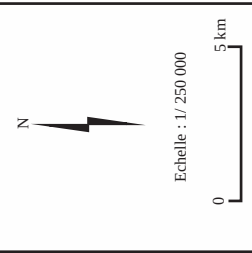


Réseau pluviométrique et hydrométrique sur le bassin versant de l'Arc



Légende

- Bassin versant de l'Arc
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc
- Plan d'eau
- Station hydrométrique
- Station pluviométrique



Source : BD Cartho, DREAL PACA
Réalisation :



■ Les épisodes pluvieux à risque

Une crue résulte du ruissellement de la pluie sur un bassin versant. Chaque épisode pluvieux étant différent, il génère autant de crues différentes. Cependant, les crues importantes sur le bassin versant de l'Arc, responsables d'inondations problématiques, trouvent leur origine dans des épisodes pluvieux intenses qui sont de deux types :

- Les orages convectifs,
- Les épisodes pluvieux généralisés.

■ Les orages convectifs

(exemple de l'événement du 22-23 septembre 1993).

Les orages se produisent dans des conditions d'atmosphère instable. Leur fréquence est maximale **en fin d'été et à l'automne**. Ces épisodes sont caractérisés par une **durée courte** (rarement supérieure à 4 heures), des **intensités pluviométriques élevées** (87 mm en 1 heure ou 168 mm en 2 heures observés à Aix-en-Provence le 22/09/1993). Ce sont des **événements localisés** qui concernent des superficies restreintes de quelques dizaines à quelques centaines de km².

Pour qu'une crue importante se forme suite aux précipitations orageuses, il faut que la taille du bassin versant concerné soit en rapport avec la taille de l'épisode pluvieux et sa durée. L'extension spatiale des cellules orageuses n'excède pas 400 km². **Les orages sont donc susceptibles de générer des crues très fortes sur chacun des affluents de l'Arc ou sur un tronçon de l'Arc lui-même.**

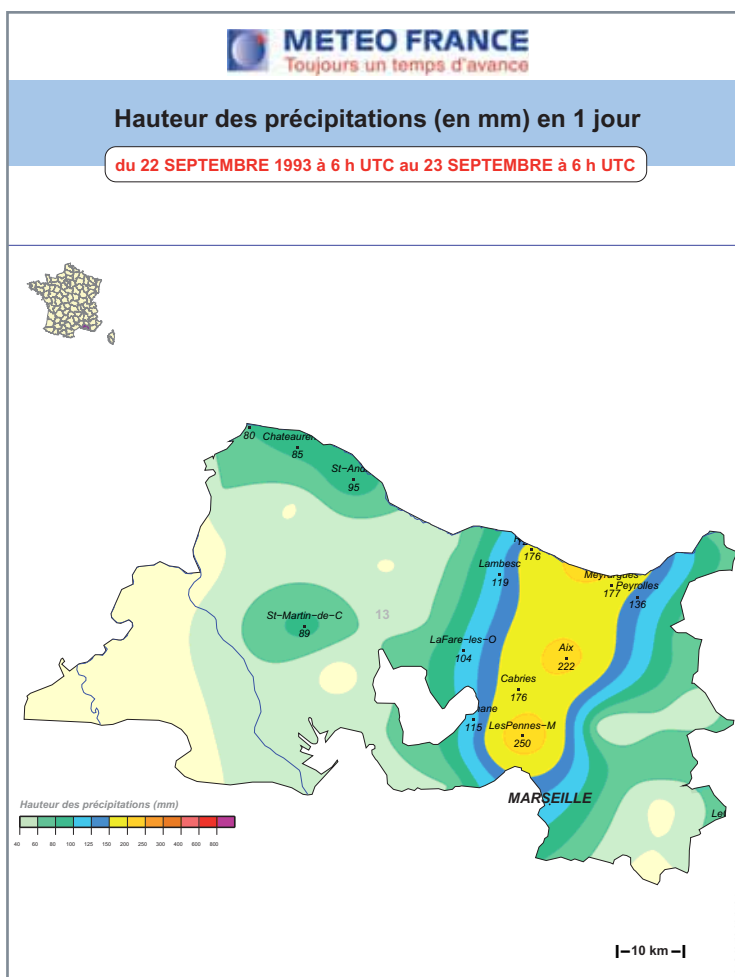
■ Les épisodes généralisés

Deux types d'événements susceptibles de toucher le bassin versant de l'Arc peuvent être évoqués :

• **Les pluies stratiformes** (par exemple en janvier 1978), généralement observées en hiver et au printemps. Ces pluies sont de **longue durée** mais d'intensité moyenne. Elles couvrent, le plus souvent, une **partie importante, voire la totalité du bassin de l'Arc** avec toutefois des disparités spatiales de leur intensité.

• **Les systèmes convectifs de méso-échelle**, pour lesquels la localisation des plus forts cumuls n'est pas liée à l'altitude (à ne pas confondre avec les épisodes cévenols). Les intensités maximales à l'épicentre des précipitations peuvent être **comparables, ou même supérieures à celles des violents orages convectifs**. Par ailleurs, la durée de ces événements est beaucoup plus longue que celle des orages convectifs classiques.

Ainsi, par leurs violentes intensités, leurs durées et leurs extensions géographiques, ces épisodes de méso-échelle sont susceptibles de provoquer à la fois des crues majeures sur les sous bassins versants et une inondation générale de la vallée de l'Arc.



Extrait de la carte des précipitations de Météo France lors de l'épisode de 1993 dans les Bouches-du-Rhône

■ L'évènement exceptionnel du 15 juin 2010 dans le Var pourrait-il être observé sur le bassin versant de l'Arc ?

Avec plus de 400 mm précipités en 24 heures, aux Arcs entre autres, la pluie du 15 juin 2010 ayant touché une large partie du bassin versant de l'Argens, est d'une intensité remarquable. Si sa période de retour n'a pas donné lieu à une estimation officielle, son caractère exceptionnel ne fait pas de doute.

Toutefois, à l'échelle du sud-est de la France, ce type de précipitation a pu être observé au moins 3 fois au cours des 25 dernières années :

- Dans la nuit du 2 au 3 octobre 1988, à proximité de Nîmes : 420 mm sont relevés en 8 h au Mas de Ponge. On déplore 9 victimes directes de l'inondation (ainsi que 2 personnes décédées dans un accident d'hélicoptère lors d'opérations de sauvetage).

- Le 22 septembre 1992 : 448 mm en 24 h au Caylar dans l'Hérault et plus de 300 mm à Entrechaux en amont de Vaison-la-Romaine où l'on dénombrera 37 victimes.

- Le 15 juin 2010 dans le Var (23 décès)

Cette liste n'est pas exhaustive.

Météo France précise que ce type d'évènement paroxysmique peut se produire n'importe où autour de la Méditerranée. Il est donc possible d'imaginer un tel évènement sur le bassin de l'Arc, soit seulement à 60 km à l'Ouest de l'épicentre de la pluie du 15 juin 2010. On notera que les événements listés ci-dessus ne sont pas des précipitations de type cévenol. Ces dernières requièrent des conditions topographiques et météorologiques non présentes dans le Var et les Bouches-du-Rhône.



Le Réal aux Arcs (Var), 22 juin 2010



La Nartuby à Rebouillon (Var), 15 juin 2010



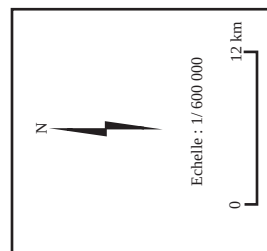
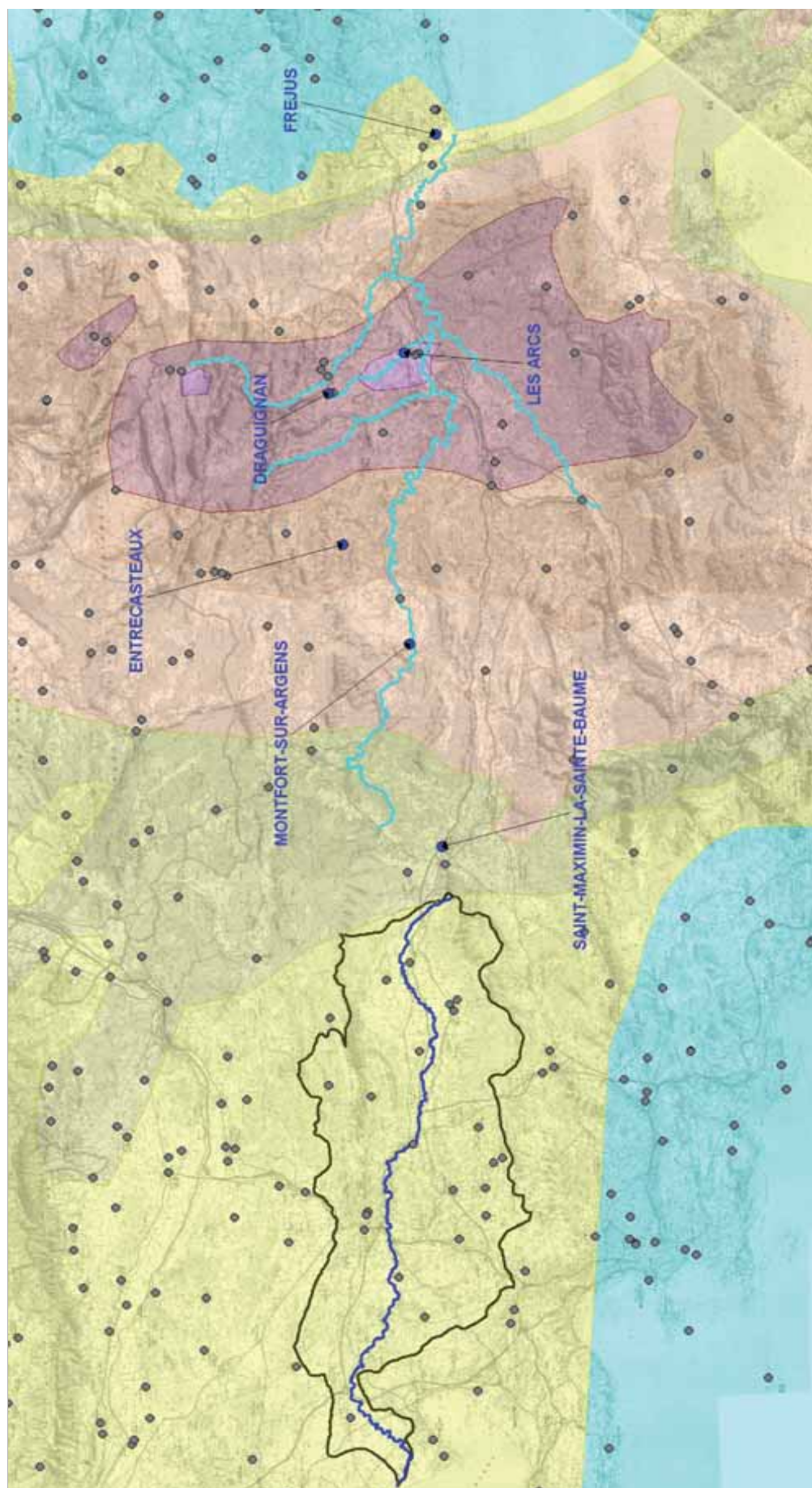
La Nartuby à La Motte (Var), 22 juin 2010



La Nartuby à La Motte (Var), 22 juin 2010



Evènement du Var : lame d'eau précipitée du 14 juin 2010 à 6h au 16 juin 2010 à 6h



Source : GINGER, Météo France
Réalisation : **SABA**

Lame d'eau précipitée du 14 juin à 6h au 16 juin à 6h



- pluviomètres existants ou ayant existé
- pluviomètres où les données ont été acquises

Principaux cours d'eau affectés par la crue du 15 juin 2010
Aïda, Nartuby, Argens, Fionaye, Roub

— L'Arc

□ Bassin versant de l'Arc

Légende



1-2 ■ Un territoire marqué par les crues

L'Arc a toujours connu des crues d'intensité et de fréquence variables. Des archives remontant jusqu'au XV^{ème} siècle témoignent de ce passé marqué par ces événements que la mémoire locale tend à oublier trop rapidement. Le XX^{ème} siècle est particulièrement riche en crues dans les archives. Il y a été recensé **pas moins de 44 crues**. Durant les 40 dernières années, l'Arc a subi 6 crues importantes qui sont aujourd'hui les mieux connues (1972, 1973, 1978, 1993, 2003 et 2008)..

■ Le réseau de mesures et les données disponibles

Le bassin de l'Arc est équipé de 5 stations hydrométriques (4 sur l'Arc, 1 sur la Luynes) gérées par la DREAL PACA. La finalité du réseau est la connaissance hydrologique des cours d'eau. Ces données sont stockées et mises à disposition dans la banque de données HYDRO.

Les débits de l'Arc et de ses Affluents

Débits caractéristiques au droit de chaque station.

Station de mesure	Q10 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Superficie du bassin versant (km ²)
L'Arc à Pourrières (Var) (1963-2011)	37	45	130	49
Banque HYDRO -extract 2011 : station Y4002010 Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.				
L'Arc à Pont de Bayeux (Meyreuil) (1972-2011)	96	170	480	303
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4022010 Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.				
L'Arc à Roquefavour (Aix-en-Pce) (1996-2011)	130	260	660	650
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4122040 Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.				
L'Arc au Pont de Saint-Estève (Berre l'Étang) (1970-2011)	140	310	710	728
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4122020 Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.				
La Luynes à La Pioline (Aix-en-Pce) (1996-2011)	19	Non déterminé	Non déterminé	55
Banque HYDRO extract 2011 : station Y4115020 Étude hydraulique et géomorphologique de l'Arc, SIEE, 1997.				



Échelle limnimétrique sur l'Arc à Roquefavour



Symbole des repères de crues correspondant aux plus hautes connues.



Station de mesure hydrométrique mise en place par la DREAL à St-Estève (Berre-l'Étang)

■ Les crues historiques

Grâce aux informations fournies par les archives, des dates de crues sur le bassin versant de l'Arc ont pu être retrouvées jusqu'au XV^{ème} siècle. Mise à part une grande lacune d'un siècle entre 1497 et 1585, on peut observer une répartition des crues relativement homogène du XVII^{ème} au XVIII^{ème} siècle. Bien entendu, le XX^{ème} siècle est plus fourni, les sources d'information étant plus complètes. Cette répartition tend à confirmer qu'à l'instar de nombreux cours d'eau dont on a redécouvert la dangerosité à partir des années 70, l'Arc a régulièrement connu des crues au cours inondantes sur les derniers siècles et que seul l'oubli récurrent de ces événements dans les décennies "calmes" est responsable de cette perception faussée d'une rivière qui ne causait point trop de problèmes par le passé.

La crue du 16 septembre 1586

A Aix, le 16 septembre "desborda un si grand déluge de pluye, qu'il dura quatre jours, non sans de grandes et mortelles ruynes, ez ponts, fruietz, arbres, possessions et maisons champestres". C. de Nostradamus, P 850

La crue du 23 juin 1634

Débordement de l'Arc le 23 juin, "tel qu'on en voit jamais" - 2 jeunes filles et un enfant "atteintes par l'eau dans leur lit", la litière du maréchal de Vitry renversée". Pierre Gassendi, Opéra Omnia, Observations Coelestes

La crue de 1663-1664

Crue de Lar (l'Arc), dépenses faites pour empêcher le retour des dommages causés par cette rivière - CC 628 - IN F°

La crue de novembre 1674

Mois particulièrement funeste en Provence, où les débordements furent catastrophiques. D'après l'historien De Haitze, contemporain des faits qu'il rapporte, "cette eau commença de tomber un peu avant le commencement de novembre et elle ne discontinua pas pendant quinze jours, même avec abondance (...) A Aix, la capitale, l'enflure des torrents ... paraissait d'autant plus formidable que leur bruit et leur marche grandieuse, à cause de l'âpreté de leur lit, se faisait entendre jusqu'aux portes de la ville".

De Haitze, Histoire de la ville d'Aix, VI, Aix, 1892, chap. IX, p 115

La crue du 15 Août 1687 à Aix

"Vers les deux heures de l'après midi, d'abord il plut extraordinairement, il tombait tant d'eau à la fois qu'on ne voyait plus de maisons des unes des autres. Le large des rues ne pouvait contenir l'eau, en telle sorte qu'elle se répandait de chaque côté dans les maisons. Il y eut plusieurs dont les bas offices et les étages du rez de chaussée furent inondés. En des églises, on fut contraint de cesser le chant des vêpres, pour remédier à l'inondation des eaux'(les Cordeliers et les Grands Carmes)".

De Haitze, Histoire de la ville d'Aix en Provence, VI, liv. XVII, p 298 (publiée à Aix en 1892

La crue du 3 décembre 1705 au 4 et 5 janvier 1706 à Berre

Les petits bassins côtiers n'échappèrent pas aux grandes pluies continuelles et aux débordements comme on le rappelait à Berre. Les débordements si effroyables de la rivière de l'Arc eurent lieu du 3 décembre 1705 au 4 et 5 janvier 1706. Au moins les trois quarts du terroir furent ravagés, l'eau creusant les terres jusques aux graviers et emportant la bonne terre. A d'autres endroits, elle les remplit de graviers et de "vaze". Le 1^{er} mars l'eau croupissait encore en certains fonds. Aux Salins, la perte était évaluée à 30 000 minots de sel (minot = mesure de volume, environ 38 l)".

La crue de mars 1790

"En 1790, une grande inondation touche le village de Pourcieux. Les habitants montent les bestiaux au 1^{er} étage des habitations et des tonneaux sont emportés"- Mairie de Pourcieux

Crue de 1497, 1705, 1716, 1744, 1746, 1907...

Inondations à Berre

Source : Étude sur les crues historiques, GINGER, 2010

La crue du 10 au 13 octobre 1972

Les événements qui ont touché le bassin versant de l'Arc au cours de l'automne 1972 ont été générés par une période pluvieuse prolongée de 4 jours présentant 2 journées particulièrement arrosées les 11 et 13 octobre. La journée du 11 octobre est marquée par un maximum de précipitation sur le centre du bassin (97,8 mm à Aix, 106 mm à Cabriès), alors que la journée du 13 voit la partie amont du bassin recevoir les plus fortes précipitations (99,8 mm à Pourrières).

Total des cumuls :

Pourrières : 202,9 mm
Trets : 127,9 mm
Rousset : 144,2 mm
Aix : 200,6 mm
Cabriès : 187,3 mm
La Fare : 125,4 mm

La crue du 3 octobre 1973

La crue du mois d'octobre 1973 est générée par un événement pluvieux très intense qui a frappé l'ensemble du bassin versant au cours de la journée du 2 octobre.

Total des cumuls :

Trets : 159,4 mm
Rousset : 119,7 mm
Aix : 87,8 mm
Cabriès : 172 mm
La Fare : 163,5 mm

La crue du 17 janvier 1978

Les précipitations journalières de la crue de 1978 décrivent une longue période pluvieuse avec des cumuls très importants, notamment sur la partie amont du bassin versant. Ainsi, la station de Trets a connu un cumul de précipitations du 14/01 au 18/01 de 263,1 mm. Les intempéries violentes du 16/01 vont entraîner des records de cumuls journaliers à Trets, où l'on enregistre une lame d'eau de 167 mm. Ces cumuls journaliers sont deux fois plus faibles sur la partie centrale du bassin. Quant à l'aval, les précipitations sont encore plus faibles.

Total des cumuls

du 14/01 au 17/01/1978 :

Trets : 263,1 mm
Rousset : 169 mm
Aix-en-Provence : 162 mm
Cabriès : 128,1 mm
La Fare-les-Oliviers : 95,7 mm



Aval du Pont de l'Arc en janvier 1978 pendant la crue...



... Après la crue

La crue du 22 et 23 septembre 1993

Lors de l'évènement de septembre 1993, l'ensemble du bassin versant est touché par un orage principal qui a lieu le 22 septembre à partir de 18 heures et qui se termine à minuit. L'averse va débiter sur la partie aval, où la station pluviométrique de la Fare-les-Oliviers relève 55 mm de précipitations en 1 heure.

Les pluies les plus importantes sont concentrées sur la partie centrale du bassin où simultanément de forts cumuls vont s'abattre sur Aix-en-Provence avec 168 mm en 2 heures et sur Cabriès avec un cumul de 158 mm en 2 heures. La partie amont du bassin est touchée en dernier, et dans une moindre mesure. A Trets, on relève un cumul de 50 mm en 2 heures. La station de Vauvenargues reçoit l'orage en dernier avec 40 mm entre minuit et une heure.

Total des cumuls

du 22/09/1993 à 6h au 23/09/1993 à 6h :

Aix-en-Provence : 222 mm (dont 162 mm en 2 heures)

Cabriès : 176 mm (dont 158 mm en 2 heures)

La Fare-les-Oliviers : 104 mm (dont 55 mm en 1 heure)

Des dégâts difficiles à évaluer

C'est surtout la région d'Aix, Les Milles et Saint Pons qui a été touchée. Les dégâts dans le reste du département semblent moins importants. Reste qu'il faudra plusieurs jours pour évaluer leur ampleur.



La Provence, 24 septembre 1993 - Aix-en-Provence



Crue du 23 septembre 1993, secteur de l'A8 au franchissement du vallat des Marseillais sur la commune d'Eguilles

La crue de décembre 2008

L'évènement pluvieux au cours duquel l'ensemble du bassin versant est touché, se concentre sur principalement le 14 décembre entre 6h00 et 21h00, et touche la chaîne de l'Étoile ainsi qu'Aix-en-Provence et Trets, dans une moindre mesure.

L'amont du bassin versant reçoit, lors de la première averse, moins de 100 mm avec des intensités relativement faibles, ce qui explique un débit assez faible enregistré à Pourrières (30.3 m³/s). Avec près de 100 m³/s à la station du Pont de Bayeux, le débit à la sortie de la haute vallée est, pour sa part, relativement important. Il traduit les apports du versant Nord de la chaîne de l'Étoile, beaucoup plus intensément arrosée, par le biais du Grand Vallat de Fuveau.

Il est relevé 216 m³/s le 15 décembre 2008 à 3h40 à Roquefavour et la surprenante valeur de plus de 300 m³/s à Berre-l'Étang (St Estève) : l'Arc commence à inonder le hameau de Mauran.

Total des cumuls

du 13/12 au 14/12/2008

Aix-en-Provence : 105.8 mm

Mimet : 148.6 mm

Trets : 124.2 mm



L'Arc à Mauran en décembre 2008



L'Arc à St-Pons en 2008



L'Arc à Mauran en décembre 2008



Grand Vallat de Fuveau en 2008



Crue de l'Arc en décembre 2008 sur la commune de Berre l'Étang

■ Les caractéristiques des crues

■ Les crues lentes de l'Arc, exemple de la crue du 17 janvier 1978

Les crues lentes sont le résultat de pluies régulières relativement bien réparties sur l'ensemble du bassin versant. Celles-ci saturent les sols dans un premier temps et, lorsque qu'elles s'intensifient, provoquent des crues lentes. Le temps de montée de la crue est de l'ordre de 24 h.

Description de la crue :

La crue du 17 janvier 1978 fait suite à une longue période pluvieuse avec des cumuls très importants. Les pluies cumulées entre le 14 et le 17 janvier atteignent plus de 220 mm sur la partie amont du bassin versant et 95 mm à l'aval. Une très forte averse a eu lieu sur le bassin de Trets le 16, de l'ordre de 170 mm. Elle provoque une crue d'environ 260 m³/s à Roquefavour, qui débutera sur la partie amont le 16 janvier en journée. La propagation de la crue est alors ralentie par une ripisylve dense, un probable taux d'embâclement important et des débordements fréquents. La nuit et la journée du 17 janvier, les apports des sous bassins versants à l'aval n'auront que peu d'effet sur cette crue. La crue progresse lentement pour atteindre la plaine aval de Berre le 17 janvier à 14 heures. Son débit de pointe est alors de 270 m³/s à Berre.

Conséquences :

L'Arc déborde dans la plaine de Trets. Il passe par-dessus le Pont de Favary à Rousset. Plusieurs maisons du secteur doivent être évacuées pour inondation par ruissellement ou par débordement du fleuve. La plaine des Milles est inondée sur plusieurs tronçons. A Roquefavour, un Hôtel est inondé par une hauteur d'eau de plus de 1.20 m. A l'aval, l'Arc en terrasse déborde et ses eaux viennent inonder le centre historique de Berre-l'Étang : les Berrois se déplacent en barque.

Propagation des crues lentes :

- **Sur la haute vallée jusqu'à Palette :** le bassin de l'Arc, de nature globalement agricole et rurale, permet l'infiltration et le stockage des eaux. Les temps de montée sont longs. La propagation des crues de l'Arc est également lente (de 6h à 7h30 de Pourrières à Pont de Bayeux), notamment du fait de la ripisylve relativement large et dense, rapidement inondée, jouant un rôle de frein important.

- **D'Aix à St-Pons :**

La propagation est plus rapide (2 m/s contre 1 à 1,5 m/s sur le tronçon précédent). La pente y est plus importante, les possibilités d'étalement et de ralentissement absentes dans la première partie (gorges) et les aménagements (digues, remblaiements, recalibrages, rectifications) sont nombreux dans la seconde moitié du trajet. Sur ce tronçon, il n'y a plus guère que dans la plaine de St-Pons où l'Arc déborde rapidement et largement (dès la crue quinquennale), cette zone permettant le laminage de la pointe de crue ainsi qu'un ralentissement des écoulements. Ce secteur reçoit également les deux affluents les plus importants de l'Arc, la Luynes et la Jouïne, qui débordent également, leur autorisant un écrêtement des pointes de crue. La plaine de St-Pons opère un écrêtement sur la Jouïne et le Grand Vallat qui peut atteindre jusqu'à près de 50 %.

La plaine de St-Pons constitue donc une zone de ralentissement et de laminage pour l'Arc, mais aussi pour son affluent principal, et ce dès la crue quinquennale.

On note que lors de la crue de 1978, l'onde de crue s'est propagée beaucoup plus lentement, ce qui peut être attribué aux nombreux embâcles signalés lors des enquêtes réalisées lors de l'étude sur les crues historiques (GINGER, 2010).

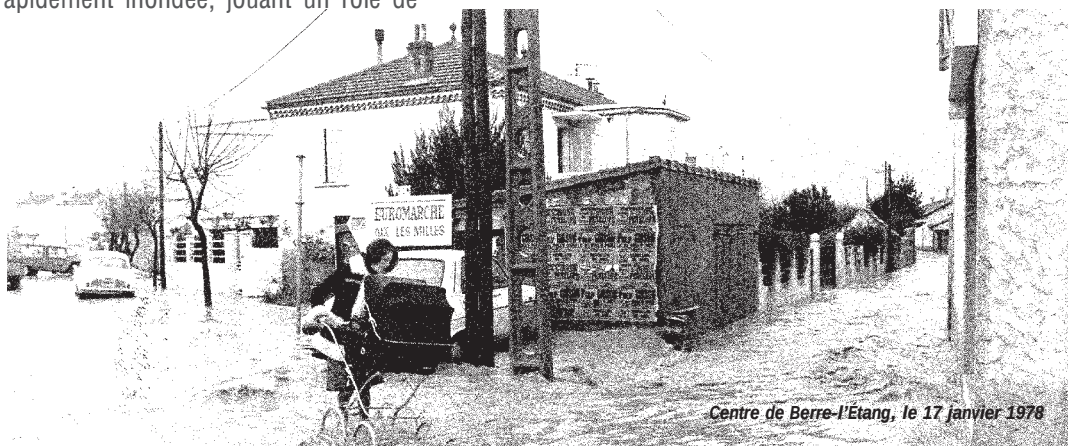
- **De St-Pons à l'embouchure :**

Cette dernière partie du linéaire est marquée par de très faibles apports latéraux : les débits venus de l'amont sont donc simplement propagés.

A l'aval de la RN113, des débordements interviennent pour des débits voisins du débit décennal. Le faciès de la plaine induit des débordements sur une très grande largeur (jusqu'à 1000 m), qui diminuent la pointe de crue.

Encore, plus à l'aval (pont SNCF), l'Arc prend un profil « en toit » et les débits débordés suivent des axes d'écoulement différenciés, le plus spectaculaire étant la dérivation vers l'agglomération de Berre.

Six heures, en moyenne, sont nécessaires pour que l'onde de crue de Roquefavour arrive à Berre.



Centre de Berre-l'Étang, le 17 janvier 1978

© Photo Robert DURAND

■ Les crues rapides de l'Arc, exemple de la crue du 23 septembre 1993

Les crues dites rapides sont issues de pluies convectives, très fortes et de courte durée. Elles peuvent être localisées à un sous bassin versant et affecter l'aval. Le temps de montée de crue est rapide, de l'ordre de 6 h, et il n'excède pas 12 h.

Description de la crue

La crue du 23 septembre 1993 est reliée à un événement orageux principal survenu le 22 septembre 1993 vers 21 heures. Les cumuls les plus importants sont concentrés sur la partie médiane du bassin versant avec en 2 heures, 168 mm à Aix-en-Provence, et 158 mm à Cabriès. Ces averses génèrent un premier pic de crue localisé sur le bassin versant médian de l'Arc, et mesuré à Saint-Pons à 273 m³/s vers 2 heures du

matin, soit seulement quelques heures après le début des pluies. Une secondeaverse à l'amont, le 23 septembre 1993, affecte également les débits de pointe de l'Arc dans la plaine de Trets, mais dans une moindre mesure.

Conséquences

Les vallats de la commune d'Eguilles près d'Aix-en-Provence débordent tous dans la nuit du 22 au 23 septembre 1993. La station d'épuration d'Eguilles est noyée sous 20 cm d'eau. A Aix-en-Provence, de nombreux terrains sont inondés. A Calas, des habitations sont inondées sous un mètre d'eau. A Velaux, le Vallat des Vignes déborde et emporte une personne sauvée par les pompiers.



Chemin de la Couronnade et du Pont du Varladet à Eguilles en septembre



Portail de la campagne Couronnade à Eguilles en septembre 1993

■ Estimation des débits des crues historiques récentes

	Crue des 11 et 13 oct. 1972	Crue du 3 oct. 1973	Crue du 17 janvier 1978	Crue du 22 sept. 1993	Crue du 2 déc. 2003	Crue du 14 dec. 2008
Pourrières	44,2 m³/s	27,5 m³/s	30,10 m³/s	24 m³/s	22,10 m³/s	30,3 m³/s
Banque HYDRO						
Pont de Bayeux (Meyreuil)	120 m³/s	71,2 m³/s	265 m³/s	40,5 m³/s	43,9 m³/s	96,8 m³/s
Banque HYDRO				Données issues de la modélisation pluie-débit	Banque HYDRO	
Roquefavour (Aix-en-Pce)	179,5 m³/s	129,6 m³/s	271,3 m³/s	320,8 m³/s	183 m³/s	215 m³/s
Données issues de la modélisation pluie-débit effectuée dans le cadre de l'étude des crues historiques (GINGER, 2010).					Banque HYDRO	
Pont de Saint-Estève (Berre l'Étang)	135,6 m³/s	178,3 m³/s	248,9 m³/s	205 m³/s	166 m³/s	311 m³/s
Données issues de la modélisation pluie-débit effectuée dans le cadre de l'étude des crues historiques					Banque HYDRO	
					Données issues de la modélisation pluie-débit	
					207,6 m³/s	

Recensement des différents usages existants

2-1 ■ Des risques d'inondation aggravés par le développement des activités humaines

■ Les sites touchés par les inondations de l'Arc

Sur l'Arc, conformément aux orientations fixées lors de la première étude réalisée sur le cours d'eau en 1977, les capacités d'écoulement sont les suivants :

- Q10 (crue décennale) en zone urbaine,
- Q5 (crue quinquennale) en zone rurale.

Ces objectifs ont été atteints grâce à une série d'aménagements réalisés dans le cadre d'un premier Contrat de Rivière sur l'Arc (1984-1988). Depuis, le SABA s'attache à les maintenir en assurant, notamment, un entretien adapté de la ripisylve, au travers de programmes pluriannuels.

Seule la plaine de St-Pons laisse déborder la crue quinquennale, ce qui reste très positif pour le laminage des crues. Les zones urbaines (Aix, Berre, lotissements en bordure) sont hors d'atteinte de la crue décennale. Ce sont donc les débits de fréquence plus rare qui posent problème. Les simulations effectuées permettent de situer les points critiques :

• En zone urbaine :

- Le plus gros point noir se situe au niveau de **Berre** où près de 100 m³/s peuvent s'écouler dans le centre ville en cas de crue centennale de l'Arc.
- Sur tout le **tronçon de Palette aux Milles**, nombre de secteurs urbanisés en bordure de cours d'eau sont inscrits dans la zone inondable.

• En zone rurale :

- La **plaine de Berre** est inondée au-delà de la crue décennale. La surface concernée est très importante et inclut un habitat rural diffus.
- La **plaine de Saint-Pons** est inondée, même pour des fréquences courantes et sur une grande surface.
- Le **bassin de Trets**, et plus globalement le bassin amont (amont du Pont de Bayeux), présente une extrême variabilité des largeurs du lit mineur mais aussi du champ d'inondation (largeur moyenne de 150 mètres pour une crue décennale, 10 % du linéaire considéré présente une largeur inférieure à 50 mètres et 10 % une largeur supérieure à 300 mètres).

Cette variabilité des lits semble favoriser l'accumulation de volumes importants lors des crues débordantes, ce qui explique la lenteur de la propagation observée. Cette lenteur est essentielle pour atténuer la conjonction des crues du bassin amont et du bassin aval.

Globalement ces 3 secteurs (bassin de Trets, plaine de St-Pons et plaine de Berre) sont reconnus pour leur intérêt stratégique lié à l'amortissement des crues. Le SAGE de 2001 a d'ailleurs défini **6 Zones stratégiques d'Expansion de Crue (ZEC) sur l'Arc** (cf cartes pages suivantes) **qu'il est indispensable de préserver** (préservation de la capacité d'amortissement des crues).

Les sites touchés par les inondations des affluents de l'Arc

Le réseau des affluents est très développé. La situation sur les affluents est totalement différente :

- Des événements pluviométriques intenses et de courte durée peuvent y générer des **débordements violents, menaçant de nombreux secteurs habités**.
- Le **bassin versant le plus exposé** (parce que le plus urbanisé et présentant les degrés de protection les plus faibles) **est celui de la Jouïne et du Grand Vallat** avec l'observation de désordres chroniques.

• Cependant, **de nombreux affluents traversent des zones à vulnérabilité forte et sont sources de danger potentiel** : le chevelu traversant Trets, le Grand Vallat de Fuveau, la Luynes, la Torse à Aix-en-Provence, le réseau amont de la Luynes à Mimet et Gardanne...

• A noter sur le **Grand Vallat de Cabriès**, la présence d'une **plaine inondable intéressante pour l'amortissement des crues**. Le SAGE de 2001 avait souligné son intérêt en y définissant une **ZEC** (Zones stratégiques d'Expansion de Crue) (cf cartes pages suivantes).

Zoom sur le delta de l'Arc

Dans le cadre du 1^{er} Contrat de Rivière sur l'Arc (1984-1988), priorité avait été donnée à l'aval du bassin, et notamment à la commune de Berre dont le centre ville était très exposé au risque inondation. A l'occasion, un canal de décharge avait été creusé, sur 700 mètres de long, comparable à la longueur de l'ancien lit.

On constate aujourd'hui que le bras de décharge est devenu le lit principal de l'Arc et que l'ancien lit s'est obstrué au cours du temps.

“L'ouvrage hydraulique” que constitue aujourd'hui le delta de l'Arc n'est donc plus opérationnel. L'impact de cette situation sur le risque d'inondation de l'agglomération de Berre-l'Étang est aujourd'hui à vérifier. S'il s'avère préjudiciable pour les zones habitées, il sera nécessaire de conduire les travaux permettant un retour à la situation souhaitée dans le 1^{er} Contrat de Rivière



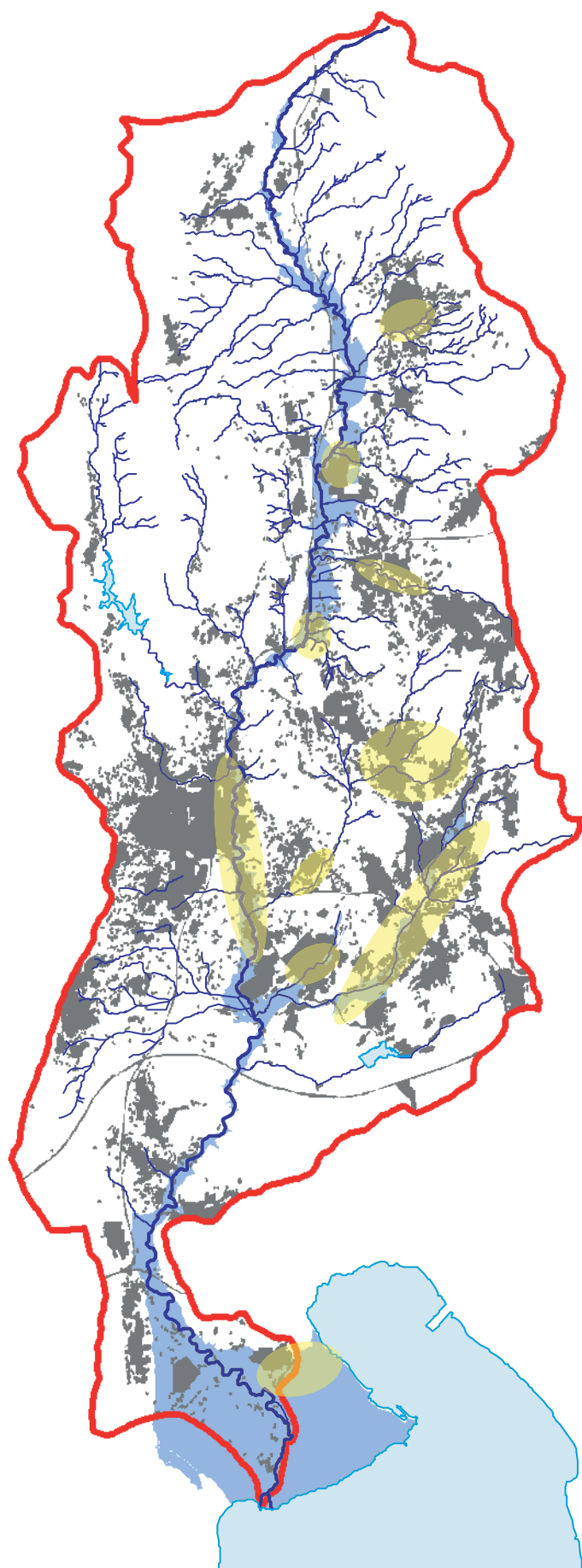
Ancien lit de l'Arc



Delta en 2003 : ancien lit de l'Arc et bras de décharge



Zones inondables de l'Arc, de la Jouïne et du Grand Vallat déterminées selon la méthode hydrogéomorphologique



Légende

 Bassin versant de l'Arc

 Fleuve Arc

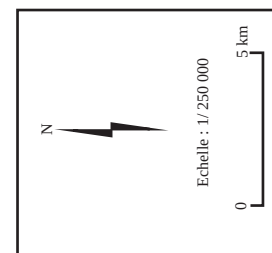
 Affluent de l'Arc

 Plan d'eau

 Secteur à fort enjeu

 Zone urbanisée

 Zone inondable

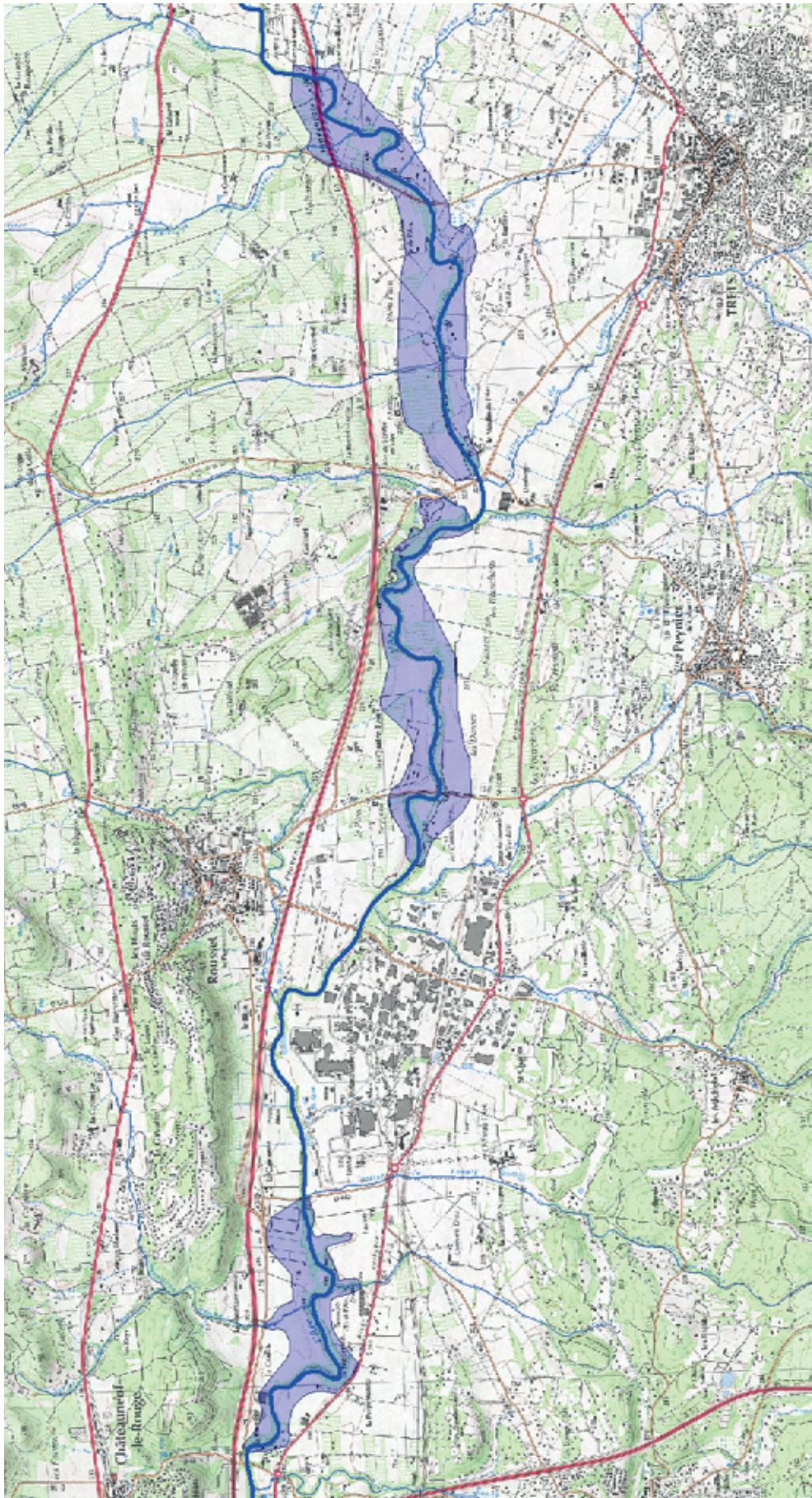


Source : BD Cartho, DREAL PACA
Réalisation : SABA

Rappel : les zones inondables de cette carte sont issues de l'Atlas des Zones Inondables élaboré par la DREAL PACA. Cet atlas a été établi suivant une méthode hydrogéomorphologique qui délimite l'emprise maximale possible d'une inondation. Cela ne signifie pas que les autres secteurs non recouverts ne sont pas inondables, mais qu'ils n'ont pas été étudiés. Les zones à enjeux sont définies empiriquement "à dire d'expert".

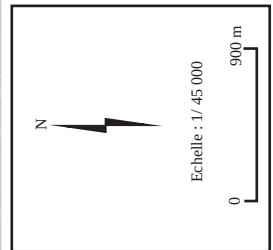


Zones stratégiques d'Expansion de Crue (ZEC) définies par le SAGE de 2001- Secteur Trets-Peynier-Rousset



Légende

- Zone d'expansion de crue
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc

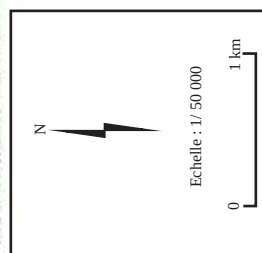
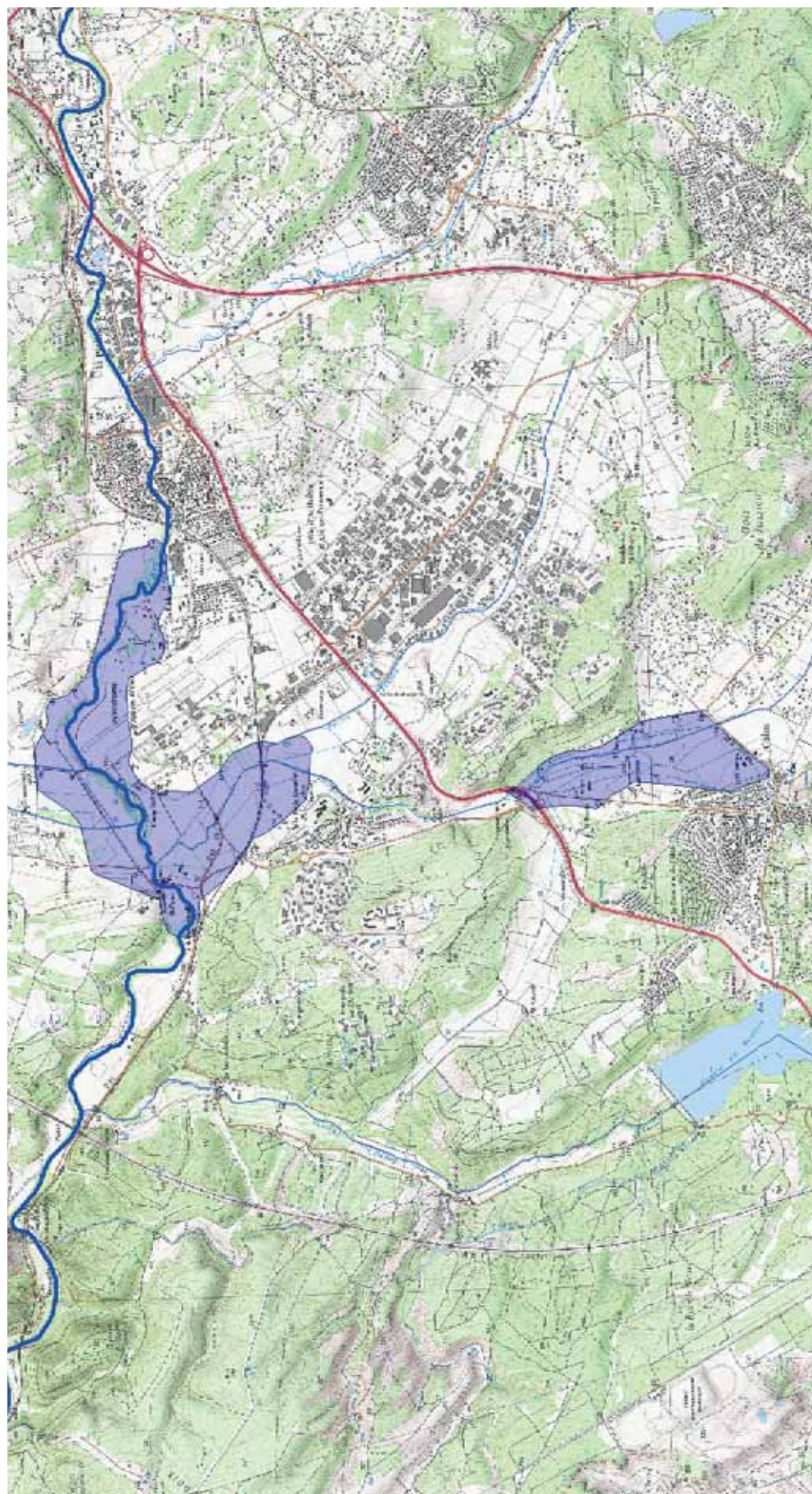


Source : IGN SCAN 25, MEDDTL
Réalisation : SABA





Zones stratégiques d'Expansion de Crue (ZEC) définies par le SAGE de 2001 - Secteur Aix - Les Milles - Cabriès



Source : IGN/SCAN 25, MEDDTL
Réalisation : **SABA**

Zone d'expansion de crue



Fleuve Arc



Affluent de l'Arc

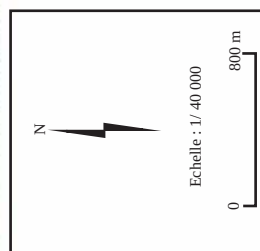
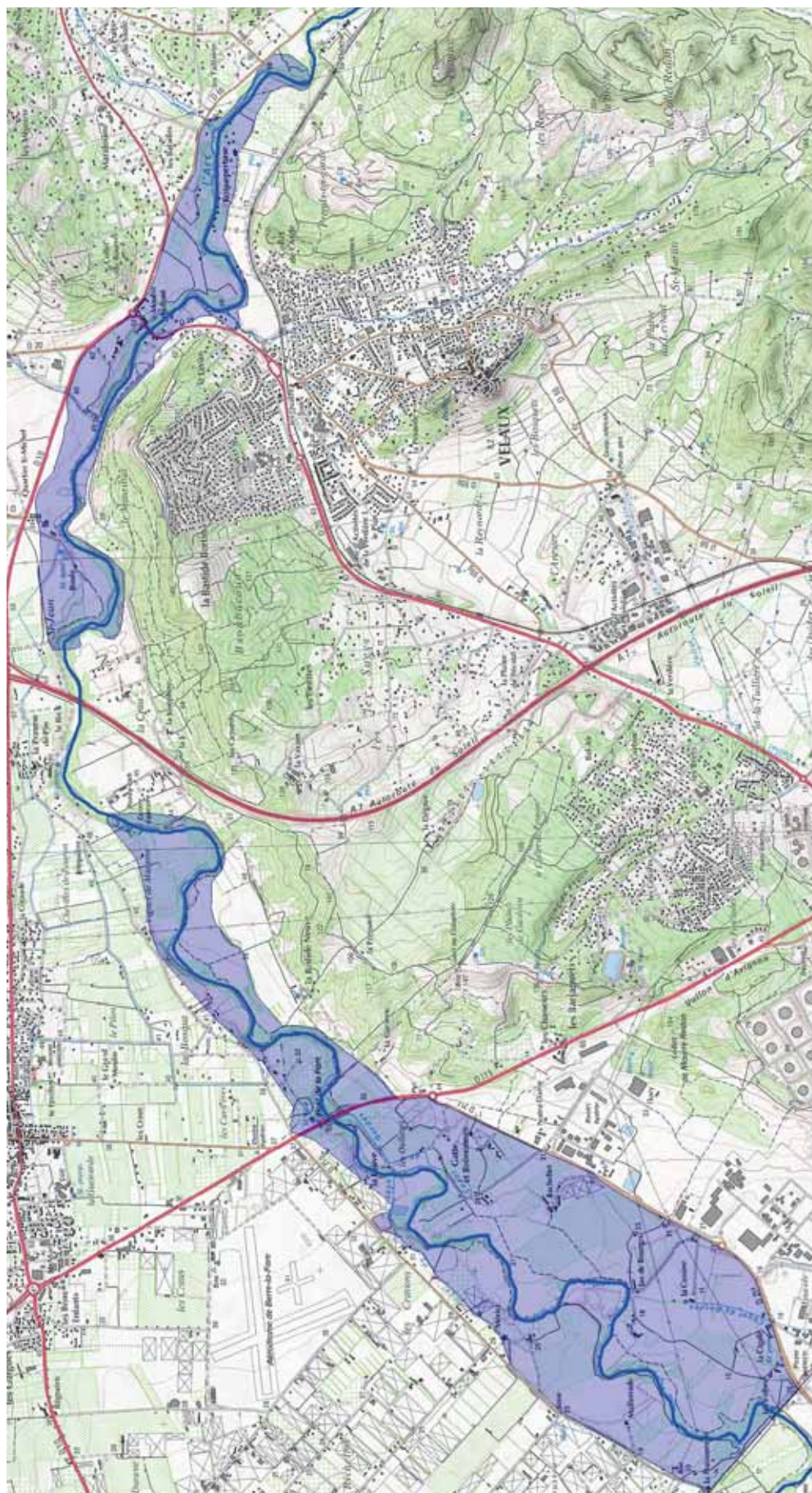


Légende





Zones stratégiques d'Expansion de Crue (ZEC) définies par le SAGE de 2001- Secteur plaine de Berre - La Fare-les-Oliviers



- Zone d'expansion de crue
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc

Légende



Urbanisation en zone inondable (lit majeur), imperméabilisation des sols et mauvaises pratiques de protection

Sur le bassin versant, le développement des activités humaines s'est accompagné d'une augmentation de l'exposition des enjeux (humains et matériels) à l'aléa inondation. **Des zones inondables (lits majeurs) se sont vues colonisées par des lotissements et/ou des zones d'activités.**

Le réflexe logique lié à ce phénomène est alors le **besoin de se protéger contre les crues**. Ainsi, se sont multipliés les **travaux d'endiguement**, parfois en travers de l'axe d'écoulement, **de remblaiement, de recalibrage**, contribuant tous à accélérer le transit des crues, à limiter les possibilités d'amortissement des crues et donc à accroître le risque.

Dans l'étude préliminaire à l'élaboration d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux sur le bassin de l'Arc (INPG - Entreprise, 1994), Philippe Lefort démontre que la vitesse de propagation le long de l'Arc influence énormément la composition des hydrogrammes en aval. La réduction du temps de concentration sur l'Arc pour les crues générales pourrait provoquer des majorations de débit de 30 à 50 %, ce qui reviendrait à doubler la fréquence des dommages.

En milieu urbain, **l'imperméabilisation des sols (routes, parkings, zones d'activités ou zones industrielles, lotissements ...)** empêche l'infiltration des **eaux de pluies dans les sols, et augmente les ruissellements**. C'est par exemple le cas du sous-bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat (ZI des Milles, communes de Bouc-Bel-Air, Cabriès) ou des communes du bassin de Trets qui connaissent un phénomène de périurbanisation marqué (lotissements, nouvelles infrastructures...). Lors des épisodes pluvieux, l'Arc reçoit alors des rejets pluviaux supplémentaires, ce qui a

pour conséquence directe un **accroissement des débits de crues**.

Outre le débit de pointe, **l'imperméabilisation augmente la vitesse de montée de la crue**. A Saint-Pons par exemple, la simulation de la crue de 1993 montre que pour un début de crue identique, le débit de 300 m³/s est aujourd'hui atteint une heure avant, ce qui est important pour une crue dont la durée totale est courte.

Le SAGE approuvé le 22 février 2001 dressait déjà le constat d'aggravation du risque liée à l'imperméabilisation du territoire. En réponse, il a instauré un **principe de compensation de toute nouvelle imperméabilisation** qui a ainsi permis d'intégrer la problématique du ruissellement urbain dans les politiques d'urbanisation future conduites sur l'ensemble du territoire. Le nouveau SAGE devra reprendre ce principe pour limiter au maximum l'aggravation du risque liée au développement du territoire.

A noter que certaines pratiques agricoles peuvent avoir les mêmes effets sur les ruissellements : suppression des haies, suppression des ripisylves, travail du sol dans le sens de la pente...



L'exposition des enjeux forts à l'aléa inondation (implantation des activités en zone inondable) conjuguée à la multiplication de travaux d'endiguement, de remblaiement en lit majeur et de recalibrage (accélération du transit des crues) et à l'imperméabilisation toujours croissante des sols (augmentation du ruissellement) ont significativement aggravé le risque d'inondation du territoire.



Inondation au hameau de Mauran (commune de Berre-l'Étang) en décembre 2008



Inondations à Berre-l'Étang en décembre 2008



Impact cumulé de l'imperméabilisation

En général, un projet d'imperméabilisation, du fait de son caractère ponctuel, a un impact localisé sur le ruissellement et la vitesse de montée de la crue, mais négligeable sur l'ensemble des écoulements de l'Arc ou de ses affluents.

Dans son rapport *"Aménagement du territoire et prévention contre les inondations - Impact des Règlements PPR dans un contexte anthropique évolutif"* (Cemagref, sept 2002), Jacques LAVABRE met en évidence que l'augmentation des débits de crues liée à l'imperméabilisation toujours croissante du territoire peut atteindre 23 % à Meyreuil, 26 % à Aix-en-Provence et 30 % à Berre-l'Étang, pour une crue décennale, compte tenue de l'urbanisation prévisible sur le bassin de l'Arc.

Pour l'ensemble du bassin, l'impact de l'urbanisation prévisible est moindre sur le débit centennal : + 10 % à Meyreuil, + 11 % à Aix, + 15 % à Berre, la réaction des sols se rapprochant de celle d'un sol imperméabilisé en cas d'évènement intense.

Dans ce même rapport, il a été démontré que le phénomène d'augmentation du débit est amplifié sur les petits bassins versants. Le calcul mené sur un petit bassin de 8 km² conduit à une augmentation de 90% pour un débit décennal et 38 % pour un débit centennal. *"L'étude hydrologique et morphologique de l'Arc"* (SIEE, 1997) aboutissait au même type de conclusion.

L'hypothèse simulée montre que **l'imperméabilisation cumulée, à l'échelle d'un bassin versant, aura des conséquences graves quelles que soient les crues considérées**, augmentant inévitablement la fréquence de débordement des cours d'eau et réduisant la vitesse de montée des eaux.





Impact cumulé des remblais sur les inondations

Afin de mesurer l'impact cumulé des remblaiements en lit majeur, une modélisation a été menée sur le secteur Palette-Roquefavour (l'Arc dans sa traversée du Pays d'Aix). Pour les besoins du calcul, le lit majeur de l'Arc a été réduit à une bande de 10 m de part et d'autre du lit mineur.

Trois crues ont été testées :

■ Crue de février 1994

Pour la crue de février 1994, l'impact sur les hydrogrammes est faible jusqu'aux Milles, car la crue a été peu débordante sur ce tronçon. Le débit de pointe et le temps de transfert de la crue sont peu modifiés.

Sur le tronçon aval, la crue a été beaucoup plus débordante, notamment à Saint-Pons. Les hydrogrammes de Saint-Pons et Roquefavour montrent des différences significatives. Tout d'abord, les débits maximums sont augmentés d'environ 10 m³/s mais, surtout, l'hydrogramme est avancé avec un maximum de deux heures à Saint-Pons et près de trois heures à Roquefavour.

Pour ce type de crue, pourtant modeste (inférieure à Q10), la zone inondable à partir des Milles joue donc un rôle ralentisseur déjà important.

L'impact sur les hauteurs d'eau est faible jusqu'au Milles. L'exhaussement est de l'ordre de 10 cm et peut atteindre localement 40 cm. Plus en aval, l'exhaussement de la ligne d'eau est plus important, sans toutefois dépasser un mètre. L'impact maximal se situe au niveau de la confluence avec le Grand Torrent où l'exhaussement de la ligne d'eau est dû à la réduction de la section, mais aussi à une forte augmentation locale de débit. En effet, les pointes de crues de l'Arc et de l'affluent sont alors quasi concomitantes du fait de l'avance de l'hydrogramme de l'Arc.

■ Crue de septembre 1993

(273 m³/s sur l'Arc à Roquefavour où Q10 = 260 m³/s).

Pour la crue de septembre 1993, les débits de pointe sont majorés de 20 à 35 m³/s, soit environ de 10 %, sur tout le linéaire recalibré.

Les hydrogrammes sont décalés d'une demie heure à Aix jusqu'à 2 heures à Roquefavour. D'autre part, le temps de montée de la crue est raccourci d'une heure et demie à Saint-Pons et de deux heures à Roquefavour, ce qui est très important pour un temps de montée de cinq à six heures.

Un remblaiement de la zone inondable engendrerait donc une crue en avance (deux heures à Roquefavour), **plus rapide** (temps de montée diminué d'un tiers) et **plus forte** (pointe majorée de 10 %).

L'impact sur les hauteurs d'eau est lui aussi important : à l'aval des Milles, l'exhaussement moyen de la ligne d'eau est compris entre 1 m et 1,60 m. L'augmentation la plus forte de la ligne d'eau est alors atteinte au niveau du pont de la Pioline, qui est mis en charge. A son amont, l'exhaussement est maximal, il atteint presque 2 mètres par rapport à la situation actuelle.



■ Crue centennale

Pour la crue centennale, les différences entre hydrogrammes sont similaires à celles de la crue de 1993. On retrouve les mêmes écarts pour les temps de montée, le décalage de la crue et la valeur du débit de pointe. Encore plus important est le relèvement de la ligne d'eau dans la zone remblayée. L'exhaussement est en général compris entre 1,5 et 2 m et peut même atteindre 3 mètres localement.

Avec de tels niveaux, l'impact sur les zones inondable est considérable.

Sont listés ci-dessous les principaux désordres qu'engendrerait le remblaiement pour cette crue centennale :

- inondation du collège d'Aix-en-Provence en rive droite,
- submersion de l'A8, du Viaduc SNCF jusqu'à l'échangeur d'Aix Sud,
- débordements sur le CREPS,
- submersion du pont de la RN 8,
- inondation totale du quartier de la Parade entre la D9 et l'A51,
- submersion du pont de la Pioline,
- mise en charge du nouveau et de l'ancien pont des Milles,
- inondation quasi-totale de l'aérodrome des Milles.

Ce scénario catastrophe est envisageable si toute la zone inondable actuelle est remblayée et si les secteurs à risque n'ont pas reçu de protection compensatoire.

En général, un projet de remblaiement, du fait de son caractère ponctuel, a un impact hydraulique local mais négligeable sur l'ensemble des écoulements de l'Arc.



Mais l'hypothèse simulée montre que la juxtaposition d'aménagements, pour arriver à un remblaiement total de la zone inondable, aurait des conséquences graves quelles que soient les crues (augmentation des débits de pointe, temps de transfert réduit, temps de montée de la crue raccourci, exhaussement de la ligne d'eau).



■ Une tolérance aux inondations en baisse liée à une culture du risque quasiment inexistante

Historiquement, dans le bassin de l'Arc, les communes ne se sont pas développées autour des rivières mais plutôt sur les points culminants. Plusieurs faits imposaient en effet ces choix, comme l'insalubrité des milieux humides et les risques d'inondation. Or, de nos jours, la **tendance à l'urbanisation** est telle que l'on retrouve **de nombreux lotissements et aménagements divers en zone inondable**.

Ainsi, on constate une **très nette baisse de la tolérance envers les inondations sur le bassin versant**.

- **Avoir construit en zone inondable a banalisé l'inondation.** On ne se méfie plus. De plus, dans l'inconscient collectif, si l'on a construit en zone inondable, c'est qu'il n'y a pas de risque... ou qu'il n'y a plus de risque. Dans une société de science et de technique, chacun s' imagine que le risque est maîtrisé.

Ce phénomène témoigne d'une **absence de culture du risque**, explicable également par les éléments suivants :

- **La population du bassin de l'Arc est de plus en plus rarement originaire du territoire.** C'est une population mobile, déracinée, qui ne connaît pas l'histoire et le fonctionnement des cours d'eau, petites rivières tranquilles au fond du jardin l'été ... torrents dévastateurs en quelques heures.

- **L'information sur le risque inondation** (malgré l'information préventive réglementaire) est diluée, difficile à trouver, difficile à interpréter.

- **La mémoire des riverains est courte...** *«Les habitants ne connaissent l'ennemi que le jour du danger. Le lendemain, comme les marins échappés au naufrage, ils ont oublié leurs craintes et leurs vœux de la veille ».*

(Émile Gueymard : rapport sur les inondations du Drac et de la Romanche le 30 mai 1856).



Repère de crue à St-Pons - crue de septembre 1993



Bassin de rétention "multi-usages"

C



Adaptation du bâti en zone inondable - conception sur pilotis
La Duranne à Aix-en-Provence

2-3 ■ Une gestion du risque à améliorer

La gestion du risque fait écho à divers aspects, dont la protection des lieux à enjeux forts. Elle s'exprime également par sa dimension réglementaire au travers du PPR, de l'information préventive, de l'alerte et du secours.

La protection des lieux à enjeux forts

Nombreuses zones à enjeux forts (urbanisation) sont exposées à l'aléa inondation (cf carte page 36). Certaines subissent fréquemment des crues (réseau des affluents). Hormis la nécessité d'apprendre à vivre avec le risque pour mieux appréhender la gestion, des efforts doivent être faits pour améliorer la protection de la population exposée (réduction de la vulnérabilité, de l'aléa). Cela nécessite de connaître précisément les secteurs exposés et de bâtir une **stratégie globale de gestion des ruissellements et des écoulements**, couplée à des aménagements ponctuels de protection.

Les Plans de Prévention des Risques inondation (PPRi)

Sur le bassin, **seulement 2 PPRi ont été approuvés** (Berre-l'Étang et Ventabren) et **3 sont prescrits** (Aix-en-Provence, Gardanne et Simiane-Collongue).

Il existe un **PPI** (Plan Particulier d'Intervention) **lié à la rupture du barrage de Bimont**.

Il concerne les 8 communes suivantes : Le Tholonet, Aix-en-Provence, Ventabren, Velaux, Coudoux, La Fare-les-Oliviers, Berre-l'Étang et Meyreuil.

L'information préventive réglementaire

L'information préventive est nécessaire, notamment pour inculquer aux habitants du bassin, les gestes adaptés en cas d'inondation. Le retour d'expérience des événements passés nous montre que l'on décompte toujours des victimes à cause de mauvais réflexes, mauvais comportements, mauvais gestes (s'engager, à pied ou en voiture, sur des voies inondées par exemple, descendre au garage pour essayer de mettre son véhicule à l'abri...).

L'information préventive relève du Préfet et du Maire. Le Préfet doit réaliser un DDRM (Dossier Départemental sur les Risques Majeurs). **Dans chacune des communes citées dans le DDRM**, le Maire doit réaliser un DICRIM (Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs). Ce document complète les informations fournies par le Préfet. Le DICRIM doit être accompagné d'une campagne d'affichage des consignes de sécurité.

Dans toutes les communes couvertes par un PPR, le Maire doit réaliser une information de ses administrés au moins tous les 2 ans (réunion publique ou autre moyen approprié). Dans ces communes, l'élaboration d'un PCS (Plan Communal de Sauvegarde) est obligatoire. **En zone inondable**, le Maire doit établir un inventaire des repères de crues historiques et implanter des repères de crues correspondant aux plus hautes connues. (Décret n°2005-33 du 14 mars 2005)



Symbole des repères de crues correspondant aux plus hautes connues

Sur le bassin de l'Arc

Le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs a été établi par le préfet des Bouches-du-Rhône (13/06/2005) et par le préfet du Var (mise à jour le 1/10/2008). Les communes visées par les DDRM sont : Aix-en-Provence, Beaurecueil, Belcodène, Berre-l'Étang, Bouc-Bel-Air, Cabriès, Châteauneuf-le-Rouge, Eguilles, La Fare-les-Oliviers, Fuveau, Gardanne, Gréasque, Lançon-de-Provence, Meyreuil, Mimet, Peynier, Puyloubier, Rousset, Saint-Antonin-sur-Bayon, Saint-Marc-Jaumegarde, Simiane-Collongue, Trets, Vauvenargues, Velaux, Les Pennes-Mirabeau, Ventabren et Coudoux.

Dans l'étude sur les crues historiques conduite par le SABA (GINGER, 2010), les repères de crue présents sur le bassin versant ont été recensés. Ils sont présentés en annexe. Un bilan de l'information préventive sur le bassin a été réalisé. Il est également présenté en annexe. 10 communes disposent d'un DICRIM (sur les 28 précédemment citées) et 18 d'un PCS.

L'alerte et les secours

L'Arc ne dispose d'aucun système de suivi des débits en temps réel. C'est un cours d'eau "orphelin de surveillance". Les stations hydrométriques en place ont une utilité statistique (suivi et traitement statistique des débits). L'annonce de crue se fait par l'expérience locale, sans approche hydrologique ni prévisionnelle des phénomènes qui se produisent, donc sans moyen d'anticiper. La mise en oeuvre d'un système de prévision des crues est indispensable pour améliorer la gestion du risque.

Les communes disposant d'un PCS (cf ci-dessus) ont réfléchi à la façon de donner l'alerte et d'organiser l'évacuation et l'accueil des populations en cas d'inondation. Lorsque plusieurs communes sont touchées et si la situation le justifie, les dispositions spécifiques "inondation" du plan ORSEC peuvent être déclenchées par le Préfet.



Station d'épuration de Coudoux / Ventabren / Velaux



Eutrophisation de l'Arc à Rousset



Bassin du Réaltor

© B. Diehl, Syndicat mixte du Massif de l'Arc - 2011



Ruissellement urbain



Campagne de mesure de la qualité des eaux du bassin



1-

Volet qualité

Analyse du **milieu** aquatique existant

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

1-1 ■ Un réseau de suivi cohérent mais récent et perfectible

- Le réseau de contrôle existant :
Réseau National de Bassin (RNB) et Réseau Complémentaire de Suivi (RCS)p 48
- Un réseau de suivi régulier mis en place depuis 2011 sur le bassin versantp 50

1-2 ■ Des cours d'eau méditerranéens qui subissent de fortes pressions anthropiques

- Des assecs sur l'Arc et ses affluentsp 51
- Les pressions exercées par une population élevée et un développement urbain marquép 51

2-

Volet qualité

Recensement des **différents usages** des ressources en eau

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

2-1 ■ L'assainissement des effluents domestiques reste l'enjeu principal

- Des débits d'effluents bruts importantsp 52
- Effet cumulé des rejetsp 52
- L'état des eaux de l'Arc s'est amélioré grâce à la mise en conformité
des stations d'épuration et aux ambitions du SAGE de 2001p 55
- Des dysfonctionnements chroniques de stations d'épuration
dus à des réseaux de collecte défaillants ou à une gestion inadaptéep 56
- Un retard en matière de diagnostic et de réhabilitation des installations d'assainissement autonome .p 58
- Des Zones de Rejet Intermédiaire (ZRI) à améliorerp 59

2-2 ■ La pollution générée par le ruissellement urbain et les zones d'activité

- La pluie lessive des zones urbaines en augmentationp 60
- Les substances dangereuses drainées par le "lessivage" des zones urbainesp 60
- Des perturbations mesurées à l'aval des zones d'activitép 61

2-3 ■ Des usages consommateurs d'engrais et de pesticides

- Des secteurs agricoles qui consomment des engrais chimiquesp 62
- L'utilisation de produits phytosanitaires pollue les milieux aquatiquesp 63

2-4 ■ Les pollutions accidentelles sur le bassin versantp 65

2-5 ■ Le sous-bassin du Grand Torrent : des problèmes de qualité récurrents et complexes

- Un hydrosystème déconnecté par les aménagements humainsp 66
- Le bassin du Réaltor est une ressource stratégique polluée par les activités humainesp 68
- Le Grand Torrent est un ruisseau de très bonne qualité des eauxp 69

2-6 ■ Le système de canaux "Durance- Verdon" contribue au bon état des eauxp 69

1-1 ■ Un réseau de suivi cohérent mais récent et perfectible

Une bonne connaissance de la qualité des eaux du bassin versant est un pré-requis absolument indispensable pour diagnostiquer et gérer les milieux aquatiques. Cela permet d'apprécier les situations et les évolutions afin d'orienter les politiques en place et les actions. Ces données peuvent également servir à des objectifs pédagogiques. Le présent état des lieux s'appuie à la fois sur les mesures assurées par l'Agence de l'Eau et celles effectuées par le SABA et les collectivités.

■ Le réseau de contrôle existant :

Réseau National de Bassin (RNB) et Réseau Complémentaire de Suivi (RCS)

Le **bassin de l'Arc** est équipé de **5 stations de mesures** depuis au moins deux décennies ce qui, il faut le souligner, est un véritable atout pour apprécier l'évolution de l'état des eaux.

Ces stations ont été intégrées au cours des années 2000 dans le Réseau National de Bassin / Réseau Complémentaire de Suivi (RNB / RCS). Une des stations est récente et intégrée au Contrôle Opérationnel (CO). Les stations sont les suivantes :

Intitulé de la station	Ville	Masse d'eau	Année de 1 ^{ère} mesure	Réseau
Rousset	Rousset	Arc amont	1988	RNB / RCS
Pont de St-Pons	Aix-en-Provence	Arc médian	1971	RNB / RCS
Pont de Mauran	Berre-l'Étang	Arc aval	1988	RNB / RCS
Luynes	Aix-en-Provence	Luynes	1971	RNB / RCS
Grand Torrent	Aix-en-Provence	Grand Torrent	2010	CO

Source : Site Internet « L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée » ; www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr



Mallette de mesures de terrain



Mesure des débits de l'Arc

Analyse des données “qualité” recueillies sur 20 ans

Une analyse partielle de ces données¹ sur 20 ans a été effectuée et mise en perspective avec la réglementation existante en matière d'état des eaux². Il ressort de cette analyse plusieurs éléments intéressants :

■ **Paramètre “température”** : la température de l'Arc et de la Luynes est **globalement très bonne pour des eaux cyprinicoles**. Elle est fraîche en hiver (jusqu'à moins de 5 °C) et se réchauffe durant l'été (quelques pics à plus de 25°C).

■ **Paramètre “pH”** : le pH de l'Arc oscille entre 7,2 et 8,6 conférant une légère alcalinité caractéristique des régions calcaires et un **bon état**. La Luynes, à l'inverse, a été marquée au cours des années 70 et 80 par une alcalinité avec un pH mesuré jusqu'à 9,1 (rejets industriels) ne lui permettant pas d'être en bon état. Ces pics ont disparu depuis la fin des années 80.

■ **Paramètre “conductivité”** : la conductivité moyenne de l'Arc oscille entre 400 et 1400 µS/cm ce qui correspond à la classe de **qualité³ très bonne**. A noter que cette conductivité a été en constante augmentation jusqu'en 2007 pour toutes les stations, ceci est à mettre en relation avec l'augmentation des débits de rejets. La conductivité de la Luynes est généralement plus élevée que celle de l'Arc, jusqu'à 1600 µS/cm.

■ **Paramètre “sels minéraux”** (Magnésium, Calcium, Potassium, Sodium) : la qualité est **globalement très bonne** pour ces deux cours d'eau. A noter, sur l'Arc quelques pics de Calcium et Magnésium, de Potassium et Calcium sur la Luynes.

■ **Paramètres “sulfates et chlorures”** : les **teneurs en sulfates sont élevées** sur l'Arc et très élevées sur la Luynes. La qualité des eaux est alors **passable sur l'Arc et très mauvaise sur la Luynes**. Sur l'Arc, la présence des sulfates dans l'eau est probablement liée à l'activité agricole du bassin versant ainsi qu'à la déphosphation chimique en station d'épuration. Sur la Luynes, les teneurs en sulfates sont probablement dues aux ruissellements dans les terroirs de l'ancienne mine de charbon. Les teneurs en **chlorures** enregistrées sur l'Arc et la Luynes sont de l'ordre de 50 mg/l. La qualité de l'eau reste **bonne pour ce paramètre**.

■ **Paramètre “matières en suspension”** : le taux de matières en suspension sur le bassin est **très variable** et peut s'élever jusqu'à 1 g/l. Malgré cela, une **tendance à la diminution des pics depuis les années 2000** est à noter. Ceci s'expliquerait par l'observation de moins d'épisodes pluvieux mais surtout par la mise en conformité des stations d'épuration.

■ **Paramètre “oxygène dissous”** : les eaux de l'Arc et de la Luynes sont plutôt bien oxygénées. La situation devient **critique** ponctuellement **en période d'étiage estival**, en particulier sur l'Arc amont, au niveau de Rousset. On observe également une amélioration de l'amont vers l'aval. L'Arc souffre donc fortement en période d'étiage et il se réoxygène sur sa partie aval, dans les gorges de Roquefavour, grâce aux nombreuses ruptures de pente de ce tronçon.

■ **Paramètre “DBO5⁴”** : de fortes valeurs sont enregistrées de 1990 aux années 2000. À partir de 2001, la charge organique de l'eau diminue sur l'ensemble des trois stations : la **qualité de l'eau reste globalement bonne de 2001 à 2007**. Ceci traduit clairement l'amélioration des effluents urbains traités grâce à la mise en conformité des stations d'épuration du bassin à partir des années 2000.

■ **Paramètre “nutriments⁵”** : l'Arc et la Luynes sont caractérisés par de fortes charges azotées et phosphorées au cours des années 90. Durant les années 2000, des pics de matières azotées persistent à l'étiage, traduisant un impact fort des rejets domestiques, mais également d'une agriculture consommatrice d'engrais chimique. Concernant le phosphore, les taux se sont nettement améliorés dans les années 2000. Ceci traduit **l'effet positif des exigences épuratoires du SAGE 2001 sur le phosphore**.

➤ **L'état physico-chimique des eaux de l'Arc et de la Luynes est globalement moyen. L'analyse de ces données a montré que l'Arc était bien oxygéné et protégé des pics de température. Une évolution positive au cours des dernières années sur plusieurs paramètres est à souligner bien que l'Arc continue à souffrir en période d'étiage. La mise en conformité des stations d'épuration du bassin conjuguée aux exigences épuratoires sur les nutriments issus du SAGE de 2001 ont permis de réduire les taux de matières en suspension, de DBO5 et de phosphore.**

¹ Suivi de la qualité des eaux et des milieux aquatiques - Maison Régionale de l'Eau - SABA - 2009

² Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

³ Selon le référentiel Système d'Évaluation de la Qualité des eaux superficielles dit “SEQ-EAU”

⁴ La Demande Biologique en oxygène sur 5 jours traduit la charge de l'eau en matières organiques biodégradables.

⁵ Les nutriments sont : phosphates (PO₄⁻) ; phosphore total (= phosphore particulaire + phosphore dissous) ; nitrites (NO₂⁻) ; nitrates (NO₃⁻) ; ammonium (NH₄⁺) et Azote kjeldahl (comporte l'azote présent sous les formes organiques et ammoniacales à l'exclusion des nitrates et nitrites).

■ Un réseau de suivi régulier mis en place depuis 2011 sur le bassin versant

■ L'état initial en 2009 :

En 2009, un état initial conséquent a été réalisé sur l'Arc et quelques affluents. En regroupant les résultats du suivi communal d'Aix-en-Provence avec ceux du réseau RNB/RCS, et en ajoutant des stations et des analyses. Cet état initial a dressé un premier bilan de l'état des eaux de l'Arc dans le temps (4 campagnes sur une année) et dans l'espace (29 stations réparties sur le fleuve et sur trois affluents).

Cet état initial a révélé plusieurs éléments de réflexion intéressants :

- Les **affluents de l'Arc** sont de **qualité physico-chimique hétérogène**. L'état des eaux est directement tributaire de l'urbanisation du sous-bassin versant. Si le sous-bassin versant est peu anthropisé, les affluents sont en bon état. A l'inverse, certains affluents (ex : la Petite Jouïne) sont en mauvais état car très impactés par les activités humaines.

- **L'état de l'Arc différerait en fonction des périodes hydrologiques**. Après une période hydrologique favorable, l'Arc présente des résultats moyens à bons selon les paramètres. L'autoépuration et la dilution compensent les apports anthropiques. A l'inverse, après une période défavorable, c'est-à-dire à l'étiage, les analyses sont mauvaises à moyennes. Les milieux aquatiques et les peuplements d'invertébrés souffrent des rejets.

- **L'Arc, en été, est en mauvais état dès les premiers kilomètres du fait d'apports d'effluents mal épurés et de débits naturels très faibles**. On constate que certaines stations d'épuration "améliorent" l'état de l'Arc lors de ces conditions défavorables.

- Les gorges de Langesse et de Roquefavour sont des tronçons de l'Arc qui **favorisent l'autoépuration du cours d'eau**.

■ Nécessité de disposer d'un réseau de suivi régulier sur le bassin :

Conscient qu'un réseau de 4 stations limite le diagnostic du bassin et ne permet pas d'apprécier finement l'impact des actions d'amélioration engagées, le SAGE de 2001 avait pour objectif de "Concevoir et mettre en œuvre un suivi du plan - Amélioration de la qualité - à travers le développement d'un réseau complémentaire de suivi". Ce réseau de suivi est en cours de structuration sous maîtrise d'ouvrage SABA.

Ce suivi comportera à terme **une vingtaine de stations sur l'Arc et sur trois affluents** répartis en plusieurs maîtrises d'ouvrage (communes, SABA, État, Agence de l'eau). Ce suivi a pour ambition d'harmoniser les périodes de prélèvements et les paramètres analysés dans un souci permanent de cohérence spatiale, temporelle et technique, ceci afin de pouvoir interpréter le plus finement possible les résultats.

Ce suivi régulier permettra d'analyser l'évolution de l'état des eaux du bassin pour juger de l'efficacité des dispositions et de la réglementation du présent SAGE.



La Petite Jouïne



Pollution mousseuse sur un affluent de l'Arc en 2007

1-2 ■ Des cours d'eau méditerranéens qui subissent de fortes pressions anthropiques

■ Des assecs sur l'Arc et ses affluents

Le régime du bassin de l'Arc est type **pluvial méditerranéen strict**. Il se caractérise donc par un **étiage très sévère durant plusieurs mois** (juin à septembre minimum) et des débits plus conséquents le reste de l'année. En été, les conditions naturelles hydrologiques sont difficiles pour les milieux aquatiques.

Le bassin de l'Arc, du fait d'une géologie karstique étendue, est **propice aux infiltrations**, et très peu de résurgences réalimentent les cours d'eau à l'étiage. En tête de bassin, tant sur l'Arc que sur ses affluents, les assecs sont fréquents (cf. chapitre relatif à la "ressource en eau" page 112).



Assec de l'Arc en septembre 2011 (station de suivi qualité amont)



L'Arc en eau en avril 2011 (station de suivi qualité amont)

■ Les pressions exercées par une population élevée et un développement urbain marqué

Comme souligné dans le chapitre introductif de présentation du territoire, le bassin versant est caractérisé par une démographie en augmentation. Le développement urbain exerce ici des pressions sur la qualité des milieux aquatiques (augmentation des effluents domestiques à traiter, accroissement de la pollution par lessivage des sols... cf détail dans les pages suivantes).



Nouveau quartier d'habitat - La Duranne à Aix-en-Provence



Le bassin de l'Arc cumule donc à la fois des caractéristiques hydrologiques intrinsèques qui le fragilisent et une occupation humaine forte qui engendre des pressions importantes sur les milieux aquatiques (cf chapitre de présentation du territoire et chapitre sur la ressource en eau). Ceci explique les difficultés à atteindre le bon état et souligne l'importance d'un SAGE ambitieux sur cette thématique.

2-1 ■ L'assainissement des effluents domestiques reste l'enjeu principal

■ Des débits d'effluents bruts importants

- Du fait d'une population dense, les cours d'eau du bassin sont l'exutoire d'un flux d'effluents très conséquent. **L'ensemble des stations du bassin de l'Arc** représente un total d'environ **380 000 équivalents-habitant (EH)**. Les **3/4 des rejets s'opèrent directement dans l'Arc, 1/4 dans les affluents**. Ainsi, le volume reçu par l'Arc chaque jour est d'environ 50 000 m³.

- Il est très **difficile aujourd'hui d'évaluer la part de ces débits externes de celle des débits naturels** (cf chapitre ressource). Une estimation sommaire montre qu'en hiver, pour un débit moyen de 5 m³/s à l'embouchure, ces débits représenteraient environ 10 % du débit total. Cependant, en été, à l'étiage, pour un débit de 1.5 m³/s, ce pourcentage s'élèverait à environ 40 %.

- Sur l'Arc amont, des **assecs naturels** sont fréquents **en été**. **Les rejets urbains représentent alors la quasi-totalité des débits du cours d'eau**. Le débit de l'Arc croît fortement à partir du rejet de la station d'épuration d'Aix-en-Provence / La Pioline qui "double" le débit du fleuve.

- Concernant les **affluents**, malgré l'absence de données sur les débits naturels, il est admis de dire que **les rejets urbains représentent, en été, la quasi-totalité des débits du cours d'eau**.

En été, à l'étiage, l'Arc et ses affluents recevraient ainsi un flux d'effluents traités largement supérieur à leur capacité d'autoépuration, particulièrement dans les tronçons amont.

■ Effet cumulé des rejets

Il y a **en moyenne**, le long du linéaire de l'Arc, **une station d'épuration tous les 7 kilomètres**, dimensionnée pour 24 000 EH. Bien que cette moyenne ne soit pas véritablement représentative des réalités de terrain¹, elle illustre l'accumulation des rejets. L'Arc reçoit les premiers rejets à peine quelques milliers de mètres après sa source (seulement hivernale qui plus est). (cf cartes ci-contre et page suivante).

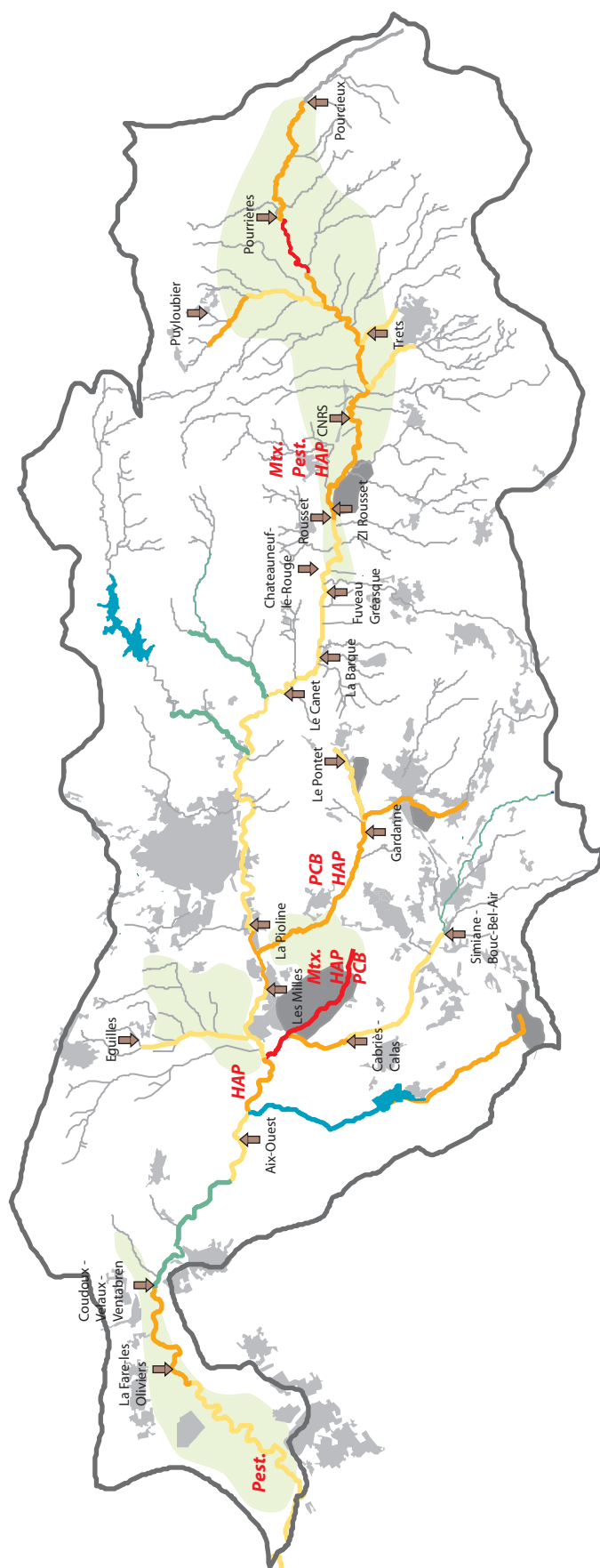
¹ La station d'épuration d'Aix-en-Provence / La Pioline est la plus importante (soit 175 000 EH). La plus petite est celle de Fuveau / La Barque (soit 1000 EH).



Rejet de la station d'épuration de Bouc-Bel-Air dans le Grand Vallat

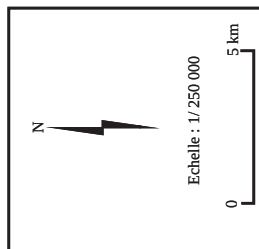


Rejet de la station d'épuration de Meyreuil- Le Pontet dans le Payannet



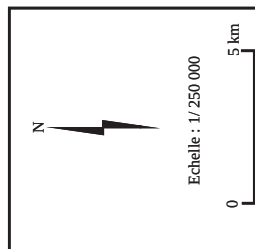
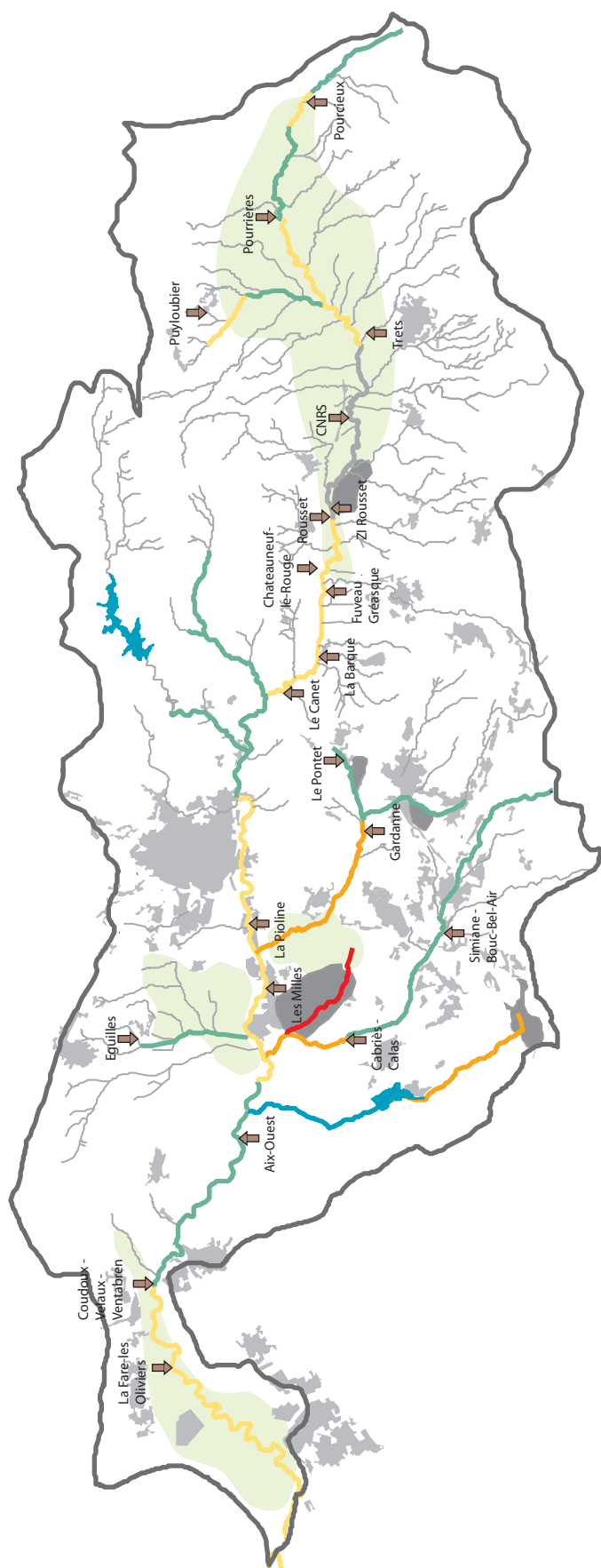
Légende

Pressions connues	Etat écologique	Etat chimique
↑ Stations d'épurations rejetant en milieu superficiel	Très bon	Pest. Présence de pesticides
Zones urbaines	Bon	HAP Présence d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Principales zones d'activités (secondaires et/ou tertiaires)	Moyen	PCB Présence de PolyChloroBiphényles
Zones agricoles	Médiocre	Mtx. Présence de Métaux lourds
	Mauvais	
	Absence de données	



Source : BD Cartho,
Réalisation : **SABA**

Sources : Suivi de la qualité des eaux de l'Arc et de quelques affluents - campagne d'été 2009 - SABA - MRE ;
Suivi de l'état des eaux - campagne avril 2011 - CARSO & STE - SABA ; données RCS ; SESAMIA ARPE PACA ; données internes
Interprétation graphique et extrapolation linéaire effectuée conformément à l'Arrêté du 25 janvier 2010



Source : BD Carthage
Réalisation : **SABA**

- Pressions connues**
- Stations d'épurations rejetant en milieu superficiel
 - Zones urbaines
 - Principales zones d'activités (secondaires et/ou tertiaires)
 - Zones agricoles
- Etat écologique**
- Très bon
 - Bon
 - Moyen
 - Médiocre
 - Mauvais
 - Absence de données

Sources : Suivi de la qualité des eaux de l'Arc et de quelques affluents - campagne d'été 2009 - SABA - MRE ;
Suivi de l'état des eaux - campagne avril 2011 - CARSO & STE - SABA ; données RCS ; SESAMA ARPE PACA ; données internes
Interprétation graphique et extrapolation linéaire effectuée conformément à l'Arrêté du 25 janvier 2010

Légende



■ L'état des eaux de l'Arc s'est amélioré grâce à la mise en conformité des stations d'épuration et aux ambitions du SAGE de 2001

Au regard des fortes pressions d'effluents urbains précédemment citées, les membres de la CLE, ont souhaité que le SAGE de 2001 soit ambitieux sur l'épuration des effluents. En résumé, le SAGE demandait la mise en conformité de 7 stations d'épuration et l'équipement des stations de plus de 4 000 EH pour le traitement des composés azotés et phosphorés, alors que la réglementation ne l'exigeait que pour les stations de plus de 10 000 EH.

Grâce à une forte mobilisation financière des collectivités et des partenaires techniques et financiers, la mise en conformité des stations est aujourd'hui quasi-achevée. **Toutes les stations de plus de 4 000 EH traitent le phosphore et l'azote** (à l'exception de Pourrières).

Ainsi, en matière de qualité des eaux de l'Arc et de la Luynes, des progrès notables ont été observés (Cf. pages précédentes sur l'analyse des données).

Les paramètres "matières en suspension", "DBO5" et "phosphore" se sont nettement améliorés.

L'eutrophisation de l'Arc a diminué, les proliférations algales estivales semblent avoir disparu.

➔ **Le SAGE de 2001, appuyé par une volonté politique forte, a permis d'améliorer la qualité des eaux de l'Arc. Mais le bon état est encore loin et les efforts de reconquête de la qualité des eaux des cours d'eau doivent impérativement se poursuivre.**



Station d'épuration de Cabriès - Mise en service en 2008



Station d'épuration de Trets



Station d'épuration de Châteauneuf-le-Rouge - Mise en service en 2011



Station d'épuration de Coudoux / Velaux / Ventabren - Mise en service en 2005

Des dysfonctionnements chroniques de stations d'épuration dus à des réseaux de collecte défaillants ou à une gestion inadaptée

Bien que la situation se soit améliorée, l'Arc demeure fragilisé par les effluents urbains. Deux cas de figure sont courants :

■ Dysfonctionnement de la station du fait d'un réseau de collecte défaillant

Ce type de problème est **récurrent sur le bassin de l'Arc**¹. En effet, la qualité de l'épuration est tributaire de la collecte. Souvent, les réseaux d'assainissement communaux sont très anciens. Avec le temps, ils perdent leur étanchéité. Dans ce cas, soit les réseaux polluent les nappes souterraines avec des effluents bruts, soit ils drainent ces nappes lors des pluies, augmentant le volume d'effluents entrant en station d'épuration. **La station n'étant pas dimensionnée pour traiter ce surplus d'effluents entrants, elle doit "by-passer", polluant ainsi le cours d'eau.** L'impact de ces by-pass n'est pas connu, mais il semble évident que cette charge brute est dommageable pour le milieu. Une analyse fine des peuplements d'invertébrés à l'aval de ces stations d'épuration apporterait une information pertinente. De plus, des raccordements inadaptés, licites ou illi-

¹ Commentaires Agence de l'Eau – délégation de Marseille et DDTM 13.

cites, particuliers ou industriels, perturbent la qualité et le volume des effluents à traiter. Presque toutes les stations d'épuration du bassin de l'Arc sont concernées, à une fréquence variable, par ces dysfonctionnements.

■ Dysfonctionnement pour défaut de gestion adaptée

Plusieurs problèmes différents ont pu être relevés sur le bassin : "débordement" des bassins de boues activées, épuration incomplète, relargage de boues dans le cours d'eau ou dans la Zone de Rejet Intermédiaire (ZRI), by-pass accidentel pour défaut d'alimentation électrique (vandalisme ou maintenance).

Au regard des débits naturels de l'Arc, notamment à l'étiage, ces problèmes peuvent perturber fortement le milieu aquatique même pour une "petite" station d'épuration. Ces problèmes mettent en lumière une exploitation mauvaise ou inadaptée de la station d'épuration (absence d'exploitant sur site, "rotation" des techniciens entre les stations d'épuration à des fréquences inadaptées...).



Mortalité piscicole après un by pass accidentel



Largage de boue de station d'épuration - Secteur proche du rejet de la station d'épuration de la Zone d'Activité d'Aix-en-Provence - septembre 2008



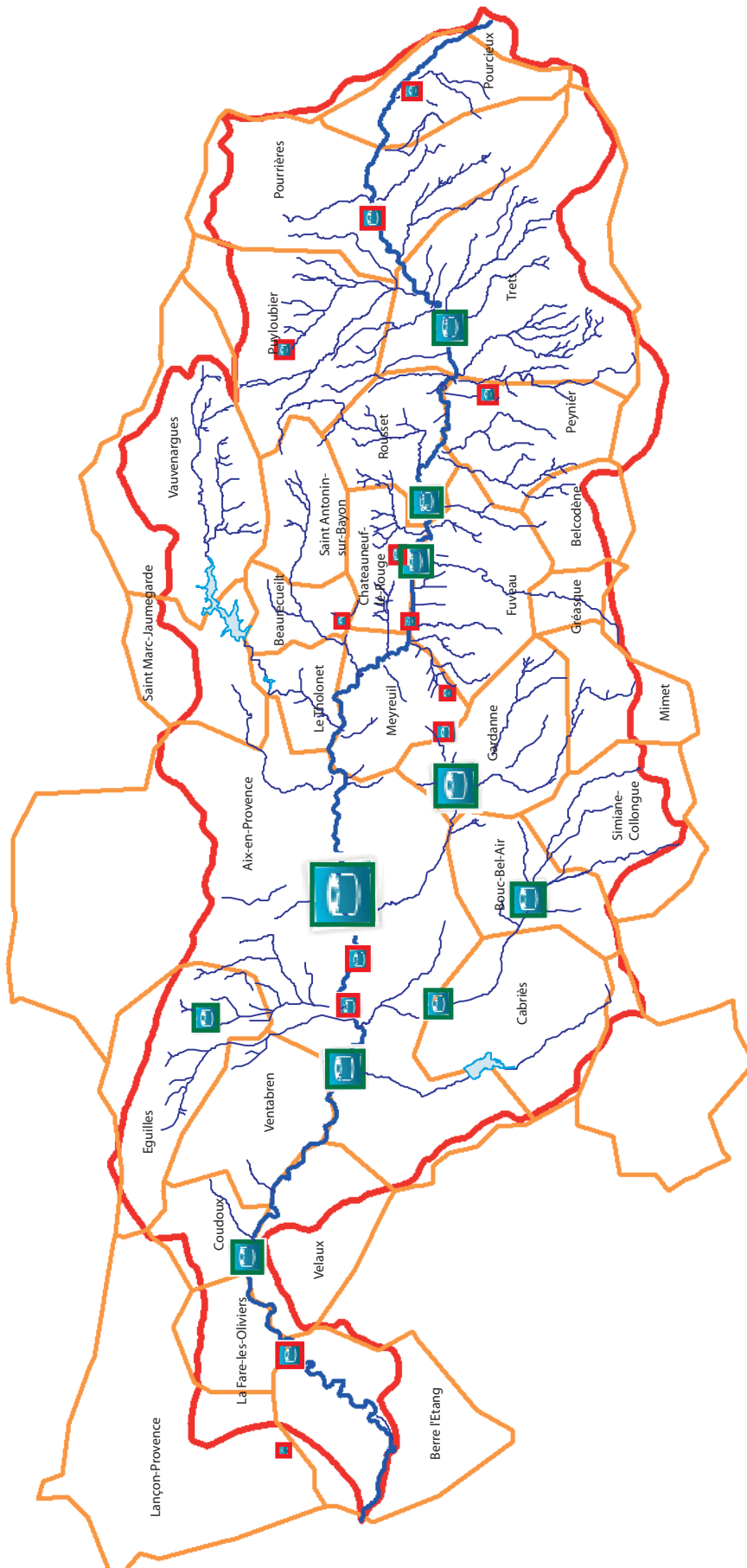
Station d'épuration des Milles



Rejet de la station d'épuration de Pourrières

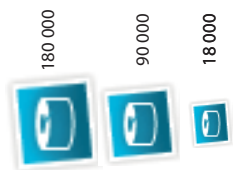


Les stations d'épuration du bassin versant de l'Arc



Légende

Station d'épuration (équivalent - habitant)



Bassin versant de l'Arc



Limites de commune



Pas de traitement du phosphate



Traitement du phosphate



Fleuve Arc



Affluent de l'Arc



Plan d'eau



N

Echelle : 1/250 000



Source : BD Cartho DREAL PACA
Réalisation : SABA



■ Un retard en matière de diagnostic et de réhabilitation des installations d'assainissement autonome

- De nombreuses installations d'assainissement non collectif (IANC) sont restées défectueuses depuis la Loi sur l'Eau de 1992. Conscients du problème engendré, le législateur et les collectivités territoriales ont mené depuis 2004, avec la création des Services Publics d'Assainissement Non Collectif (SPANC), des efforts pour réduire cette source de pollution.

- Le bassin de l'Arc est à cheval, essentiellement sur le territoire d'action de 4 SPANC gérés par la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix (CPA), la Communauté d'agglomération Agglopolo Provence, la Communauté de communes Sainte Baume-Mont Aurélien et la commune de Gardanne. Les avancées en la matière dépendent donc des stratégies politiques internes, des financements de l'Agence de l'Eau, du cadre réglementaire et des moyens alloués aux services par chacune de ces collectivités.

- **Malgré une densification urbaine constante depuis plus de 20 ans, les zones d'assainissement non collectif restent très importantes sur le bassin. Nombreux sont les lotissements bâtis en assainissement autonome** sur une majorité de communes. **L'habitat dispersé est surtout présent dans les zones agricoles et les piémonts. L'habitat dense en assainissement autonome exerce sans nul doute de fortes pressions sur les milieux aquatiques (souterrains ou superficiels).**

- A ce jour, seul le **SPANC de la CPA** a réalisé entre 2005 et 2006 une première campagne de diagnostics sur 20 000 installations d'assainissement non collectif. Ce travail a permis de mettre en évidence que 30 % des installations d'assainissement non collectif avaient un fort impact environnemental et/ou sanitaire. De nombreux rejets dans les milieux aquatiques ont été identifiés et plus particulièrement sur l'Arc et ses affluents, qui concernent 20 des 34 communes de la Communauté du Pays d'Aix. Un programme de réhabilitation a été lancé entre 2007 et 2010 pour permettre aux propriétaires des installations défectueuses de mettre fin aux pollutions. Environ 800 installations ont ainsi pu être réhabilitées. Le SPANC de la Communauté du Pays d'Aix souhaite à présent mettre en place le contrôle périodique des installations, tel que le prévoit la réglementation en vigueur, et lancer en parallèle un nouveau programme de réhabilitation pour les cas de pollution avérée non traités lors du premier programme, et ayant un impact sur le milieu naturel.

- Le **SPANC de la Communauté d'agglomération Agglopolo Provence** a réalisé un recensement du parc. Sur les 4 communes concernées sur le bassin versant (La Fare-les-Oliviers, Lançon-de-Provence, Berre-l'Étang et Velaux), 700 à 900 habitations en assainissement non collectif ont été recensées. Il est prévu, conformément à la nouvelle réglementation en vigueur, de débiter un diagnostic complet du parc qui sera suivi d'un programme de réhabilitation.

- Le **SPANC de la Communauté de communes Sainte Baume-Mont Aurélien** concerne deux communes du bassin versant (Pourcieux et Pourrières). Seule la commune de Pourrières a pu, à ce jour, être diagnostiquée en 2008-2009. Sur 1000 installations d'assainissement non collectif (IANC), environ une centaine présente une pollution avérée et visuelle. Environ la moitié des IANC serait susceptible de présenter une pollution si un diagnostic plus approfondi pouvait être effectué. Suite à ce diagnostic, le SPANC est en train d'engager un programme de réhabilitation s'inscrivant directement dans celui de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée. Un diagnostic de la commune de Pourcieux est prévu.

Pour des raisons multi-factorielles (faible volonté politique, absence de moyens, évolution de la réglementation...) les diagnostics et les réhabilitations des IANC ont pris du retard sur le bassin. De plus, la vulnérabilité des milieux n'a pour l'instant pas été prise en compte ni dans les diagnostics réalisés ni pour prioriser les réhabilitations.



Exemple de système d'assainissement autonome

© Communauté du Pays d'Aix - Service SPANC

Des Zones de Rejet Intermédiaire (ZRI) à améliorer

Une Zone de Rejet Intermédiaire (ZRI ou zone “tampon”) est un espace naturel aménagé dont l’objectif est de réduire l’impact des eaux usées traitées par les stations d’épuration sur les milieux récepteurs de surface¹. Sur le bassin de l’Arc, l’obligation d’implantation d’une ZRI émane d’une demande préfectorale suite à un objectif du SAGE 2001.

Ainsi, 7 ZRI ont été aménagées sur le bassin de l’Arc². Elles sont de quatre types : fossé à Rousset, lagune à Cabriès, zones humides irriguées à Bouc-Bel-Air, Fuveau et Trets, et infiltration aménagée à Beaurecueil.

Ces ZRI peuvent remplir plusieurs rôles en fonction de leur type :

- **Dispersion du rejet** : répartition dans l’espace d’un rejet pour limiter l’impact sur le milieu récepteur.
- **Lissage hydraulique** : les débits de rejets des stations d’épuration ne sont pas réguliers. La ZRI permet de lisser ces débits, le milieu récepteur accepte alors un flux régulier d’eaux épurées.
- **Rétention des boues** : lorsque le système est une boue activée, il arrive que des “départs de boues” surviennent suite à un dysfonctionnement du système. Ces boues sont alors rejetées dans le milieu récepteur. La ZRI assure une rétention mécanique de ces boues grâce à une décantation et/ou à une filtration.
- **Épuration complémentaire** : bien que difficile à réaliser car dépendante des surfaces, des végétaux et d’une expertise pour l’entretien, une épuration complémentaire est envisageable.
- Enfin, il est important de souligner qu’une **ZRI** est, d’un point de vue écologique mais non réglementaire, une **nouvelle petite zone humide**. Dans un milieu méditerranéen caractérisé par sa sécheresse estivale, ces zones humides artificielles représentent un véritable **gain**

¹ Suivi de l’efficacité des zones de rejets intermédiaires, ARPE PACA, SABA, 2010.

² Soit 10 % des ZRI de PACA et 65 % des Bouches-du-Rhône



Station d’épuration de Fuveau et sa Zone de Rejet Intermédiaire

écologique pour la biodiversité locale. Après quelques années de fonctionnement, elles accueillent une flore et une faune riches inféodées aux milieux humides.

Les ZRI du bassin de l’Arc ont été étudiées après plusieurs années de fonctionnement³. **Le bilan est globalement mitigé**. Il ressort de cette étude plusieurs éléments de diagnostic intéressants :

- Les ZRI du bassin de l’Arc ont été conçues en **l’absence de véritables règles de dimensionnement** et pour un rôle non précisément défini : traitement tertiaire, rétention des boues... Des erreurs de conception ont ainsi pu être commises (ex : ZRI non complémentaire du système d’épuration choisi).
- Le SAGE de 2001 fondait son objectif sur “l’espoir” que les ZRI puissent apporter une épuration complémentaire sur les nutriments. Or l’expérience montre qu’une **ZRI ne permet pas d’apporter un véritable abattement complémentaire sur l’azote et le phosphore** lorsque l’épuration est satisfaisante. A l’heure du bilan, les autres rôles positifs de la ZRI doivent être mis en avant.
- **Les ZRI remplissent globalement bien les rôles de rétention des boues et de lissage hydraulique**.
- **La maîtrise foncière est déterminante dans l’efficacité de la ZRI**. Les ZRI sont “gourmandes” en terme de surface (1 à 4 m²/EH) et il est souvent difficile pour un maître d’ouvrage d’acquérir un terrain suffisant dans notre région.
- **Plusieurs ZRI sont orphelines d’exploitation** ce qui engendre généralement une dégradation du rejet. De même, aucune ZRI du bassin n’est correctement entretenue, **faute** de compétence technique en interne, ou de **responsabilité de l’exploitant bien définie**.

³ Suivi de l’efficacité des zones de rejets intermédiaires, ARPE PACA, SABA, 2010



Zone de Rejet Intermédiaire de la station d’épuration de Trets

2-2 ■ La pollution générée par le ruissellement urbain et les zones d'activité

■ La pluie lessive des zones urbaines en augmentation

Les conditions climatiques du bassin sont de type essentiellement méditerranéen caractérisées, entre autres, par des **épisodes pluvieux rares mais violents et très mal répartis sur l'année** (c'est-à-dire concentrés sur peu de jours). Ces pluies engendrent de fait un **ruissellement naturel important par saturation des sols**.

Outre ces conditions naturelles, **l'imperméabilisation des sols par urbanisation de zones agricoles ou naturelles** est la cause principale de l'entraînement de substances dangereuses vers les milieux aquatiques. Le bassin de l'Arc est directement affecté

par la périurbanisation des agglomérations aixoises, marseillaises et salonnaises.

Ainsi, **les surfaces équipées (urbaines et industrielles) ont progressé de 5% en 1975 à 15 % en moyenne au cours des années 90, avec pour certains secteurs jusqu'à 30%**, empiétant pour majorité sur des terres agricoles¹.

Au cours des années 2000, l'urbanisation s'est étendue dans presque toutes les communes du bassin.

(cf carte d'occupation des sols dans la partie présentation).

¹ Source : SIEE, 1996

■ Les substances dangereuses drainées par le "lessivage" des zones urbaines

Les eaux de ruissellement entraînent vers les milieux aquatiques tout un panel de substances dont la dangerosité est variable :

- **Matières en suspension**
- **Produits de dégradation des bâtiments et voiries**
- **Nutriments** (phosphore et azote)
- **Matières et particules organiques**
- **Hydrocarbures**, résidus de combustion, résidus de plomb
- **Métaux lourds** (mercure, zinc, plomb, nickel)
- **Micropolluants organiques** hors pesticides (hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP, polychlorobiphényles - PCB, phtalates...)
- **Bactéries et virus**

La dangerosité de certaines de ces substances n'est plus à démontrer. A l'inverse, l'impact du ruissellement sur les milieux aquatiques du bassin est très mal connu.

- La Luynes est un cours d'eau contaminé aux PCB. Tous les prélèvements sur sédiments depuis 1994 contiennent des PCB, et la majorité avec des seuils très largement supérieurs au "seuil de risque" de

27 µg/kg (jusqu'à 1330 µg/kg, soit environ 50 fois le "seuil de risque"). En 2009, une **contamination des poissons aux PCB** a été mise en évidence **sur la Luynes** et corrobore les analyses sédiments. Lors des échantillonnages piscicoles, sur 6 individus pêchés, 4 présentaient un taux de PCB dans les graisses supérieures à 8 pg/g de matière grasse avec un pic de 12,4 pg/g.

- Les résultats de l'état initial réalisé en 2009 ont montré que **l'Arc, la Jouïne et la Luynes étaient pollués aux HAP** conférant, à ces cours d'eau, une classe de qualité moyenne.

- L'Arc est classé en état moyen à Berre pour les **métaux lourds** suivants : arsenic, cuivre et zinc. De même, sur la Jouïne pour les métaux suivants : cadmium, chrome, plomb et zinc. En 2011, la Petite Jouïne était polluée au chrome et au zinc dépassant les seuils de Norme de Qualité Environnementale (NQE¹).

¹ La NQE est la concentration d'un polluant dans l'eau (les sédiments ou le biote) qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement.



Des perturbations mesurées à l'aval des zones d'activité

• **Zone d'activité des Milles** : cette zone d'activités secondaires et tertiaires de **plus de 1 400 entreprises pour 27 000 salariés en 2008¹** et s'étendant sur **plus de 800 ha, longe l'Arc et la Petite Jouïne**. Cette dernière est très polluée pour tous les paramètres classiques même en conditions hydrologiques favorables. Les peuplements d'invertébrés y sont très impactés (mauvais état). L'impact de ce ruisseau se ressent après sa confluence avec le Grand Vallat : la Jouïne est également polluée et affecte sans nul doute l'Arc. Des métaux lourds sont régulièrement mis en évidence ainsi que des micropolluants organiques (Cf. ci-contre sur les pollutions dangereuses). **Depuis 2011, il n'y a plus de rejet de station d'épuration et un diagnostic des réseaux est en cours**. A noter que les ripisylves de la Petite Jouïne et de l'Arc qui longent la Pioline et Les Milles sont en mauvais état (Cf. état des lieux sur les "milieux naturels").

• **Zone industrielle de Rousset** : la zone d'activités de Rousset, développée dans les années 80, est **principalement industrielle** (microélectronique, plasturgie, métallurgie...). Elle se situe **en rive gauche de l'Arc** dans la plaine sédimentaire et **une partie longe les ruisseaux du Verdalaï et de la Foux**.

Dans cette zone, l'Arc, a été pendant plusieurs décennies impacté par des rejets insuffisamment épurés des activités industrielles². Désormais, **les rejets des trois principaux industriels sont correctement épurés dans une station adaptée à la spécificité des effluents**. Il semblerait que les rejets industriels n'aient plus d'impact avéré.

Environ un tiers de la zone n'est pas raccordé au réseau d'assainissement collectif, notamment dans le secteur du Verdalaï. Des pollutions ponctuelles surviennent régulièrement sans que la source soit trouvée après enquête des services de police de l'eau.

• **Zone commerciale de Plan de Campagne** : cette zone principalement commerciale, **bâtie dans les années 60 "sans règles"** est **la plus grande zone commerciale de France** (environ 200 ha avec **minimum 140 ha de surfaces imperméabilisées**). Elle se situe à l'extrémité amont du bassin du **ruisseau du Baume-Baragne**. Le Baume-Baragne se déverse dans le Canal de Marseille et le bassin du Réaltor. Les diagnostics de l'assainissement pluvial de la zone ont montré de **grands dysfonctionnements hydrauliques avec notamment des raccordements d'eaux usées sur le réseau pluvial**.

¹ Source : Association des Entreprises du Pôle d'Activités d'Aix-en-Provence

² Source : pollution azotée et phosphorée ; état de l'environnement industriel en PACA, DREAL PACA, 2008



Zone commerciale de Plan de Campagne à Cabriès / Les Pennes Mirabeau.



Zone d'activités de Rousset



Zone d'activités des Milles

■ Des secteurs agricoles qui consomment des engrais chimiques

Malgré une amélioration notable des pratiques agricoles grâce à un travail de prévention des acteurs du monde rural, **l'agriculture, consommatrice d'engrais chimiques, menace la qualité des eaux** et augmente le risque d'eutrophisation des milieux récepteurs.

Deux secteurs agricoles contribuent majoritairement à cette pression diffuse :

- **la haute vallée de l'Arc** où l'agriculture est viticole et céréalière (environ 8 000 ha).

Sur la Haute Vallée de l'Arc, il est très difficile d'identifier précisément les sources de pollutions azotées et phosphorées tant elles sont diverses et diffuses. Les rejets urbains y côtoient les champs céréaliers et les vignobles.

- **la plaine de Berre** (environ 4 000 ha) où se pratique une agriculture diversifiée (viticulture, oléiculture, maraîchage etc...) avec une part importante de culture intensive hors sol (environ 100 ha¹).

¹ Source : Collecte et traitement des effluents de la Plaine de Berre, avant-projet, SEM, Chambre d'agriculture 13, 2010. Attention, cet estimatif surfacique est probablement supérieur à l'état actuel du fait d'une crise majeure sur ce secteur économique

L'impact des cultures sous serres dans la nappe phréatique a été mise en évidence (Cf. chapitre sur la ressource en eau).

L'agriculture du bassin de l'Arc est très majoritairement dominée par les modèles économiques issus de "la révolution verte" des années 60 et s'accompagne par conséquent d'une **palette d'intrants chimiques** (tant les fertilisants que les pesticides). Mais la force économique de ce modèle s'érode et **les quelques agriculteurs du bassin s'orientent peu à peu, depuis le milieu des années 2000, vers une agriculture plus respectueuse de l'homme et du milieu**. Par exemple, la grande majorité des viticulteurs de la Sainte-Victoire respectent le cahier des charges "Nutrition Méditerranée" proche de celui de l'agriculture raisonnée. Quelques domaines privés produisent du vin bio et deux caves coopératives ont pour projet de produire une cuvée bio. De même, quelques maraîchers de la plaine de Berre sont dans une phase de conversion bio et des systèmes économiques de type AMAP voient le jour.

A noter également la présence de nombreux centres équestres dont certains stockent le fumier en berge de cours d'eau. A chaque montée des eaux, les berges sont "nettoyées" polluant ainsi le cours d'eau en matières organiques, matières azotées, bactéries etc...



Big bag d'engrais



Serres sur la commune de Berre l'Étang

■ L'utilisation de produits phytosanitaires pollue les milieux aquatiques

La présence de pesticides dans l'Arc est connue. L'Arc a fait l'objet d'une étude orientée vers la recherche de pesticides sur des données (2004 - 2007) du réseau RNB à Berre¹. Les résultats montrent une **diversité importante de molécules** (14 molécules au total). Les trois herbicides génériques (glyphosate, aminotriazole, diuron) et leur métabolite (AMPA, DCPMU) représentent plus de 70 % des détections de pesticides. L'AMPA a été quantifié dans presque tous les prélèvements et à des concentrations souvent élevées (jusqu'à 3.8 µg/l).

Ces molécules attestent d'un usage à la fois agricole (viticulture) et non agricole (entretien des surfaces imperméables, des voiries, voies ferrées...). De plus, deux insecticides, le piperonil butoxyde et le propoxur, "autorisés dans les jardins", sont présents et se retrouvent dans 20 % des échantillons.

L'analyse de données plus récentes² ne montre **pas d'évolution positive depuis 2009**. L'AMPA continue d'être retrouvé dans presque tous les échantillons, dont environ 25 % des échantillons à des concentrations élevées. Une douzaine de molécules différentes continuent d'être régulièrement mises en évidence sur l'Arc et la Luynes. De plus, 7 molécules dont l'usage est interdit depuis plusieurs années, ont été retrouvées à Berre-l'Étang et Rousset, ce qui atteste d'un **usage illicite de pesticides**.

Il est intéressant de souligner que ces prélèvements sont effectués à date fixe. Ils ne prennent donc pas en compte l'entraînement des molécules par ruissellement lors d'une pluie. Lors d'un prélèvement ponctuel effectué après la période de traitement des vignes et immédiatement après une pluie

¹ Source : Synthèse régionale de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en PACA, FREDON PACA, 2008, à partir de données RNB/RCS de la station de Berre l'Étang

² Source : analyse des données 2009-2010 du réseau RNB/RCS sur toutes les stations du bassin, selon SEQ-EAU et méthode "FREDON", SABA, 2011

généralisant un ruissellement (juillet 2011), les résultats ont mis en évidence la présence d'AMPA dans le prélèvement (et uniquement d'AMPA) de 22,64 µg/l, ce qui est considérable par rapport à l'objectif de 0.1 µg/l).

Les quantités et la diversité des molécules retrouvées dans l'Arc attestent d'un usage chronique de pesticides sur le bassin. Il n'y a pas de molécules spécifiques d'un seul type d'usage.

De plus, schématiquement, **le monde agricole consomme beaucoup de pesticides mais ceux-ci sont peu transférés aux milieux aquatiques, alors que la ville consomme peu mais les transferts sont élevés.**

L'agriculture du bassin de l'Arc utilise très majoritairement des pesticides, dans des quantités variables selon les cahiers des charges adoptés. Les conversions en bio restent très largement minoritaires malgré une forte croissance. La profession agricole est cependant engagée depuis quelques années dans une démarche de réduction des pesticides qui mérite d'être encouragée et amplifiée. Du côté des collectivités, à l'exception de la Direction des routes du Conseil général des Bouches-du-Rhône, **aucune n'est, à ce jour, engagée dans une démarche formalisée de réduction de sa consommation de pesticides**³. Quelques communes ont cependant débuté des démarches internes informelles.



Les améliorations doivent donc se porter à la fois sur les secteurs agricoles mais également en direction des particuliers, des collectivités et des gestionnaires de voiries.

³ Source : connaissances de terrain, FREDON PACA, 2011



Jardinier amateur utilisateur de produits phytosanitaires



Désherbage chimique réalisé par une commune



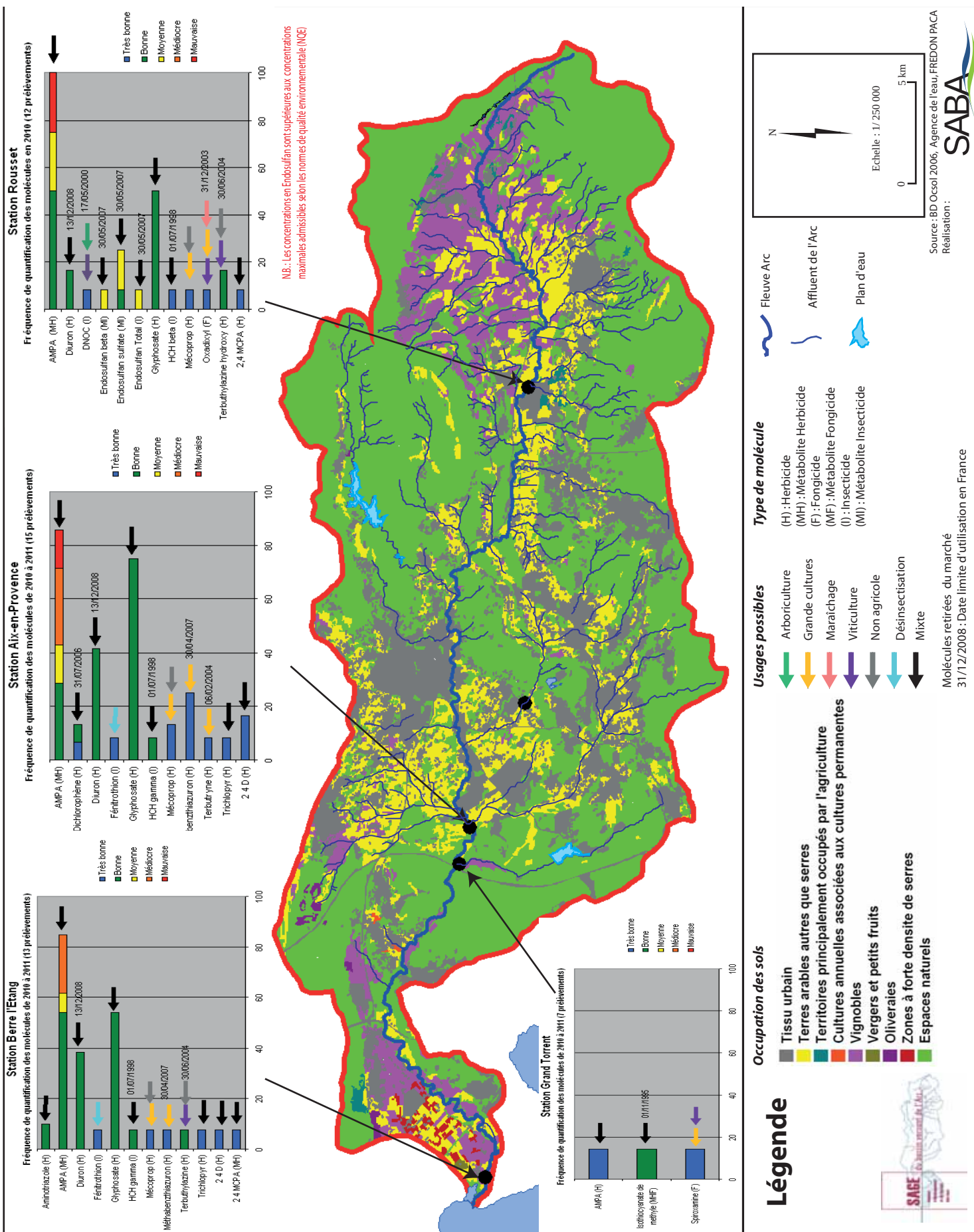
Désherbage mécanique pour la viticulture



Pulvérisateur utilisé par les communes



Bilan de l'utilisation des pesticides par usages sur le bassin versant



2-4 ■ Les pollutions accidentelles sur le bassin versant

Les cours d'eau du bassin de l'Arc sont exposés à un **fort risque de pollution accidentelle**.

Ce risque s'explique à la fois par la vulnérabilité de ces milieux (ce sont souvent de petits ruisseaux au débit faible) et par la proximité de nombreuses activités : zones d'activité, infrastructures routières...

Au cours des dernières années, durant la période de mise en œuvre du précédent SAGE, **plusieurs accidents ont eu lieu entraînant une pollution du cours d'eau par diverses molécules** :

- Renversement d'un camion de lait (pollution organique dans l'Arc),
- Incendie d'une jardinerie (pollution aux pesticides dans le Baume-Baragne),
- Résurgence d'une poche de pétrole brut dans le Payannet (Meyreuil),
- Accident d'une usine agro-alimentaire (pollution organique dans la Petite Jouïne),
- Renversement d'une cuve de fioul dans l'Arc (Aix-en-Provence),
- etc...

Il est important de souligner les **efforts entrepris sur le territoire pour diminuer ce risque** :

- mise en place de bassin de dépollution sur l'auto-route A8
- "sécurisation" de secteurs accidentogènes sur le réseau secondaire par le Conseil général des Bouches-du-Rhône, sécurisation des rejets par l'usine de Gardanne, (Rio Tinto Alcan)...

Malgré cela, rien n'est acquis, les risques de pollution persistent. Plusieurs tronçons de cours d'eau continuent de présenter un risque de pollution accidentelle élevé :

- le Baume-Baragne par Plan de Campagne,
- le réseau hydrographique de la Luynes par l'usine de transformation de la bauxite, les zones d'activités et centrale thermique de Meyreuil,
- l'Arc tout au long de la traversée d'Aix-en-Provence,
- la Petite Jouïne qui longe la Zone des Milles,
- etc...

Les mauvaises pratiques de certains riverains viennent encore aggraver le risque de pollution accidentelle (dépôt de produits toxiques au bord des cours d'eau...).



Résurgence d'une poche de pétrole brut dans le Payannet (Meyreuil) en septembre 2010



Pollution aux hydrocarbures (engin de chantier) dans la Petite Jouïne le 26 juin 2009



Pollution organique dans la Petite Jouïne en février 2012 - Accident d'une usine agro-alimentaire

■ Le sous-bassin du Grand Torrent : des problèmes de qualité récurrents et complexes

■ Un hydrosystème déconnecté par les aménagements humains

Le bassin du Réaltor a été mis en eaux en 1869¹. Il a été construit dans le Vallon du Baume-Baragne en édifiant une digue transversale aux écoulements. Il est le réservoir d'eau brute provenant de Durance, de l'agglomération marseillaise.

■ **Cet aménagement ancien a déconnecté l'hydrosystème en trois tronçons** dont les flux s'interconnectent de la façon suivante :

- **Le ruisseau amont : le Baume-Baragne.** Il ne communique plus directement avec le bassin du Réaltor. Les eaux traversent un bassinnet et communiquent avec le bassin du Réaltor via un siphon : la décantation s'opère dans le bassinnet et le bassin. **Ce sous-bassin versant est très urbanisé** (surtout sur sa partie amont) et les **eaux du Baume-Baragne sont régulièrement polluées**.
- **Le bassin du Réaltor** : c'est une réserve d'eau d'environ 800 000 m³. En fonctionnement normal, il est alimenté par une partie (environ 80%) des eaux du Canal de Marseille qui le longe de manière étanche. Puis, il restitue ce volume dans la branche d'alimentation de la station de potabilisation.
- **Le ruisseau aval : le Grand Torrent.** Il est alimenté constamment par les infiltrations du bassin, et ponctuellement par les surverses du Réaltor lors des crues du Baume-Baragne et du canal d'amenée d'eau brute (pour des raisons d'entretiens ou de régulation). **Son bassin versant est naturel et agricole**.

Il n'y a donc plus de véritable continuité biologique et sédimentaire entre ces 3 tronçons de l'hydrosystème.

■ **Les effets de cette déconnexion sont paradoxaux :**

- **Le Grand Torrent est en très bon état biologique et chimique** car il est alimenté continuellement par des eaux d'infiltration de très bonne qualité (Cf. chapitre sur les "milieux naturels"). Le Grand Torrent n'est ainsi pas affecté par la pollution de son bassin versant amont (explication page suivante) grâce à cette "barrière" hydraulique. Il présenterait toutes les potentialités d'un **"réservoir biologique"**.
- La rupture du flux sédimentaire conjuguée à la fréquence anthropique des surverses du canal d'amenée **perturberait la morphologie du Grand Torrent et sa ripisylve**. (Cf. chapitre sur le "milieux naturels").
- Bien qu'il soit anthropique, le **bassin du Réaltor** est désormais une **zone humide d'importance majeure** car il abrite des espèces d'oiseaux protégées (Cf. chapitre sur les "milieux naturels").
- **Le Baume-Baragne, pollué, impacte** sensiblement, en fonctionnement normal, **le bassin du Réaltor**. Par temps de pluie, l'impact est marqué. En cas de forte crue, du fait d'une section hydraulique hétérogène, le Baume-Baragne, chargé en pollution, peut surverser en plusieurs points directement dans le canal d'amenée à la station de potabilisation, ce qui représente un risque sanitaire très fort.

¹ Source pour les données de conception et de fonctionnement : Marseille Provence Métropole (MPM), propriétaire, et la Société des Eaux de Marseille (SEM), exploitant.



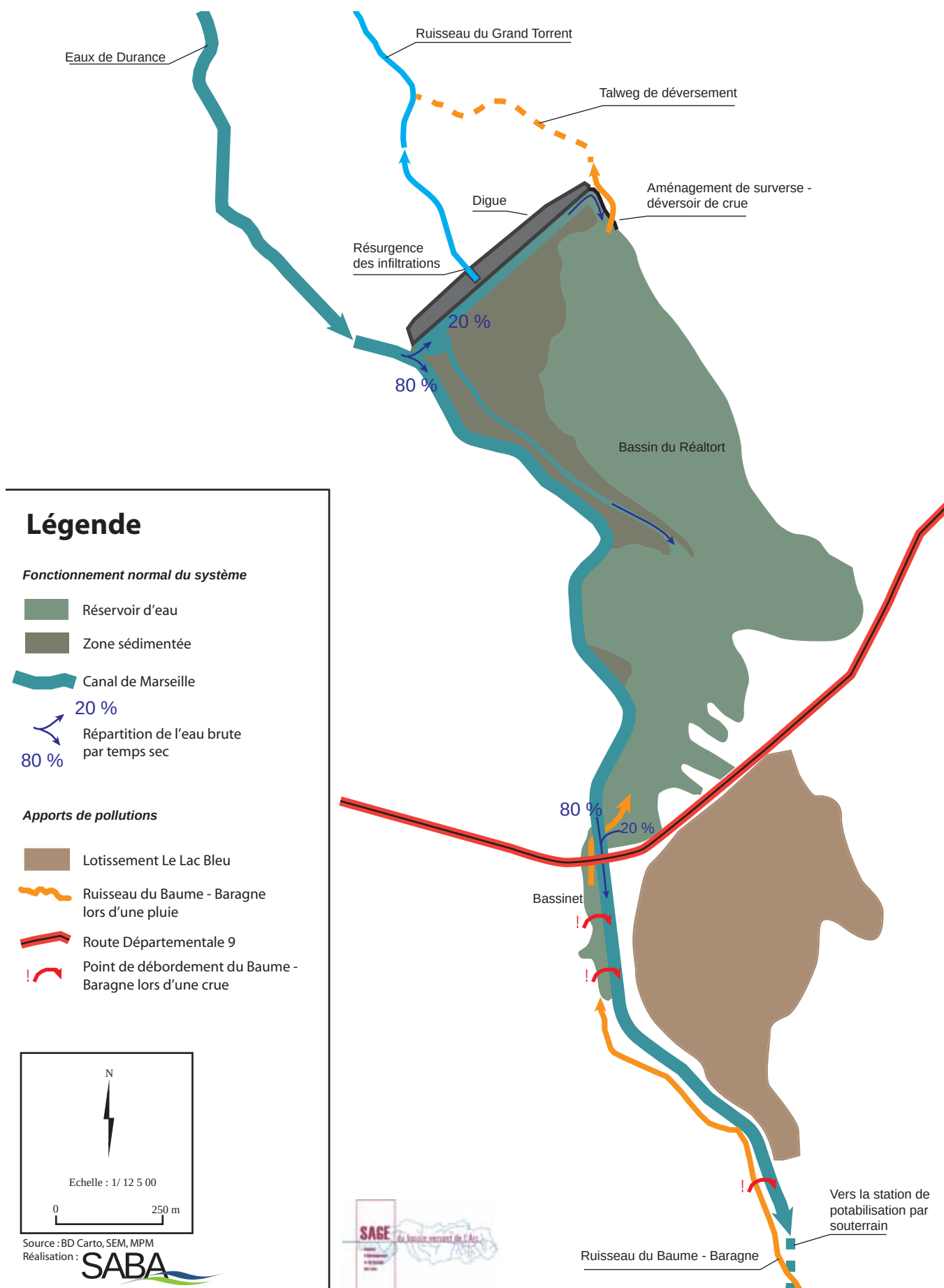
Déversoir de crue du bassin du Réaltor



Canal de Marseille



Fonctionnement de l'hydrosystème Baume-Baragne / Bassin du Réaltor / Grand Torrent



Le bassin du Réaltor est une ressource stratégique polluée par les activités humaines

Le bassin du Réaltor est le **réservoir d'eau brute de 26 communes de l'agglomération marseillaise pour une population d'environ 1 175 000 personnes**. Il représente ainsi un **enjeu sanitaire absolument fondamental pour la région**.

Il remplit 3 fonctions principales :

- **Décantation complémentaire des eaux limoneuses¹ de la Durance**
- **Régulation des débits** pour les ajuster à la demande. Une régulation fine du bassin permet une économie d'eau importante².
- **Réserve d'eau** : en cas de coupure programmée ou accidentelle du canal d'amenée, le bassin constitue une réserve (pendant 3 à 5 jours).

Plusieurs analyses d'eau effectuées dans le Baume-Baragne et le Réaltor, au cours des années 2004 à 2009, par l'exploitant du bassin, montrent des **pollutions bactériennes, organiques et chimiques parfois importantes et récurrentes³**.

Par exemple, des pics bactériens ont été mesurés après un épisode pluvieux :

- jusqu'à 920 000 UFC/100ml en coliformes totaux et 29 000 UFC/100ml en E.Coli sur le Baume-Baragne,
- jusqu'à 24 000 UFC/100ml en coliformes totaux et 16 000 UFC/100ml en E.Coli dans le Réaltor.

Du zinc est régulièrement mesuré jusqu'à 60 µg/l dans le Baume-Baragne.

De plus, des analyses ponctuelles, par temps sec et par temps de pluie, effectuées par la DDTM13 sur le Baume-Baragne, confirment ces résultats.

Les résultats par prélèvements, après un épisode de **temps sec** de 15 jours, montrent une **contamination bactérienne d'origine fécale à l'aval de Plan de Campagne**.

Les **eaux pluviales sont contaminées par des eaux usées**.

De plus, du zinc, du cuivre et du plomb ont été retrouvés dans les sédiments du Baume-Baragne et du Réaltor confirmant l'hypothèse d'une **pollution par ruissellement sur les surfaces routières** (Plan de Campagne et RD9). Par temps de pluie, les eaux du Baume-Baragne et du Réaltor sont très fortement impactées par Plan de Campagne, le centre hippique et le lotissement "Le lac bleu" en assainissement autonome.

De même, une pollution métallique routière est observée. Enfin, du glyphosate⁴ et son dérivé sont présents en sortie de Plan de Campagne et au droit du lotissement.

Ces résultats permettent de conclure que **le bassin du Réaltor est pollué de manière chronique** par :

- La **zone commerciale de Plan de Campagne** : les eaux sont chargées en bactéries fécales, montrant des raccordements défectueux et un dysfonctionnement des fosses septiques, en pesticides, en matière organique et métaux lourds.
- Le **centre d'entraînement hippique des plaines de l'Arbois** : ruissellement sur les pistes d'entraînement et stockage de fumier en berges.
- Le **lotissement "Le Lac Bleu"** équipé en assainissement autonome et usage des pesticides par les habitants. Les terrains calcaires du secteur sont très peu propices à l'assainissement autonome car les infiltrations sont importantes contaminant à la fois le bassin mais également les réseaux aquifères souterrains.

Compte tenu de ces risques, le gestionnaire (la SEM) doit isoler le bassin du Réaltor par temps de pluie. Le canal d'amenée est alors directement alimenté par le Canal de Marseille. Le bassin du Réaltor ne joue plus son rôle de régulation ou de secours.

Le bassin du Réaltor, réservoir d'eau brute de l'agglomération marseillaise, est ainsi régulièrement pollué par son bassin versant urbanisé et est également sous la menace de pollutions accidentelles. Devant l'enjeu sanitaire que représente cette ressource, il est urgent d'agir en stoppant "à la source" les diverses pollutions et en interdisant toutes nouvelles sources de pollution.

NB : des arrêtés préfectoraux de mise en demeure sont parus récemment en 2011. Ils ont pour objectifs de réduire fortement ces pollutions.



¹ Ces eaux ont été préalablement décantées dans un bassin spécialement conçu à cet effet proche de la prise d'eau : le bassin de Saint Christophe.

² En l'absence de cette régulation, le volume d'eau supplémentaire rejeté serait de l'ordre de 50 millions de m³ par an

³ Source : note de synthèse sur les pollutions récurrentes du Réaltor, DDTM des Bouches-du-Rhône, juillet 2010 - Avis d'hydrogéologie agréée, définition des périmètres de protection de la retenue du Réaltor pour l'alimentation en eau potable, SEM & MPM, 2011.

⁴ Le glyphosate est un herbicide non sélectif très couramment utilisé. Son dérivé est l'AMPA

■ Le Grand Torrent est un ruisseau de très bonne qualité des eaux

- Alimenté constamment en eaux fraîches et de très bonne qualité par les fuites du bassin du Réaltor (environ 50 l/s), déconnecté du bassin versant amont, le Grand Torrent présente de **très bons résultats d'analyses physico-chimiques** pour les paramètres "classiques".

De même, les premiers résultats d'IBGN sont très bons.

- En crue, le Réaltor est "transparent" hydrauliquement grâce à la gestion de clapets de surverse du bassin.

- Ainsi, le **Grand Torrent est un cours d'eau re-**

marquable à l'échelle des Bouches-du-Rhône car c'est un ruisseau permanent et en très bon état. Cependant, les **surverses anthropiques et la rupture du flux sédimentaire** sembleraient perturber sa morphologie et présenteraient un risque pour la ripisylve (Cf. chapitre sur les "milieux naturels").

➡ En résumé, le bassin versant amont urbanisé pollue le Réaltor, une réserve d'eau brute stratégique pour la région. Mais sans ce bassin, le Grand Torrent ne pourrait être de très bonne qualité et pérenne. De plus, le Réaltor est désormais une zone humide remarquable abritant des espèces d'oi-



Le Grand Torrent



Le Grand Torrent

2-6

■ Le système de canaux "Durance- Verdon" contribue au bon état des eaux

A ce jour, **quelques tronçons de cours d'eau sont en bon état chimique et écologique des eaux** :

- **Le Bayon (ou Bayeux)** ainsi que son petit affluent le ruisseau de Roques-Hautes,
- **La Cause aval**, depuis le barrage Zola jusqu'à la confluence avec l'Arc,
- **Le Grand Torrent** (Cf. paragraphe précédent),
- **Le Grand Vallat de Cabriès**, sur son tronçon amont dit le Vallat de Babol jusqu'au premier rejet de station d'épuration.

Mais il est important de souligner que **cet état est tributaire du système complexe d'eau brute "réseau du Canal de Provence" et "Canal de Marseille"**. En effet, le Bayon et la Cause aval sont alimentés pour partie, respectivement par les débits de fuite du Barrage Zola et par infiltration du Barrage Bimont. Le Vallat de Babol bénéficie de petites fuites de la branche Nord de Marseille et le Grand Torrent des fuites du bassin de Réaltor. Ces ruisseaux ont également un rôle fondamental de soutien d'étiage.



Le Bayon alimenté par les infiltrations du barrage de Bimont

➡ En somme, tous les ruisseaux du bassin de l'Arc en bon état chimique et écologique des eaux le sont grâce à un apport externe d'eau brute continue et de bonne qualité. Ils jouent un rôle primordial dans l'autoépuration de l'Arc par dilution des eaux.



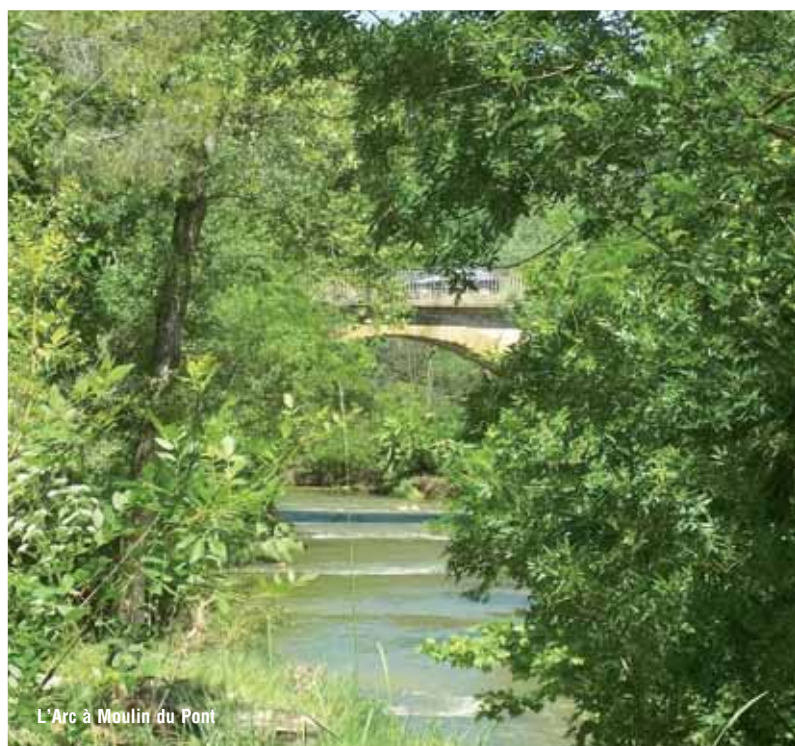
Embouchure de l'Arc



Panneau pédagogique sur le fonctionnement de la ZRI de la station d'épuration d'Aix-Ouest



Inventaire piscicole dans l'Arc



L'Arc à Moulin du Pont



La Cause, affluent de l'Arc



Libellules dans une ZRI

Volet milieux naturels

1- Analyse du milieu et des usages existants

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

- 1-1 ■ Une trame verte discontinuep 72
- 1-2 ■ Quelques grandes zones humides protégées contrastent avec de nombreuses petites zones humides mal connuesp 78
- 1-3 ■ Des ruisseaux en bon état ?p 80
- 1-4 ■ Une population piscicole dominée par les cyprinidésp 82
- 1-5 ■ Des discontinuités écologiques qui perturbent la migration de l'anguillep 84

Volet milieux naturels

2- Géomorphologie

- 2-1 ■ La dynamique fluviale de l'Arc à l'origine de sa biodiversité
 - Une hydrologie conditionnée par des pluies méditerranéennesp 88
 - La topographie et la géologie conditionnent les érosionsp 88
 - Les crues façonnent l'hydrosystème et sa diversitép 90
- 2-2 ■ L'occupation humaine altère le bon fonctionnement des cours d'eau du bassin
 - Le régime des eaux est modifiép 91
 - Le transport de matériaux et la morphologie du lit sont bouleversésp 91
 - L'impact sur la biodiversitép 91
- 2-3 ■ Cas des tronçons méandriformes de l'Arcp 92
 - La plaine des Milles : un tronçon très remanié**
 - Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel et analyse de la fonctionnalité morphodynamique de l'Arc dans la plaine des Milles.....p 93
 - Délimitation de l'espace de mobilité admissiblep 98
 - Restauration de la bande activep 98
 - La plaine de Berre : une dynamique naturelle relativement préservée**
 - Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel et analyse de la fonctionnalité morphodynamique de l'Arc dans la plaine de Berre.....p 100
 - Délimitation de l'espace de mobilité admissible dans la plaine de Berrep 102

1- Analyse du milieu et des usages existants

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

1-1 ■ Une trame verte discontinue

La qualité des boisements rivulaires du bassin de l'Arc est hétérogène. Le relatif bon état de la ripisylve¹ de l'Arc contraste avec celui des affluents qui est médiocre.

■ En effet, la forêt rivulaire de l'Arc est globalement en bon état². Elle est généralement continue et large. La largeur moyenne de la ripisylve de l'Arc est de 37 m et le taux de continuité est de 80%. Les critères discriminant la qualité de la ripisylve de l'Arc sont l'âge et l'état du peuplement : elle est relativement vieillissante et présente un état sanitaire moyen, souvent dû, localement à un sur-entretien par coupe de la strate arbustive ou présence d'espèces invasives³.

¹ La ripisylve est la "forêt de berges" (lat. *ripa* : la berge ; lat. *sylva* : la forêt), c'est-à-dire qu'elle comprend les boisements des différents lits d'un cours d'eau. En Provence, c'est une forêt généralement constituée de feuillus hydrophiles qui se différencie fortement de la végétation xérophile (adaptée à la sécheresse) environnante.

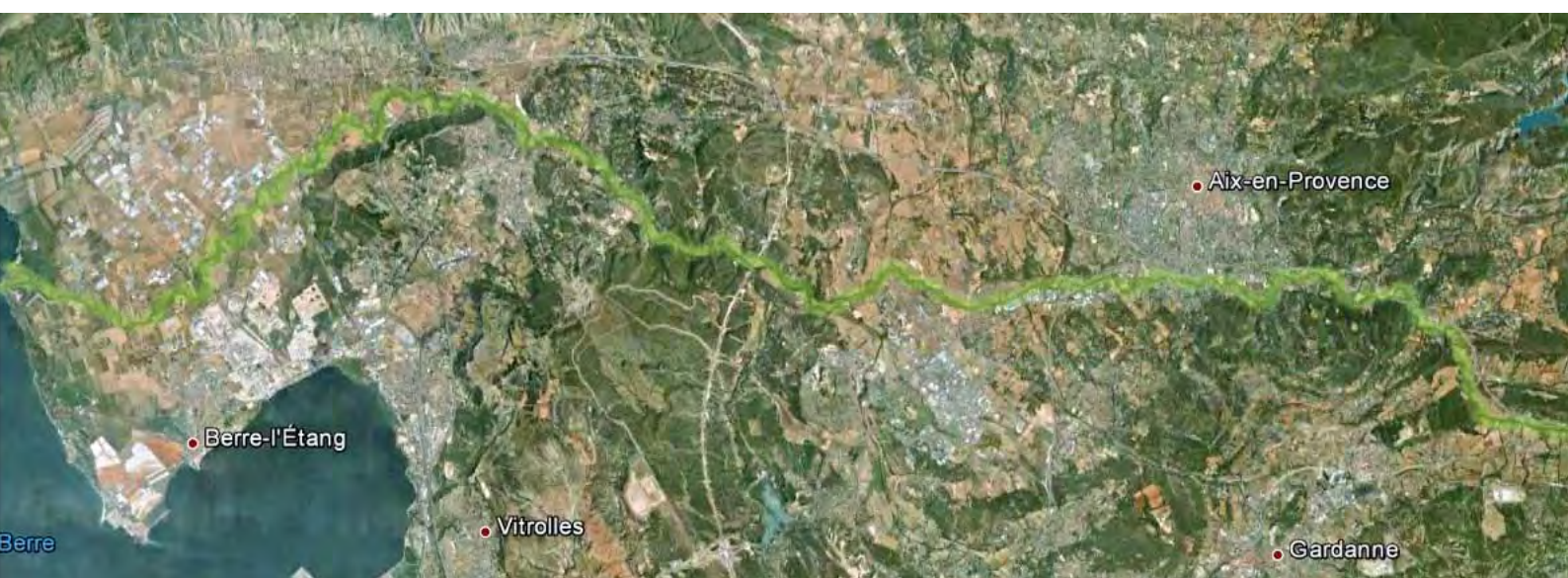
² Élaboration du programme pluriannuel de gestion de la ripisylve de l'Arc-GREN -SABA 2007.

³ Érable negundo (*Acer negundo*), robinier faux-acacia (*Robinia pseudacacia*), buddleia (*Buddleia sp.*), bambou (*Bambusoideae*), et canne de Provence (*Arundo donax*) dans les secteurs où elle prolifère

En observant la photo aérienne ci-dessous, on distingue nettement la ripisylve de l'Arc sur quasiment l'ensemble de son linéaire. Elle est un élément structurant du paysage de la vallée. Elle forme un ruban qui donne du mouvement au paysage en dessinant le parcours du fleuve et qui contraste avec les éléments rectilignes du paysage agricole. En zone urbaine, la ripisylve est une "coulée verte" qui assure un marquage visuel du cours d'eau (cf photo de la plaine de Trets ci-contre).

■ La ripisylve forme un véritable corridor biologique d'Est en Ouest depuis les piémonts varois jusqu'à l'Étang de Berre. Elle joue pleinement son rôle d'habitat et de couloir de déplacement pour la faune associée.

C'est une forêt globalement dominée par le peuplier blanc (*Populus alba*), ce qui est courant en milieu méditerranéen. A l'amont, le frêne oxyphyllé (*Fraxinus angustifolia*) et le chêne blanc (*Quercus pubescens*), tous deux également caractéristiques des milieux méditerranéens, sont majoritaires. Quelques secteurs sont également dominés par le peuplier noir (*Populus nigra*), le platane (*Platanus sp.*), ou le saule blanc (*Salix alba*).



Vue aérienne : on distingue nettement la ripisylve de l'Arc (mise en évidence par une surbrillance verte) sur quasiment l'ensemble de son



Plaine de Trets, la ripisylve, mise en évidence ici par une surbrillance verte, est une “coulée verte” qui marque visuellement le cours d’eau dans le paysage



L’Arc



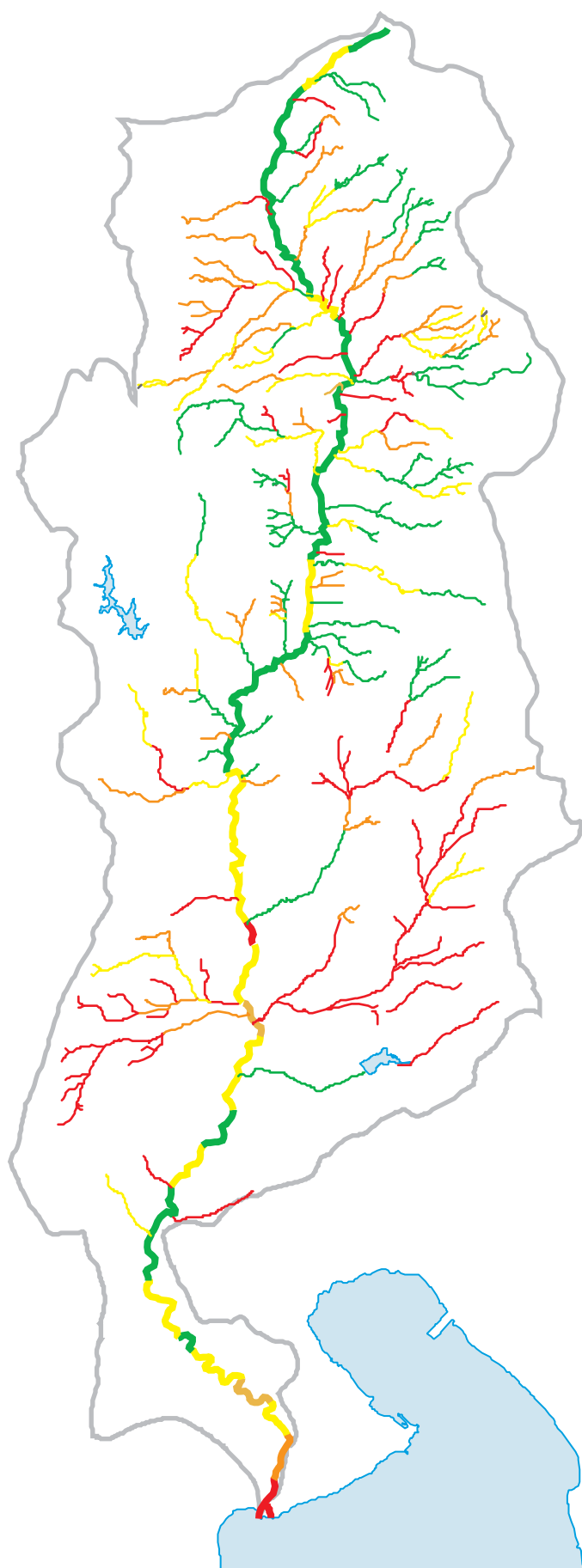
L’Arc



Ripisylve à Berre-l’Étang

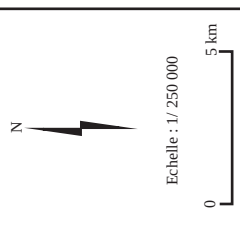


La ripisylve de l'Arc et de ses affluents



Légende

- Ripisylve de l'Arc
- Ripisylve d'affluent
- Plan d'eau
- Bassin versant de l'Arc
- Qualité de la ripisylve
 - bonne
 - moyenne
 - médiocre
 - mauvaise



Source : BD Cartho, Bureau d'étude GREN
Réalisation :



■ A l'inverse de la forêt rivulaire dense et continue le long de l'Arc, **les boisements riverains des affluents sont clairsemés et étroits**. Le taux de couvert et la continuité sont de l'ordre de seulement 50 % en pays aixois.

La **qualité des ripisylves des affluents** est :

- **globalement médiocre à mauvaise** dans les plaines habitées (et/ou cultivées),
- **bonne dans les collines en tête de réseau hydrographique**.

La ripisylve souffre de l'expansion des cultures jusque sur les berges des cours d'eau ou d'un empiètement des infrastructures urbaines. Les tronçons de cours d'eau sans ripisylve sont nombreux, soit parce que le ruisseau est canalisé, soit parce qu'une fauche systématique est opérée. Les affluents de l'Arc, dont le "chevelu" est développé, ne sont donc pas en mesure d'assurer pleinement leur fonction de connectivité entre les divers réservoirs de biodiversité du bassin, à savoir les massifs boisés (Sainte-Victoire, Massif de l'Étoile, Arbois etc...).

Ainsi, du fait de la médiocre qualité globale de nombreux affluents, il est permis d'affirmer que **la trame verte du bassin ne remplit pas correctement sa fonction principale de corridor biologique** entre les divers massifs forestiers du territoire (Cf. carte page suivante). Seule la ripisylve de l'Arc pourrait tenir correctement ce rôle.

En conséquence, les forêts rivulaires de l'Arc et de ses affluents nécessitent non seulement un entretien régulier et adapté au secteur, pour limiter les risques de débordement lors d'une montée des eaux (Cf. chapitre relatif aux inondations), mais également des mesures de protection et un ambitieux programme de restauration. Sur l'Arc, le programme de restauration consistera en un rajeunissement, par des abattages sélectifs, des tronçons de ripisylve vieillissant. Sur les affluents, des mesures de protection semblent indispensables pour permettre une recolonisation naturelle des berges auxquelles doivent s'ajouter des travaux de restauration (débroussaillage, bouturage et plantations).



Ripisylve dégradée - Vallat de Calas



Ripisylve dégradée à Puyloubier



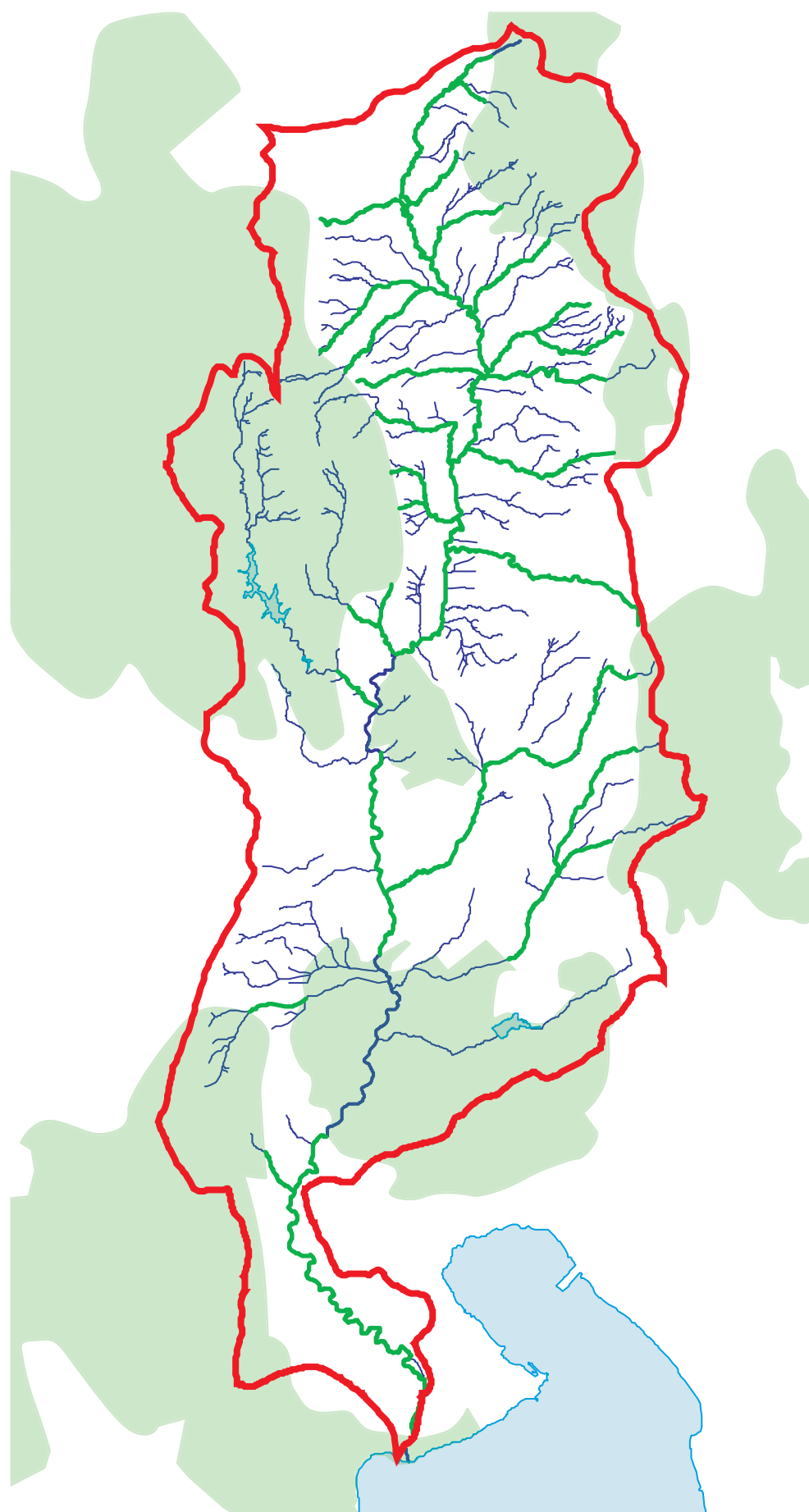
Ripisylve dégradée à Puyloubier



Ripisylve dégradée - Réseau du Malvallat d'Eguilles

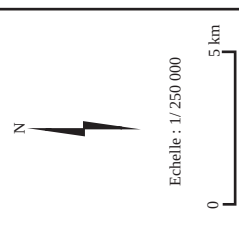


Éléments de réflexion pour l'élaboration de la Trame Verte et Bleue sur le bassin versant de l'Arc



Légende

- Bassin versant de l'Arc
- Pôles de biodiversité
- Corridors principaux
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc
- Plan d'eau



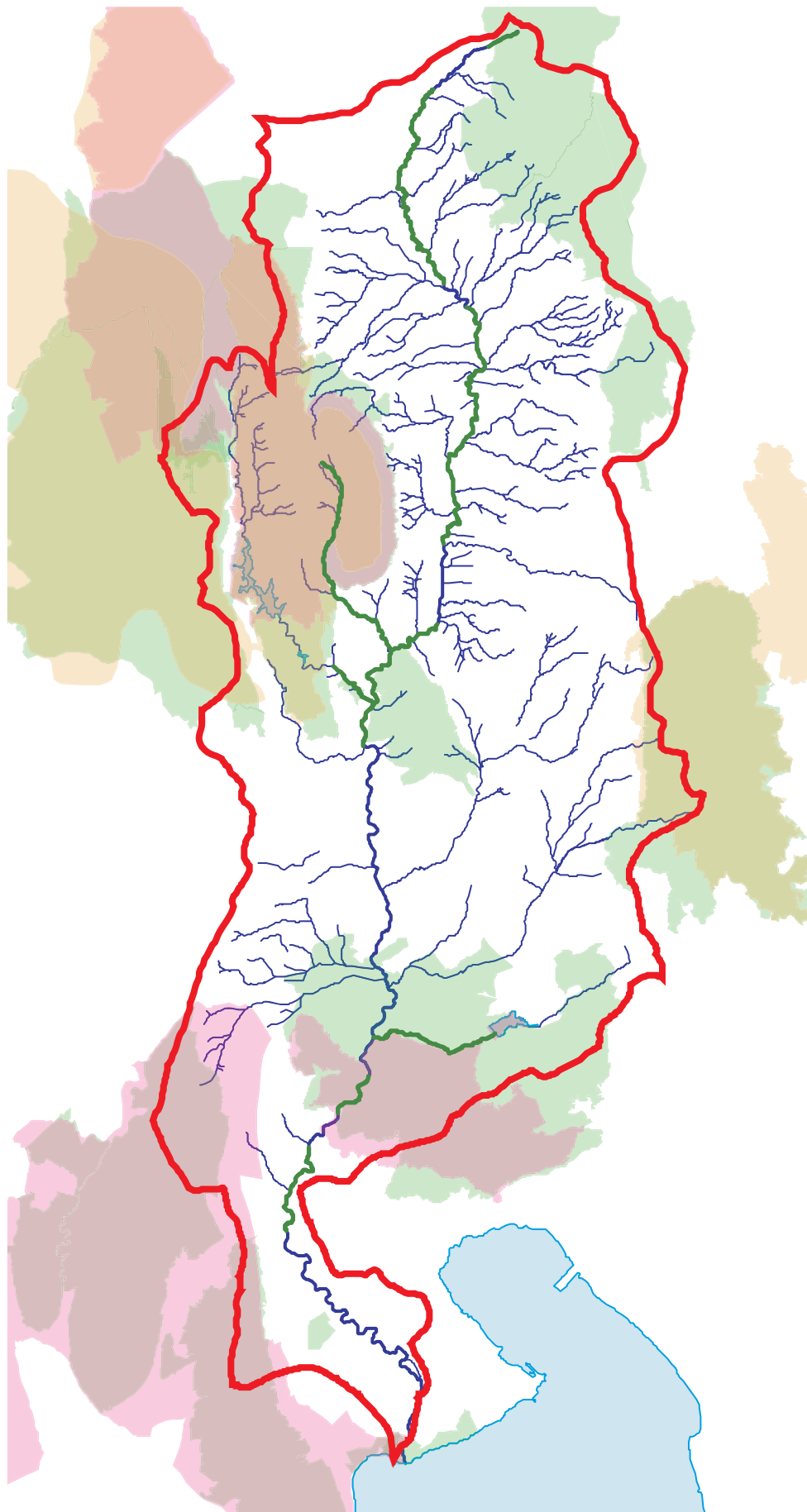
Source : BD Cartho, DREAL PACA
Réalisation :

SABA





Zones naturelles inventoriées et contractualisées



Légende

-  Bassin versant de l'Arc
-  Zones Spéciales de Conservation
-  Zones de Protection Spéciale
-  Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique
-  Ripisylve remarquable en bon état
-  Fleuve Arc
-  Affluent de l'Arc
-  Plan d'eau

N

Echelle : 1/ 250 000

0 5 km

Source : BD Cartho, DREAL PACA
Réalisation : SABA



1-2 ■ Quelques grandes zones humides protégées contrastent avec de nombreuses petites zones humides mal connues

Dans les Bouches-du-Rhône, la “zone humide” évoque généralement la “Camargue”, c’est-à-dire de vastes étendues d’eaux saumâtres “naturelles” et peu profondes, propices à l’installation d’une avifaune migratrice. **Sur le bassin versant de l’Arc, les zones humides** sont bien évidemment différentes mais n’en sont pas moins **très intéressantes pour la biodiversité locale**.

■ **Les trois réservoirs d’eau du bassin**, à savoir les **barrages Zola** et **Bimont** dans le Massif de la Sainte-Victoire alimentés par le réseau du Canal de Provence (eaux du Verdon) et le **réservoir du Réaltor** alimenté par le Canal de Marseille (eaux de la Durance) **sont aujourd’hui considérés comme des zones humides**. Du fait de sa topographie en pente douce et entouré des forêts et garrigues du Plateau de l’Arbois, le **bassin du Réaltor constitue une zone humide remarquable**. Une grande phragmitaie offre des possibilités d’abris et d’hivernage à une avifaune riche et diversifiée comme le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*), la Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon*) ou le Rollier (*Coracias garrulus*)¹.

■ A l’embouchure de l’Arc, sur les bords de l’Étang de Berre, des marais accueillent de nombreux oiseaux nicheurs ou de passage. On remarquera le **Marais de Sagnas** colonisé par les scirpaies et les roseaux qui abritent potentiellement un dortoir de Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) et constituent, entre autres, une zone d’hivernage appréciée de la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*) et de la Rémiz penduline (*Remiz pendulinus*)².

■ Cependant, les zones humides du bassin ne se résument ni à ces réservoirs d’eau, ni aux marais des bords de l’Étang de Berre. **De nombreuses petites zones humides jalonnent les bords de l’Arc et de ses affluents**. Parfois naturelles (bras mort, lit moyen, résurgence, point bas collinaire...), parfois d’origine anthropique (bassins de rétention, remblaiements et rétention des écoulements...), **ces zones humides contribuent à enrichir la biodiversité du bassin versant** par la mosaïque d’habitats qu’elles offrent et les espèces spécifiques qu’elles abritent. Elles sont caractérisées par la présence ou non d’eau mais surtout par la présence d’espèces végétales hydrophytes (roseaux, menthe aquatique, laïche, etc...). **Ces petites zones humides sont mal connues et souffrent de la sécheresse et de diverses pressions anthropiques**.

■ Enfin, les Zones de Rejet Intermédiaires (ZRI), de type lagune, créées à l’aval des stations d’épuration, sont désormais bien colonisées par les roseaux et les joncs. Des animaux inféodés aux milieux aquatiques y ont été observés. **Les ZRI sont donc de nouvelles petites zones humides sur le bassin de l’Arc**.



Il y a donc un besoin de connaissance des petites zones humides du bassin de l’Arc afin de développer des mesures de protection de ces habitats précieux en milieu méditerranéen.

¹ Source : fiche ZNIEFF I n°13-100-131

² Source : fiche ZNIEFF I n° 13-112-133



Petite zone humide sur le Grand Torrent



Le Marais de Sagnas à l'embouchure de l'Arc



Zone de Rejet Intermédiaire de la station d'épuration d'Aix Ouest - petite zone humide favorable au développement d'espèces végétales et animales



Le bassin du Réaltor constitue une zone humide



Héron cendré

© V Syndicat mixte du Massif de l'Arbois - 2011

1-3 ■ Des ruisseaux en bon état ?

■ La forte présence humaine et les grands aménagements hydrauliques ont bouleversé le fonctionnement naturel de quasiment tous les cours d'eau du bassin de l'Arc. A ce jour, **il n'y a qu'un tronçon de ruisseau très proche de l'état de référence qui caractérise le très bon état**, à savoir **le Bayon** sur sa partie amont.

■ Cependant **quelques affluents** - ou vallats - **peuvent être considérés comme étant proches du bon état¹ car ils subissent peu de pressions anthropiques**. Il s'agit de :

- **Le Grand Torrent** : ce ruisseau est alimenté par les fuites du réservoir du Réaltor. Ces eaux sont d'excellente qualité physico-chimique et les premiers indices biologiques réalisés en 2010 confirment ces résultats². Les eaux fraîches permettent d'accueillir une population de truites fario et d'anguilles. La ripisylve y est en bon état. Elle est large et continue. Elle abrite une espèce remarquable pour le bassin : l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*). Cependant, les surverses du canal de Marseille conjuguées à l'arrêt du flux sédimentaire sembleraient entraîner un **enfouissement du lit sur le tronçon amont et un abaissement de la nappe d'accompagnement**. Ces deux phénomènes seraient **préjudiciables à la faune et la flore** car ils entraîneraient une homogénéisation des faciès d'écoulement du ruisseau ainsi qu'un dépérissement de la forêt rivulaire.

Enfin, les derniers échantillonnages piscicoles semblent indiquer un peuplement très perturbé.

- **La Cause aval** : la Cause est alimentée par de petites sources en contrebas du barrage Zola ainsi que par des débits de fuite de cet ouvrage. Sa ripisylve est en bon état à l'exception de la traversée du Tholonet (alignement de platanes). Ses eaux sont **globalement de bonne qualité**. Des écrevisses américaines ont été observées et elles constituent une menace pour l'équilibre de l'écosystème aquatique.

- **Le Bayon** (et son affluent le Roques-Hautes). Le Bayon

¹ On considère comme étant en *bon état* les ruisseaux peu soumis à des pressions anthropiques et/ou proche de l'état de référence.

² La note IBGN obtenue en 2010 est de 17, ce qui est remarquable pour le bassin de l'Arc.

prend sa source à l'amont du village de Saint-Antonin, sur le plateau du Gengle, au pied de la Sainte-Victoire. Ce ruisseau ne connaît des assecs qu'aux années les plus sèches. Du fait d'un bassin versant très peu urbanisé, il est considéré comme étant en **très bon état**. C'est le seul ruisseau du bassin versant relativement proche de son état de référence.

- **Le ruisseau de Roques-Hautes** est un tout petit affluent du Bayon. Il est alimenté, pour partie, par des infiltrations profondes du réservoir de Bimont (au nord de la Sainte-Victoire). En-deçà d'une côte du marnage du réservoir, le ruisseau de Roques-Hautes s'assèche.

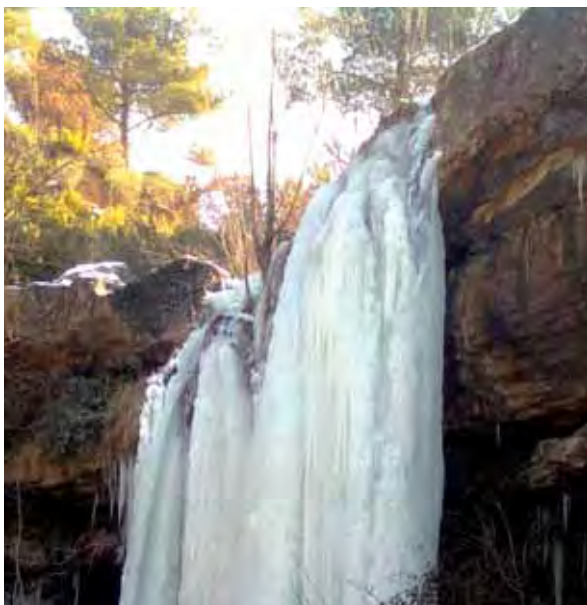
Le Bayon et le ruisseau de Roques-Hautes abritent **les deux dernières populations d'écrevisses à pattes blanches** (*Austropotamobius pallipes*) des Bouches-du-Rhône.

A noter que la masse d'eau "Rivière le Bayeux" (LP_16_01) est identifiée dans le SDAGE RM de 2009 comme "réservoir biologique" en références aux articles L214-17 et R214-108 du Code de l'Environnement. Ce statut réglementaire renforce la protection de cette "zone refuge" pour l'écrevisse à pattes blanches. De plus, cette masse d'eau peut véritablement jouer un rôle de "pépinière" pour les invertébrés d'eau douce du bassin.

➔ **Remarque : à l'exception du Bayon amont, tous les ruisseaux du territoire, considérés comme étant proches du bon état, le sont grâce à un aménagement hydraulique qui transfère les eaux des Alpes, de bonne qualité, vers le bassin de l'Arc. Le bon état de ces milieux, et la préservation des espèces patrimoniales associées qu'ils abritent, sont donc étroitement liés à la gestion de ces ouvrages.**



Enfouissement du lit du Grand Torrent



Cascade du Bayon - hiver 2012

© PHOTO ARPE PACA



Le ruisseau de la Cause alimenté par les fuites du barrage Zola



Comptage d'écrevisses à pattes blanches



Écrevisse à pattes blanches dans le ruisseau de Roques-Hautes

© Photo Sébastien CONANT - Fédération de pêche 13

1-4 ■ Une population piscicole dominée par les cyprinidés

L'Arc dispose d'une habitabilité piscicole notable du fait d'un écoulement méandré à alternance de radiers et de mouilles à courant lent, et de par la présence d'une ripisylve quasi-continue.

■ Les pêches d'inventaires effectuées au cours des dernières années montrent que **l'Arc est un cours d'eau quasi exclusivement cyprinicole¹**. Les conditions naturelles du milieu, à savoir principalement la température, conjuguées aux facteurs anthropiques (état physico-chimique des eaux) ne permettent pas d'accueillir des salmonidés. Suivant les stations d'étude, la richesse taxonomique² varie entre 9 et 17, ce qui est remarquable. Globalement, la densité et la biomasse moyennes varient suivant un gradient décroissant aval-amont³. Les densités et les biomasses sont globalement plus élevées sur l'Arc aval que sur l'Arc médian ou amont.

■ Les **espèces majoritaires de l'Arc** sont le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*), le chevesne (*Leuciscus cephalus*), le barbeau fluviatile (*Barbus barbus*). A l'aval, l'anguille (*Anguilla anguilla*) est l'espèce largement dominante.

¹ Cyprinicole : de la famille des cyprinidés. Les cyprinidés sont une vaste famille de poissons d'eau douce dont la répartition géographique est très large. Par opposition aux salmonidés, les cyprinidés sont considérés comme plus tolérants aux conditions physico-chimiques du milieu.

² La richesse taxonomique représente le nombre de taxons, c'est-à-dire le nombre d'espèces présentes. C'est un indicateur, parmi d'autres, de bonne santé du milieu et de biodiversité.

³ Sources :

- Analyse des données de pêches d'inventaires CSP/ONEMA sur les 15 dernières années-SABA-2011 ;
- Analyse des pêches d'inventaires SABA/FDPPMA13 effectuées sur l'Arc aval-SABA-2011

Le vairon (*Phoxinus phoxinus*) domine le peuplement d'une station à Aix-en-Provence.

Les espèces d'accompagnement sont le goujon (*Gobio gobio*), le hotu (*Chondrostoma nasus*), l'ablette (*Alburnus alburnus*) et la loche franche (*Nomacheilus barbatula*).

Le blageon (*Leuciscus souffia*), espèce méditerranéenne, et le toxostome (*Chondrostoma toxostoma*) semblent présents à Aix-en-Provence en densité moyenne. **Avec l'anguille en voie d'extinction, ces deux espèces sont les seules classées en liste rouge, présentes dans l'Arc**, sous la catégorie "espèce quasi-menacée" (1^{er} niveau de classification).

De plus, **certains affluents, de bonne qualité d'eau, offrent des potentialités salmonicoles⁴**, c'est-à-dire qu'ils permettraient d'accueillir une population de truite fario (*Salmo trutta fario*). C'est surtout le cas du Grand Torrent et du Bayon (et son affluent Roques-Hautes).

La population piscicole de l'Arc est aujourd'hui relativement bien connue dans sa partie aval. Des efforts restent à entreprendre dans sa partie médiane et amont.

⁴ Salmonicole : de salmonidés. Les salmonidés sont une famille de poissons majoritairement d'eau douce. Ils requièrent des eaux globalement fraîches et de bonne qualité (ex : truite, ombles, saumon...).



Chevesne dans son milieu

© Photo Sébastien CONAN, Fédération de pêche 13



© Photo Tourenq - riverain

Pêche d'inventaire en juin 2011 - Seuil de Gordes



Biométrie de l'anguille - juin 2011



Biométrie de l'anguille - juin 2011



Anguille dans son milieu

© Photo Sébastien COVAN, Fédération de pêche 13

1-5 ■ Des discontinuités écologiques qui perturbent la migration de l'anguille

■ Depuis très longtemps, les provençaux ont aménagé des seuils sur les cours d'eau pour dériver une partie des eaux et irriguer les champs. Certains seuils en pierres jointives auraient été bâtis au XV^{ème} siècle. Sur le linéaire de l'Arc, une quinzaine de seuils ont rempli cette fonction. **Aujourd'hui, seuls trois seuils sont toujours utilisés, dont deux pour l'irrigation (Moulin du Pont et Gordes).**

■ **L'anguille européenne** (*Anguilla anguilla*) est une espèce amphihaline, c'est-à-dire qu'elle accomplit une partie de son cycle de vie en mer et l'autre en rivière. Cette espèce croît dans les eaux douces en remontant les cours d'eau pour trouver abris et nourriture. Mais elle retourne se reproduire dans l'Atlantique Nord, dévalant ainsi rivières et fleuves. **L'anguille est donc une espèce migratrice qui effectue, au cours de son cycle de vie, une migration dite de montaison, et une de dévalaison.**

A partir des années 80, la population mondiale d'anguille européenne a chuté. **L'espèce est désormais classée "en danger critique d'extinction"**. Les causes sont multifactorielles (surpêche, maladie, etc...) mais **la présence d'innombrables seuils en travers des cours d'eau européens constitue sans nul doute une forte perturbation de la migration de l'espèce, et donc de son cycle de vie.**

• En été, les premières anguillettes arrivent de la mer et remontent les cours d'eau. Lors de cette montaison, elles se heurtent à des obstacles (barrages, seuils, cascades...) qui, soit retardent cette migration (dans l'attente qu'elles grossissent), soit bloquent une partie ou tous les individus. La franchissabilité d'un ouvrage par l'anguille s'apprécie suivant plusieurs critères (vitesses d'eau, pente, rugosité...) et suivant la classe d'âge des individus. **L'anguille possède des capacités de reptation** qui lui permettent de monter des obstacles infranchissables pour les espèces nageuses. Elle peut ramper sur les berges et/ou sur le seuil

et ce, de manière plus ou moins efficace suivant son âge et sa taille. **Chaque ouvrage nécessite donc une expertise propre pour évaluer le pourcentage de franchissement de l'espèce à la montaison et les paramètres limitant le passage.**

• A l'inverse, à l'automne, profitant des premiers "coups d'eau", les anguilles sexuellement matures (anguilles argentées) dévalent les cours d'eau pour débiter leur migration de reproduction vers la Mer des Sargasses (Atlantique Nord). C'est lors de cette période que les risques de capture par dérivation des eaux pour des usages anthropiques sont forts. Ce risque s'apprécie en observant la part d'eau dérivée, la taille des grilles d'entrée, les possibilités de fuite et, dans le cas des micro-centrales hydroélectriques, les turbines utilisées.

Grâce à des études récentes¹, l'impact des ouvrages transversaux sur la migration de l'anguille est mieux connu.

L'anguille est l'espèce dominante de l'Arc aval avec une densité moyenne d'environ 1 000 individus/hectare (très forte densité). Le seuil de Moulin du Pont constitue l'obstacle principal à la migration de montaison de l'espèce. Il bloque la montaison de la plupart des individus et semble sélectionner les individus de grande taille.

Ce seuil est particulier : c'est une double chute naturelle surmontée d'un mur en pierres très ancien. Il n'est pas possible de distinguer l'impact de la chute naturelle de celui du mur sur la migration de montaison de l'anguille.

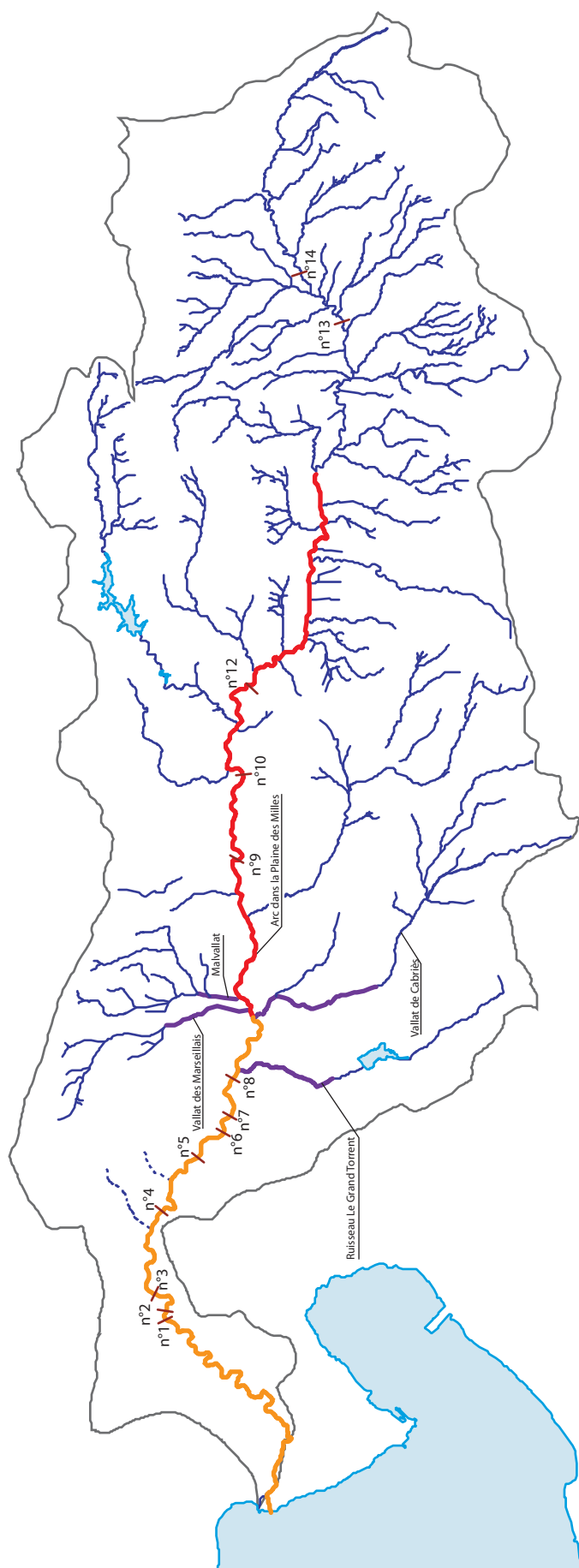
¹ Étude de la montaison et de la dévalaison de l'anguille européenne sur l'Arc - ONEMA - 2011 ; Analyse des pêches d'inventaires SABA / FDPPMA13 effectuées sur l'Arc aval - SABA - 2011



La double chute de Moulin du Pont sur l'Arc est un seuil naturel. En amont, un mur maçonné complète le seuil.



La continuité écologique de l'Arc



Légende des seuils :

Seuil n°1 : Seuil de Bosque

Seuil n°2 : Seuil de Gordes

Seuil n°3 : Seuil de la Bastide Neuve

Seuil n°4 : Seuil de Moulin du Pont

Seuil n°5 : Seuil de la Thérèse

Seuil n°6 : Gué de Ventabren

Seuil n°7 : Seuil de Ventabren

Seuil n°8 : Seuil de Roquefavour

Seuil n°9 : Seuil de la Parade

Seuil n°10 : Seuil de la Priée

Seuil n°11 : Seuil de Palette

Seuil n°12 : Seuil de Clairefontaine

Seuil n°13 : Seuil de Garcin

Seuil n°14 : Seuil de Repentance

Seuil n°15 : Seuil de Pourrières

(Seuils classés prioritaires)

Bassin versant de l'Arc

Zone d'Action Prioritaire du

Plan de Gestion Anguille reprise

dans le projet de révision du classement

des cours d'eau au titre de l'article

L 214-17 du CE (anguille)

Tronçon classé depuis 1994 au titre de

l'article L 432-6 du CE pour l'anguille et la truite

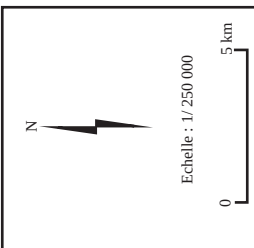
Tronçons d'affluent en objectif de recolonisation

de la stratégie locale pour l'anguille

Fleuve Arc

Affluent de l'Arc

Plan d'eau



Source : BD Cartho, DREAL PACA

Réalisation :

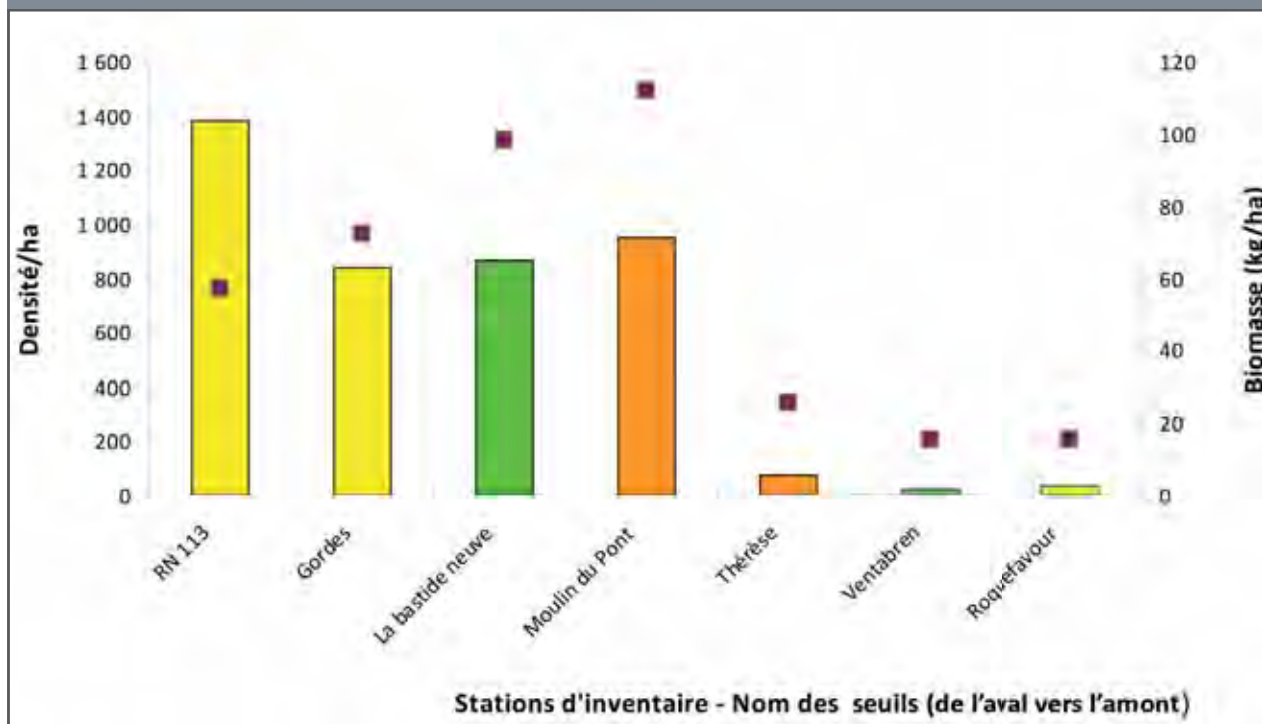
SABA



Résultats des pêches d'inventaires pour l'anguille à l'aval immédiat des seuils

SABA/FDPPMA13 – 2011

Graphique comparatif interstations densité / biomasse / classe de franchissabilité



Légende

■ Biomasse

Classe de franchissabilité d'un ouvrage (Steinbach, 2005)		
Note	Classe	Critère obstacle
0	Absence d'obstacle	Ouvrage entièrement ruiné, effacé ou sans aucun impact
1	Ouvrage franchissable sans difficulté apparente	La libre circulation est assurée à tout niveau de débit dans des conditions de température permettant la migration
2	Obstacle franchissable mais impact temporaire	L'ouvrage est franchissable mais il y a un impact en situation hydraulique ou thermique limitante (étage, température basse...)
3	Obstacle difficilement franchissable	L'impact de l'ouvrage est important dans les conditions moyennes (module, température favorable...)
4	Obstacle très difficilement franchissable	L'impact de l'ouvrage est tel que le passage du poisson n'est possible qu'en situation exceptionnelle (hydraulicité > 2-3 fois le module, manœuvre exceptionnelle...)
5	Obstacle totalement infranchissable	L'ouvrage est étanche pour la circulation du poisson, y compris en configuration exceptionnellement favorable (crue...)



Commentaire du graphique

■ Les densités sur les 4 stations **à l'aval de Moulin du Pont** sont élevées. En moyenne 1000 ind/ha. La très forte densité à l'aval du seuil de la RN113 s'explique par le recrutement annuel en anguillettes, ce que confirme la biomasse globale relativement faible.

■ Les densités **à l'aval des seuils de Gordes, de la Bastide Neuve et de Moulin du Pont** sont homogènes, mais les biomasses sont croissantes. Cela indique que **les seuils sont relativement franchissables mais peuvent induire un retard de migration** car les individus présents sont de plus en plus vieux.

■ Le **seuil de Moulin du Pont** induit une chute des densités et une augmentation de la biomasse totale : il y a 13 fois moins d'anguilles à l'amont qu'à l'aval et les anguilles sont trois fois plus grosses. Le seuil du Moulin du Pont est donc un obstacle déterminant pour la montaison de l'anguille dans l'Arc.

A la dévalaison, trois seuils présentent un risque de capture :

■ **Le seuil de la Thérèse** : ce seuil dérive une partie des eaux pour alimenter une petite usine hydroélectrique qui fonctionne à l'année. Du fait d'un débit faible et d'une grille à l'espacement inter-barreaux réduit, la mortalité est théoriquement estimée à environ 15 %.

■ **Le seuil de Moulin du Pont** : ce seuil dérive à partir d'octobre jusqu'en avril une part importante des eaux de l'Arc. L'espace inter-barreaux étant grand, les risques de capture sont élevés. La mortalité de l'anguille est théoriquement estimée à 50%, ce qui est élevé.

■ **Le seuil de Gordes** : il dérive une petite part des eaux de l'Arc pour alimenter en hiver - période de dévalaison - principalement l'usine LyondellBasell à Berre-l'Étang. La mortalité n'a pas été estimée. Elle peut être considérée comme faible vu la faible part des eaux détournées et des possibilités de retour à l'Arc par les canaux d'irrigation.



Rampe à anguille - Seuil de Gordes



L'Arc est donc un fleuve qui accueille l'anguille sur toute sa partie aval. Mais la répartition de cette espèce migratrice est fortement perturbée par un seuil particulier : le seuil de Moulin du Pont. La mise en oeuvre d'une stratégie de restauration de la continuité écologique de l'anguille est tributaire d'un positionnement clair sur ce seuil.

2-1 ■ La dynamique fluviale de l'Arc à l'origine de sa biodiversité

■ Une hydrologie conditionnée par des pluies méditerranéennes

Le bassin de l'Arc est soumis aux rigueurs d'un climat méditerranéen caractérisé par une grande irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. Les pluies sont habituellement intenses et mal réparties sur l'année. A l'automne généralement, des épisodes orageux très violents peuvent survenir (pour plus de détails : voir chapitre sur le risque inondation). Ces pluies engendrent systématiquement des crues d'intensité variable.

Ces crues sont un des facteurs d'ajustement morphologique de l'Arc.

■ La topographie et la géologie conditionnent les érosions

Le bassin versant de l'Arc se situe dans la partie occidentale de la Provence calcaire. Son relief est accidenté et il est encadré par plusieurs massifs orientés Est-Ouest. L'Arc traverse ainsi une succession de bassins et de gorges.

D'Est en Ouest se succèdent schématiquement :

■ **Les piémonts des massifs calcaires** : de très nombreux affluents de l'Arc prennent naissance dans ces piémonts formant ainsi un réseau hydrographique dense et pentu. Ces reliefs ceignent le bassin de l'Arc.

■ **La dépression de Trets** : c'est une grande plaine qui draine les nombreux petits affluents piémontais et **offre des possibilités d'expansion à l'Arc en cas de crue**.

■ **Les gorges de Langesse** : elles forment un premier **"étranglement" du cours d'eau, limitant les possibilités d'étalement**. Lors d'une crue, les eaux gagnent en puissance dans ce tronçon du fait de la pente qui s'accroît.

■ **Le bassin d'Aix** : il draine également plusieurs sous-bassins versants majeurs et forme la **seconde plaine inondable de l'Arc** qui se caractérise par des berges sédimentaires et érodables. **La Plaine des Milles, entre le Village des Milles et le Pont de Saint Pons, est un secteur à forte mobilité latérale.**

■ **Les gorges de Roquefavour** : très encaissées, elles concentrent la quasi intégralité des eaux du bassin versant (effet "entonnoir"). Il y a **très peu de possibilités de mobilité du lit** du fait d'affleurements rocheux fréquents et de berges calcaires. Les débits connaissent leur maximum dans les gorges. La pente est forte, les eaux de l'Arc regagnent en puissance.

■ **La plaine de Berre** : c'est une plaine sédimentaire située "en terrasse". L'Arc y termine son parcours en se jetant dans l'Étang de Berre. C'est également un **tronçon de l'Arc à forte mobilité latérale** car les eaux "déboulent" à pleine puissance dans une plaine érodable.

Des substrats cohérents (calcaires) constituent les massifs et les gorges tandis que des substrats meubles (marnes, argiles et matériaux graveleux) dominent les dépressions. De plus, la forte inclinaison des versants, les cultures sur pentes (vignes) et la présence en de nombreux secteurs de substrats érodables, favorisent l'érosion et l'apport de matériaux à l'Arc. L'Arc puise donc sa charge solide à la fois sur les versants (environ 80%) et sur les berges érodables (environ 20%)¹.

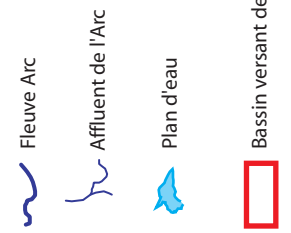
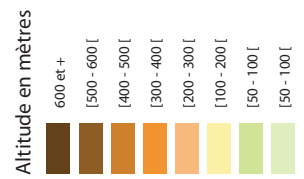
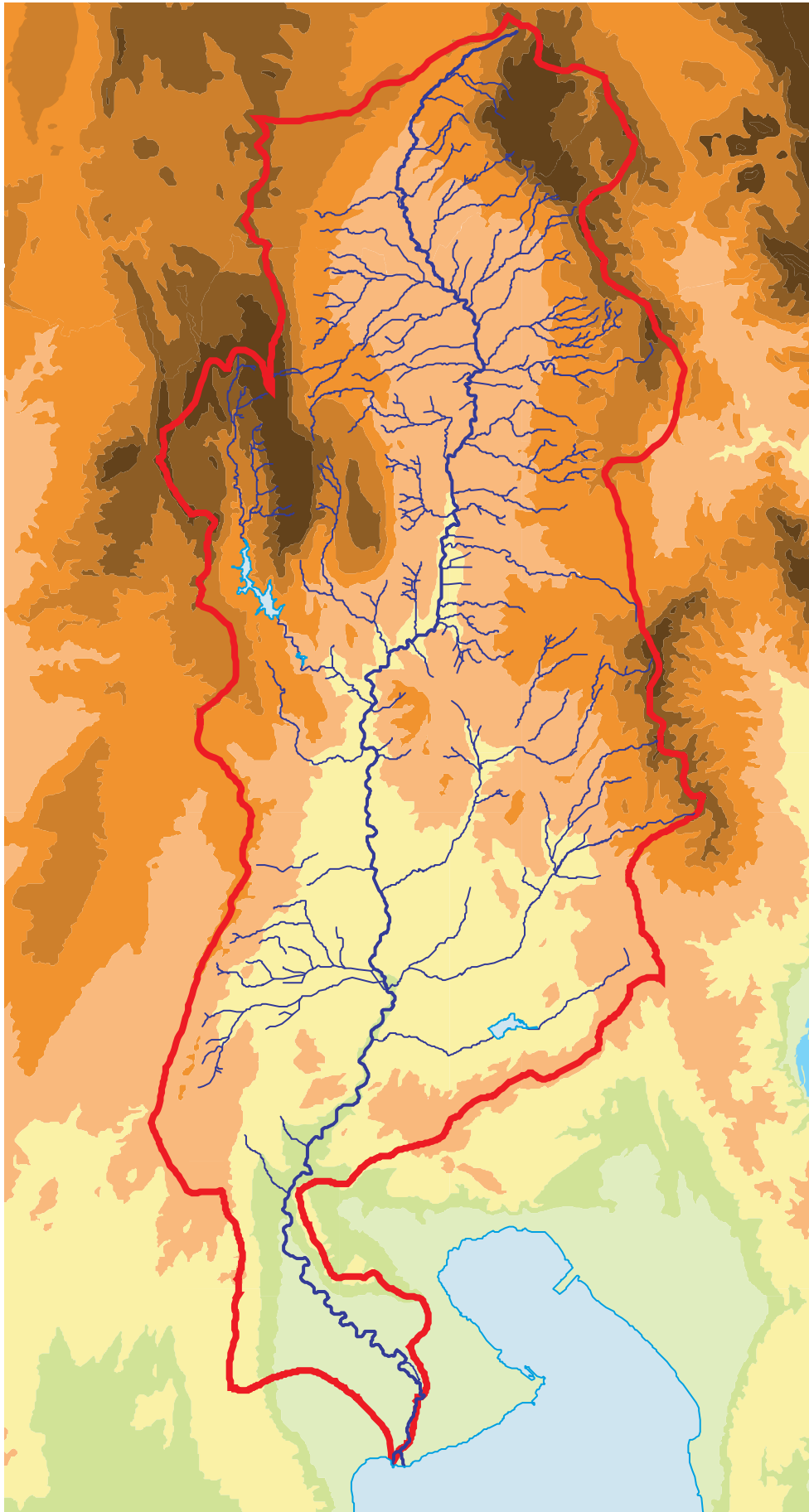


Les gorges sont donc des tronçons qui accroissent la puissance des eaux tout en limitant les possibilités d'érosions. A l'inverse, les plaines des Milles et de Berre sont des tronçons érodables à forte mobilité latérale et où l'Arc perd son énergie.

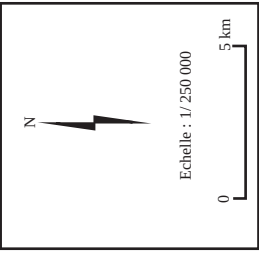
¹ Évaluation des apports sédimentaires en provenance des principaux fleuves vers l'Étang de Berre ; Fandino M. ; synthèse du rapport de thèse ; 2001



Relief du bassin versant de l'Arc



Légende



Source : BD Cartho, DREAL PACA
Réalisation : SABA



Les crues façonnent l'hydrosystème et sa diversité

La morphologie de l'Arc résulte de la topographie du bassin, du climat méditerranéen (et donc des débits), et de la géologie (Cf. paragraphes précédents).

Les débits engendrent donc une pluralité d'écoulements et de formes du cours d'eau. Les zones lentes (appelées mouilles) alternent avec les zones rapides (les radiers). Dans les tronçons méandriformes, les berges externes s'érodent tandis que des dépôts alluvionnaires grossissent les berges internes.

On distingue **plusieurs lits inondés en fonction des débits en jeu** :

■ **Le lit mineur ou chenal d'écoulement principal des eaux**, incluant un ou plusieurs chenaux d'étiage.

■ **Le lit moyen, siège des crues fréquentes à moyennes**. Il n'est pas présent partout.

■ **Le lit majeur, siège des crues rares à exceptionnelles**.

Il peut arriver que certaines plaines soient dépourvues de l'un ou de l'autre de ces lits ou au contraire, aient des lits supplémentaires ou intermédiaires. Ces différents lits sont généralement séparés par des talus qui les délimitent.

Pendant une période de calme hydrologique, c'est-à-dire entre deux crues morphogènes, le lit de l'Arc se comble en matériaux alluvionnaires, la végétation pionnière colonise les berges. On dit que le lit se re-

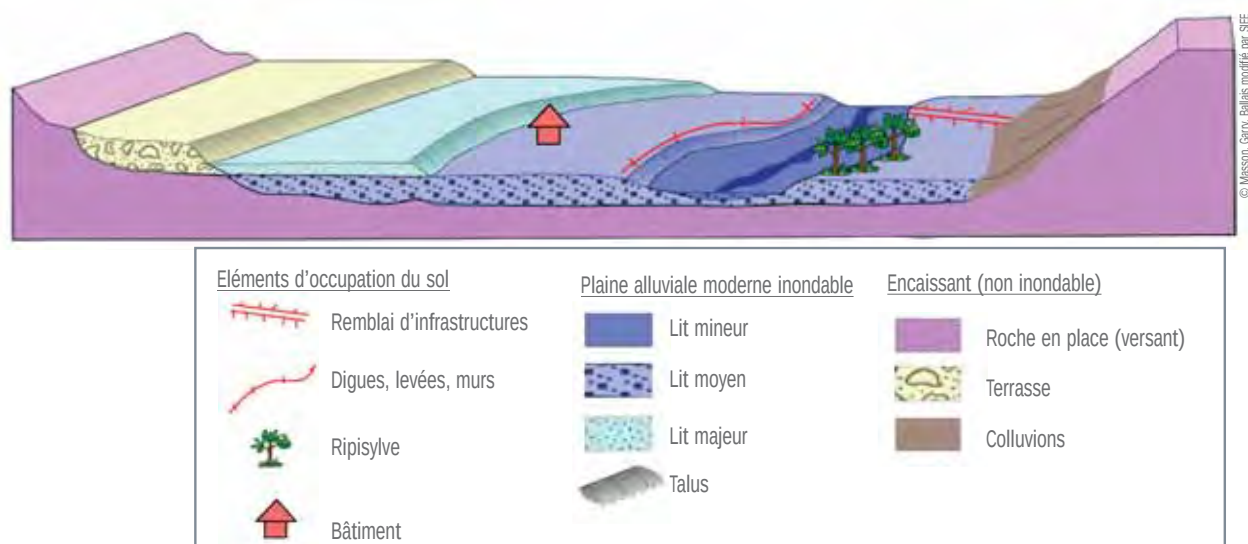
ferme. Lorsque survient une forte crue, la capacité d'écoulement est trop faible face aux débits en jeu. Le fleuve érode alors certains secteurs de berges et arrache la végétation implantée. L'Arc a une mobilité latérale engendrée par ce fonctionnement cyclique, de fréquence et d'intensité variable.

Cet "équilibre dynamique" qui s'opère continuellement sur l'Arc enrichit la diversité des habitats du cours d'eau. Dans le lit mineur, la granulométrie des sédiments et les vitesses d'écoulement sont variées. On parle de diversité de faciès d'écoulement. Cette pluralité des habitats conditionne la diversité des peuplements biologiques aquatiques.

Sur les berges, la végétation croît et meurt en fonction des crues, créant une mosaïque d'habitats à la fois pour la faune terrestre et la faune aquatique (ex : cache pour les poissons). Les atterrissements permettent à une végétation pionnière de se développer et sont appréciés des oiseaux. Les bras morts constituent des petites zones humides extrêmement riches en milieu méditerranéen.

En somme, les crues de l'Arc sont une composante naturelle de son bon fonctionnement. Elles façonnent une pluralité de forme du lit et des berges qui se traduit par une mosaïque d'habitats aquatiques et rivulaires pour de nombreuses espèces animales et végétales. Les cours d'eau sont ainsi des espaces de biodiversité.

Schéma d'une plaine alluviale type



Source : L'approche hydrogéomorphologique en milieux méditerranéens, une méthode de détermination des zones inondables, DIREN PACA, avril 2007, GINGER, IPSEAU, Autrement Dit

■ L'occupation humaine altère le bon fonctionnement des cours d'eau du bassin

Les longues périodes de calme hydrologique, ou périodes entre deux crues morphogènes conduisent les populations locales à "oublier" la dynamique du fleuve. L'implantation humaine (infrastructures urbaines et cultures) s'est développée jusqu'en haut des berges de l'Arc. **L'occupation humaine perturbe fortement le bon fonctionnement du cours d'eau.**

■ Le régime des eaux est modifié

L'imperméabilisation des sols (routes, parkings, toitures...) modifie directement le régime des crues de l'Arc (Cf. chapitre consacré aux inondations) et augmente le risque d'inondation. Lors des pluies :

- une part plus importante d'eau ruisselle au lieu de s'infiltrer, **augmentant ainsi les débits de crue.**
- l'eau arrive plus vite au cours d'eau **diminuant alors le temps de montée de crue et augmentant la vitesse de propagation de l'onde de crue.**
- A l'inverse, à l'étiage, les prélèvements hydriques diminuent la part "mouillée" du chenal d'étiage en exondant des faciès d'écoulement normalement immergés.

■ Le transport de matériaux et la morphologie du lit sont bouleversés

Les **endiguements, enrochements et remblais sur berges** réduisent les possibilités d'érosions latérales d'un cours d'eau créant un déficit du flux solide. L'hydrosystème compense ce déficit solide en "creusant" le fond du lit, on parle **d'incision du lit mineur.**

Ces aménagements repercutent également l'érosion sur des berges opposées ou aval. Ils perturbent la dynamique latérale de l'Arc.

Par ailleurs, **les petits barrages bloquent la charge solide d'un cours d'eau.** On assiste alors à la fois à un phénomène de piégeage des matériaux solides dans la retenue amont du barrage, mais également à une incision du lit mineur à l'aval.

Sur le bassin de l'Arc, ce phénomène, bien qu'assez modéré, s'observe par exemple à l'aval des seuils de Moulin du Pont et de la Thérèse. L'impact semble plus marqué à l'amont du Grand Torrent (Cf. paragraphe 1.3 de la partie milieux naturels).

■ L'impact sur la biodiversité

L'incision du lit d'un cours d'eau **dégrade les habitats et uniformise les faciès d'écoulement**, ce qui entraîne la disparition de certaines espèces (invertébrés benthiques¹ ou faune piscicole) qui leur sont inféodées.

Lorsque la mobilité latérale d'un cours d'eau est perturbée (cas du secteur des Milles, développé ci-après), c'est toute la dynamique de régénération des habitats qui s'en trouve réduite, ce qui appauvrit le potentiel biologique du cours d'eau².



En somme, les aménagements humains des bords de l'Arc sont un des principaux facteurs d'appauvrissement de sa biodiversité.

¹Invertébré benthique : Organisme qui vit dans les milieux aquatiques à la surface ou à l'intérieur des substrats immergés (sédiments, végétaux, etc.). L'étude des communautés d'invertébrés benthiques (annélides, insectes, crustacés, mollusques, etc.), qui sont composées d'espèces qui présentent un gradient de sensibilité aux pollutions (espèces sensibles, indifférentes ou tolérantes) permet une évaluation qualitative et quantitative de la pollution des milieux aquatiques

² Pour en savoir plus : Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie ; ONEMA ; 2010

? Définition

L'espace de mobilité

peut se définir comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres.

La préservation de cet espace :

- garantit la recharge sédimentaire,
- limite l'incision du lit,
- contribue à la préservation de la biodiversité,
- contribue à réduire le risque d'inondation.



Érosion à la Badesse - Les Milles, 2007

Espace de mobilité maximal	Espace de mobilité fonctionnel	Espace de mobilité admissible
Cet espace correspond, en théorie, à l'espace de mobilité "idéal" du cours d'eau qui peut librement y ajuster sa pente, divaguer et adapter sa charge solide en fonction de ses besoins pour maintenir un état d'équilibre dynamique. La disparition d'une de ces possibilités d'ajustement morphodynamique entraîne normalement un phénomène de crise, parfois irréversible, qui se traduit par une déstabilisation de l'équilibre morphodynamique. Toutefois, l'échelle du temps à laquelle cet espace est mobilisable permet de concilier les besoins socio-économiques et les besoins morphodynamiques de la rivière, à moyen terme, pour la détermination d'un espace de mobilité fonctionnel dont l'extension est moins importante.	Il est théoriquement l'espace dans lequel un aléa d'érosion de berge existe à moyen terme. Il a été défini sur l'Arc, au droit des secteurs à forte mobilité latérale. Il est la superposition des 3 enveloppes suivantes : • divagation historique du cours d'eau, • amplitude d'équilibre, • bande active naturelle en 1951 (1960 pour le secteur du delta).	Il est l'espace de mobilité défini après analyse des enjeux présents. Il a également été défini sur l'Arc, au droit des secteurs à forte mobilité (Aix Les Milles et Berre).

La **bande active naturelle** est la superposition de :

- Pour Aix : lit moyen naturel de 1951, anciens méandres et anciens axes d'écoulement,
- Pour Berre : lit moyen naturel de 1951 (1960 pour le secteur du delta).

La plaine des Milles : un tronçon très remanié

■ Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel et analyse de la fonctionnalité morphodynamique de l'Arc dans la plaine des Milles

■ Le tronçon de l'Arc situé entre le village des Milles et le pont de Saint-Pons correspond à une **zone morphodynamiquement très active du cours de l'Arc**. Cette activité se traduit par les **nombreuses érosions de berges** et les **déplacements du cours de l'Arc** provoqués par les crues du fleuve.

■ Cette **activité morphodynamique intense** sur ce tronçon de cours d'eau de plus de 4 km, est à l'origine d'un **patrimoine naturel riche de par la variété des milieux et leur rajeunissement**. Ce milieu naturel diversifié, et dont l'intérêt patrimonial est d'autant plus grand qu'il se situe aux portes de la ville d'Aix-en-Provence, est méconnu et mériterait une mise en valeur plus importante.

■ L'activité morphodynamique intense de l'Arc sur ce secteur a **conduit les riverains à tenter**, avec des moyens de fortune (déblais de construction : blocs de béton, plaques d'enrobé routier, tout-venant), **de se défendre contre les érosions de berges et les débordements du cours d'eau**.

Il en résulte une situation où **près de 60% de la surface du lit moyen n'est plus fonctionnelle !**

Ces réponses à l'activité morphodynamique de l'Arc, bien que compréhensibles, sont souvent mal adaptées car elles ne sont pas gérées de façon globale, mais ponctuelle et leur somme a abouti à des dysfonctionnements et à l'aggravation de la situation sur les secteurs les moins protégés. C'est ainsi que **ces aménagements créent des sur-érosions de berge** sur les parties les moins, ou pas du tout, protégées, **une incision globale du lit mineur et des augmentations des hauteurs d'eau**. De plus, tout en augmentant les hauteurs d'eau qui aggravent le risque inondation en lit majeur, ces aménagements **diminuent la capacité de stockage de la plaine des Milles à St-Pons** qui est considérée comme une Zone stratégique d'Expansion de Crue (ZEC) (cf cartes pages 37 à 39).

Ces aménagements augmentent donc le risque inondation en aval.

Le cours d'eau tend également à se banaliser, certains tronçons ont pris l'aspect d'un chenal, et ses annexes en lit moyen sont devenues plus rares. Il en résulte donc l'appauvrissement d'un milieu qui présente un potentiel important.

■ L'analyse historique (1951 à 2007) du secteur de la plaine des Milles a montré que le remblaiement du lit moyen et des zones de débordement préférentiel est presque continu. Cet état de fait a diminué l'espace disponible nécessaire à la fonctionnalité morphodynamique du cours d'eau. (cf. cartes pages suivantes sur la fonctionnalité morphodynamique de l'Arc en 1951 et en 2007).

■ Un autre élément conduisant à réduire l'espace nécessaire à la fonctionnalité morphodynamique est la présence de nombreux enjeux humains et matériels au sein de l'espace de mobilité fonctionnel. Au sein de cet espace, le risque érosif qui pèse sur ces enjeux génère un besoin de protection lorsque ceux-ci le justifient (cas des zones habitées).

Le fait de protéger les berges constitue des points durs qui stoppent la dynamique latérale du cours d'eau. Ainsi, de fait, l'espace de mobilité réellement fonctionnel s'en trouve réduit.

La nécessité de protection implique donc de réduire l'espace de mobilité fonctionnel théorique du cours d'eau en éliminant les zones à enjeux forts de cet espace.

En outre **certaines zones**, où les enjeux ne sont pas forts, **ne sont plus fonctionnelles car les berges sont protégées par des "protections" de berge en tout genre, des remblais, des digues.**

L'espace réellement fonctionnel actuel est donc extrêmement réduit par rapport à ce qu'il devrait être pour assurer un bon équilibre au cours d'eau. Il apparaît donc nécessaire :

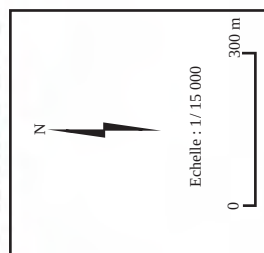
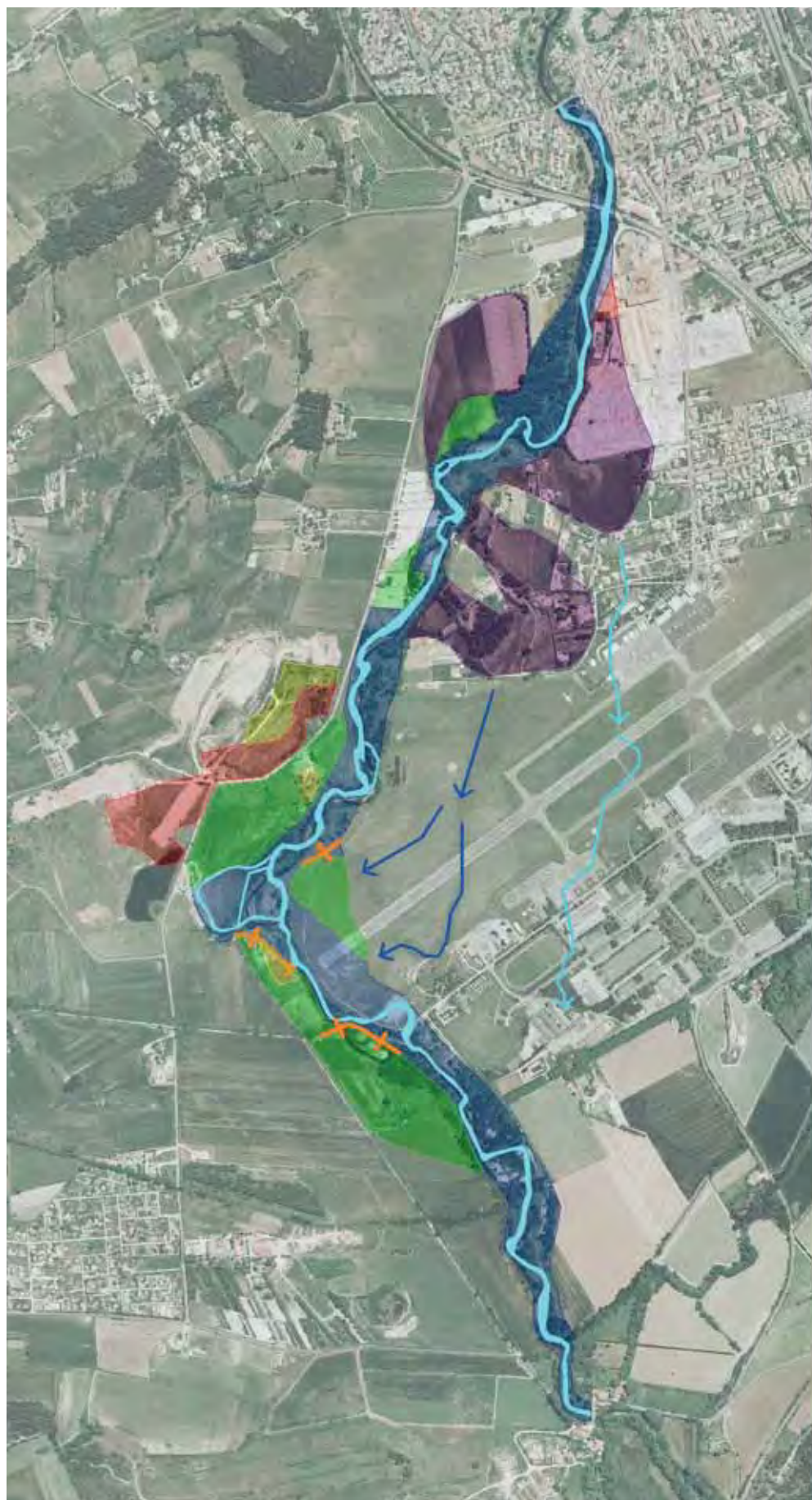
■ d'une part, de reconquérir les zones où les enjeux humains et matériels ne sont pas forts car la fonctionnalité du cours d'eau sur ces zones est garante d'un moindre déséquilibre sur les zones où les enjeux forts imposent une protection ;

■ d'autre part, de stopper l'implantation d'enjeux au sein de l'espace de mobilité afin de ne pas générer de besoin de protection et ainsi réduire encore la fonctionnalité morphodynamique du secteur.

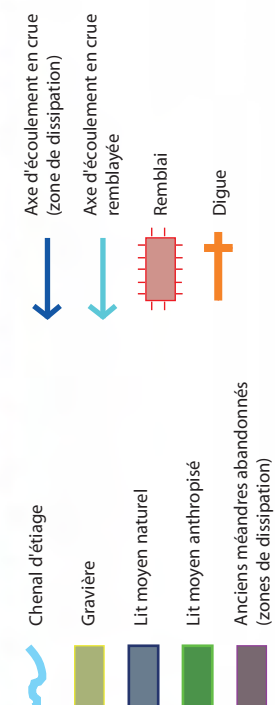




Fonctionnalité morphodynamique de l'Arc en 1951 - plaine des Milles



Source : BD Ortho, IPSEAU
Réalisation : SABA



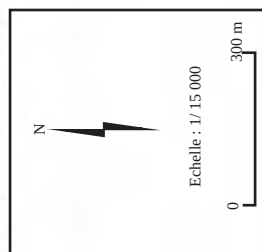


Fonctionnalité morphodynamique de l'Arc en 2007 - plaine des Milles



Légende

- Lit moyen naturel
- Lit moyen anthropisé
- Anciens méandres abandonnés (zones de dissipation)

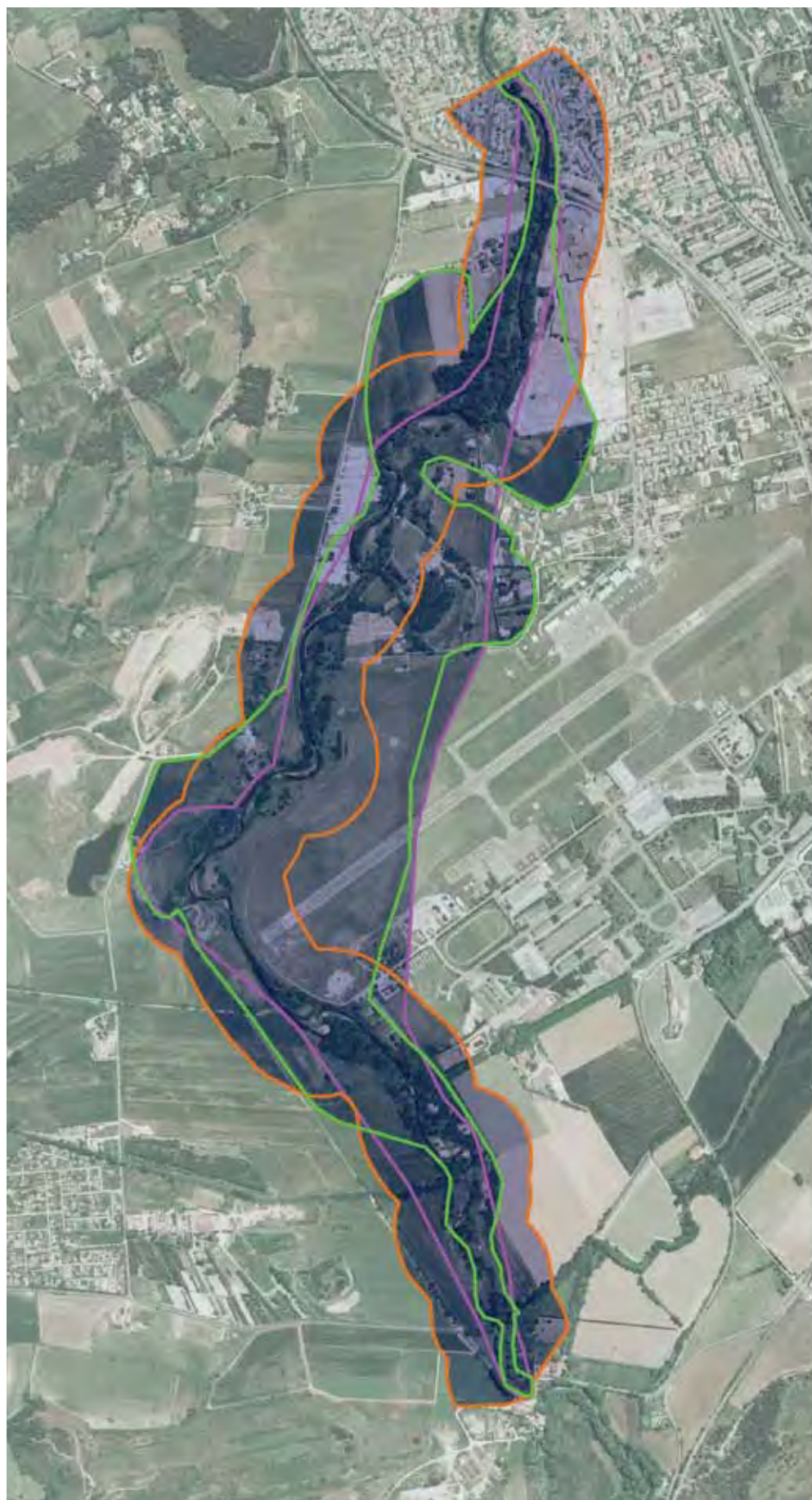


Source : BD Ortho, IPSEAU
Réalisation : **SABA**





Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel - plaine des Milles



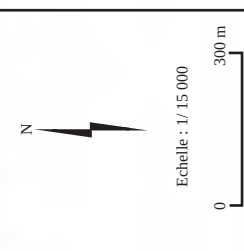
Espace de mobilité fonctionnel

Amplitude d'équilibre

Divagation historique

Bande active naturelle

Légende



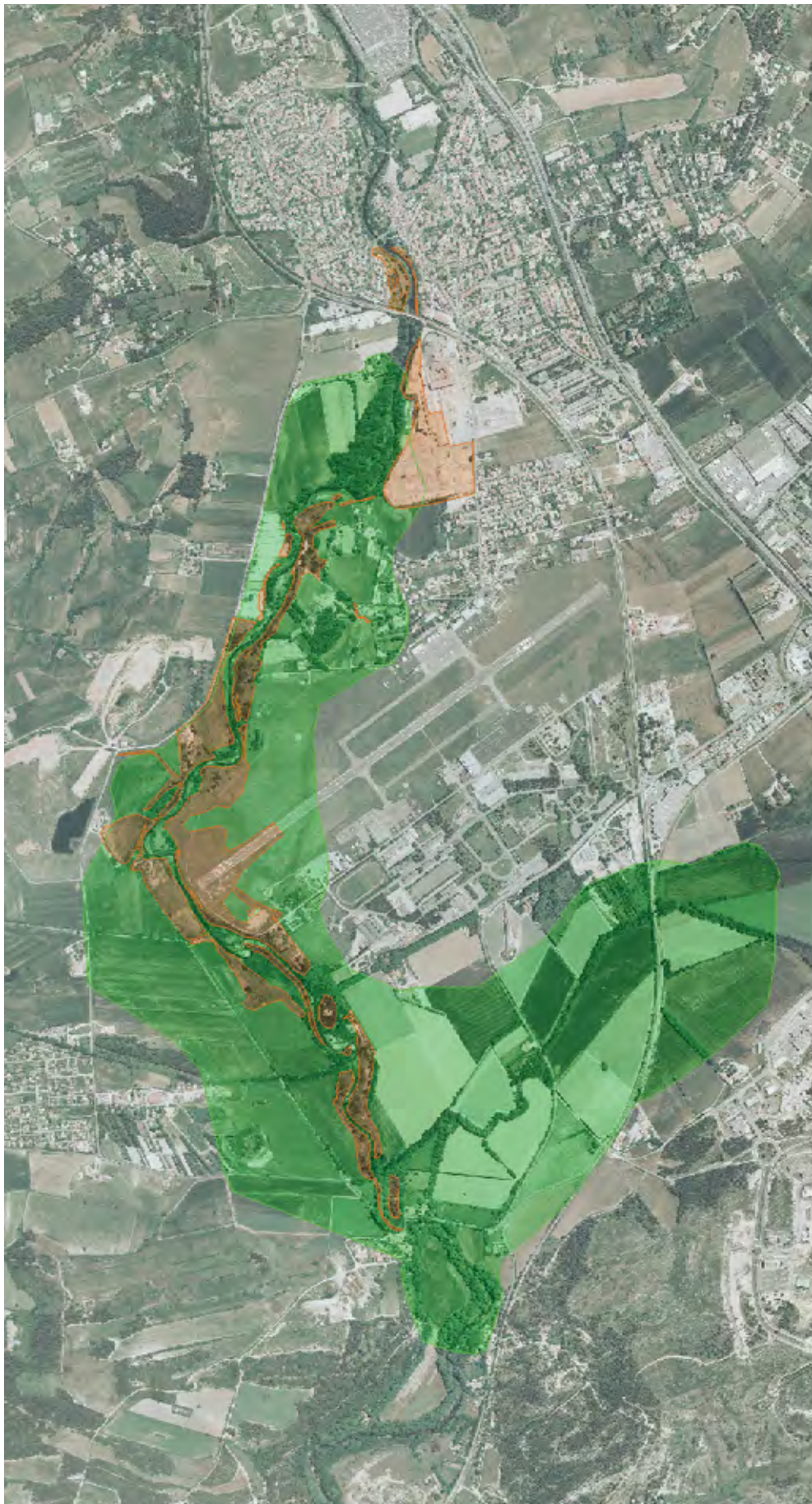
Source : IGN SCAN 25, IPSEAU
Réalisation :

SABA





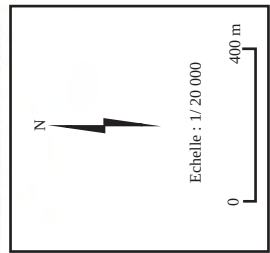
Zone stratégique d'Expansion de Crue et remblais - plaine des Milles



Légende

Zone remblayée

Zone stratégique d'expansion de crue



Source : IGN BD ORTHO, IPSEAU

Réalisation :



■ Délimitation de l'espace de mobilité admissible

Afin de préciser l'objectif de reconquête et de préservation de l'espace de mobilité fonctionnel, un **espace plus restreint tenant compte des contraintes locales** a été défini. Ainsi un **espace de mobilité admissible** a été délimité en fonction des zones susceptibles d'être érodées à court et moyen terme, et en fonction de la présence d'enjeux forts (secteurs urbanisés : habitat dense des Milles, plus dispersé de la Badesse ou diffus, aérodrome des Milles).

L'espace de mobilité admissible ainsi délimité sur la plaine de Milles représente une surface de 45,7 hectares. (cf carte ci-contre)

■ Restauration de la bande active

La reconquête de l'espace de mobilité peut prendre la forme, dans le secteur considéré du cours d'eau, d'une restauration de la bande active.

La restauration de cette bande active¹ permettrait, d'une part, d'améliorer la qualité globale du milieu, de reconquérir des espaces de vie, et d'autre part de réduire le risque inondation sur un secteur urbanisé.

Ainsi, les modélisations hydrauliques qui ont pu être menées mesurant l'impact d'une restauration de la bande active², ont mis en évidence un abaissement généralisé de la ligne d'eau pour toutes les crues de projet testées (Q10, Q25 et Q100).



Compte tenu de l'histoire de ce tronçon de cours d'eau (nombreux aménagements anarchiques empiétant sur sa bande active), le premier enjeu est d'arrêter de le dégrader en préservant son espace de mobilité admissible (cf. carte ci-contre).

Dans un deuxième temps, la reconquête de la bande active permettrait, en plus de "redonner vie" à cet espace, de réduire le risque inondation sur un secteur urbanisé fortement exposé aux crues de l'Arc

¹ La bande active a été définie en page 94

² Étude opérationnelle d'aménagement et de protection des lieux habités et de valorisation des bords de l'Arc des Milles à St-Pons, IPSEAU, 2009



Érosion sur l'Arc à Aix-en-Provence, 2012



Légende

- Espace de mobilité fonctionnel
- Espace de mobilité admissible



Source : IGN BD ORTHO, IPSEAU

Réalisation :



■ Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel et analyse de la fonctionnalité morphodynamique de l'Arc dans la plaine de Berre

■ Le second tronçon méandriforme de l'Arc se situe dans la plaine alluviale de Berre.

Bien que l'ampleur des érosions soit perçue comme importante, l'étude¹ de l'évolution historique du tracé de l'Arc montre une **tendance de la rivière à une relative stabilité depuis les dernières décennies avec une mobilité modeste au sein d'une bande active réduite.**

Au vu de la morphologie de surface de la plaine alluviale avec les traces d'anciens lits, on pourrait s'attendre à des déplacements du lit de plusieurs centaines de mètres lors d'une crue importante. Des mobilités de ce type pourraient avoir des conséquences désastreuses étant donnée l'occupation du sol dans la plaine (urbanisation en premier lieu). Toutefois, **l'encaissement du cours d'eau dans la plaine est probablement le meilleur allié de la stabilité du lit.** Les caractéristiques des formations alluviales encaissantes relativement résistantes en de nombreux endroits, et les sinuosités assez faibles du cours d'eau qui vont en s'amenuisant en aval de la voie ferrée, sont aussi des facteurs de stabilité du lit importants. **Un certain nombre d'aménagements réalisés par le passé concourent aussi à cette stabilité.**

■ Toutefois, les **problèmes d'érosion de berges sont réels ou potentiels en de nombreux endroits**, et imposent une gestion globale et durable de ce phénomène.

- **En amont de la voie ferrée, la mobilité du lit est possible et souhaitable, tant pour des raisons écologiques, hydrauliques, morphodynamiques qu'économiques.** Les enjeux humains et matériels y restent assez peu nombreux par rapport au coût des aménagements qu'il serait nécessaire de mettre en œuvre.

- **En aval de la voie ferrée**, bien que l'agglomération de Berre soit assez distante de l'Arc, elle est située en contrebas de ce dernier et est donc exposée comme si elle était en bordure de l'Arc. Les objectifs de gestion sur ce tronçon doivent donc viser à **faciliter les écoulements dans la bande active de l'Arc, afin de minimiser les risques d'inondation de la ville** et de ne pas favoriser des situations de blocage hydraulique et morphodynamique pouvant entraîner des créations de lits nouveaux de l'Arc en dehors de la bande active actuelle.

La carte ci-contre présente l'espace de mobilité fonctionnel de l'Arc dans la plaine de Berre.

¹ Source : Étude opérationnelle d'aménagement et de gestion de l'Arc dans la Plaine de Berre, IPSEAU, SABA, 2009



Délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel - plaine de Berre



Légende

Espace de mobilité fonctionnel



Amplitude d'équilibre



Divagation historique



Bande active naturelle



N

Echelle : 1/40 000

0 800 m

Source : IGN SCAN 25, IPSEAU

Réalisation : SABA



■ Délimitation de l'espace de mobilité admissible dans la plaine de Berre :

Étant donné que la mobilité du cours d'eau doit être contrôlée de façon modérée en amont de la voie ferrée et de façon plus poussée en aval, un espace minimum de mobilité, dénommé espace de mobilité admissible, est défini par confrontation de l'espace de mobilité fonctionnel avec les enjeux à préserver et prise en compte de certains aménagements réalisés et des travaux à prévoir.

■ Ainsi ont été exclus :

- Le canal de Gordes et celui de la Bosque,
- La voie ferrée,
- La route départementale n°21,
- La digue de Mauran.

■ **Entre la voie ferrée et la zone deltaïque, la limite rive gauche de l'espace de mobilité admissible est souvent fortement accolée au cours d'eau du fait de la topographie en toit de la plaine. En rive gauche, les points les plus hauts de la plaine sont situés à proximité de l'Arc. Ils constituent donc une sorte de digue naturelle canalisant les écoulements vers l'étang.**

Il convient donc de préserver ces terrains hauts des érosions du cours d'eau pour la protection de Berre contre les inondations. Une bande tampon a cependant été conservée en rive gauche là où des terrains plus bas ont déjà été façonnés par la rivière. Ils permettront à celle-ci d'éventuellement recouper ses méandres à l'avenir.

Entre St-Estève et la zone deltaïque, la bande tampon délimitée est relativement étroite. Toutefois, dans ce secteur, l'Arc a connu une faible mobilité historique qui conforte cette délimitation.

■ **Entre le pont de La Fare-les-Oliviers et la voie ferrée**, la présence plus rare d'enjeux forts permet d'élargir l'espace de mobilité admissible, en adéquation avec la morphologie de la plaine alluviale et la caractérisation en Zone stratégique d'Expansion de Crue.

L'espace de mobilité admissible ainsi délimité représente une surface de 233.5 hectares.



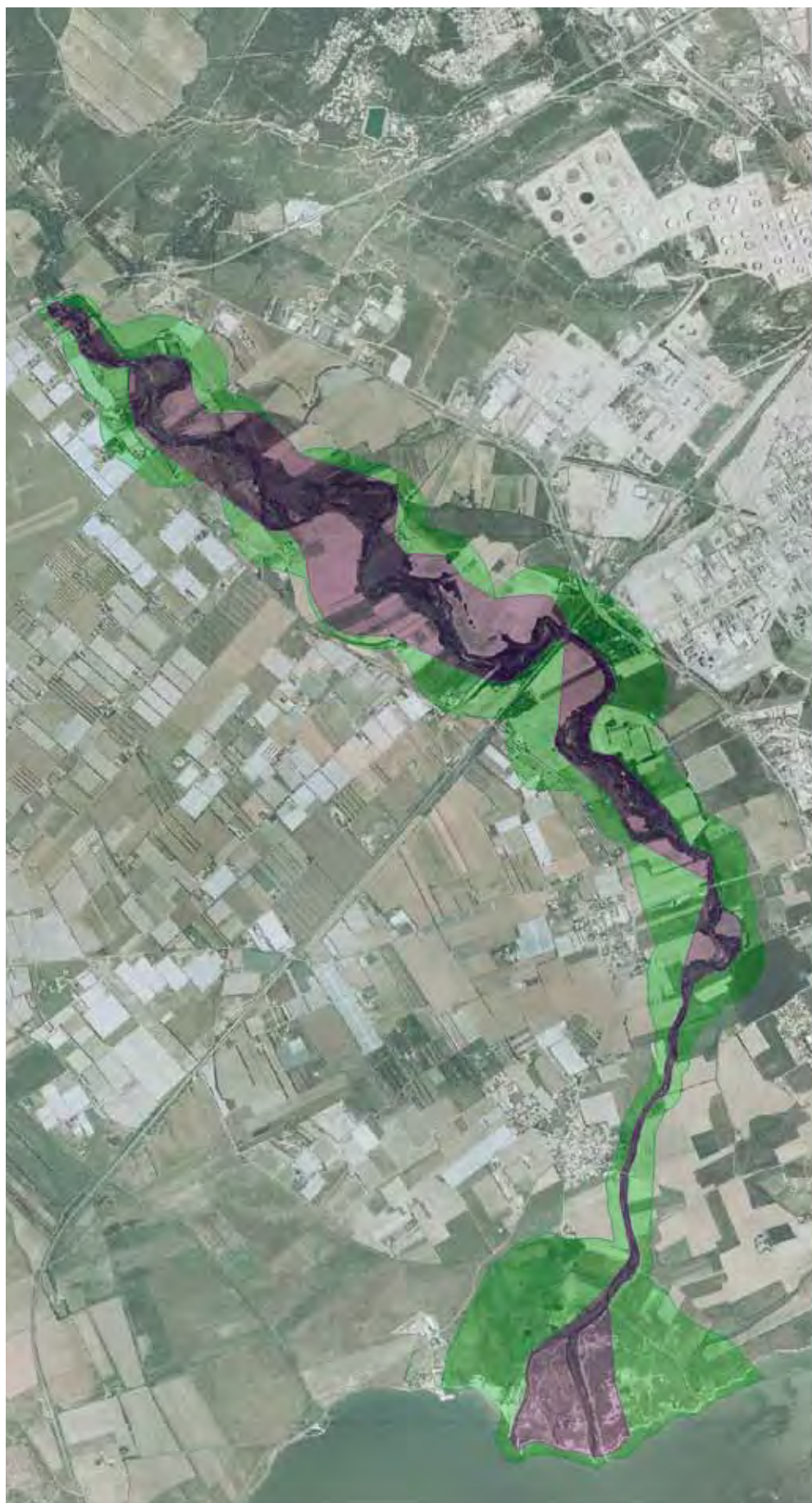
Les enjeux principaux de ce tronçon de rivière (du pont de la RN 113 à l'étang de Berre) ne résident donc pas en la restauration du bon fonctionnement du cours d'eau (cas des Milles), mais dans un "accompagnement" des processus hydrauliques et érosifs pour faciliter les écoulements vers l'étang de Berre, tout en conservant la dynamique naturelle.



Érosion sur l'Arc à Berre-l'Étang, 2011

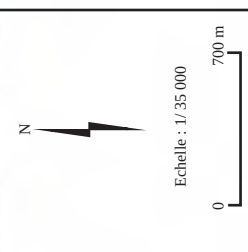


Délimitation de l'espace de mobilité admissible - plaine de Berre



Légende

-  Espace de mobilité fonctionnel
-  Espace de mobilité admissible



Source : IGN BD ORTHO, IPSEAU
Réalisation :

SABA





Seuil de la RN 113



Canal ASA de La Fare



Irrigation sous-pressure dans la haute vallée de l'Arc



Canal ASA de La Bosque



Seuil du moulin du pont



Seuil de la Thérèse

Ressources souterraines

1- Analyse du milieu aquatique existant

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

1-1 ■ Le bassin d'Aix-Gardanne

- Bilan des connaissances en 2001 (date d'approbation du 1^{er} SAGE)p 106
- Bilan de la connaissance sur le fonctionnement hydrogéologique sur le bassin d'Aix- Gardanne suite aux études menées après l'approbation du SAGE de 2001p 109

1-2 ■ La nappe de Berre

- Contexte géologiquep 110
- Caractéristiques de la formation alluviale et hydrogéologiep 110
- Piézométrie de la nappe alluvialep 110

2- Recensement des différents usages des ressources en eau

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

2-1 ■ Les usages de l'eau des formations du bassin d'Aix

- Une demande en eau satisfaite par des apports externes au bassin de l'Arcp 112
- Des prélèvements dans les formations du bassin d'Aix-Gardannep 112

2-2 ■ Les usages de l'eau de la nappe de Berre

- Bilan hydrogéologique : impacts quantitatifs des apports et des prélèvements dans la nappep 113
- Impact des usages sur l'état qualitatif de la nappe de Berrep 114

Ressources superficielles

1- Analyse du milieu aquatique existant

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

1-1 ■ L'Arc, un fleuve caractérisé par des étiages estivaux sévères

- Les stations hydrométriques du bassinp 118
- Un régime hydrologique pluvial strictp 118
- Des affluents intermittentsp 119

2- Recensement des différents usages des ressources en eau

Article R. 212-36 du Code de l'Environnement

2-1 ■ Les activités humaines comme soutien d'étiage

- Les fuites et surverses des réseaux d'eau brutep 120
- Les rejets de stations d'épurationp 123

2-2 ■ Les usages de la ressource en eau superficielle

- AEP et irrigation : les deux principaux usages satisfaits par les apports externes au bassinp 124
- Trois réseaux d'irrigation gravitaire à l'aval pour un usage mixtep 125
- Des prélèvements individuels multiples, mal connus et très peu contrôlésp 125

2-3 ■ Un contexte réglementaire, source d'inquiétude pour les usagers et les gestionnaires de milieux aquatiquesp 126

Ressources souterraines

1-1 ■ Le bassin d'Aix-Gardanne

(Masse d'eau souterraine FR_DO_210, formations du bassin d'Aix, dans le SDAGE RM 2009 visée comme masse d'eau profonde nécessitant des actions de préservation du bon état quantitatif).

■ Bilan des connaissances en 2001 (date d'approbation du 1^{er} SAGE)

■ Situation géographique

Le bassin de l'Arc correspond à la vallée de l'Arc depuis sa source, à l'Est, jusqu'à l'Étang de Berre à l'Ouest. C'est un synclinal qui s'allonge sur 85 km d'Est en Ouest et de 20 km de large, couvrant une surface de l'ordre de 1240 km².

Le bassin d'Aix-Gardanne se situe à l'Est d'Aix-en-Provence, et correspond à la partie amont du bassin de l'Arc. Il s'agit d'une cuvette topographique aux formes régulières, d'altitude moyenne comprise entre 200 et 400 m, bordée :

- au Nord, par le massif de la Sainte-Victoire,
- à l'Est, par le massif du Bois de Pourrières et le Mont Aurélien,
- au Sud, par les massifs de l'Étoile, du Régagnas et de l'Olympe.

Cette cuvette de 250 km² s'ouvre à l'Ouest vers l'Étang de Berre. Le bassin d'Aix-Gardanne est limité vers l'Ouest par une ligne reliant Aix-en-Provence à Bouc-Bel-Air, et qui correspond à une limite topographique marquée par la présence d'une zone de collines, la faille d'Aix. A l'Ouest de cette limite se développe le bassin de Berre, et, au-delà, la plaine de la Crau.

Dans la pratique, **la partie orientale du bassin de l'Arc est dénommée "bassin d'Aix-Gardanne"**, tandis que la partie occidentale répond à l'appellation de "bassin de l'Étang de Berre". La limite entre ces deux régions se situe approximativement sur le méridien d'Aix-en-Provence.

■ Synthèse hydrogéologique

Le bassin de l'Arc, cuvette synclinale bien individualisée (cf. carte ci-contre), peut être défini comme un **aquifère multicouche, chaque couche correspondant à un réservoir individuel, plus ou moins bien isolé des autres**. Son axe général, qui est orienté Est/Ouest, est limité au Nord et au Sud par des structures plissées et des chevauchements plus ou moins complexes.

Les aquifères les plus profonds sont donc ceux du Jurassique, qui constituent l'étage le plus bas de ce modèle de réservoirs empilés.

Du plus superficiel (récent) au plus profond (ancien), les réservoirs identifiés sont les suivants :

- Quaternaire-Tertiaire : alluvions (Quaternaire), calcaires ou conglomérats (Tertiaire),
- Rognacien (Crétacé supérieur) : calcaires, sables et grès, séparés par des niveaux argileux,
- Bégudien (Crétacé supérieur) : sables, grès et calcaires, séparés par des niveaux argileux,
- Fuvélien (Crétacé supérieur) : calcaires,
- du Coniacien au Santonien (Crétacé supérieur) : calcaires et calcérinites,
- Argovien, Kimmeridgien et Portlandien (Jurassique supérieur) : calcaires.

Les ressources les plus importantes semblent être à rechercher au sein de l'aquifère du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur.

A noter : l'ensemble de éléments relatifs au bassin d'Aix-Gardanne est issu de l'étude BRGM "État des connaissances géologiques structurales et hydrogéologiques du bassin d'Aix-Gardanne", BRGM, Conseil général des Bouches-du-Rhône, 2003 à 2010.



■ Synthèse du fonctionnement des aquifères profonds

Pour ce qui concerne les aquifères les moins profonds (jusqu'au Crétacé supérieur), il peut être admis que la recharge se fait à l'intérieur des limites du bassin superficiel de l'Arc.

Pour ce qui est de la recharge des niveaux du Crétacé inférieur et, a fortiori, du Jurassique, une partie au moins des zones de recharge sont implantées en dehors de ces limites :

- au Nord de la montagne Sainte-Victoire,
- au Nord-Est des bois de Pourrières,
- au Sud-Est du Mont Aurélien.

Il est probable que la structure synclinale du bassin serve de "guide" aux écoulements souterrains, qui s'évacueraient en grande partie dans la mer en suivant l'axe Est / Ouest de la gouttière synclinale.

Les contours des bassins hydrogéologiques sont donc variables en fonction des aquifères considérés.

■ Bilan qualitatif et quantitatif des eaux du bassin

D'une façon générale, l'hydrologie du secteur (bassin de l'Huveaune, hydrologie de la Nerthe, hydrologie de l'Arc), caractérisée par des cours d'eau aux variations de débit importantes et par de nombreuses petites vallées sèches, **souligne bien l'incompatibilité de débit superficiel** et de la quantité des précipitations annuelles, montrant de par là même **l'importance des débits souterrains en liaison avec le cadre hydrogéologique de type karstique de ce secteur de basse Provence.**

En massif calcaire, seulement 25 à 30% des précipitations

s'infiltrent et se retrouvent aux différents exutoires des aquifères, le reste constituant le ruissellement de surface.

Les essais de bilans hydrogéologiques réalisés montrent généralement un déficit d'écoulement révélateur parfois de pertes en mer de plusieurs m³/s (Nerthe, Marseilleveyre), les quelques exutoires connus ne reflétant pas la totalité des eaux infiltrées.

L'établissement d'un bilan hydrologique est impossible à partir des données existantes (trop éparées et hétérogènes), et encore moins l'estimation fiable des ressources mobilisables dans les réservoirs profonds.

Les résultats de l'analyse des données géochimiques issues de la bibliographie indiquent l'existence de **mélanges entre les niveaux superposés**, le plus étayé étant la participation d'eau issue des calcaires du Jurassique à l'alimentation des puits de l'Arc, qui interceptent des eaux du Fuvélien.

■ Il reste à en caractériser le fonctionnement hydrodynamique afin de dresser un premier bilan et d'estimer le potentiel exploitable de l'aquifère.

■ Il reste également à délimiter les aires d'alimentation des aquifères profonds, dont la connaissance est fondamentale pour protéger au mieux ces ressources des pollutions anthropiques.

■ Il sera notamment nécessaire d'appréhender :

- le renouvellement de la ressource,
- l'hydrodynamisme du système : sens d'écoulement des eaux, gradient hydraulique local, vitesse d'écoulement...,
- les connexions hydrauliques et communications entre réservoirs.

Le "Crétacé du bassin d'Aix"

(système aquifère n°165) est défini comme le "système aquifère du bassin d'Aix constitué d'une alternance de couches calcaires, argileuses ou marneuses d'âge Crétacé et Tertiaire formant un système multicouche".

Les séries productives en eau correspondent aux deux horizons du Fuvélien et Bégudien (épais en moyenne de 300 mètres chacun). Le Valdonnien (70 m d'épaisseur) est la base imperméable de cet aquifère, le séparant de l'aquifère du Jurassique supérieur. L'épaisseur de la zone saturée varie de 100 à 200 m.

La réserve est évaluée entre **75 et 150 millions de m³** (synthèse des aquifères karstiques patrimoniaux du Bassin Rhône-Méditerranée). Il s'agit d'une **nappe peu profonde, assez vulnérable surtout dans la partie méridionale**. Il n'existe **pas d'exutoire naturel** pour la nappe du Fuvélien, le drainage des eaux se fait en partie par **la Galerie de la Mer**.

Le "Jurassique du bassin d'Aix"

(système aquifère n°224), est défini comme le "système aquifère constitué de formations calcaires d'âge Jurassique moyen et supérieur". Il a été estimé lors de "l'étude préliminaire des aquifères patrimoniaux karstiques du bassin Rhône-Méditerranée-Corse (ANTEA & BURGEAP-2001)" comme **le principal aquifère du bassin d'Aix-Gardanne, d'une épaisseur de l'ordre de 1 000 m** (épaisseur de la zone saturée : environ 300 à 400 m).

Il s'agit d'un **système captif de type fissuré et karstifié** s'étendant sur plus de **250 km²** qui renferme des **ressources potentielles importantes et exploitables (réserve estimée de l'ordre de 200 millions de m³)**, mais d'accès difficile. Le toit de cette formation varie de 650 m sous Gardanne à une **profondeur supérieure à 1 300 m au niveau des Pennes Mirabeau**. Il n'existe **pas d'exutoire naturel connu à cet aquifère**. En revanche, certains débits d'eau qui étaient issus des travaux miniers sont attribués à des venues ou des contributions du Jurassique.

Bilan de la connaissance sur le fonctionnement hydrogéologique sur le bassin d'Aix-Gardanne suite aux études menées après l'approbation du SAGE de 2001

■ Bilan hydrogéologique

Sur le plan hydrogéologique, il ressort de l'analyse des données, existantes et acquises depuis 2001, les éléments suivants.

- **Les ressources les plus importantes sont bien à rechercher au sein de l'aquifère du Jurassique supérieur.** La productivité des aquifères du Bégudien ou du Fuvélien est en effet liée à la présence sous-jacente de ces calcaires, qui les alimentent par drainance, à travers des couches semi-perméables hétérogènes.

- **Les limites des bassins hydrogéologiques liés à ces aquifères sont à rechercher au-delà des limites du strict bassin hydrologique de l'Arc,** dont les contours sont dessinés par les reliefs entourant le bassin. Vers le Nord-Est, il faut inclure les bois de Pourrières, et au Nord, la partie Sud du massif de la Sainte-Victoire (jusqu'au Lac de Bimont). **La structure synclinale du bassin sert probablement de "guide" aux écoulements souterrains, qui s'évacueraient en grande partie dans la mer en suivant l'axe Est-Ouest de la gouttière synclinale.**

- Les analyses hydrochimiques et isotopiques réalisées depuis 2001 ont confirmé **l'existence de familles d'eau différentes,** faisant notamment apparaître une **"signature hydrochimique" des eaux du Jurassique, en comparaison avec celles du Fuvélien et du Bégudien.** Cela a entre autres permis de confirmer **la participation effective des eaux issues du Jurassique supérieur à l'alimentation des puits de l'Arc.**

- De plus, les analyses isotopiques ont montré que **les altitudes de recharge des eaux circulant dans l'aquifère du Jurassique supérieur s'étagaient entre 700 et 1 000 m d'altitude,** ce qui est compatible avec les altitudes des sommets entourant le bassin d'Aix-Gardanne. Par ailleurs, **les temps de résidence des eaux souterraines dans le bassin d'Aix-Gardanne n'excèdent pas 20 ans,** ce qui est peu, compte tenu du chemin souterrain qu'elles parcourent.

- Il est possible de **proposer le schéma suivant :**

Les précipitations qui tombent sur le flanc Sud du massif de la Sainte-Victoire (au Sud de Vauvenargues), les bois de la Gardiole et de Pourrières, ainsi que sur le flanc Nord du Régagnas et le secteur de Gréasque, ruissellent vers l'Arc et s'infiltrant à la faveur des affleurements calcaires du Jurassique et du Crétacé supérieur.

Les eaux provenant des affleurements jurassiques s'infiltrant directement et se mettent en charge au sein de l'aquifère qui a probablement une puissance importante, compte tenu des conditions de karstification. Profitant des hétérogénéités des terrains imperméables et des accidents tectoniques et structuraux qui traversent le bassin (faille d'Aix, anomalie de Suberoque, accidents normaux méridiens), en progressant vers l'axe du synclinal et l'Ouest, les eaux circulent dans l'aquifère du Rognacien, atteignent le Bégudien et le Jurassique. La charge piézométrique de la nappe du Jurassique dans l'axe du bassin est telle que les phénomènes de drainance vers le haut sont parfois importants, ce qui permet à la nappe contenue dans l'aquifère du Fuvélien d'être plus productive,

comme c'est le cas dans les puits de l'Arc, qu'elle ne le serait si elle n'était alimentée que par les seules précipitations.

Ces ressources profondes nécessitent d'atteindre et de s'implanter dans les formations du Jurassique supérieur (plus que dans le Bégudien ou le Fuvélien), **dans l'axe du synclinal, à l'Ouest d'un axe Rousset-Peynier, probablement dans le secteur de Châteauneuf-le-Rouge, Fuveau et Meyreuil, au pied du plateau du Cengle.** A cet endroit, le Jurassique supérieur n'est pas à attendre à moins de 2000 m de profondeur.

- **La relation piézométrie / précipitations est difficile à mettre en évidence du fait de l'inertie importante du système, et de son hétérogénéité.**

Dans le cas du **Jurassique à Pourcieux, le système est très inertiel, très lent après une pluie.** A Trets, la réponse à la pluie est totalement différente. Elle est bimodale, elle se réalise en deux temps : **l'une est rapide, l'autre est lente.** Des eaux proviennent-elles d'autres horizons pour expliquer ce décalage ? (Bégudien ou Fuvélien).

Dans le cas du **Fuvélien à Fuveau, plusieurs maxima apparaissent** indiquant différentes réponses à la pluie. **La réponse présente une composante très rapide, puis des composantes un peu plus lentes** (jusqu'à celles d'un système inertiel). A Pourrières, plusieurs maxima d'ordre inférieur sont visibles sans qu'il soit possible de les relier à des événements particuliers.

Au niveau des **Puits de l'Arc, le système est très inertiel** : le système met bien plus d'un an (480 jours) à réagir à une pluie. Lorsqu'un second épisode pluvieux apparaît, les réponses aux différentes pluies se cumulent.

L'analyse de la karstification permet de prévoir des calcaires karstifiés. Les ressources présentes dans cet aquifère seront probablement importantes (on peut attendre des débits du même ordre que ceux extraits aux Puits de l'Arc). On ne connaît pas avec assez de détails les terrains sous-jacents au Fuvélien. Cela étant, il est probable que la drainance existe bien, et qu'il suffise d'atteindre le Fuvélien pour avoir des débits significatifs. C'est en effet dans ce secteur que convergent les écoulements de la gouttière synclinale.

Le bassin d'Aix-Gardanne recèle des ressources profondes (dans le sens où plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de mètres dans certains cas, de foration seront nécessaires pour atteindre les niveaux intéressants) qui ne sont pour l'instant que peu exploitées.



Le secteur de la plaine de Berre se trouve au Nord-Ouest de l'agglomération de Marseille, dans la partie aval du bassin de l'Arc, avant son exutoire vers l'Étang de Berre. La plaine se situe sur la rive Nord de l'Étang de Berre, délimitée par : l'étang de Berre au Sud-Ouest, le chaînon de La Fare-les-Oliviers au Nord, le versant de Bruni à l'Est.

■ Contexte géologique

- Les alluvions de la basse vallée de l'Arc emplissent une dépression qui prolongeait vers le Nord l'actuel Étang de Berre.
- Le substratum est constitué pour l'essentiel par des terrains appartenant au Crétacé supérieur.
- Le secteur de la plaine de Berre s'inscrit dans la partie occidentale du grand synclinal du bassin de l'Arc, qui s'étend selon un axe de direction Est-Ouest : Trets, Aix-Gardanne, et enfin l'Étang de Berre.

■ Caractéristiques de la formation alluviale et hydrogéologie

La plaine de Berre est constituée d'alluvions quaternaires, formation meuble et peu épaisse, de nature globalement sablo-graveleuse, avec des passées argileuses.

La majeure partie de la plaine est occupée par les alluvions fluviatiles rissiennes (Fx), tandis que le lit et les abords directs de l'Arc sont occupés par les alluvions récentes (Fz) et würmiennes (Fy).

Les alluvions correspondent aux sédiments déposés par l'Arc et ses divagations durant l'ère du quaternaire. Ce mode de dépôt fluviatile explique l'hétérogénéité des alluvions.

Ils présentent une épaisseur généralement comprise entre 10 et 20 m, mais qui pourrait atteindre 40 m d'épaisseur localement¹.

Il s'agit essentiellement de galets et cailloutis calcaires ou gréseux, de sables, ainsi que des niveaux argileux, des lits de limons, des sables argileux ou des argiles sableuses.

D'une manière générale, **les alluvions sont perméables et constituent un aquifère contenant une nappe souterraine peu profonde.**

¹ "Étude hydrogéologique de la plaine de Berre", IPSEAU pour la DIREN, 2001

■ Piézométrie de la nappe alluviale

La nappe de la plaine de Berre est répertoriée sous le n°373 dans le Référentiel Hydrogéologique Français, et sous le n°6312 selon les masses d'eau définies par l'Agence de l'Eau (Alluvions de l'Arc de Berre et de l'Huveaune).

La vitesse moyenne d'écoulement des eaux de la nappe est estimée à environ 1.5 à 2 km/an¹.

La nappe s'écoule globalement suivant une direction Nord Est-Sud Ouest¹. Par ailleurs, les isopièzes suivent la surface topographique du terrain naturel.

Le fonctionnement de la nappe est étroitement lié à l'Arc. A l'amont de la RN113 au Mas de Bourges, l'Arc alimente la nappe alors qu'il la draine sur le tronçon immédiatement aval jusqu'au pont SNCF. De la voie ferrée jusqu'au droit du Mas de la Cauvette, les isopièzes dessinent des axes d'écoulement parallèles à la rivière, les berges étant peut-être colmatées limitant ainsi les échanges entre la nappe et la rivière¹.

Enfin du Mas de la Cauvette jusqu'à l'embouchure, l'Arc draine la nappe de façon relativement importante.

Les suivis piézométriques effectués sur le secteur montrent que le **niveau de la nappe peut être influencé par les canaux d'irrigation gravitaire**. C'est le cas pour un point situé sur le secteur amont de la plaine.

Pour le piézomètre régional situé au centre de la plaine, l'effet des apports par les canaux est moins net. **Une influence des prélèvements par forages est probable.**

D'autre part, **la nappe est sans doute alimentée par des venues d'eau souterraine issues des formations géologiques "encaissantes", notamment du massif calcaire du chaînon de La Fare** (aquifère karstique - FR_DO_513).

¹ "Étude hydrogéologique de la plaine de Berre", IPSEAU pour la DIREN, 2001



Localisation de la nappe de Berre



Légende

Description du fonctionnement

— Délimitation de secteurs suivant les relations nappe-Arc

— Ecoulement nappe vers Arc

— Ecoulement Arc vers nappe

— Ecoulement parallèle aux berges



Ressources souterraines

2-1 ■ Les usages de l'eau des formations du bassin d'Aix

■ Une demande en eau satisfaite par des apports externes au bassin de l'Arc

L'essentiel de l'approvisionnement en eau potable est assuré grâce aux réseaux gravitaires de la Société des Eaux de Marseille (SEM) et de la Société du Canal de Provence (SCP). Ces réseaux détournent une partie des eaux de la Durance et du Verdon pour desservir la partie méridionale de la Provence. Toutefois, **quelques communes du bassin versant utilisent des sources ou des ouvrages captants des formations du bassin d'Aix** (Puylobier, Rousset, Vauvenargues et Beaufort) en ali-

mentation principale ou complémentaire. **Quelques points de prélèvements ponctuels existent dans des secteurs isolés.**

La demande en eau potable est donc satisfaite par les apports externes du bassin. Cette ressource en eau constitue un véritable atout pour le développement socio-économique du territoire

■ Des prélèvements dans les formations du bassin d'Aix-Gardanne

Des prélèvements sur cette ressource existent :

- **Les "Puits de l'Arc", situés à Rousset**, d'une profondeur de 400 m, alimentaient la centrale thermique de Meyreuil et l'Usine Rio Tinto Alcan de Gardanne. Ils prélevaient 13 millions de m³/an. **Aujourd'hui, ils ne sont quasiment plus utilisés** (la centrale thermique les utilise de façon épisodique, quelques semaines par an à 600 à 700 l/s).

Actuellement, les Puits de l'Arc sont les seuls prélèvements opérés sur les nappes profondes du bassin d'Aix.

Ces derniers sont entrés dans la **concession de la SCP, qui les considère comme stratégiques dans les politiques de diversification et de sécurisation de la ressource en eau en Provence**, du fait de leur situation, au cœur de la vallée de l'Arc, à proximité des axes majeurs alimentant en eau Marseille et Toulon.

- 500 000 m³/an sont prélevés dans les couches superficielles du bassin d'Aix pour un **usage agricole et industriel.**

- Par ailleurs, de **très nombreux ouvrages privés** ont été recensés sur ce territoire. De faible capacité

de pompage (pompe généralement de débit 2 à 3 m³/h), ils n'en représentent pas moins une pression importante de par leur nombre élevé. La moitié de ces forages privés prélève à une profondeur comprise entre 50 et 120 m. Il est aujourd'hui très difficile d'estimer les volumes prélevés par ces forages privés.

Le bilan hydrologique partiel effectué dans le cadre de l'étude BRGM1 tend à confirmer que le bassin d'alimentation esquissé permettrait d'expliquer les exhaures et compenserait les prélèvements. Le système semble donc être en équilibre avec les prélèvements actuellement opérés.

Tant que les exutoires naturels des écoulements circulant dans le système Bégudien-Fuvélien-Jurassique supérieur ne seront pas cernés (sorties en mer au-delà de l'Étang de Berre ?) le bilan ne pourra être affiné.

Le bilan hydrologique effectué ne montre pas de ressources en excédent.

¹État des connaissances géologiques structurales et hydrogéologiques du bassin d'Aix-Gardanne", BRGM, Conseil général des Bouches-du-Rhône, 2003 à 2010.

Un peu d'histoire...

Les puits de l'Arc sont deux anciens puits de mine jumeaux (diamètre de 4 m) situés sur la commune de Rousset et dont l'exploitation a cessé depuis le début du 20^{ème} siècle.

L'un, commencé en 1908, est descendu à 411 m de profondeur, et des galeries furent creusées dans les niveaux de lignite. L'autre, commencé en 1912 a atteint la profondeur de 380 m.

Accidentellement en 1918, les forages ont rencontré une forte venue d'eau (1.5 m³/s), qui a jailli à la surface et dont le débit s'est stabilisé à 600 l/s. L'exploitation minière a alors cessé et les eaux ont depuis servi à l'alimentation de la centrale thermique de Meyreuil.

2-2 ■ Les usages de l'eau de la nappe de Berre

- La ressource aquifère de la nappe de Berre n'est pas utilisée comme ressource en eau potable communale. Par contre, elle est utilisée à usage domestique par un grand nombre de particuliers. (arrosage de jardins, de gazon...).

- L'aquifère est fortement sollicité pour des usages agricoles : irrigation de surfaces cultivées importantes ou plus simplement arrosage des jardins. Les prélèvements peuvent atteindre 300 m³/h, selon la fiche de caractérisation des masses d'eau souterraines de l'Agence de l'Eau RMC, et seraient liés essentiellement aux cultures sous serres.

On dénombre **93 forages à usage agricole** sur la plaine, prélevant 1,78 millions de m³/an (*Plan de gestion des prélèvements et des ressources en eau agricole, Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône, 2010*).

- On ne note pas de pompage important en nappe à usage industriel.



Culture maraîchère sous serre dans la plaine de Berre

© Photo Mairie de Berre l'Étang

■ Bilan hydrogéologique : impacts quantitatifs des apports et des prélèvements dans la nappe

Pour la réalisation du bilan hydrogéologique, on considère la nappe alluviale comme un système aquifère dont les limites sont comprises entre l'autoroute A7, en amont, et l'étang de Berre en aval.

Le bilan effectué par le BRGM en 2008 (*Aquifère alluvial de la plaine de Berre : détermination de l'origine des pollutions diffuses*), met en évidence :

- l'importance des apports par les canaux d'irrigation,

- l'importance des captages par forages (agricoles, privés) et qui sont sans doute sous-estimés (forages privés non pris en compte).

Des incertitudes importantes subsistent concernant les principaux termes de ce bilan, à savoir les liens entre la nappe alluviale et l'Arc, et les apports par les formations encaissantes (chaînon de La Fare essentiellement), ce qui explique que le bilan paraisse légèrement déséquilibré.

Bilan estimé

Total entrées = 15,9 millions de m³
Total sorties = 18,7 millions de m³

Soit - 2,8.millions de m³

■ Impact des usages sur l'état qualitatif de la nappe de Berre

La qualité de la nappe alluviale de la plaine de Berre est insatisfaisante au regard des objectifs fixés par le SDAGE RM 2010-2015. Des problèmes liés à la présence de pesticides et nitrates persistent.

■ Les pesticides

“L'étude hydrogéologique de la plaine de Berre” (IP-SEAU, 2001) présentait les conclusions suivantes :

- **Pollution majeure de la plaine par les pesticides**, lesquels proviendraient essentiellement de **l'usage de fongicides et d'insecticides en cultures maraîchères** (cultures sous serres),
- Nécessité de **mener des analyses complémentaires afin d'évaluer s'il s'agit d'une pollution ponctuelle, ou d'un “bruit de fond”**.

La synthèse régionale du CORPEP¹ basée sur les deux points de suivi régional, et sur l'étude menée en 2001, indique :

- une **influence prépondérante du maraîchage** : oxadixyl, metalaxyl, et imidaclopride (“usage illicite” supposé pour l'imidaclopride dans les serres en cultures maraîchères) ;
- des **usages non agricoles** pour l'atrazine (et son métabolite) et le diuron.

Les résultats de la campagne d'analyses menée par le BRGM en 2006 permettent d'apporter de nouveaux éléments à cet état des lieux :

- **Les molécules détectées en 2006 sont à peu près les mêmes que par le passé**, et certains points présentent un grand nombre de molécules différentes (jusqu'à 9 pesticides détectés au centre de la plaine) ;
- Par ailleurs, les **concentrations restent modérées, même si 4 molécules présentent des dépassements de la limite de potabilité** : éthidimuron, metalaxyl, oxadixyl, imidaclopride ;
- D'une manière générale, **les teneurs en pesticides sont plus faibles en 2006 qu'en 2001**, ce qui peut être lié à une interdiction d'utilisation en 2003-2004 ;
- Le **problème de l'éthidimuron (herbicide) demeure**, malgré une baisse significative au cours des dernières années. Il est localisé en rive gauche de l'Arc, en aval de l'Étang de Berre et semble lié à un **usage non agricole, sans pouvoir mieux préciser son origine**.

- La **présence de fongicides** (metalaxyl et oxadixyl) est encore détectée, **malgré des teneurs plus faibles depuis quelques années**. Leur origine est probablement **liée à un usage (actuel et passé) en cultures maraîchères** : le metalaxyl est encore autorisé par le biais de son isomère le Mefenoxam (tomates, melon). Par ailleurs, un usage (passé) pour la vigne n'est pas exclu ;

- **L'imidaclopride (insecticide)** est encore détecté à des teneurs significatives, mais **son origine n'est pas connue**. En effet, les seuls usages autorisés (grandes cultures, arboriculture) n'expliquent pas les concentrations mesurées au sein de la nappe. Un “usage illicite” était évoqué en 2005 (Corpep), il n'est pas possible de trancher sur ce point.

- **La terbutylazine (herbicide) est toujours présente** (via son métabolite) et de manière très homogène. Elle **est détectée sur la quasi-totalité des points**. Elle est vraisemblablement **associée à un usage passé en viticulture. Un usage actuel illicite est également possible** selon les services du SRPV (Service Régional de Protection des Végétaux).

La détermination de l'origine des pesticides est délicate selon les molécules. L'éthidimuron par exemple, est clairement lié à un usage en zone non agricole (ZNA), et non en cultures maraîchères.

Par contre, l'origine de l'oxadixyl et du metalaxyl est plus difficile à déterminer avec certitude. Même si l'usage en cultures maraîchères est prépondérant, un usage en viticulture est possible.

Enfin, il est rappelé ici que les analyses n'ont pas couvert tous les pesticides connus, notamment ceux utilisés en zone agricole (ZA). Elles ont tout de même permis de doser 64 des 87 molécules recensées en usage agricole sur la plaine de Berre². Il reste 23 molécules connues notamment pour leur usage en viticulture (diquat/paraquat, indoxacarbe, mancozèbe...) ou en cultures maraîchères (mancozèbe, propamocarbe, pyrimicarbe...), qu'il serait pertinent d'analyser lors de prochaines campagnes d'analyse afin de vérifier leur présence ou non au sein de la nappe.

¹CORPEP PACA 2005

²Chambre d'Agriculture des BDR, 2004-2005

■ Les nitrates

L'étude réalisée en 2001 pour la DIREN¹ présentait les conclusions suivantes :

- **Un panache de pollution par les nitrates est constaté en février 2001, en rive droite de l'Arc sur le secteur central de la plaine** (entre l'aérodrome et Saint-Estève). Il n'y avait pas d'impact particulier en rive gauche.

- **Les teneurs maximales mesurées dans les eaux de la nappe alluviale atteignaient 200 mg/l environ.** Les teneurs augmentaient depuis les bordures vers le centre de la plaine.

Les résultats du suivi régional effectué sur 5 points de prélèvements répartis sur la plaine, entre 2001 et 2005, montrent le même constat. Les teneurs en nitrates atteignent 230 mg/l au centre de la plaine en février 2003. On constate par ailleurs des **fluctuations significatives au cours de l'année, selon les secteurs.**

Les résultats des campagnes d'analyses menées par le BRGM de 2005 à 2007 permettent de dresser le bilan suivant :

- **L'état de pollution de la nappe par les nitrates est à peu près le même qu'en 2001.** On ne constate pas d'évolutions particulières. **Les teneurs restent très élevées** et atteignent plus de 300 mg/l vers Saint-Estève en août 2006, **soit 6 fois la valeur seuil correspondant à la norme de potabilité et au seuil fixé par la DCE** (Directive Cadre sur l'Eau) **pour l'attente du bon état des eaux souterraines.**

¹ "Étude hydrogéologique de la plaine de Berre", IPSEAU pour la DIREN, 2001

- On note des **variations significatives des teneurs en nitrates au cours de l'année 2006**, phénomène lié à un **renouvellement rapide des eaux de la nappe.**

- **Les teneurs en nitrates mesurées dans les eaux de l'Arc sont généralement modérées** (14 à 30 mg/l) **par rapport aux eaux de la nappe alluviale.**

- **L'impact constaté est localisé sur le secteur central de la plaine où les activités agricoles sont intenses.** Les données d'occupation des sols, ainsi que les quantités estimées d'apport d'azote par les principales sources potentielles (agriculture et assainissement), montrent des apports d'azote majoritairement d'origine agricole.

- Les analyses isotopiques de l'azote des nitrates tendent à confirmer des apports azotés essentiellement d'origine agricole, avec une **influence dominante des engrais minéraux.** Les engrais minéraux, utilisés notamment en cultures maraîchères (centre de la plaine) en quantités significatives pourraient donc constituer une grande partie des apports vers la nappe.

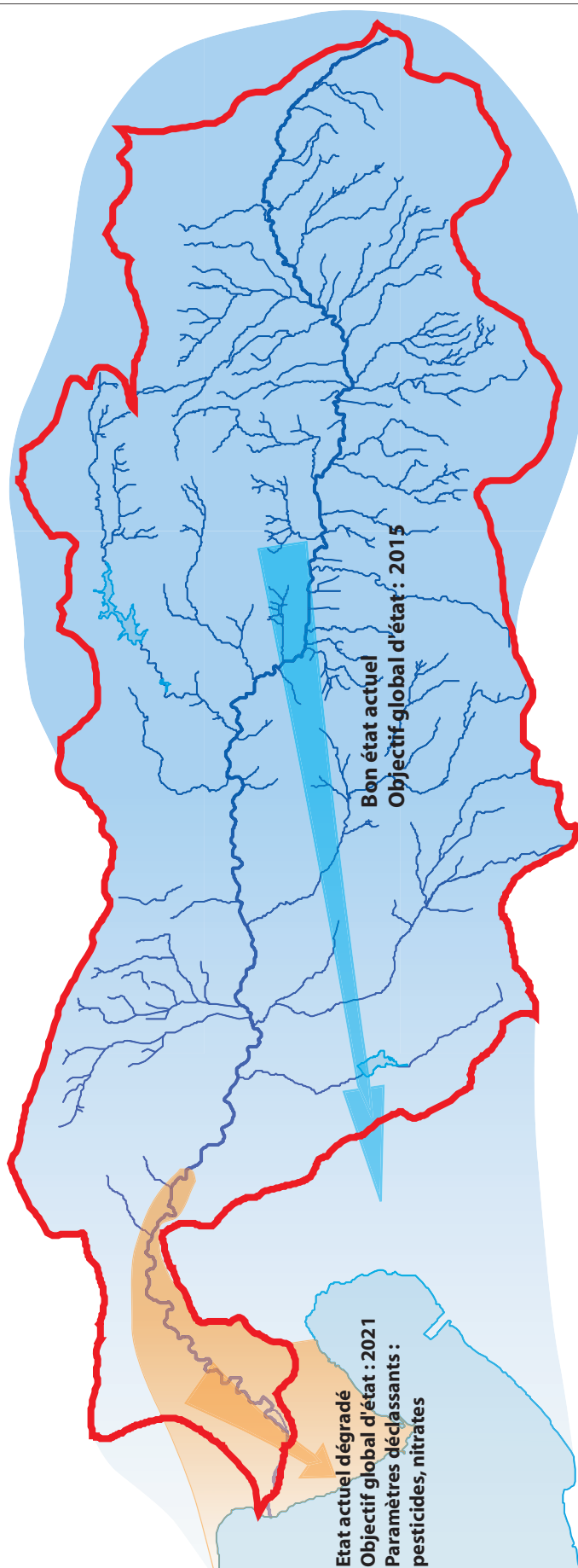
- Les analyses isotopiques du bore n'ont **pas apporté d'éléments d'interprétation** complémentaires **concernant notamment les apports par les eaux usées.**



Des problèmes liés à la présence de pesticides subsistent malgré l'évolution de pratiques agricoles plus respectueuses. Quatre molécules (éthidimuron, metalaxyl, oxadixyl, imidaclopride) dépassent la limite de potabilité en pesticide sur laquelle se base la limite du bon état de la DCE (0,1 µg/l).

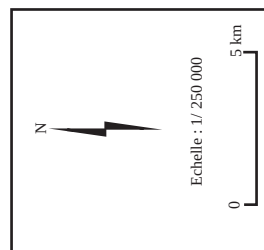
Par ailleurs, de fortes teneurs en nitrates persistent sur plusieurs points de prélèvements dépassant la limite de 50 mg/l. Ces analyses couplées à des études sur les activités de la zone tendent à confirmer l'influence majoritaire de l'azote d'origine agricole.

Néanmoins le renouvellement rapide des eaux de la nappe de la plaine de Berre est un facteur encourageant permettant d'espérer une amélioration rapide de leur qualité si des mesures efficaces de réduction des apports d'azotes sont entreprises.



Légende

- Bassin versant de l'Arc
- Fleuve Arc
- Affluent de l'Arc
- Plan d'eau
- Alluvions de l'Arc de Berre
FR_DO_312
- Formation du bassin d'Aix
FR_DO_210
- Sens d'écoulement
de la nappe



Source : BD Cartho, DREAL PACA

Réalisation :



Analyse du milieu aquatique existant

Ressources superficielles

1-1 ■ L'Arc, un fleuve caractérisé par des étiages estivaux sévères

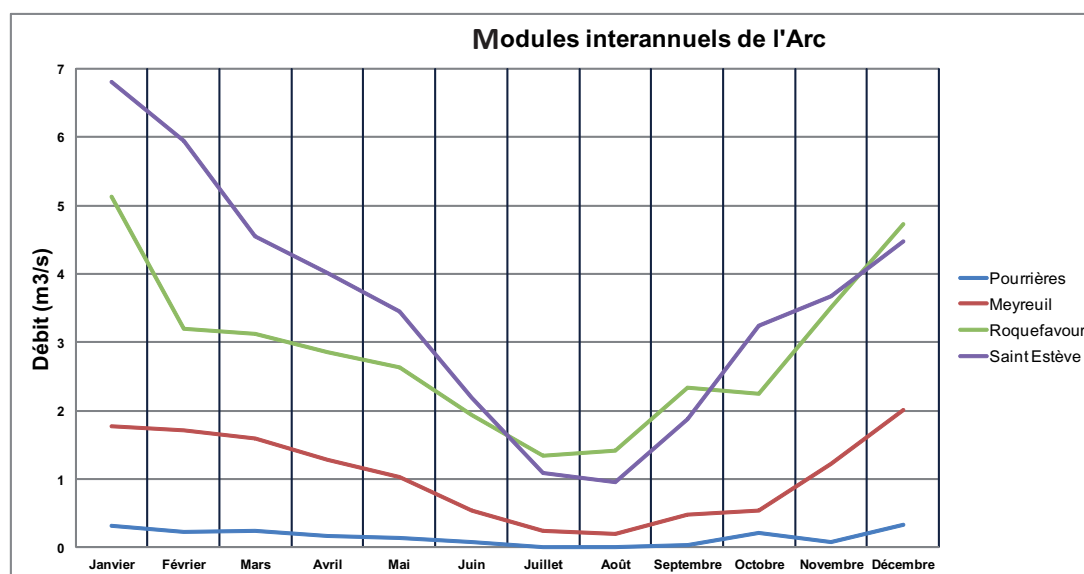
■ Les stations hydrométriques du bassin

L'Arc est équipé de 4 stations hydrométriques gérées par la DREAL PACA

Code station	Cours d'eau	Communes	Lieu de station	Surface du bassin versant (km ²)	Qualité de la mesure
Y4122040	L'Arc	Pourrières	Seuil de Feyssac (Pont RD23 à partir de 2012)	49	Mauvaise toutes eaux depuis 2005 (déplacement en 2012)
Y4022010	L'Arc	Meyreuil	Pont de Bayeux (Pont D581)	303	Bonne toutes eaux depuis 2009 (déversoir recalibré en 2009 pour les basses eaux)
Y4122040	L'Arc	Aix-en-Provence	Roquefavour (Pont D65)	650	Bonne
Y4122020	L'Arc	Berre-l'Étang	Saint-Estève (Pont D21)	730	Moyenne (car douteuse en très hautes et basses eaux)
Y4115020	La Luynes	Aix-en-Provence	La Pioline (Pont D9)	55	Bonne

■ Un régime hydrologique pluvial strict

Le climat méditerranéen de la région induit des amplitudes débitométriques considérables sur l'Arc. C'est un fleuve au **régime pluvial méditerranéen strict**. Il ne bénéficie **pas de résurgence karstique qui joue le rôle de soutien des débits**. Le déficit pluvial, parfois long de six mois, entraîne **des étiages très marqués**. Les courbes ci-après montrent l'inégale répartition des ressources superficielles dans le temps. Il y a en moyenne, par exemple à Roquefavour, cinq fois plus d'eau en hiver qu'en été.



La ressource en eau est donc très inégalement répartie dans le temps, et en particulier, **peu abondante pendant les mois d'été qui concentrent les besoins les plus forts pour l'agriculture et l'accueil touristique**. A noter l'inversion des courbes durant l'été entre la station de Roquefavour et celle de Saint-Estève. Ceci s'explique probablement par les prélèvements des ASA (Cf. détail dans les paragraphes suivants).

Code station	Cours d'eau	Communes	Lieu de station	Module (m ³ / s)	QMNA5 (m ³ / s)	Données disponibles depuis
Y4122040	L'Arc	Pourrières	Seuil de Feyssac	0.183	0.002	1963
Y4022010	L'Arc	Meyreuil	Pont de Bayeux	1.210	0.150	1972
Y4122040	L'Arc	Aix-en-Provence	Roquefavour	2.820	0.910	1996
Y4122020	L'Arc	Berre-l'Étang	Saint-Estève	3.490	0.350	1970
Y4115020	La Luynes	Aix-en-Provence	La Pioline	0.366	0.140	1996

Les débits d'étiage mensuels quinquennaux de l'Arc sont très faibles et ne dépassent pas 1 m³/s. Ils servent de référence dans l'établissement de règlements spécifiques par les Services de l'État.

■ Des affluents intermittents :

Influencés par les mêmes conditions climatiques que l'Arc, **les affluents du bassin présentent des assèchs naturels quasi-annuellement pendant plusieurs mois.**

Très peu de ces petits ruisseaux bénéficient de sources pérennes. Les **affluents du bassin de l'Arc sont donc considérés comme étant intermittents, voire éphémères¹.**

¹ On entend par cours d'eau pérenne, un ruisseau qui coule annuellement quasiment toutes les années. Un cours d'eau est temporaire lorsque les sources qui l'alimentent se tarissent durant plusieurs mois de l'année (généralement de un à six mois). Enfin, on entend par cours d'eau éphémère les cours d'eau qui s'écoulent uniquement en période de pluies

Les données débitmétriques sont quasi-inexistantes, il est néanmoins possible d'établir une cartographie des cours d'eau intermittents du bassin à partir des connaissances de terrain des acteurs locaux (Cf. Carte page suivante).

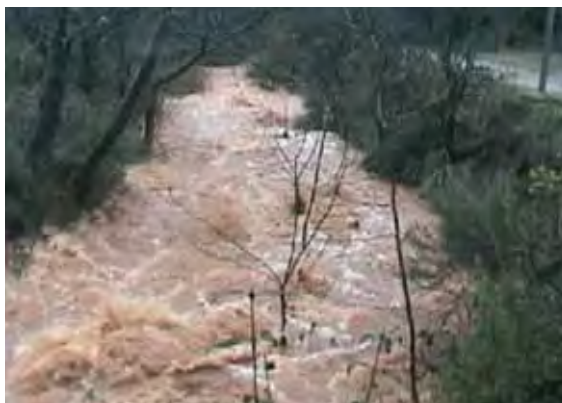
Toutefois, les étiages de l'Arc, bien que naturellement très sévères, sont en réalité influencés par les conséquences de l'activité humaine.



Aigue vive au printemps - 2005



Aigue vive en été - 2005



Aigue vive à l'automne - 2005



Aigue vive l'hiver - 2005

Ressources superficielles

2-1 ■ Les activités humaines comme soutien d'étiage

Le débit de l'Arc est fortement influencé par l'activité humaine. Il s'agit de faire un bilan de ces activités qui contribuent à soutenir l'étiage.

■ Les fuites et surverses des réseaux d'eau brute

Du fait de la rareté historique de l'eau en basse-Provence, deux réseaux importants d'eau brute ont été bâtis dans la région à partir du XIX^{ème} siècle et sont particulièrement implantés sur le bassin de l'Arc :

- **Le réseau de la Société du Canal de Provence (SCP)** transfère une partie des **eaux du Verdon** à partir d'un canal maître jusque dans le **réservoir du Bimont** au sein du Massif de la Sainte-Victoire. Ce réservoir permet de **stocker en exploitation normale environ 14 millions de m³ d'eau**. A partir de cette réserve, presque toutes les communes du bassin versant, et notamment la ville d'Aix-en-Provence, sont desservies **pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation sous pression et l'usage industriel**.

- **Le Canal de Marseille dérive une partie des eaux de la Durance** pour **l'alimentation en eau de l'agglomération marseillaise et de l'aval du bassin de l'Arc**. Une partie des eaux du canal transite par le bassin du Réaltor (Cf. carte - chapitre qualité relatif au fonctionnement de l'hydrosystème Baume-Baragne / Bassin du Réaltor / Grand Torrent).

Le maillage de ces réseaux est complexe et il est implanté sur presque tout le territoire du bassin de l'Arc (Cf. carte ci-contre). **Son fonctionnement normal contribue à opérer un soutien d'étiage.**

- Dans le **ruisseau de Roques-Hautes**. Ce ruisseau est un affluent pérenne du Bayon. Des analyses chimiques ont montré que sa source était alimentée par des **infiltrations profondes du réservoir du Bimont**. En effet, en-deçà d'une certaine côte du niveau d'eau du Bimont, la source du ruisseau de Roques-

Hautes s'assèche. Le ruisseau de Roques-Hautes n'est donc **pérenne que grâce aux infiltrations du Bimont**. Son débit mesuré est d'environ 60 l/s.

- **Dans le Grand Torrent**. Le débit de fuite du réservoir (bassin du Réaltor) est capté par un aménagement contemporain de la construction de la digue. Ce débit de fuite constitue en réalité la "source" du Grand Torrent mais les infiltrations sont constantes. Le débit est estimé à environ 50 l/s.

- **Dans la Cause**. La Cause est l'exutoire des débits de fuite et de lâchers du barrage Zola. Le débit de la Cause est d'environ 50 l/s probablement dû aux infiltrations du barrage et aux fuites des vannes. Lors d'une vidange du barrage, les débits oscillent aux environs de 150 l/s avec une pointe possible à 190 l/s. Lors d'essais de débitance, le maximum atteint a été 3 m³/s.

- **Dans le Vallat de Babol** (amont du Grand Vallat de Cabriès). Ce ruisseau intermittent bénéficie des fuites (un "filet d'eau") d'une vanne de la branche de Marseille Nord du réseau SCP, ce qui modifie le régime hydrique à l'étiage. En hiver, lors des vidanges annuelles du canal, le débit rejeté est de 500 l/s. (Ce débit est rejeté pendant seulement quelques heures une fois par an).

Les réseaux d'eaux brutes implantés sur le bassin jouent, par les surverses et fuites, un rôle non négligeable de soutien d'étiage des débits. De plus, ils modifient le régime hydrique de ruisseaux qui seraient très probablement naturellement intermittents.



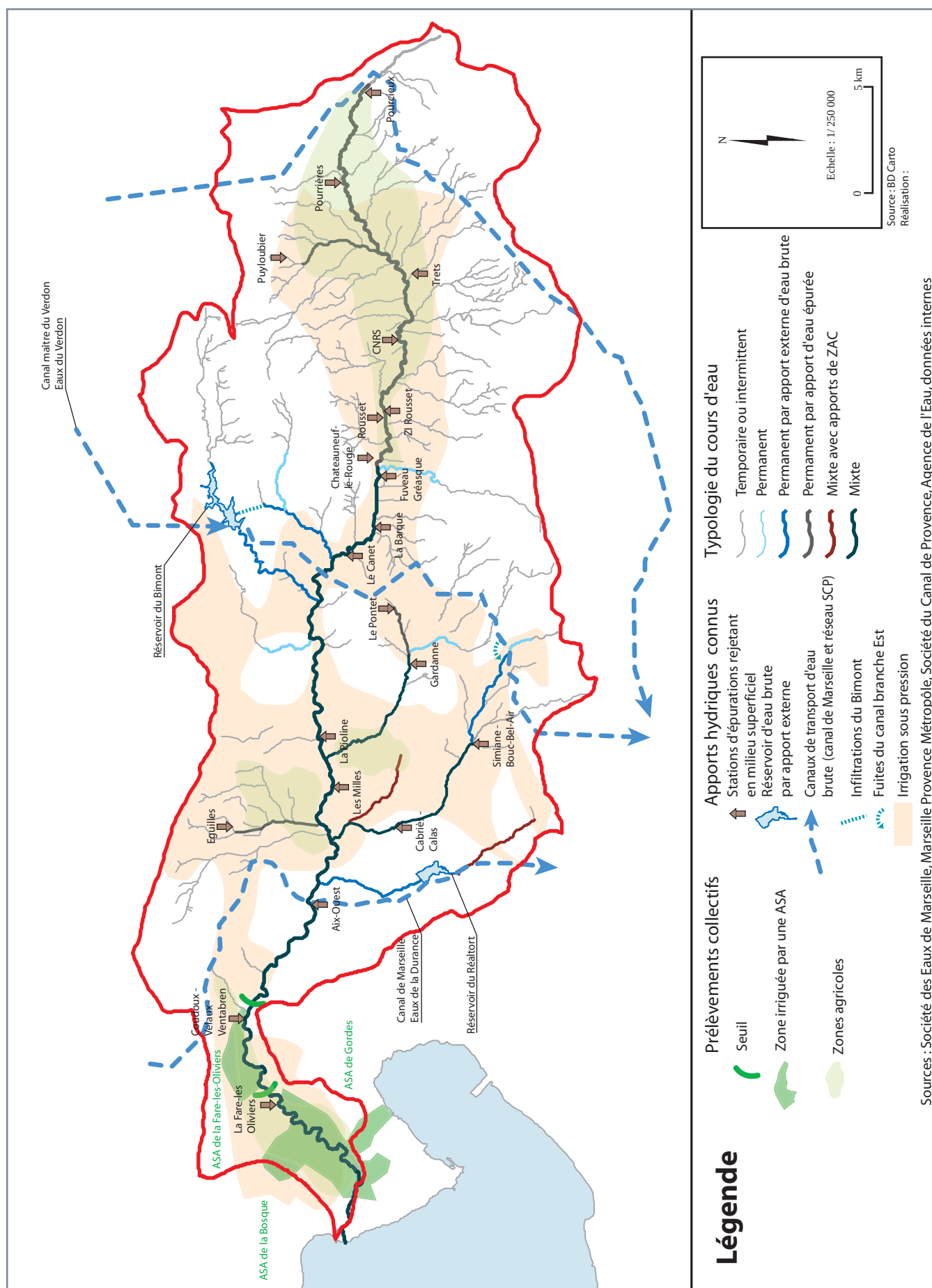
Barrage de Bimont



Vidange du barrage Zola



Prélèvements collectifs et apports





Aqueduc de Roquefavour. Il permet au canal de Marseille de traverser l'Arc



Canal géré par la Société du Canal de Provence - dérivation des eaux du Verdon



Canal de Marseille

© Photo Société des Eaux de Marseille



Ancien canal du Verdon



Barrage Zola

■ Les rejets de stations d'épuration

La population du bassin de l'Arc est relativement dense (environ 400 hab/km²). Cette densité génère inévitablement un flux total de rejets d'eau vers le milieu naturel via les réseaux d'eaux usées domestiques.

Comme précisé dans le volet relatif à la qualité, **l'ensemble des stations du bassin de l'Arc représente un total d'environ 380 000 équivalents-habitants (EH)**. Les 3/4 des rejets s'opèrent directement dans l'Arc, 1/4 dans les affluents. Ainsi, **le volume reçu par l'Arc chaque jour est de l'ordre de 50 000 m³**.

Il est très difficile aujourd'hui d'évaluer la part de ces débits externes de celle des débits naturels.

Une estimation sommaire montre qu'en hiver, pour un débit moyen de 5 m³/s à l'embouchure, ces débits représenteraient environ 10 % du débit total. Cependant, en été, à l'étiage, pour un débit de 1,5 m³/s, ce pourcentage s'élèverait à 40 %.

- **A Roquefavour**, une analyse des débits instantanés sur 24 heures et sur des périodes hydrologiques différentes, a montré que le débit variait en fonction des heures de la journée et ce jusqu'à 30%. Cette

variation quotidienne montre que **la mise en fonctionnement régulière et quotidienne des stations d'épurations influe fortement sur les variations journalières de débit de l'Arc**.

- **L'Arc amont est naturellement à sec en été**. Ainsi, jusqu'à la confluence avec le Bayon, **les rejets de stations d'épuration représentent la quasi-totalité des débits de l'Arc**.

- **Concernant les affluents**, malgré l'absence de données sur les débits naturels, il est admis de dire que **les rejets urbains représentent également la quasi-totalité des débits du cours d'eau**.

De même, on considère que la station d'épuration de la Pioline à Aix-en-Provence "double" le débit de l'Arc.



Ainsi, à l'étiage, l'Arc et ses affluents recevraient des débits d'effluents traités qui bouleversent le régime hydrique des cours d'eau récepteurs.



Rejet de la station d'épuration de Gardanne dans la Luynes

2-2 ■ Les usages de la ressource en eau superficielle

■ AEP et irrigation : les deux principaux usages satisfaits par les apports externes au bassin

Les usages de la ressource en eau superficielle du bassin sont :

- **L'Alimentation en Eau Potable (AEP)** des habitants (environ 290 000 personnes)
- **L'irrigation des terres agricoles** (et des jardins particuliers dans une moindre mesure)
- **Les activités industrielles du bassin;**

Tous ces usages ne pourraient être satisfaits sans les apports externes d'eau brute du réseau de la Société du Canal de Provence (SCP) et du Canal de Marseille. **Ces réseaux gravitaires anciens ont permis le développement socio-économique du territoire.**

■ L'alimentation en eau potable (AEP).

L'AEP est assurée pour **l'essentiel grâce aux réseaux gravitaires Durance/Verdon**. La ressource en eau superficielle du bassin versant n'est pas sollicitée pour l'alimentation en eau potable

La demande en eau potable est donc quasi-entièrement satisfaite par les apports externes du bassin.

■ **L'agriculture** a toujours été présente sur le bassin. Les nombreux petits barrages de dérivation des eaux de l'Arc - aujourd'hui abandonnés pour la plupart - en témoignent. Mais les apports externes du réseau SCP ont permis de "sécuriser" l'irrigation des champs entraînant un bouleversement des cultures et des pratiques. **L'eau n'est plus le facteur limitant l'agriculteur.** Désormais, la **grande majorité des terres agricoles du bassin sont irriguées par canalisation sous pression** (à l'exception des terres proches des sources de l'Arc) et sont devenues dépendantes du réseau SCP.

■ **Les activités industrielles** du bassin **consomment de l'eau majoritairement pour des processus de lavage et de refroidissement** (microélectronique à Rousset, production électrique thermique à Meyreuil, transformation de bauxite à Gardanne). **La demande est satisfaite par les apports externes à l'exception de l'usine chimique LyondellBasell à Berre-l'Étang qui prélève une partie des eaux de l'Arc.**



Irrigation sous-pressure dans la haute vallée de l'Arc



Entreprise LyondellBasell à Berre-l'Étang qui prélève une partie de l'eau de l'Arc



Prise d'eau au Moulin du Pont

Trois réseaux d'irrigation gravitaire à l'aval pour un usage mixte

Les prélèvements dans les eaux superficielles internes au bassin sont mixtes. Ils se répartissent entre les prélèvements particuliers, agricoles et industriels.

A l'aval, 3 seuils anciens dérivent une partie des eaux de l'Arc pour un usage mixte.

■ **Le seuil de Moulin du Pont** : il dérive une partie des eaux de l'Arc pour un usage mixte :

- d'octobre à avril, les eaux sont dérivées par une **microcentrale hydroélectrique** qui restitue toutes les eaux à l'aval ;
- d'avril à octobre : **l'ASA (Association Syndicale Autorisée) de La Fare-les-Oliviers** prélève une partie des eaux pour un **usage agricole et particulier** dans la plaine en rive droite de l'Arc. Elle possède un droit d'eau de 380 l/s. Cela représente un volume annuel de prélèvement pour la période 2009-2010 d'environ 4,5 millions de m³ dont un tiers sur la période juillet-août¹. Les retours à l'Arc sont sommairement

et globalement estimés à la moitié du prélèvement.

■ **Le seuil de La Thérèse** : il dérive une partie des eaux pour alimenter une centrale hydroélectrique. Toute l'eau prélevée est restituée.

■ **Le seuil de Gordes** : **l'ASA de Gordes** dérive toute l'année une partie des eaux de l'Arc pour un volume annuel d'environ 3,7 millions de m³ (données 2006). Ce volume se répartit entre l'ASA de Gordes (11%), **l'ASA de Bosque** (17%) et l'usine pétrochimique Lyondell-Basell (71%). Les retours à l'Arc sont faibles. Le droit d'eau pour l'ensemble des usagers de ce seuil s'élève à 565 l/s.

Les prélèvements dans l'Arc s'élèvent à environ 8,2 millions de m³ pour un volume annuel à Roquefavour de 90 millions de m³ (soit environ 10%). **En juillet-août, ce volume prélevé peut représenter environ 50% de la ressource** (3,9 millions de m³ pour 7,4 millions de m³ à Roquefavour).

¹ Source : Schéma directeur de l'ASA de La Fare-les-Oliviers - diagnostic de synthèse, ASAInfo, juillet 2011



ASA de La Fare-les-Oliviers



Seuil de Gordes

Des prélèvements individuels multiples, mal connus et très peu contrôlés

Un recensement des points de prélèvements individuels sur les berges de l'Arc et ses principaux affluents a été réalisé. Il indique que **les prélèvements sur les affluents sont peu nombreux** (une cinquantaine) et quelques-uns se répartissent le long de l'Arc (11 recensés)¹. Ces prélèvements recensés s'additionnent aux **nombreux petits prélèvements individuels observés par des études de terrains** (plan de gestion de la ripisylve, suivi de l'état des eaux... etc.). A l'étiage, au regard des très faibles débits, un seul prélèvement individuel peut suffire à assécher un cours d'eau. Le **manque de contrôle** se fait particulièrement ressentir durant cette période. Des assèchements suspects sont régulièrement observés par des riverains sans pour autant en déterminer l'origine.

¹ Source : Élaboration du plan pluriannuel de gestion, de restauration et d'entretien du lit, et des berges des affluents du Haut de l'Arc, GREN, 2009
Étude des rejets, prélèvements et IOTA (Installations, Ouvrages, Travaux et Activités), sur l'Arc et ses affluents, SAFEGE Environnement, 2006

■ Un contexte réglementaire, source d'inquiétude pour les usagers et les gestionnaires de milieux aquatiques

■ Suite aux sécheresses du milieu des années 2000, le Préfet des Bouches-du-Rhône a arrêté **le 24 mai 2007 un Plan Cadre Sécheresse** qui régit les usages et les prélèvements de l'eau dans les petits fleuves côtiers des Bouches-du-Rhône (Arc, Huveaune et Touloubre) comme suit :

STADES	Mesures d'économie d'eau prélevée directement dans le milieu local des bassins versants de l'Arc, l'Huveaune et la Touloubre amont
VIGILANCE	Campagne générale de sensibilisation aux économies d'eau
ALERTE	• Interdiction d'arroser les pelouses et espaces verts pendant la journée (de 8h à 20h) • Interdiction de pratiquer des arrosages agricoles pendant la journée (de 8h à 20h) • Interdiction de laver des véhicules, sauf obligations réglementaires (véhicules sanitaires par exemple) ou techniques (bétonnières...) et organismes liés à la sécurité • Interdiction de laver à grande eau les voies et trottoirs, sauf nettoyage strictement nécessaire à la salubrité publique • Interdiction de nettoyer façades et terrasses, sauf travaux en cours • Interdiction de remplir les piscines existantes. Il sera fait exception pour la compensation de l'évaporation et le renouvellement sanitaire strictement nécessaire, ainsi que pour la première mise en eau d'une piscine neuve.
CRISE	• Interdiction d'arroser les pelouses et espaces verts • Interdiction de pratiquer des arrosages agricoles le lundi et le jeudi et entre 8h et 20h les autres jours • Interdiction d'arroser les jardins potagers pendant la journée (de 8h à 20h) • Interdiction de laver des véhicules, sauf obligations réglementaires (véhicules sanitaires par exemple) ou techniques (bétonnières...) et organismes liés à la sécurité. • Interdiction de laver à grande eau les voies et trottoirs, sauf nettoyage strictement nécessaire à la salubrité publique. • Interdiction de nettoyer façades et terrasses, sauf travaux en cours. • Interdiction de remplir les piscines existantes. Il sera fait exception pour la compensation de l'évaporation et le renouvellement sanitaire strictement nécessaire, ainsi que pour la première mise en eau d'une piscine neuve.
CRISE RENFORCÉE	• Tout prélèvement d'eau dans le milieu est interdit, quel qu'il soit, sauf dérogations spécifiques pour raison sanitaire ou économique sur décision préfectorale

■ Pour les ASA du bassin aval, ces restrictions sont réglementées de la manière suivante :

Arrêté Cadre Sécheresse des Bouches-du-Rhône¹

STADES	Arc AVAL		
	ASA La Fare-les-Oliviers	ASA de Gordes	ASA La Bosque
VIGILANCE	Le stade de vigilance est applicable à l'ensemble du département des Bouches-du-Rhône		
ALERTE	Ce stade intervient lorsque le débit au point de mesure de Saint-Estève atteint 350 l/s		
	Gestion des prélèvements à règlement d'eau agréé		
	Réalise déjà près de 50% d'économie d'eau donc il n'y a pas lieu de lui appliquer les mesures de restrictions supplémentaires	Réduction d'1/3 du prélèvement au niveau de prose commune située sur l'Arc	
CRISE	Ce stade intervient lorsque le débit au point de mesure de Saint-Estève atteint 220 l/s		
	Gestion des prélèvements à règlement d'eau agréé		
	Réalise déjà près de 50% d'économie d'eau donc il n'y a pas lieu de lui appliquer les mesures de restrictions supplémentaires	Réduction de 50% des prélèvements à la prise commune entre les deux ASA et la société LyondellBasell	
CRISE RENFORCÉE	Ce stade intervient lorsque le débit au point de mesure de Saint-Estève atteint 90 l/s		
	Gestion des prélèvements à règlement d'eau agréé		
	Arrêt total des prélèvements, sauf pour raison expresses de sécurité ou économique. Réunion avec les usagers en Comité Sécheresse pour la mise en place de mesures spécifiques de sauvegarde jugée indispensables		

¹ Arrêté cadre approuvant le Plan cadre Sécheresse des Bouches-du-Rhône du 24 mai 2007 ; extrait du Plan de gestion des prélèvements et des ressources en eau agricole, Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, 2010.

NB : Le Plan Cadre Sécheresse des Bouches-du-Rhône est actuellement en révision. La Préfecture prévoit sa réactualisation courant 2012.

■ **Les différents états de vigilance sur l'Arc** correspondent aux débits caractéristiques suivants de la station de Saint-Estève:

- **État d'alerte** = débit mensuel minimal de probabilité une année sur 5 (QMNA5) = **350 l/s**
- **État de crise** = débit minimum journalier 3 jours consécutifs = **220 l/s**
- **État de crise renforcée** = débit minimum journalier de période de retour 50 ans = **90 l/s**

■ **Un point nodal a été défini sur le bassin versant de l'Arc, au droit de la station hydro-métrique de Berre Saint-Estève.** Il s'agit d'un point stratégique de référence du SDAGE RM, implanté suite à un déficit chronique constaté. C'est un **point utilisé par les services de l'État pour l'établissement des seuils de gestion en situation de sécheresse.** Il a pour rôle le pilotage des actions de restauration de l'équilibre quantitatif sur le bassin versant.

■ **Des objectifs sont fixés au droit de ce point nodal :**

- **Le Débit Objectif d'Étiage (DOE)**, établi sur la base de moyennes mensuelles : débit pour lequel sont simultanément satisfaits le *bon état quantitatif* des eaux et, en moyenne huit années sur dix, l'ensemble des usages. Sur l'Arc, le DOE correspond au stade d'alerte du Plan cadre sécheresse. Il est égal au QMNA5, soit 0.35 m³/s (350 l/s). Il est important de noter que le DOE ne constitue pas en tant que tel une menace pour les usages à moyen terme, et ce, quelle que soit la valeur fixée.. **Un DOE ne permet pas une gestion d'utilisation au quotidien**, il n'y a pas de lien d'un point de vue juridique entre ce débit seuil et une application réglementaire et coercitive.

Une véritable vérification du DOE ne peut être faite qu'a posteriori (sur une période assez longue pour permettre une statistique quinquennale significative). A l'inverse du DCR qui lui, permet une gestion quotidienne.

- **Le Débit de Crise Renforcée (DCR)** en-dessous duquel seules les exigences relatives à la santé, à la salubrité publique, à la sécurité civile, à l'alimentation en eau potable, et aux besoins des milieux naturels peuvent être satisfaites. Sur l'Arc, le DCR correspond au DCR du Plan Cadre Sécheresse. Il est égal au débit minimum journalier de période de retour 50 ans, soit 0.09 m³/s (90 l/s).

Ces seuils et procédures réglementaires ont généré parmi les agriculteurs et gestionnaires de milieux aquatiques des incompréhensions et des inquiétudes légitimes.



Débats sur les seuils fixés

Plusieurs éléments posent débats :

- un DOE égal au QMNA5 signifie que l'équilibre quantitatif est respecté, mais sans laisser place à de nouveaux développements des usages en période d'étiage. Or le QMNA5 à Saint-Estève = 10^{ème} du module, **il y a donc en réalité un déséquilibre**, car le QMNA5 est tiré vers le bas seulement sur la station de Saint-Estève du fait des prélèvements en période d'étiage.

- Le débit de 90 l/s est un débit statistique de période de retour 50 ans. Sa probabilité d'être atteinte est donc extrêmement faible. **Quel est la pertinence d'un DCR, qui permet une gestion au quotidien des débits, avec une période de retour si grande ?**

- Au regard des débits rejetés sur le bassin de l'Arc (fuites et rejets domestiques), ce DCR n'est-il pas trop faible ?

- **Le choix de la station de Saint-Estève est-il pertinent ?** Car la station de Saint-Estève est à l'aval des prélèvements. Le choix d'une station à l'amont des prélèvements des ASA, comme celle de Roquefavour, ne serait-il pas plus pertinent ?

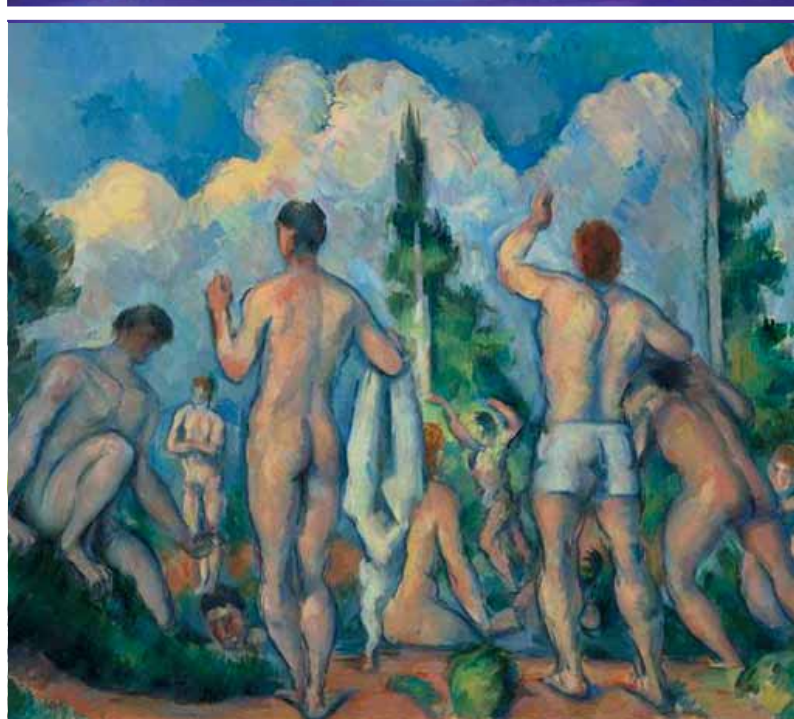
- **N'y a-t-il pas une incohérence entre les objectifs fixés par le SDAGE et les autorisations préfectorales de prélèvement ?**

- Enfin, **les affluents sont systématiquement en crise avant l'Arc, ce que ne prend pas en compte le Plan Cadre Sécheresse.**



En conclusion, le fonctionnement des réseaux hydrauliques du bassin de l'Arc est complexe. Le maillage dense des réseaux d'eaux brutes, d'eaux usées domestiques n'ont en somme qu'un seul exutoire : le réseau hydrographique de l'Arc. Il s'opère ainsi en permanence un transfert d'eau depuis les bassins Durance-Verdon vers celui de l'Arc. Ces transferts d'eau, tributaires de la gestion des canaux et des besoins des populations et des activités économiques, modifient les régimes hydriques des cours d'eau du bassin.

De plus, un Arrêté Cadre Sécheresse réglemente les prélèvements dans l'Arc. Cet arrêté génère, tant parmi les usagers de la ressource que parmi les gestionnaires de milieux aquatiques, des incompréhensions et des inquiétudes. Ce document mérite d'être retravaillé.



1 ■ Une rivière, source d'usages à concilier

■ L'agriculture	p 130
■ L'industrie	p 130
■ L'hydroélectricité	p 130
■ L'activité de pêche	p 131
■ L'activité de chasse	p 131
■ Les activités nautiques et de baignade	p 131
■ Les activités de promenades	p 131

2 ■ Un territoire fort de son image d'excellence, de son cadre de vie et de sa qualité environnementale... Mais un territoire aux rivières délaissées et maltraitées par les habitants

■ La rivière est trop souvent ignorée voire "rejetée"	p 132
■ Les rivières sont souvent le siège de pratiques non respectueuses des milieux	p 132

3 ■ Une image de la rivière à reconquérir !

■ Image de la rivière dans la haute vallée de l'Arc	p 133
■ Image de la rivière dans le Pays d'Aix	p 133
■ Image de la rivière dans la basse vallée de l'Arc	p 133
■ Image de la rivière dans les espaces frontières.....	p 133
■ Image de la rivière dans les bassins de la Luynes, de la Jouïne et du Grand Vallat	p 133

4 ■ Un patrimoine culturel et architectural à associer à la rivièrep 135

Recensement des différents usages

1 ■ Une rivière, source d'usages à concilier

Le bassin versant de l'Arc est le lieu de différentes activités et usages liés au cours d'eau. Il convient de **distinguer les activités socio-économiques** du territoire (agriculture et industrie) **de celles liées aux loisirs**.

■ L'agriculture

Bien qu'en régression, l'agriculture couvre environ 17% du bassin versant soit environ 130 km² pour 750 km². Comme précisé dans les différentes thématiques de l'état des lieux, l'agriculture a eu une influence prépondérante sur les paysages, les boisements riviéres de l'Arc et de ses affluents, et sur l'hydrologie du fleuve.



Agriculture dans la Haute-vallée de l'Arc

■ L'industrie

Concernant cette activité, les besoins en eau sont satisfaits par les apports externes et les prélèvements souterrains. Seule la raffinerie de Berre prélève une partie de son eau dans l'Arc.



Entreprise pétrochimique LyondellBasell à Berre-l'Étang

■ L'hydro-électricité

Deux micro-centrales sont installées sur la partie aval de l'Arc (aval de Roquefavour) : La Thérèse et Le Moulin du Pont. Cette activité entraîne une dérivation de débit (respectivement 2.8 et 3.6 m³/s) sur, respectivement, 220 m et 150 m.

Pour plus de détail, voir le chapitre 4 consacré à l'évaluation du potentiel hydroélectrique.



Micro-centrale hydroélectrique de Moulin du Pont

L'activité de pêche

La pêche sur l'Arc et ses affluents est gérée par **trois associations de pêche** : Berre / Saint-Chamas, Aix et Fuveau/Rousset, qui se partagent les lots de pêche. **Du fait de l'amélioration progressive de la qualité des eaux de l'Arc et de l'accessibilité à ses berges, la pêche a peu à peu reconquis le bassin de l'Arc.** En témoignent des panneaux d'informations sur les berges et des lâchers de poissons réguliers sur l'Arc amont. **Les associations de pêche se mobilisent pour l'amélioration de la qualité de l'eau** et sont les témoins de la disparition des invasions algales, signe de la réduction de l'eutrophisation.

L'activité de chasse

La chasse aux gibiers d'eau intéresse davantage les étangs et les zones de marais que la rivière proprement dite. Elle est donc surtout développée près de l'Étang de Berre (présence de nombreux postes d'affût près de l'embouchure de l'Arc). Il existe **toutefois une pratique de la chasse en pointillé le long de l'Arc et de ses affluents**, notamment en Haute Vallée et sur Velaux.

Les activités nautiques et de baignade

Bien que l'Arc ait été autrefois un lieu de baignade très apprécié, **les activités nautiques et la baignade sont aujourd'hui peu pratiquées de par la mauvaise qualité bactériologique de la rivière** (absence de traitement bactériologique des stations d'épuration). Ce constat est exacerbé l'été lorsque l'Arc est quasi-essentiellement alimenté par les rejets de stations d'épuration. Malgré ce constat, il existe **un usage "baignade" ponctuel, persistant**, notamment au droit du seuil de la Priée à Aix-en-Provence, sous l'aqueduc de Roquefavour ou sur certains affluents (vallat de Roques-Hautes). Enfin, baignade et sport nautique sont limités par les faibles hauteurs d'eau.

En été, certaines communes interdisent la baignade pour des raisons sanitaires.

Les activités de promenades

La promenade le long de l'Arc et de ses affluents, bien que limitée, tend à se développer. Les promenades sont très demandées par la population. **Les initiatives des communes se sont d'ailleurs multipliées sur ce sujet** : aménagement d'un parcours sportif à Rousset, aménagement de la promenade de la Torse ou des bords de l'Arc à Aix-en-Provence, aménagement d'une promenade à Meyreuil, aménagement d'une promenade / parcours sportif le long de la Luynes à Gardanne. **Des projets de sentier piétonnier ont été ou sont étudiés sur les communes de Trets, Velaux, Coudoux et La Fare-les-oliviers.** De même, une étude de faisabilité pour l'établissement d'une "trame verte" le long de l'Arc sur le territoire de la Communauté du Pays d'Aix a été réalisée. **Le problème de la maîtrise foncière conjugué aux nécessités de préservation de la ripisylve complique la possibilité d'extension de ces espaces ouverts au public.**



La Provence - Jeudi 15 mars 2012



Baignade à Roques-Hautes, juillet 2005



Promenade à vélo le long de la Luynes - Mai 2012

■ Un territoire fort de son image d'excellence, de son cadre de vie et de sa qualité environnementale... Mais un territoire aux rivières délaissées et maltraitées par les habitants

■ La rivière est souvent ignorée voire rejetée

À l'opposé des sites et paysages classés remarquables, protégés ou reconnus, la rivière qui les traverse reste trop souvent ignorée... Ignorée car inexistante en période d'étiage, oubliée car sans intérêt direct pour la ressource en eau... et vécue souvent négativement car synonyme de pollution et de risque potentiel (inondations) pour les populations.

De manière générale, les rivières du bassin versant restent trop souvent perçues comme un facteur limitant le développement économique et social (contraintes et prescriptions en matière d'urbanisation notamment).

■ Les rivières sont souvent le siège de pratiques non respectueuses des milieux

• **Les rejets polluants.** Du fait de la forte anthropisation, il existe sur le bassin une importante pression polluante. Les cours d'eau reçoivent toutes sortes de rejets, d'origines diverses, autorisés ou pas. Ils sont responsables d'une qualité globale de l'eau de l'Arc très moyenne.

• **Les remblais en zone inondable.** Sur le bassin, il est devenu assez fréquent, pour les propriétaires riverains, de remblayer afin de protéger leurs parcelles contre d'éventuelles inondations, ou d'économiser les coûts liés à l'évacuation des déblais. L'impact cumulé de ces remblais aggrave le risque d'inondation. Ces remblais peuvent également être la cause de dégradations écologiques importantes.

• **Les décharges.** Sur le territoire, on constate la présence de nombreuses "décharges sauvages", disséminées tout au long de l'Arc et de ses affluents. Décharges qui engendrent des pollutions du milieu ainsi qu'une dégradation de la valeur paysagère des sites concernés.

➔ Ces pratiques non respectueuses de la rivière et de ses milieux méritent aujourd'hui d'évoluer. La sensibilisation et la pédagogie sont les premiers leviers d'un changement de pratiques sur la rivière.



Décharge sauvage sur l'Arc à Aix-en-Provence



Remblais le long de l'Arc aux Milles



Contraste avec l'environnement naturel associé à l'Arc

La place des rivières est ressentie différemment selon les secteurs géographiques du bassin.

■ Image de la rivière dans la haute vallée de l'Arc

La Haute-Vallée de l'Arc est marquée par la présence du fleuve Arc et de ses nombreux affluents. **La rivière y est malgré tout peu investie socialement, culturellement et économiquement.** Si elle structure effectivement l'espace, c'est en "creux", entre le Mont Aurélien et la sainte-Victoire, qui restent les véritables points d'attraction et d'identification de ce pays. Elle y est cependant plutôt **perçue comme une opportunité et un potentiel favorables par rapport à des enjeux de développement tournés en partie vers la valorisation du cadre de vie.**

■ Image de la rivière dans le Pays d'Aix

Dans le Pays d'Aix, excepté aux Milles, **la présence des cours d'eau est souvent oubliée.** La vie sociale, culturelle et récréative est en effet davantage tournée vers le centre ville, vers la campagne aixoise ou la Sainte-Victoire. Comme dans la Haute Vallée, on pourrait dire qu'ici les montagnes et les collines font référence, les rivières peu ou beaucoup moins ! **Depuis quelques années cependant, certains aménagements réalisés en bordure de l'Arc (à Meyreuil, à Aix-en-Provence, à Rousset...) ont permis de faire découvrir ou redécouvrir aux habitants les richesses et l'usage de la rivière.** A noter que ces aménagements sont de plus en plus sollicités par les habitants du bassin versant, probablement encouragés à retrouver leur rivière grâce à une qualité de l'eau qui s'améliore et à l'intérêt que suscite la ripisylve de qualité.

■ Image de la rivière dans la basse vallée de l'Arc

Dans la basse vallée de l'Arc, les sites des Gorges de Roquefavour jusqu'à Coudoux constituent un véritable espace de valorisation de l'Arc. Dans la plaine de Berre, **la forte identification sociale à l'Étang de Berre laisse peu de place à la rivière pour "exister"** dans l'esprit des habitants. En général, on connaît peu l'Arc ici. On ne le fréquente pas. Et si on s'en souvient, c'est parce que la rivière "fait parler" d'elle lors des crues notamment. Par contre, ceux qui la connaissent bien, la pensent dans sa fonction de ressource tant au niveau de l'Arc qu'au niveau de sa nappe alluviale.

■ Image de la rivière dans les espaces frontières

Entre ces trois entités fortes, il existe des zones frontières qui n'appartiennent ni à une entité ni à une autre :

■ **De la Barque à Palette** (gorges de Langesse), on n'est déjà plus dans la haute vallée, mais pas encore sous l'influence d'Aix.

■ **De l'aqueduc de Roquefavour au Moulin du Pont**, on n'est déjà plus en pays d'Aix, mais on est encore hors de la zone d'influence de l'Étang de Berre. Dans ces espaces frontières, l'Arc est relativement inaccessible et donc peu fréquenté sinon pas les pêcheurs et éventuellement quelques chasseurs.

Même si **dans ces zones, l'Arc** constitue un lien physique entre les trois entités territoriales, du point

■ Image de la rivière dans les bassins de la Luynes, la Jouïne et le Grand Vallat

Dans les bassins de la Luynes, de la Jouïne et du Grand Vallat, l'image des rivières reste associée aux risques d'inondation. Depuis plusieurs années cependant, des aménagements sont réalisés le long de la Luynes à Gardanne par exemple, permettant ainsi de valoriser le cours d'eau sous l'angle récréatif, sportif et éducatif.



Les gorges de Langesse



La double chute du Moulin du Pont sur l'Arc est un seuil naturel



La chute du Bayon à Saint-Antonin-sur Bayon

© iconphoto



Aménagement de promenade le long de la Luynes à Gardanne



Le parc de la Torse à Aix-en-Provence



L'Arc à Berre

Le bassin versant de l'Arc renferme des richesses naturelles souvent méconnues (Cf. chapitre consacré aux milieux naturels) mais également un large patrimoine culturel et architectural associé aux cours d'eau. Emblématique et largement reconnu, ce patrimoine fonde l'identité du territoire (Pont de Saint-Pons, Pont des 3 Sautets, Cézanne et la Sainte-Victoire...), sans toujours être relié spontanément à la rivière. La reconquête de l'image de l'Arc et de ses affluents pourra donc s'appuyer sur ce lien patrimonial et culturel pour mieux faire connaître et valoriser les cours d'eau du bassin versant.



Le pont de Saint-Pons à Aix-en-Provence, datant du XIV^{ème} siècle et classé monument historique, enjambe l'Arc grâce à ses 4 magnifiques arches



Le Pont des 3 Sautets, bâti au XIX^{ème} siècle et classé monument historique, ce pont enjambe l'Arc à Meyreuil. Il a été rendu célèbre grâce aux peintures de Paul Cézanne



Vieux pont sur le ruisseau de l'Aigue Vive à Rousset



Le pavillon du Roy René au bord de la Luynes



Borne milliaire jalonnant la Voie Aurélienne près des sources de l'Arc

Zoom sur Cézanne et l'Arc

L'Arc a offert au peintre, de nombreuses sources d'inspiration.

Les thèmes de l'eau, des baigneuses et de l'Arc ont été des motifs appréciés du peintre. Bien qu'il ait développé ces thèmes au début de sa carrière d'artiste à travers quelques toiles, ce n'est qu'à partir de 1885, lorsque Cézanne séjourne en Provence de façon plus permanente, qu'il peindra ses toiles les plus célèbres.

L'eau fait partie de son imaginaire et exerce sur lui un irrésistible attrait. Le peintre, plus dans son atelier que sur les berges, s'essaye à quelques recherches qui marqueront son œuvre. Les corps souvent nus s'intègrent dans le paysage. La nature environne les personnages, les branches des arbres en voûte recadrent la composition.

Plus tard, au crépuscule de sa vie, Cézanne réalisera **l'accomplissement de ses recherches à l'aquarelle autour ce qui représente pour lui un havre de fraîcheur : le Pont des Trois Sautets.**

Source : Les sites cézanniens, Réunion des musées nationaux & Amis du musée Granet et de l'œuvre de Cézanne, Paris, 1996



Cézanne Paul, Le Ruisseau, The Brook, Cleveland, Museum d'Art



Cézanne Paul, Montagne Sainte-Victoire et viaduc sur la vallée de l'Arc, Metropolitan Museum of Art



Cézanne Paul, Le Pont des Trois Sautets, 1906, Cincinnati, Cincinnati Art Museum, don de John J. Emery



L'Arc a également offert au jeune Cézanne de nombreux souvenirs. Avec ses camarades Émile Zola et Baptistin Baille, Paul Cézanne, enfant, se baigne dans l'Arc ou se promène à l'ombre de sa ripisylve.

L'Arc est présent dans les diverses correspondances qu'il entretiendra avec Émile Zola alors parti à Paris, ou d'autres amis.

Il apparaît dès les premières lettres de Cézanne à Zola.

Voilà-t-il que l'atmosphère s'est soudainement refroidie.

Adieu la nage.

Adieu nos belles nages

Sur les riantes plages

Du fleuve impétueux

Qui roulait sur la grève

Une onde, dont mon rêve

Ne souhaita rien de mieux

Une eau rouge et bourbeuse

Sur la frange terreuse

Entraîne maintenant

Plantes déracinées,

Branches abandonnées

Au gré de son courant.

(Lettre à Zola, 3 mai 1858)

Ce qu'il y a de sûr, c'est que je brûle d'aller

En plongeur intrépide

Sillonner le liquide

De l'Arc

Et dans cette eau limpide

Attraper les poissons que m'offre le hasard

(Lettre à Zola, le 22 ? 1858)

Cézanne, devenu peintre, partage sa vie entre la région parisienne, l'Estaque, le Jas de Bouffan, Gardanne. Les références à l'Arc, ou plus largement à l'eau de la rivière se font plus rares.

Je travaille toujours beaucoup à un paysage des bords de l'Arc, c'est toujours pour le Salon prochain, sera-ce celui de 1869 ?

(Lettre à Numa Coste, fin novembre 1868)

Le thème de l'Arc ne reviendra dans les lettres de Cézanne que dans les derniers jours de sa vie, en 1906. De début août à début octobre 1906, Cézanne se rend tous les jours au bord de l'Arc.

Il est deux heures après-midi, je suis dans ma chambre ; reprise de la chaleur, elle est épouvantable. J'attends quatre heures, la voiture viendra me prendre et me conduira à la rivière, au pont des Trois Sautets. Là où il y a un peu de fraîcheur ; hier j'y ai commencé une aquarelle...

(Lettre à son fils, 14 août 1906)

Il est près de quatre heures, il ne fait pas d'air. Le temps est toujours étouffant, j'attends le moment où la voiture me conduira à la rivière. J'y passe quelques heures agréables. Il y a de grands arbres, ils forment la voûte au-dessus de l'eau. Je vais au lieu-dit le gour de Martelles, c'est sur le petit chemin des Milles qui conduit à Montbriant.

(Lettre à son fils, 2 septembre 1906)

Ici, au bord de la rivière, les motifs se multiplient, le même sujet vu sous un angle différent offre un sujet d'étude du plus puissant intérêt, et si varié que je crois que je pourrais m'occuper pendant des mois sans changer de place en m'inclinant tantôt plus à droite, tantôt plus à gauche.

(Lettre à son fils, le 8 septembre 1906)

I Je vais toujours sur nature, au bord de l'Arc, remisant mon bagage chez un nommé Bossy qui m'a offert l'hospitalité pour mon bagage.

(Lettre à son fils, 26 septembre 1906)

Perspectives de mise en valeur des ressources en eau en tenant compte des évolutions prévisibles des espaces ruraux et urbains et de l'environnement économique ainsi que de l'incidence sur les ressources des programmes mentionnés au 2^{ème} alinéa de l'article L. 212-5

- 1 ■ **Perspectives d'évolution démographique et des activités sur le territoire**p 140
 - Une démographie en perpétuelle augmentation exerçant une pression très forte sur le milieu aquatiquep 140
 - Évolution et perspectives d'occupation du solp 140
 - Évolution de l'activité agricolep 142

- 2 ■ **Perspectives d'évolution climatique et impacts sur la ressource en eau et les usages du territoire**p 143

- 3 ■ **Perspectives d'évolution des enjeux du SAGE du bassin versant de l'Arc**.....p 144
 - Les perspectives d'évolution du risque inondationp 144
 - Les perspectives d'évolution de la qualité de l'eaup 145
 - Les perspectives d'évolution des milieux naturelsp 146
 - Les perspectives d'évolution de la ressource en eaup 147

1 ■ Perspectives d'évolution démographique et des activités sur le territoire

■ Une démographie en perpétuelle augmentation exerçant une pression très forte sur le milieu aquatique

■ Comme mentionné dans le chapitre de présentation du territoire, la pression démographique est très forte sur le bassin versant de l'Arc et a induit et **continuera à induire des bouleversements importants en matière d'occupation des sols, d'activités et d'usages.**

■ Ces bouleversements se sont traduits par un **accroissement des surfaces équipées** dans les zones urbaines, une **périurbanisation accrue dans les communes rurales** et une **diminution des surfaces agricoles**. Ainsi, les surfaces équipées (urbaines et industrielles) ont progressé de 5% en 1975 à 15 % en moyenne au cours des années 90, avec pour certains secteurs jusqu'à 30% , empiétant pour majorité sur des terres agricoles. (Source SIEE, 1996)



■ Évolution et perspectives d'occupation du sol

Les données d'occupation du sol récentes (1999-2006) du territoire montrent :

- une progression encore importante des surfaces urbanisées : + 530 ha environ au détriment des espaces naturels et agricoles,
- une évolution modérée des surfaces déjà urbanisées (densification d'environ 160 ha),
- une progression limitée des espaces agricoles au détriment des espaces naturels.

L'extension des zones urbaines concerne surtout le bassin d'Aix-Gardanne, et dans une moindre mesure trois communes de l'amont du bassin versant (Fuveau, Peynier, Rousset).

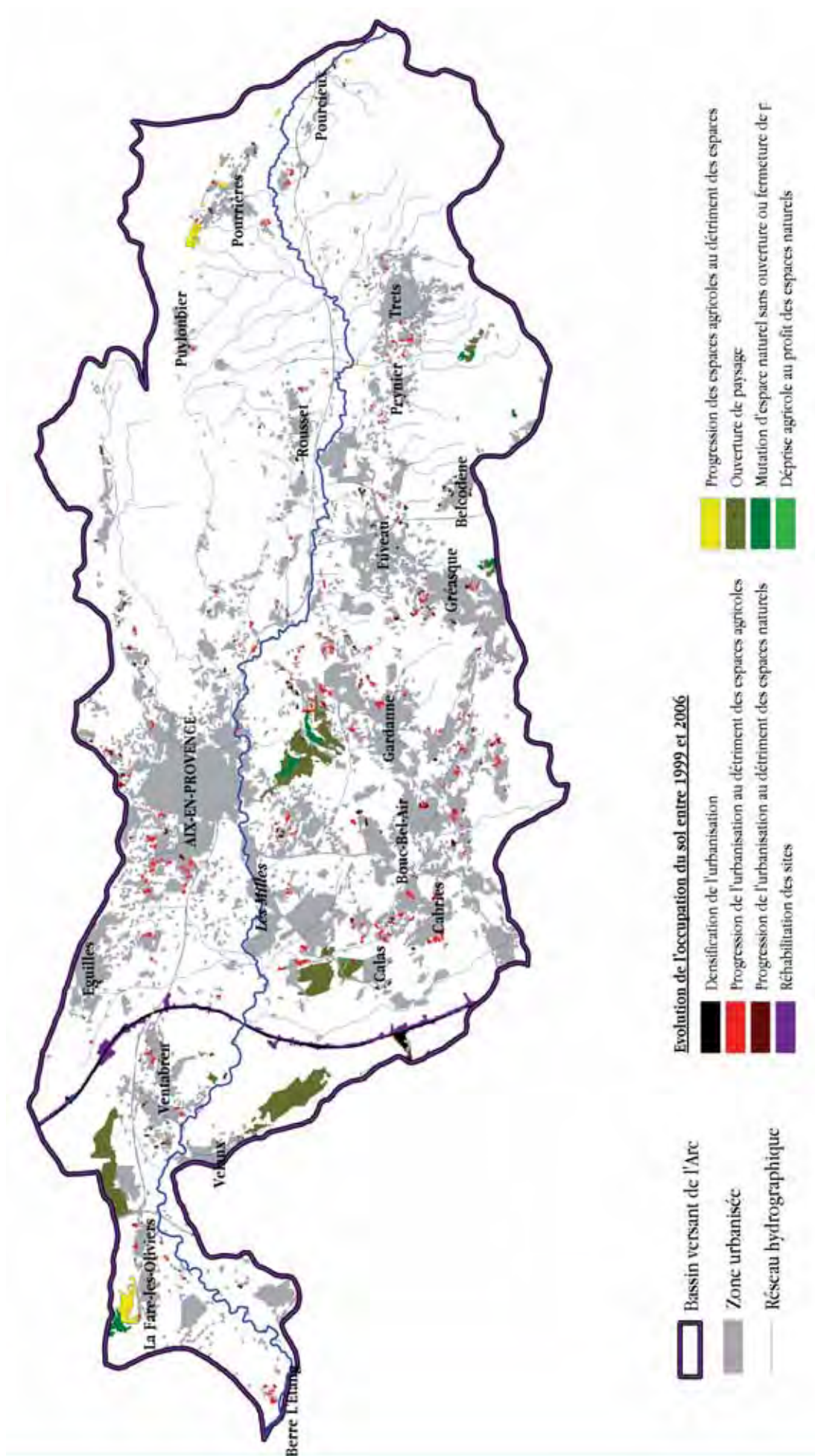
A l'avenir, cette extension devrait se poursuivre sur les parties amont du bassin versant (Trets, Rousset, Fuveau, Meyreuil) et médiane (bassin d'Aix-Gardanne).

Outre les secteurs à vocation résidentielle, les zones d'activités et/ou commerciales devraient également s'étendre, en particulier dans le bassin d'Aix-Gardanne (extension de la zone des Milles, projet de ZAC sur Gardanne...).





Évolution de l'occupation du sol entre 1999 et 2006



■ Évolution de l'activité agricole

Entre 1999 et 2006 (source : CRIGE PACA), les évolutions ont été les suivantes :

- La surface totale des territoires agricoles a peu évolué : diminution d'environ 200 ha soit -1,15% environ des 17 500 ha, principalement due à l'extension des zones urbaines.
- Les terres arables ont subi la plus forte diminution alors que les autres cultures présentent des superficies relativement constantes (cf. tableau ci-dessous) :

Évolution de l'activité agricole sur le bassin versant de l'Arc par type de cultures entre 1999 et 2006

	Surface hectare 1999	Surface hectare 2006
Terres arables autres que serres, zones à forte densité de serres et rizières	10361,9 ha	10144,6 ha
Zones à forte densité de serres	257 ha	256.8 ha
Vignoble	6534,1 ha	6484,2 ha
Vergers et petits fruits	24.7 ha	24.7 ha
Oliveraies	161.5 ha	161.5 ha
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	24.3 ha	24.2 ha
Territoires principalement occupés par l'agriculture avec présence de végétation naturelle	194,2 ha	263.1 ha
TOTAL	17 557,8 ha	17 359 ha

Source : CRIGE PACA

Plus récemment, la situation de crise rencontrée par les maraîchers a conduit à la **régression des cultures notamment sur l'aval du bassin versant**, avec la disparition de surfaces importantes de serres en particulier. **Cette tendance pourrait se poursuivre dans les années à venir** avec une diminution des surfaces cultivées en hors-sol d'environ 115 ha à 60 ha.

et impacts sur la ressource en eau et les usages du territoire

■ L'analyse de certaines variables climatiques sur le bassin versant de l'Arc (températures moyennes, températures maximales, cumuls des précipitations, humidité du sol, rayonnement solaire - cf détail dans le rapport d'évaluation environnementale) permet de dégager les **grandes tendances d'évolution suivantes** :

■ un **maintien du niveau global des précipitations à l'échelle annuelle**, avec une **baisse plus ou moins significative de mars à août**, et une légère augmentation en hiver voire même en automne ;

■ une **importante augmentation des températures** en moyenne annuelle, et pour toutes les saisons, mais également des températures maximales et minimales ;

■ un **rayonnement solaire nettement plus important de mars à août** ;

■ et une **nette diminution de l'humidité du sol à l'échelle annuelle**, marquée au printemps et en automne, et très importante en période estivale.

■ **En terme de ressource, d'usages et de fonctionnement des milieux**, on peut en déduire les éléments suivants :

■ une **évapotranspiration globale plus importante qui entraînera une diminution globale de la ressource en eau**, et une augmentation du contraste entre été et hiver ;

■ un **déficit hydrique plus long et plus marqué au printemps et en été** qui entraînera une **augmentation des besoins associés à l'irrigation et à certains usages domestiques** (ex : arrosage, ...), d'où une **occurrence des situations de crise potentiellement plus importante** ;

■ Une **ressource en eau globalement plus rare**, et donc des débits de cours d'eau globalement plus faibles, d'où une **sensibilité supérieure vis-à-vis des pollutions** (diminution des capacités de dilution) et une **possible dégradation des eaux** (avec un impact sur les milieux essentiellement) à niveau de pressions équivalent.

■ Concernant les pluies "diluviennes" à l'origine des crues et ruissellements majeurs, les études statistiques menées sur les 50 dernières années à partir de mesures pluviométriques ne montrent **pas actuellement de tendance de l'évolution d'occurrence de pluies diluviennes sur les régions méditerranéennes** en France (source : Météo France – DREAL PACA).

Dans le cadre des tendances d'évolution, nous considérerons néanmoins un risque d'intensification des phénomènes extrêmes.



du SAGE du bassin versant de l'Arc

■ Les perspectives d'évolution du risque inondation

■ **Les aménagements anthropiques futurs peuvent accroître le niveau de risque** : augmentation des surfaces imperméabilisées et donc des ruissellements, modification des modalités d'écoulement et/ou d'amortissement des crues, augmentation des enjeux en zones inondables.

■ **Les évolutions pressenties en termes d'occupation du sol** (augmentation des zones urbaines essentiellement), **pourraient contribuer à accroître les débits en période pluvieuse, en particulier sur l'amont du bassin versant et au niveau du bassin d'Aix-Gardanne**, même si des dispositions sont déjà adoptées pour limiter l'impact de certains projets soumis à réglementation spécifique (ex : procédure "loi sur l'eau").

Localement, l'urbanisation en zones inondables pourrait se poursuivre, d'autant que seulement deux communes sont aujourd'hui dotées d'un PPRi approuvé.

Le développement urbain à proximité des cours d'eau pourrait encore s'accompagner de travaux susceptibles de modifier les modalités d'écoulement et d'expansion des crues, y compris dans certains secteurs reconnus comme stratégiques (ex : plaine des Milles ...).

Enfin, **les interventions directes sur les cours d'eau, même si elles sont aujourd'hui bien réglementées, peuvent localement aggraver les conséquences lors des crues.**

■ Les risques peuvent également **varier en fonction de l'évolution de la pluviométrie**, et notamment de l'accentuation des phénomènes pluvieux exceptionnels, qui devront être subis et acceptés.

On peut s'attendre à une augmentation des débits de crues et un accroissement de la fréquence d'apparition des crues dites "exceptionnelles" (augmentation des aléas), même si les analyses statistiques ne révèlent pas de tendance évidente sur ce point.

De même, **les crues torrentielles et les phénomènes de ruissellement sur les petits bassins versants pourraient s'intensifier.**



La poursuite de l'urbanisation pourrait contribuer :

■ **à un accroissement des ruissellements, à une réduction des zones inondables et donc une augmentation des débits de crue et une accélération des écoulements ;**

■ **ainsi qu'à l'augmentation de l'exposition des biens en zone inondable. Ces biens seraient soumis à des crues plus marquées et plus fréquentes (augmentation de l'aléa).**
Globalement, les risques inondation pourraient s'accroître sur le territoire, malgré la réglementation en vigueur.

■ Les perspectives d'évolution de la qualité de l'eau

■ **La qualité des eaux superficielles s'est nettement améliorée depuis les années 2000**, du fait notamment des efforts réalisés par les collectivités en matières de collecte et de traitement des eaux usées, en accord avec les dispositions du SAGE de 2001. **Il reste encore quelques points à améliorer, notamment sur le fonctionnement des réseaux en période de pluie et sur les assainissements non collectifs**, pour atteindre une situation a priori satisfaisante en matière d'équipement.

En revanche, d'autres pollutions ont émergé (ou sont aujourd'hui mieux mesurées), sans qu'aucune politique très volontariste ne soit engagée. C'est le cas notamment des **pollutions générées par les eaux de ruissellement urbaines et industrielles** responsables d'une forte altération de la qualité des eaux sur certains bassins versants.

■ Évolution des pressions domestiques et urbaines :

- Malgré une augmentation de la population, on peut s'attendre à un **maintien, voire une diminution globale des flux de pollutions rejetés au milieu naturel** : réduction voire suppression des rejets non traités au milieu, amélioration du rendement des stations d'épuration. Ce constat devrait concerner l'ensemble du bassin versant.

- Pour les **pollutions urbaines diffuses** : les surfaces actives (zones d'activités, infrastructures routières...) pourraient encore s'accroître sur le bassin versant tout comme l'intensité des ruissellements. Les flux de pollutions associés pourraient ainsi encore augmenter, même si aujourd'hui des aménagements sont réalisés sur les principales opérations pour "pré-traiter" les eaux de ruissellement avant rejet au milieu naturel.

- La **pression de pollution associée aux pesticides devrait diminuer** suite à la réduction de leur utilisation, via notamment la mise en place de plans communaux de désherbage. Dans ce cadre, l'axe 7 du plan Eco-phyto 2018 vise à réduire et sécuriser l'usage des produits phytosanitaires en zone non agricole.

■ Évolution des pollutions industrielles (et autres activités).

Le développement des activités (et donc des émissions polluantes) se fera en parallèle d'une amélioration du traitement et des conditions de rejets des différents effluents. Le niveau de pollution associé aux activités existantes et futures ne devrait donc pas évoluer de façon significative.

Des interrogations subsistent concernant d'éventuelles pollutions associées aux activités anciennes (bassin d'Aix-Gardanne essentiellement) et qui pourraient émerger en période pluvieuse (lessivage d'anciens sites industriels).

■ Évolution des pressions agricoles

Les incertitudes sur les tendances d'évolution du contexte agricole ne permettent pas une évaluation pertinente de l'évolution des intrants agricoles, même si on peut raisonnablement penser qu'une baisse globale est plutôt recherchée.

Concernant plus spécifiquement les pesticides, les axes 2 à 5 du plan Eco-phyto 2018 visent à réduire de 50% l'usage des pesticides agricoles dans un délai de 10 ans.

En revanche, les risques de transfert des pollutions diffuses par ruissellement/érosion des sols pourraient s'accroître (augmentation de la fréquence des pluies violentes / réduction des périodes pluvieuses).

L'amélioration de la qualité des eaux constatée depuis plusieurs années devrait encore se poursuivre grâce aux différentes actions engagées pour réduire les flux de pollution d'origine urbaine et agricole, notamment en matière de pollutions ponctuelles.

Les pollutions diffuses devraient toutefois encore impacter la qualité des eaux, compte tenu de la très forte anthropisation du bassin versant, de l'augmentation de la vulnérabilité de la ressource (diminution du débit dans les cours d'eau) et de l'intensification des phénomènes pluvieux (augmentation des ruissellements et du lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées).



■ Les perspectives d'évolution des milieux naturels

■ Concernant les cours d'eau, leur évolution sera conditionnée par :

- l'amélioration de la qualité des eaux sur l'ensemble du bassin versant, avec toutefois le maintien d'une pollution de fond, d'origine urbaine et agricole, associée à la très forte artificialisation du bassin versant ;
- la diminution de la ressource, du fait du changement climatique, et localement de l'augmentation des pressions ;
- les perturbations qui affecteront directement le lit et les berges : elles pourraient se maintenir voire s'accroître, aussi bien en secteur agricole qu'en zone urbaine avec une diminution de la ripisylve, la réalisation d'aménagements en bords de cours d'eau pour stabiliser les berges et limiter l'expansion des crues. L'impact des ouvrages en travers des cours d'eau (prélèvements d'eau, continuité écologique) pourrait quant à lui diminuer du fait de la réglementation (classement de certains cours d'eau au titre du L.214-17 du Code de l'Environnement).

La mise en œuvre par le SABA d'un programme de restauration et d'entretien de la ripisylve contribuera à améliorer la qualité écologique et les fonctionnalités des boisements existants.

■ Les milieux naturels remarquables du bassin versant s'inscrivent dans des opérations de gestion visant leur préservation et leur mise en valeur (Grand site Sainte-Victoire, DOCOB Natura 2000...). Ils devraient être préservés durablement.

La situation est toutefois plus délicate pour le ruisseau le Grand Torrent, alimenté par le Réaltor. L'extension des zones d'activités en amont du bassin versant, couplée à des mesures de protection du bassin du Réaltor (réserve AEP), pourraient perturber l'écosystème Grand Torrent.



Si les milieux naturels devaient être préservés, les pressions sur les cours d'eau devraient globalement se maintenir. Les contraintes naturelles sur les cours d'eau vont perdurer voire s'aggraver (accentuation des étiages), rendant ces milieux encore plus sensibles aux différentes perturbations.

■ Les perspectives d'évolution de la ressource en eau

■ **L'accroissement de la population s'accompagnera inévitablement d'une augmentation des besoins en eau potable qui seront toutefois en partie compensés par les réductions de consommations.** Cette évolution des besoins impactera peu la ressource propre au territoire puisque l'essentiel de l'approvisionnement en eau potable provient de ressources extérieures au bassin versant (via le réseau de la Société du Canal de Provence et le Canal de Marseille).

■ Concernant les usages domestiques, on pourrait s'attendre à une **augmentation des besoins pour l'arrosage, les piscines, du fait des tendances de réchauffement climatique.**

Notons cependant que ce n'est pas la tendance actuelle au vu de la baisse de la consommation observée.

Le **développement de prélèvements individuels (forages notamment)** peu ou mal contrôlés (malgré la réglementation en vigueur) **est à craindre sur l'ensemble du territoire**, avec pour conséquences une augmentation de la pression sur la ressource propre au bassin versant.

■ **Concernant les activités industrielles**, on pourrait penser que les besoins pourraient encore progresser du fait de la forte attractivité du territoire. Les projections tendent, au contraire, à démontrer que la demande sera en baisse.

■ **Concernant les besoins agricoles**, il est toujours difficile d'évaluer les besoins futurs en eau, principalement associés à l'irrigation :

- incertitude sur l'évolution conjoncturelle (réforme de la PAC, fluctuation des marchés ...) qui pourrait conditionner une évolution des pratiques sur le territoire ;
- conséquences des difficultés rencontrées aujourd'hui sur certaines cultures (arboriculture, maraîchage) ;
- progrès / évolution vis-à-vis des besoins en eau pour les différents types de cultures.

L'augmentation globale des besoins en eau pour l'irrigation, compte tenu des tendances d'évolution climatique (augmentation du déficit hydrique en période estivale, en durée et en intensité, et maintien global des précipitations à l'échelle annuelle), et des objectifs de sécurisation des productions agricoles que l'on pourrait imaginer, est à mettre en balance avec un recul probable de l'agriculture face à la tendance à l'urbanisation toujours croissante du territoire.

■ En parallèle, même si les besoins évoluent peu, **la ressource propre au bassin versant aura tendance à diminuer compte tenu des évolutions climatiques.** Ceci aura pour conséquences :

- des débits de cours d'eau plus faibles,
- un renouvellement des nappes plus lent, et donc une vulnérabilité accrue de la ressource vis-à-vis des différentes pressions, aussi bien quantitatives que qualitatives.

Cette tendance d'évolution vaut également pour les ressources extérieures au bassin versant (Durance et Verdon) et distribuées respectivement par le Canal de Marseille et le réseau de la Société du Canal de Provence.

Même si les besoins évoluent peu, on attend une diminution de la ressource naturelle, propre au territoire mais aussi extérieure au bassin versant.

L'évolution des besoins devra donc tenir compte de l'évolution des ressources disponibles.

Les situations de crise devraient ainsi être plus fréquentes, en particulier sur l'aval du bassin versant où les ressources propres sont déjà sollicitées (pompages dans la nappe alluviale et prises d'eau sur l'Arc).



4-

Évaluation du potentiel hydroélectrique

1	■ Préambule.....	p 152
2	■ Situation actuelle sur le bassin versant de l’Arc	p 152
3	■ Évaluation du potentiel hydroélectrique de l’Arc	p 153
	■ Éléments de méthode	p 153
	■ Synthèse des enjeux environnementaux liés au potentiel hydroélectrique	p 154
	■ Résultats sur le bassin de l’Arc	p 156



Micro-centrale hydroélectrique de Moulin du Pont

1 ■ Préambule

L'article R 212-36 du Code de l'Environnement prévoit que l'état des lieux des SAGE comprend une évaluation du potentiel hydroélectrique par zone géographique. Cette évaluation est nécessaire pour tous les SAGE, y compris ceux pour lesquels l'hydroélectricité n'est pas un enjeu fort.

Le *“guide méthodologique pour l'élaboration et la mise en oeuvre des SAGE”*¹ précise les conditions dans lesquelles cette évaluation doit être conduite.

L'évaluation consiste à présenter des données factuelles portant sur le potentiel hydroélectrique des aménagements en place et des secteurs non équipés : potentiel en terme de puissance (exprimée en kW), et en terme de productible (quantité d'énergie susceptible d'être produite, exprimée en kWh).

¹ Agences de l'eau, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire - juillet 2008

2 ■ Situation actuelle sur le bassin versant de l'Arc

Le bassin versant de l'Arc est équipé actuellement de **2 micro-centrales hydroélectriques** implantées sur le cours d'eau principal :

- **micro-centrale de la Thérèse**
- et **micro-centrale de Moulin du Pont**.

Caractéristiques principales des deux micro-centrales sur l'Arc

Micro-centrale	Code ROE	Commune	Distance à l'embouchure de l'Arc	Hauteur de chute nette	Q réservé	Débit nominal	Puissance brute installée (en kW)
Moulin du Pont	45407	Velaux	18.5 km	7.8 m	0,34 m³/s (1/10° du module)	3,6 m³/s	280
Seuil de la Thérèse	45191	Velaux	22 km	7.8 m	0,42 m³/s (1/10° du module)	2.8 m³/s	141

Au niveau du barrage de Bimont (alimenté par les eaux du Verdon), deux turbines valorisent les eaux provenant du Canal de Provence : une de 400 kW au débouché de la conduite d'amenée de l'eau brute et une de 1000 kW en pied du barrage¹

La micro-centrale du Moulin de Palette est aujourd'hui abandonnée : la prise d'eau ne dérive plus de débit.

¹ <http://www.canal-de-provence.com/LinkClick.aspx?fileticket=fZE%2FpWFBz4%3D&tabid=316&language=fr-FR>.



La puissance brute installée sur le bassin versant de l'Arc est d'environ 1 821 kW, avec :

- 1 400 kW au niveau du barrage de Bimont alimenté par les eaux du Verdon (SCP),
- 421 kW pour les deux micro-centrales installées sur le cours principal de l'Arc en aval du bassin versant.

■ Éléments de méthode

Le potentiel hydroélectrique du bassin de l'Arc a été estimé à partir des données fournies par l'Agence de l'eau et issues de l'étude d'évaluation du potentiel hydroélectrique du bassin Rhône-Méditerranée, réalisée par le CETE Méditerranée pour le compte de la DREAL PACA¹.

Ainsi, ont été identifiés à l'échelle de différents sous-secteurs :

- le potentiel d'optimisation, de suréquipement, ou de turbinage des débits réservés des centrales existantes ;
- le potentiel d'aménagements nouveaux identifiés par les producteurs (hors stations de transfert d'eau par pompage - station d'épuration) ;
- le potentiel d'aménagements de nouvelles stations de transfert d'eau par pompage, identifiés par les producteurs ;
- le "potentiel théorique résiduel", identifié par le bureau d'étude et correspondant, en plus des projets identifiés par les producteurs, à un calcul établi par modélisation.

L'identification du potentiel hydroélectrique mobilisable a été réalisée en tenant compte des enjeux environnementaux établis selon la classification suivante :

- **"Potentiel non mobilisable"** : ZAP (Zone d'Action Prioritaire) du plan de gestion Anguille, cours d'eau faisant partie du réseau de références SDAGE, parcs nationaux (coeur de parc), Réserves Naturelles Régionales, Réserves Naturelles Nationales (hors réserve géologique), cours d'eau réservés au titre de la loi du 16 octobre 1919, cours d'eau en très bon état écologique, cours d'eau classés (projet de classement) au titre de l'alinéa 1 de l'art. L 214-17 du Code de l'Environnement.
- **"Potentiel très difficilement mobilisable"** : réservoirs biologiques, cours d'eau classés au titre de l'article L 432-6 du code de l'environnement, cours d'eau classés (projet de classement) au titre de l'alinéa 2 de l'art. L 214-17 du Code de l'Environnement.

¹ DREAL PACA – CETE Méditerranée - Hydroélectricité et enjeux liés à la DCE et au SDAGE Rhône-Méditerranée – Identification du potentiel hydroélectrique résiduel mobilisable sur les cours d'eau de la région PACA – Juillet 2010.

• **"Potentiel mobilisable sous conditions strictes"**: parcs nationaux (zone d'adhésion), zones Natura 2000, Arrêtés préfectoraux de protection de biotope, réserves nationales géologiques, zones humides (Ramsar et inventaires locaux), Parcs Naturels Régionaux, masses d'eau concernées par le SDAGE pour la restauration de la morphodynamique, de la continuité écologique et sédimentaire, masses d'eau en bon état écologique.

• **"Potentiel mobilisable sans contrainte particulière"** : cours d'eau sans outil de protection réglementaire particulière.



Canal de surverse de la micro-centrale hydroélectrique du Moulin du Pont

Synthèse des enjeux environnementaux liés au potentiel hydroélectrique

■ Les principaux enjeux environnementaux sur l'Arc en lien avec l'analyse du potentiel hydroélectrique sont les suivants :

- L'Arc est classé en **Zone d'Actions Prioritaires Anguille (ZAP)** de l'embouchure jusqu'à la confluence avec l'Aigue Vive à Rousset, soit environ 75% de son linéaire. La Cause, sur sa partie aval, est classée en zone d'action à long terme.

- **Natura 2000** : un petit tronçon de l'Arc aval (vers les gorges de Roquefavour) et l'essentiel du linéaire du Grand Torrent sont inclus dans le site Natura 2000 "Plateau de l'Arbois". La Cause et le Bayon (affluents rive droite de l'Arc), sont pour partie inclus dans la ZPS (*Zone de Protection Spéciale*) "Montagne Sainte-Victoire" et le SIC (*Site d'Importance Communautaire*) "Montagne Sainte-Victoire / Forêt de Peyrolles / Montagne des Ubacs / Montagne d'Artigues".

- Dans le cadre du **SDAGE RM 2010-2015**, le bassin versant de l'Arc est identifié comme nécessitant des actions permettant la reconquête des axes de vie des grands migrateurs (disposition 6A-07 - poissons migrateurs amphihalins), et la restauration de la continuité des milieux aquatiques (disposition 6A-08-restauration de la continuité amont-aval et de la diversité morphologique des milieux).

- L'Arc est classé par arrêté au titre de l'article L 432.6 du Code de l'Environnement cours d'eau à migrateur pour l'Anguille et la Truite Fario en aval du pont de la D543 à St-Pons (Aix-en-Provence).

■ Révision des classements de cours d'eau :

La restauration de la continuité écologique des cours d'eau se décline en plusieurs objectifs intimement liés :

- dans le SDAGE approuvé en 2009 (Orientation fondamentale 6) et son programme de mesures,
- le Grenelle de l'environnement et les trames vertes et bleues,
- le plan d'actions Anguille, issu de la directive européenne sur l'Anguille et les migrateurs amphihalins,
- la feuille de route du Ministre d'État du 5 mars 2009 pour les services déconcentrés,
- le contrat d'objectifs 2007-2012 de l'Agence de l'Eau,
- et la révision des classements des cours d'eau (Code de l'Environnement, article L 214.17).

L'établissement de deux listes de cours d'eau ou d'ouvrages au titre du L 214.17 du Code de l'Environnement constitue une voie réglementaire permettant d'assurer le maintien du bon état et de pérenniser la continuité écologique. Les stratégies d'établissement de ces listes et de travaux de restauration de la continuité sont donc intimement liées.

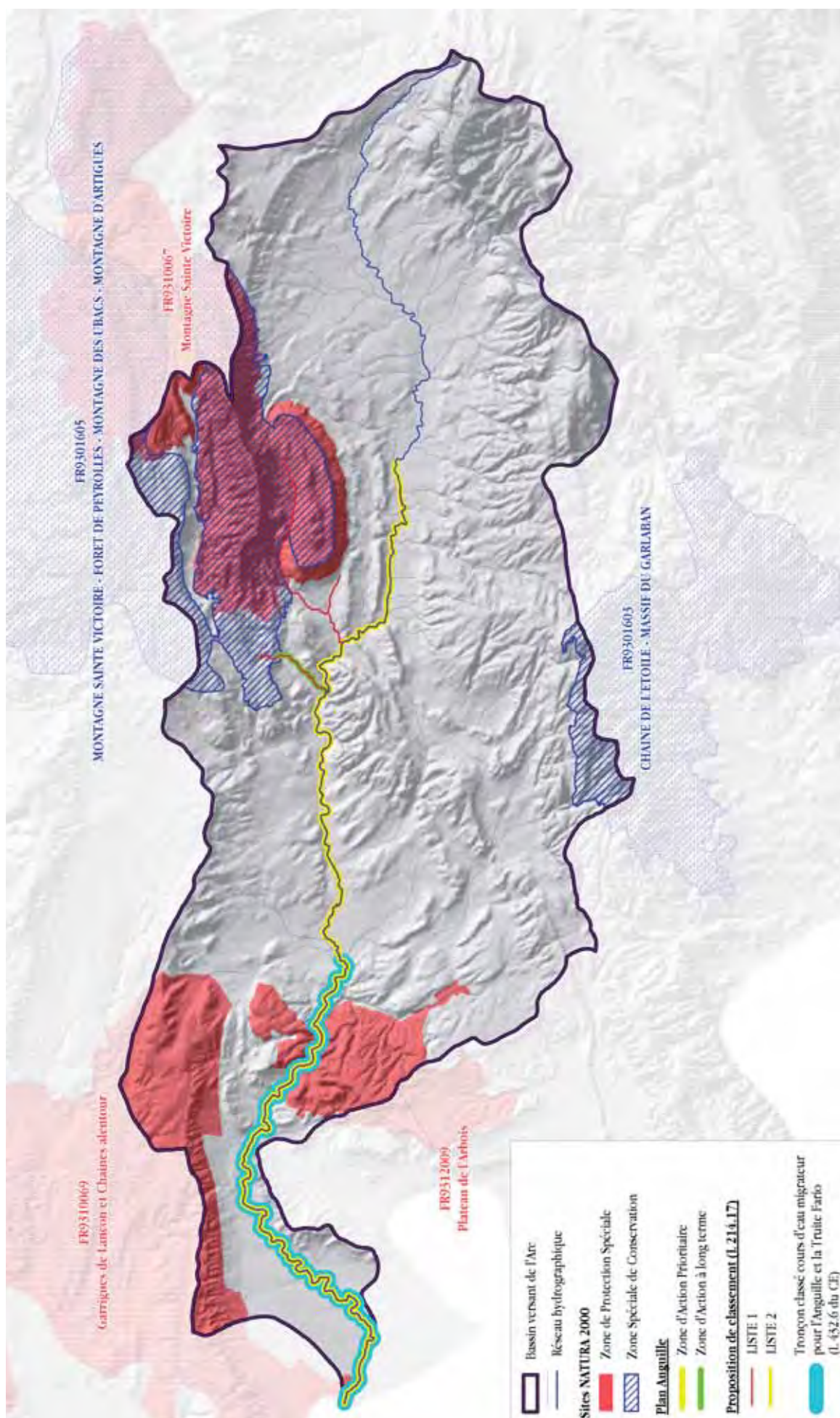
Deux listes de cours d'eau sont distinguées dans l'article L 214-17 du Code de l'Environnement : La procédure de classement est initiée en 2009 en vue de l'arrêté préfectoral de bassin à l'horizon 2012.

L'Arc est proposé en liste 1 et liste 2 en aval de Rousset (confluence de l'Aigue-Vive), tronçon qui correspond à la Zone d'Actions Prioritaires du Plan anguille (cf. §.2.4.4.). Le Bayon est proposé en liste 1, tout comme la Cause en aval du barrage de Zola.

	Liste 1	Liste 2
Critères pour le classement d'un cours d'eau ou tronçon de cours d'eau	- Très bon état - Réservoir biologique - Cours d'eau nécessitant une protection complète des migrateurs amphihalins	- Nécessité d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs
Implications réglementaires	Obligation : - a priori pas d'ouvrages nouveaux, sauf à garantir la continuité écologique - pour les ouvrages existants, de se mettre en conformité au renouvellement de concession ou d'autorisation	Obligation pour tous les ouvrages de garantir la continuité avec obligation de mise en conformité dans les cinq ans



Carte des enjeux environnementaux pris en compte pour l'évaluation du potentiel hydroélectrique



Résultats sur le bassin de l'Arc

■ Optimisation des aménagements existants / turbinage des débits réservés :

Sur ce sujet, les données disponibles issues de l'étude réalisée par l'Agence de l'eau sont disponibles à l'échelle des territoires des commissions géographiques du Comité de bassin.

Pour le territoire de la commission géographique Littoral PACA, les données sont :

Potentiel d'optimisation et de suréquipement (MW)	Potentiel de turbinage de débit réservé (MW)
1.4	0.2

■ Potentiel nouveaux projets :

Le potentiel associé à de nouveaux projets est nul sur le bassin versant.

Il est de 212 MW (puissance) ou 676 GWh (productible) pour 13 ouvrages à l'échelle de la commission géographique Littoral PACA.

■ Potentiel STEP : (Station de Transfert d'Eau par Pompage)

Le potentiel associé aux STEP est nul sur le bassin versant.

Il est de 512 MW (puissance) pour 1 ouvrage à l'échelle de la commission géographique Littoral PACA.

■ Potentiel résiduel :

Sous-secteur	Catégorie environnementale	Puissance (kW)	Productible (kWh)
L'Arc de sa source à la Cause (Y40)	Sous conditions strictes	313.5	1 473 544
L'Arc de la Cause incluse à l'Étang de Berre (Y41)	Sous conditions strictes	791.4	3 719 392
	Très difficilement mobilisable	1 938,6	9 111 232

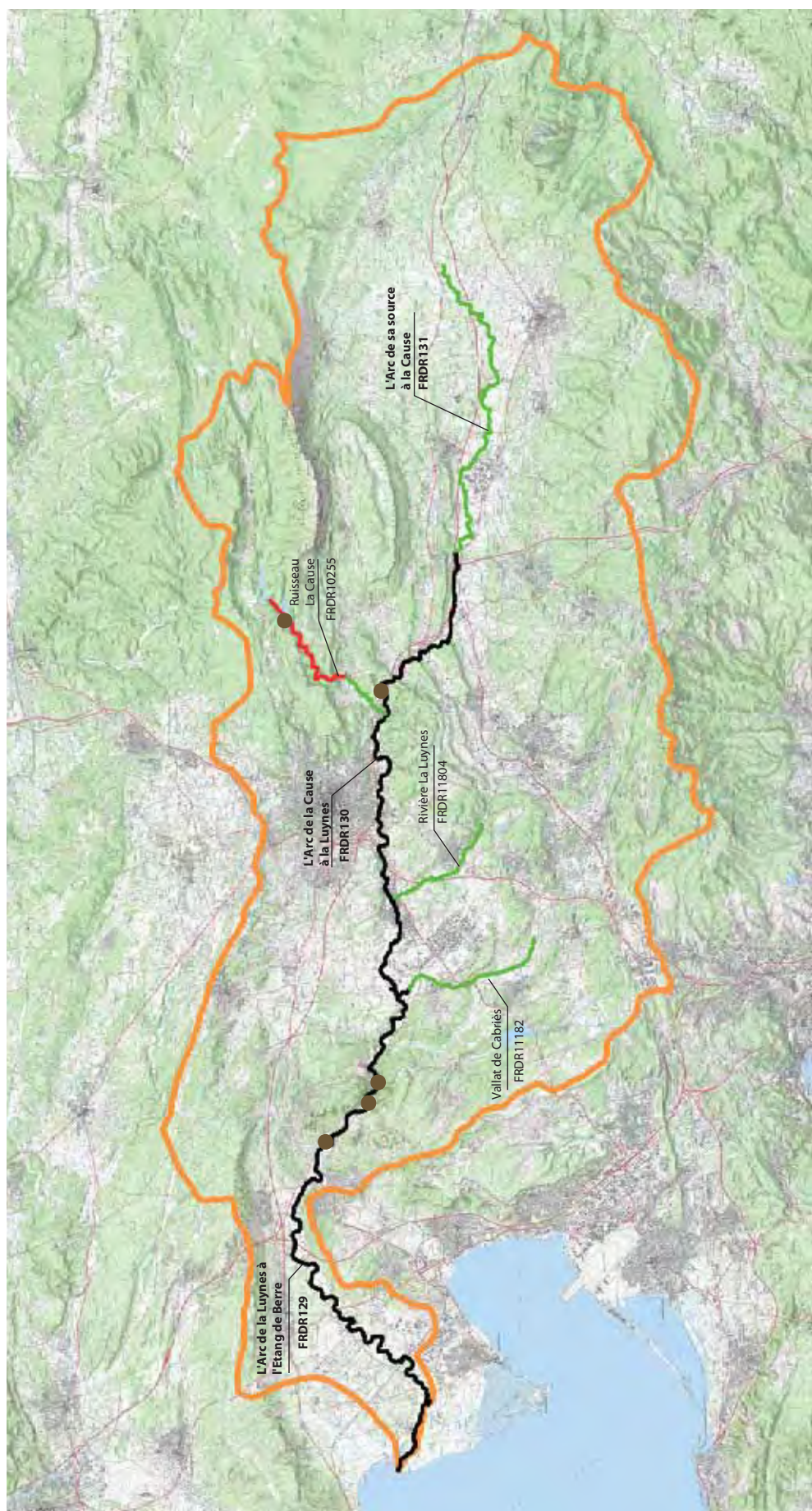
Le potentiel résiduel total (résiduel théorique + projets producteurs (hors STEP)) est de 503 MW (puissance) ou 2064 GWh (productible) à l'échelle de la commission géographique Littoral PACA.

Conclusion

Le potentiel hydroélectrique de l'Arc est faible et difficilement mobilisable compte tenu des contraintes environnementales et des cours d'eau présentant des débits limités.



Potentiel hydroélectrique sur le bassin versant de l'Arc



Légende

-  Bassin versant de l'Arc
-  Cours d'eau au potentiel non mobilisable
-  Cours d'eau au potentiel difficilement mobilisable
-  Cours d'eau au potentiel mobilisable sans condition particulière
-  Masse d'eau du SDAGE RM
-  Code de la masse d'eau
-  Ouvrages autorisés PACA

N

Echelle : 1/250 000

0 5 km

Source : IGN Scan 25, DREAL PACA, CARMEN

Réalisation :

SABA

5- Annexes

- 1 ■ Inventaires des repères de crue du bassin versantp 158

- 2 ■ Information préventive réglementaire sur le risque inondation
sur les communes du bassin versant de l’Arcp 162

1 ■ Inventaires des repères¹ de crue du bassin versant

¹ D'après l'étude sur les crues historiques (GINGER, 2010)



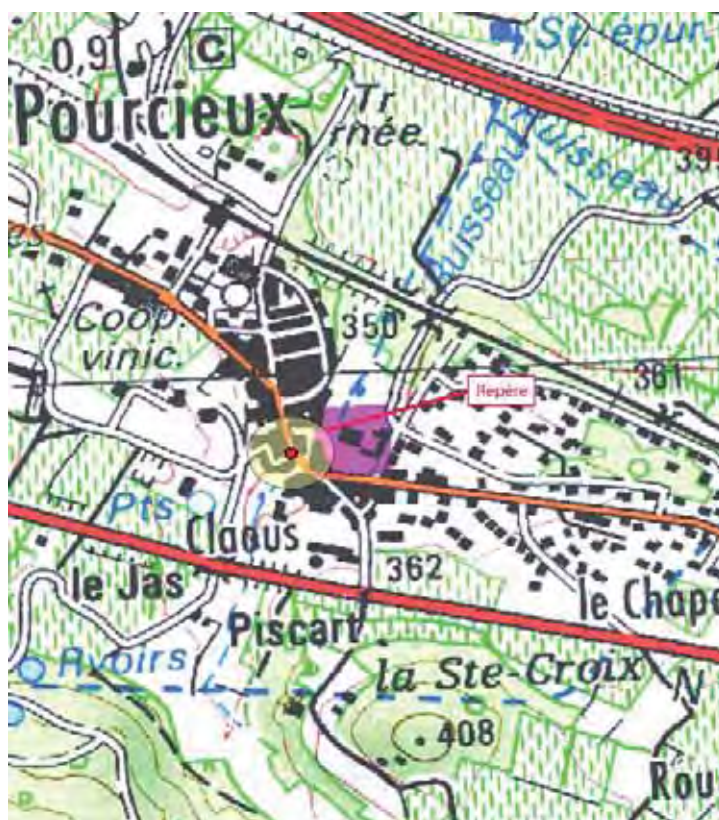
Fiche de repère de crue



Commune :	Aix en Provence	Adresse :	Pont de St Pons, Route D543
Cours d'eau :	l'Arc	Date :	23 septembre 1993
Caractéristiques du repère			
N° du repère :	n°1	Rive :	gauche
		Commentaires :	
Support :	Hauteur/support :		Cote crue (mNGF) :
mur bâtiment	1.40 m au dessus du sol		



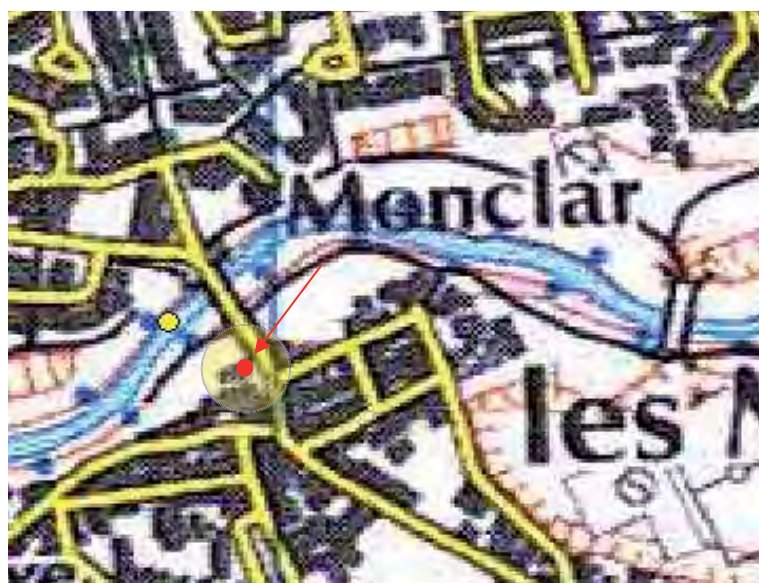
Commune : Pourcieux		Adresse : Place de la Paix	
Cours d'eau : Rui des Avalanches		Date : 28 novembre 1924	
Caractéristiques du repère			
N° du repère : n°2	Rive :gauche	Commentaires :	
Support : mur de maison	Hauteur/support : 0,4 m au dessus du sol	Cote crue (mNGF) :	



Commune : Trets		Adresse :	
Cours d'eau : Arc		Date : 19 novembre 1933	
Caractéristiques du repère			
N° du repère : n°3	Rive :gauche	Commentaires : sur la face en rive gauche amont	
Support : pile de pont	Hauteur/support : m au dessus du sol	Cote crue (mNGF) :	



Commune :	Aix en Provence	Adresse :	Lavoir des Milles
Cours d'eau :	Arc	Date :	1935 ??
Caractéristiques du repère			
N° du repère :	n°4	Rive :	gauche
		Commentaires : Evoqué dans une étude, mais doute important car effacé	
Support :	mur du lavoir	Hauteur/support :	m au dessus du sol
		Cote crue (mNGF) :	



2 ■ Information préventive réglementaire sur le risque inondation sur les communes du bassin versant de l'Arc

Communes	Recensement des DICRIM (<i>Document d'information Communal sur les Risques Majeurs</i>) et des PCS (<i>Plan Communal de Sauvegarde</i>)
Aix-en-Provence	- DICRIM actualisé le 11/12/2009 - PPR inondation prescrit le 22/12/1993 - PCS
Beaurecueil	- Affiche communale notifiée ou transmise par le Préfet le 29/01/1998 - PCS
Belcodène	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 25/05/1999
Berre-l'Étang	- DICRIM réalisé et actualisé le 24/06/2010 - PPR inondation approuvé le 15/06/2001
Bouc-Bel-Air	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 2/12/1999 - PCS
Cabriès	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 2/02/1999 - PCS
Châteauneuf-le-Rouge	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 2/02/1999
Coudoux	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 7/04/1999 - PCS
Eguilles	- DICRIM réalisé et actualisé le 11/12/2009 - PCS
Fuveau	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 3/02/1998 - PCS
Gardanne	- PPR inondation prescrit le 15/06/1998 - PCS
Gréasque	- DICRIM réalisé et actualisé le 20/11/2009 - PCS
La Fare-les-Oliviers	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 15/10/1998 - PCS
Lançon-Provence	- DICRIM (2007) - PCS
Le Tholonet	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 12/12/1997 - PCS

Communes	Recensement des DICRIM (<i>Document d'information Communal sur les Risques Majeurs</i>) et des PCS (<i>Plan Communal de Sauvegarde</i>)
Les Pennes-Mirabeau	- DICRIM actualisé le 20/10/2009
Meyreuil	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 2/01/1998 - PCS - DICRIM
Mimet	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 9/09/1998
Peynier	- DICRIM
Pourcieux	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 30/06/2002
Pourrières	
Puylobier	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 7/07/1999
Rousset	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 15/03/1999 - PCS
Saint-Antonin-sur-Bayon	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 24/11/1999
Saint-Marc-Jaumegarde	- DICRIM réalisé et actualisé le 3/05/2010 - PCS
Simiane-Collongue	- DICRIM réalisé et actualisé le 14/12/2009 - PPR prescrit le 30/03/2000 - PCS
Trets	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 27/07/1999
Vauvenargue	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 1/06/1999 - PCS
Velaux	- Affiche communale notifiée par le Préfet le 16/04/1999 - PCS
Ventabren	- PPR approuvé le 28/09/1999

Maîtrise d'ouvrage : SABA (Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc)



Assistance à maîtrise d'ouvrage : Cabinet Autrement Dit - Rachel VINDRY



Avec la participation de :

