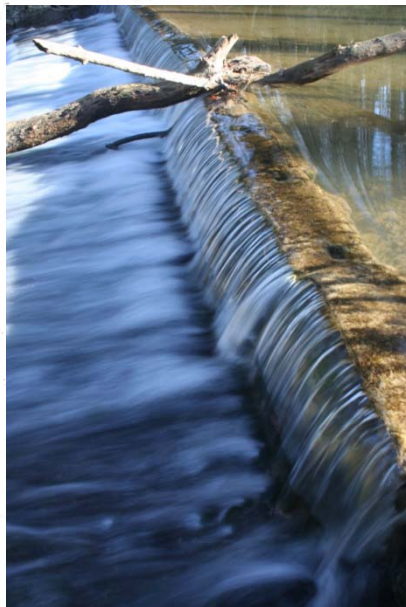




Syndicat intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'ARC

SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX ET DES MILIEUX AQUATIQUES DE L'ARC ET QUELQUES AFFLUENTS



Mars 2010

RAPPORT DEFINITIF



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDES	3
1.1 LE BASSIN VERSANT DE L'ARC : LOCALISATION ET RELIEF.....	3
1.2 LES USAGES ASSOCIES AU COURS D'EAU.....	6
1.3 LES STATIONS D'ETUDES	8
2 SYNTHESE DES DONNÉES EXISTANTES.....	14
2.1 CADRE REGLEMENTAIRE : LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU	14
2.2 DONNEES DISPONIBLES	16
2.3 LE RESEAU DE CONTROLE DE SURVEILLANCE (R.C.S.)	18
2.3.1 <i>Méthodologie de l'évaluation de l'état écologique et chimique des cours d'eau.....</i>	<i>18</i>
2.3.2 <i>Évolution des paramètres physico-chimiques généraux sur l'Arc.....</i>	<i>19</i>
2.3.3 <i>Zoom sur ces cinq dernières années.....</i>	<i>31</i>
2.3.4 <i>Synthèse de la qualité hydrobiologique.....</i>	<i>35</i>
3 LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS	36
3.1 GENERALITES SUR L'HYDROLOGIE DE L'ARC ET DE LA LUYNES	36
3.2 COMMENTAIRE SUR L'HYDROLOGIE DE L'ARC ET DE LA LUYNES POUR L'ANNEE 2009	38
3.3 ÉVOLUTION DU REGIME HYDROLOGIQUE DE L'ARC EN 2009 PAR RAPPORT AUX DIX DERNIERES ANNEES	41
3.4 ÉVOLUTION LONGITUDINALE DU REGIME HYDROLOGIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS AU COURS DES CAMPAGNES D'ANALYSE 2009	43
4 ETAT ÉCOLOGIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS.....	47
4.1 ÉLÉMENTS PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX.....	47
4.1.1 <i>Méthodologie.....</i>	<i>47</i>
4.1.2 <i>Campagne hiver 2009.....</i>	<i>49</i>
4.1.3 <i>Campagne printemps 2009.....</i>	<i>56</i>
4.1.4 <i>Campagne été 2009.....</i>	<i>62</i>
4.1.5 <i>Campagne automne 2009.....</i>	<i>68</i>
4.1.6 <i>Synthèse de l'état de l'Arc et ses affluents vis-à-vis des paramètres physico-chimiques classiques en 2009.....</i>	<i>74</i>
4.2 ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES LES PLUS VARIABLES AU COURS DE L'ANNEE 2009 SUR LE LINEAIRE DE L'ARC.....	77
4.2.1 <i>Les paramètres mesurés in situ</i>	<i>77</i>
4.2.2 <i>Les matières azotées.....</i>	<i>80</i>
4.2.3 <i>Les matières phosphorées.....</i>	<i>81</i>
4.2.4 <i>Les Chlorures, les sulfates et le calcium.....</i>	<i>82</i>
4.2.5 <i>Qualité bactériologique de l'eau</i>	<i>83</i>
4.3 POLLUANTS SPECIFIQUES DE L'ETAT ECOLOGIQUE.....	84
4.4 ÉLÉMENTS BIOLOGIQUES - IBGN	86
4.4.1 <i>Protocole d'échantillonnage et de mesure.....</i>	<i>86</i>
4.4.2 <i>Composition du peuplement (IBGN DCE)</i>	<i>88</i>
4.4.3 <i>Interprétation des notes IBGN</i>	<i>97</i>
4.4.4 <i>Analyse fonctionnelle du peuplement au travers des modes alimentaires</i>	<i>118</i>
4.5 ÉLÉMENTS BIOLOGIQUES - IBD – REDACTION ASCONIT	127
4.5.1 <i>Matériels et méthodes.....</i>	<i>127</i>
4.5.2 <i>Caractéristiques floristiques générales : distribution des familles.....</i>	<i>131</i>
4.5.3 <i>Résultats des indices</i>	<i>133</i>
4.5.4 CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DOMINANTES	136
4.5.5 <i>Bilan de l'IBD de 2007 à 2009</i>	<i>141</i>

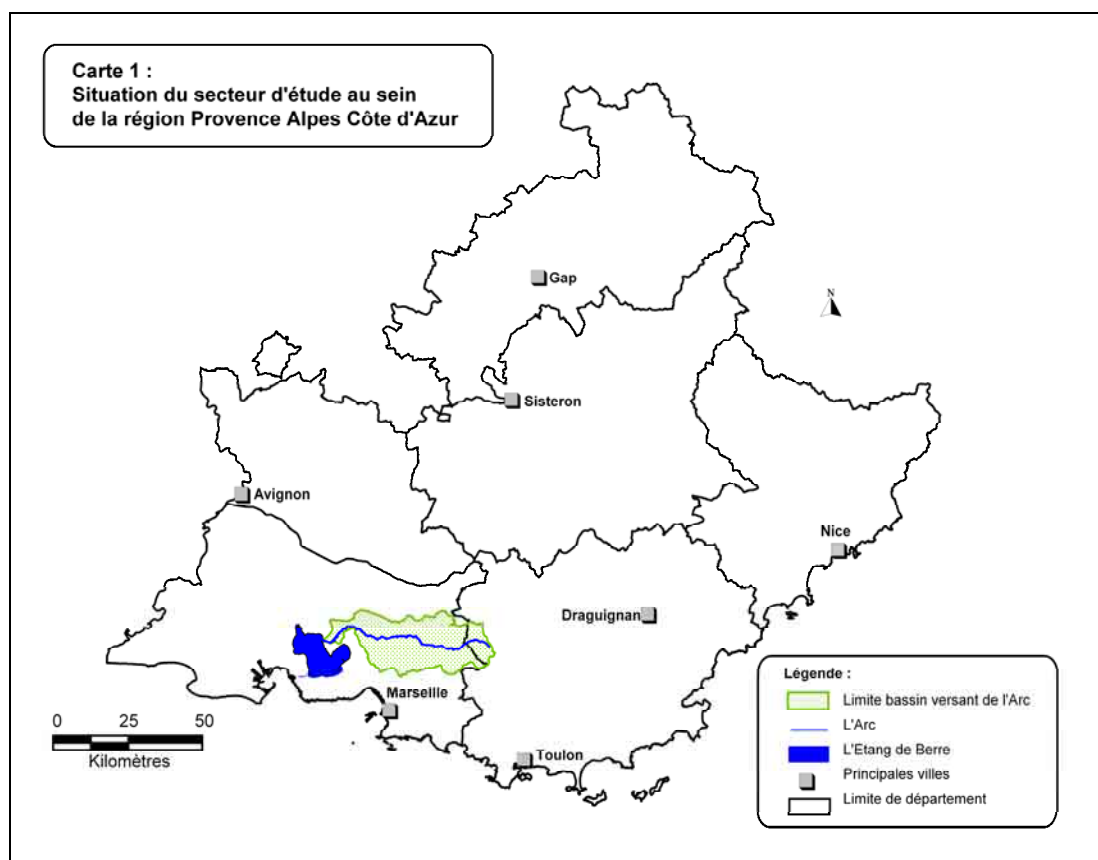
4.5.6	CONCLUSION	142
4.5.7	Complément sur la notion d'état biologique.....	143
4.6	SYNTHESE SUR L'ETAT ECOLOGIQUE DE L'ARC	144
4.6.1	Bilan sur l'état biologique de l'Arc et de ses affluents.....	145
4.6.2	Bilan de l'état de l'Arc et ses affluents sur les éléments physico-chimique généraux 147	
4.6.3	Bilan de l'état écologique de l'Arc et ses affluents.....	149
5	ETAT CHIMIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS.....	151
5.1	LES PESTICIDES	151
5.1.1	Rappel des paramètres à analyser et leur classe d'état.....	151
5.1.2	Résultats 2009	152
5.2	LES METAUX LOURDS	154
5.3	LES POLLUANTS INDUSTRIELS	155
5.4	LES AUTRES POLLUANTS.....	156
5.5	LES HAP ET LES PCB SELON LE SEQ-EAU	157
5.6	BILAN DE L'ETAT CHIMIQUE DES EAUX DE L'ARC ET DE SES AFFLUENTS	159
6	CONCLUSION	160
	BIBLIOGRAPHIE.....	161

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDES

1.1 Le bassin versant de l'Arc : localisation et relief

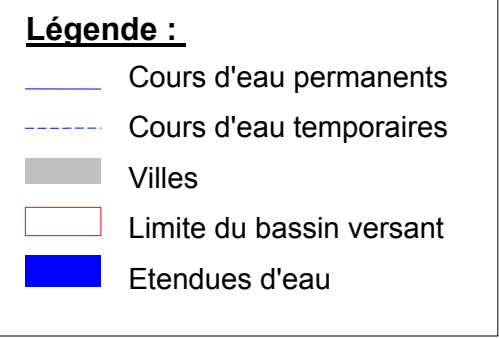
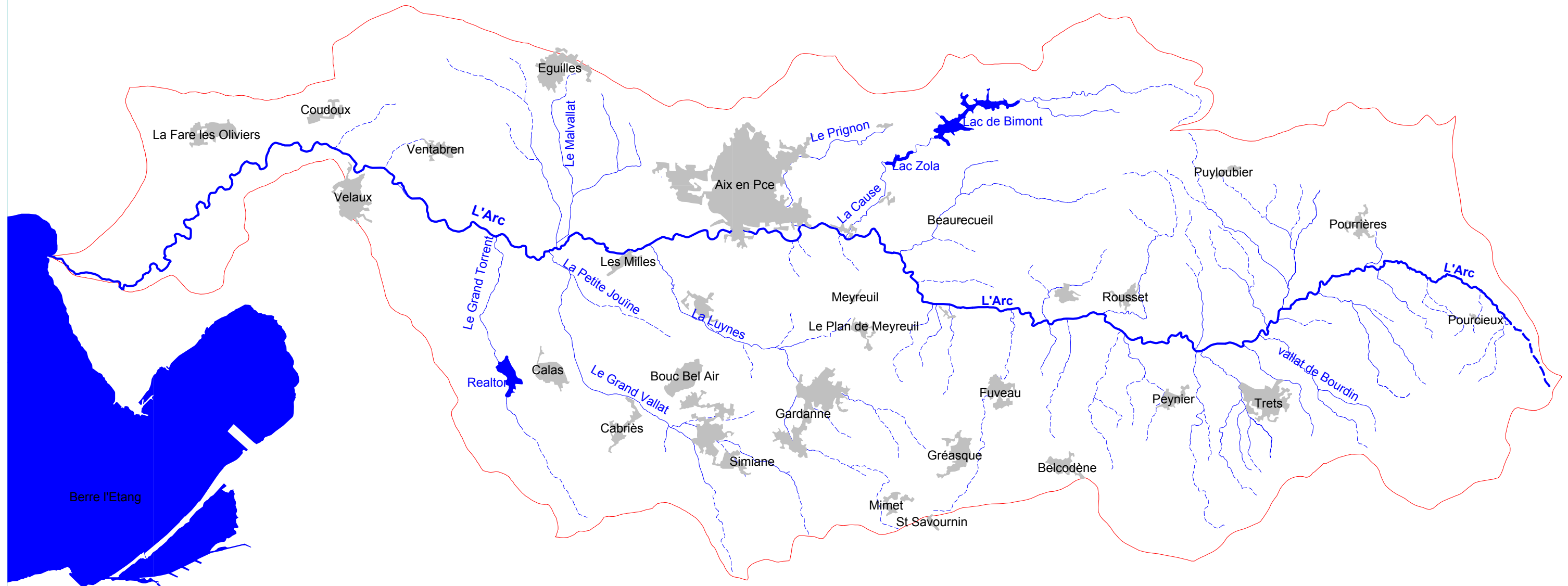
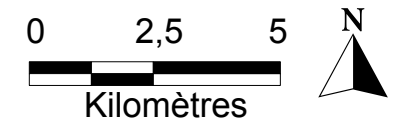
L'Arc, fleuve côtier méditerranéen du Sud Est de la France, draine avec ses affluents un bassin versant de 780 km² situé en Provence occidentale calcaire. Il prend sa source à une altitude d'environ 470 m près du village de Pourcieux, dans le Var et parcourt 85 km dans les Bouches Rhône, orienté est-ouest, avant de se jeter dans la partie septentrionale de l'étang de Berre (cf. carte 1). L'Arc présente un profil en long alternant de fortes pentes et des plaines dues à la présence des barres calcaires.

La pente moyenne de l'Arc est faible de 0,54 % avec un maximum au cours des premiers kilomètres de 1,95 % puis elle est globalement constante de 0,36 % jusqu'à l'embouchure.



Carte 1 : Localisation du bassin versant de l'Arc dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Le réseau hydrographique de l'Arc est composé de quelques sources, nombreux affluents de plus ou moins grandes envergures et de quelques plans d'eau artificiels (lac de Zola, lac de Bimont, bassin de Réaltor). Les affluents de l'Arc, situés dans sa partie amont, sont pour la plupart temporaires.



Le bassin versant de l'Arc est découpé en cinq entités paysagères :

- **La haute vallée de l'Arc** : des sources jusqu'aux Gorges de Langesse, entre la Sainte Victoire au Nord, le Massif de l'Étoile au Sud et les Monts Auréliens au Sud-Est. Dans ce piémont, le réseau hydrographique est composé de nombreux cours d'eau pour la plupart temporaires (ruisseau de l'Aubanède, vallon des Très Cabrès, ruisseau de Longarel, le ruisseau de la Tune venant de Pourrières, le ruisseau le Bayeux ou le Bayon). L'activité anthropique dominante est essentiellement d'origine agricole dans les plaines alluviales et industrielle avec la Zone de Rousset/Peynier.
- **Le Pays d'Aix** : entre les Gorges de Langesse et celles de Roquefavour, l'Arc reçoit dans ce secteur les eaux de ses principaux affluents qui sont en rive droite la Cause et la Torse et en rive gauche la Luynes, le Grand Vallat. Le pays d'Aix est un secteur très urbanisé.
- **La Basse Vallée de l'Arc** : de Roquefavour jusqu'à l'embouchure, dans cette partie aval l'Arc reçoit les eaux du vallat des Marseillais et du Grand Torrent. L'Arc termine son parcours en delta avant de se jeter dans l'Étang de Berre. Les pressions anthropiques sur cette partie de l'Arc sont d'origine agricole, mais également industrielle avec le complexe pétrochimique de Berre.
- **Le Pays Minier de Gardanne constitué du bassin de la Luynes jusqu'au resserrement de Valabre.** Ce bassin est marqué par les espaces industriels (centrale thermique, usine Rio Tinto Alcan...) et par des cours d'eau anciennement alimentés par les eaux d'exhaure des mines.
- **Le bassin de la Jouïne et du Grand Vallat : à mi-chemin, entre Aix et Marseille.** Ce bassin versant est situé dans une zone très urbanisée localisée essentiellement en contrebas du massif de l'Étoile.

Le bassin versant de l'arc se situe dans deux unités géologiques : la partie amont du bassin dans les Alpes externes et la partie aval dans les bassins tertiaires provençaux. Les formations sédimentaires de ces deux zones sont d'âge secondaire et tertiaire.

1.2 Les usages associés au cours d'eau

L'ensemble du territoire est caractérisé par un très fort développement économique, urbain et industriel. L'agriculture y est également très présente.

L'assainissement

Le fort développement urbain se traduit actuellement dans l'Arc par une augmentation des effluents urbains ainsi qu'une modernisation des stations d'épuration.

L'état des mises en conformité des systèmes d'assainissement des communes du bassin versant de l'Arc, au regard de la Directive Européenne relative aux Eaux Résiduaires Urbaines, est présenté en annexe 1.

Les milieux récepteurs de chaque station d'épuration, ainsi que les communes et industries raccordées à celles-ci, sont indiqués dans le tableau en annexe 2. La carte 3 localise précisément l'ensemble des stations d'épuration recensées sur l'ensemble du bassin versant de l'Arc (données Agence de l'Eau RMC).

Les activités industrielles

L'industrie est très présente sur le bassin versant de l'arc, un certain nombre de zones peuvent être cités :

- la zone industrielle de Rousset / Peynier dans la haute vallée de l'Arc dominé par la microélectronique,
- la zone minière de Gardanne sur la Luynes,
- la zone industrielle et commerciale des Milles au sud d'Aix-en-Provence,
- la zone économique du plateau de l'Arbois,
- la zone commerciale de Plan de Campagne,

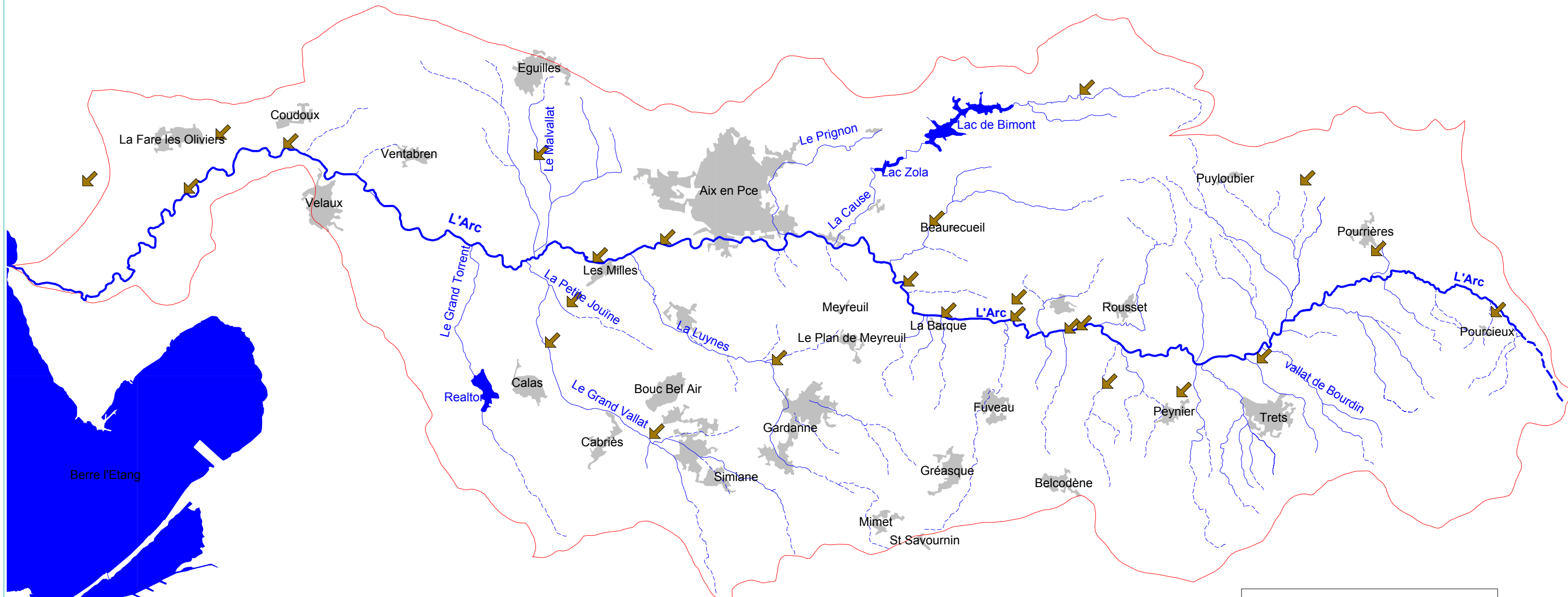
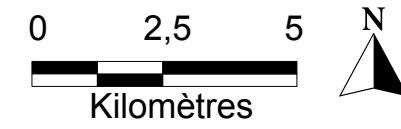
L'ensemble des industries recensées par l'IREP est regroupé en annexe 3. Un certain nombre d'industries sollicite fortement la ressource en eau. Par exemple, la centrale thermique de Meyreuil SNET – Centrale de Provence prélève environ 11 700 000 m³/an en eau souterraine et sur la zone de Rousset, ST Microelectronics FAB6 et SAS consomment sur le réseau respectivement 603 000 m³/an et 1 740 000 m³/an ainsi que ATMEL Fab6 et SAS 30 700 m³/an et 1 200 000 m³/an.

L'agriculture

La vigne et céréale sont les cultures principales de la haute vallée de l'Arc puis dominant les cultures sous serres, la vigne et les oliviers dans la basse vallée.

Les activités de loisirs

L'activité de loisirs la plus représentée sur le territoire de l'Arc est la pêche. La baignade et les sports aquatiques sont peu pratiqués et très localisés. Par exemple, une forte fréquentation de l'Arc a été observée au niveau de l'Aqueduc de Roquefavour en période estivale. La qualité de l'eau et le manque de profondeur d'eau ne sont pas propices au développement de ces deux activités sur le bassin versant de l'Arc. De plus, les berges de l'Arc sont assez fréquentées par les promeneurs lorsque celles-ci sont aménagées.



Légende :

- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaires
- Villes
- Limite du bassin versant
- Etendues d'eau
- Stations d'épuration

1.3 Les stations d'études

L'emplacement des stations d'études a été défini par le Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc en concertation avec les acteurs concernés (DREAL, Agence de l'Eau, DDAF, Région) suite à l'identification des stations d'études déjà existantes (études antérieures, en cours ou suivi régulier) et des sources de pollutions.

Dans les clauses techniques du cahier des charges de l'appel d'offre, 17 stations d'études sont retenues sur le linéaire de l'Arc, 5 sur la Luynes et 6 sur le bassin versant de la Jouïne (Grand Vallat, Petite jouïne et Jouïne). Cette liste de stations d'études englobe tous les réseaux de suivi (Agence de l'eau, réseau d'autosurveillance communal et SABA).

Suite à des modifications de positionnement de stations dans les suivis réalisées par les communes d'Aix-en-Provence et de Gardanne, la liste de stations est la suivante :

	Code stations	Localisation	Finalité
Arc	A01	Commune de Pourcieux	Référence amont Arc
	A02	Amont Trets, au droit piste ULM	Impacts STEP Pourcieux et Pourrières
	A03	Pont RD56	Impact STEP Trets
	A04 – RCS06194800	Pont RD56c - amont STEP Rousset	Impact de la zone agricole amont
	A05	RD 45b	Impact STEP Rousset
	A06	Aval confluence Grand Vallat de Fuveau	Impact STEP Chateauneuf le Rouge et Fuveau
	A07	RD 58j – Pont du Canet	Impact STEP Meyreuil
	A08 – point 1	Auto surveillance Aix - Rd58h	Référence amont Aix
	A09* - point 2	Autosurveillance Aix - Amont STEP de la Pioline	Impact pluvial Aix + référence amont STEP Pioline
	A10* - point 3	Autosurveillance Aix - aval immédiat STEP Pioline	Impact STEP Pioline
	A11* - point 4	Autosurveillance Aix - Pont SNCF Les Milles	Impact Luynes + STEP Ouest actuelle
	A12* - Point 5 *RNB06195000	Pont de Saint Pons – RD 543 Autosurveillance Aix centre équestre PACADEMO	Impact Jouïne Amont implantation future STEP Ouest
	A13	Aval future STEP Aix Ouest	Impact future STEP Aix Ouest
	A14* - point 6	Autosurveillance Aix - Gué du Paradou	Point intermédiaire évaluation de l'autoépuration de l'Arc
	A15	Autoroute A7	Impact STEP Coudoux, Ventabren, Velaux
	A16* - DCE	RN113	Impact STEP La Fare les Oliviers
	A17* – RNB06195500	Pont de Mauran	Bilan Arc (amont confluence Etang de Berre)

La station 01 étant à-sec aux campagnes estivale et automnale, il a été décidé de réaliser les analyses plus en aval du vallon des avalanches (station 01bis) pour les prélèvements de novembre 2009.

	Code stations	Localisation	Finalité
Luynes	L01*	Suivi Gardanne - Amont STEP Gardanne	Point de référence Luynes
	L02*	Suivi Gardanne - Aval STEP Gardanne	Impact STEP Gardanne
	L03*	Suivi Gardanne - Pavillon du Roy René	Autoépuration Luynes en limite aval de commune
	L04 *- RNB06194000	RN8	Point intermédiaire Luynes
	L05*	Suivi commune Aix - Saint-Jean	Apports de la Luynes dans l'Arc
Jouïne	GV01	Vallat de Babol au droit de la station de pompage	Référence Grand Vallat amont
	GV02	Vallat de Babol à l'aval de la confluence avec le Vallat des Mourgues	Impact Simiane
	GV03	Grand Vallat au droit de l'ouvrage de franchissement hydraulique	Impact STEP Simiane et Bouc Bel Air
	GV04	Grand Vallat à la sortie des gorges	Impact STEP Cabriès
	PJ01	Petite Jouïne à l'amont de la sa confluence avec le Grand Vallat	Apport Petite Jouïne
	J01*	Autosurveillance Aix -La Jouïne aval au droit de la RD65	Apport dans l'Arc

* ces points font l'objet d'un suivi soit d'autosurveillance communal ou réseau national de surveillance (RCS ou futur DCE), les résultats d'analyses sont intégrés aux résultats du présent suivi.

Remarque sur les stations A16, L05, J01 : aucune donnée 2009 n'a été transmise pour ces stations. Seules les analyses prévues par le présent suivi ont été réalisées.

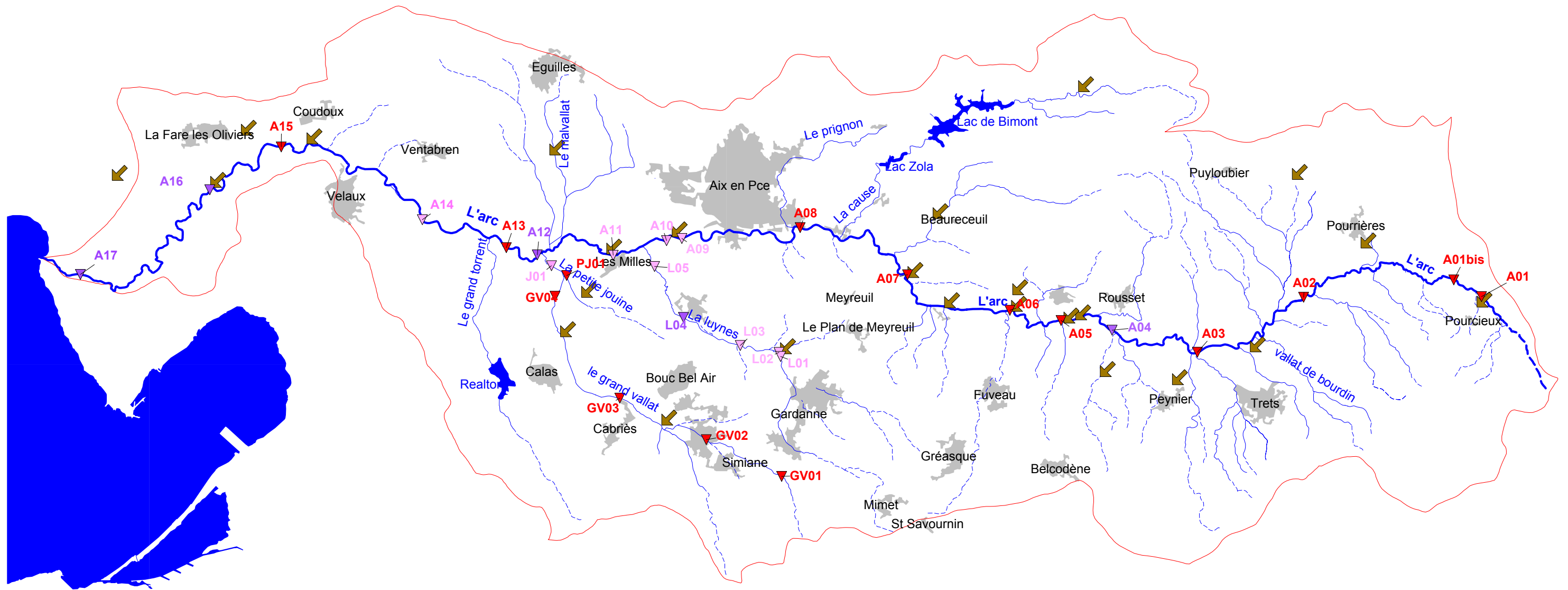
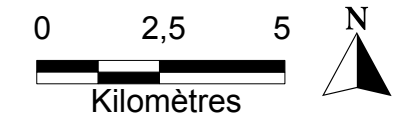
Chaque station d'études bénéficie d'une fiche station présentée dans l'annexe 4 indiquant sa localisation précise, le type d'analyse réalisé et un reportage photographique.

La carte 4 localise l'ensemble des stations d'études avec les différents suivis associés sur chacune d'entre elles.

Les stations du Réseau de Contrôle de Surveillance (en jaune sur la carte 4) n'ont pas bénéficié de mesures par la Maison Régionale de l'Eau au cours de l'année 2009. Leurs résultats, lorsqu'ils sont disponibles, sont intégrés aux résultats du présent suivi.

Pour les stations d'autosurveillance communal (en vert sur la carte 4), les IBGN ont été réalisés dans le cadre du présent suivi et les résultats des analyses physico-chimiques lorsqu'ils sont disponibles intégrés à ceux produits dans le cadre de cette étude.

Il a été réalisé sur les stations d'études propres au suivi 2009 (en rouge sur la carte 4) des analyses physico-chimiques, bactériologique, des IBGN et pour certaines de ces stations des analyses de pesticides (A03 et A15), de métaux lourds et micropolluants (A03, A05, A08, A15, L02, J01) et des IBD (A01bis, A08, A15, J01). Le tableau 1 présente, pour l'ensemble des stations, les analyses réalisées dans le cadre du présent suivi et les analyses mises à disposition par les suivis de surveillance RCS et d'autosurveillance communaux.



Légende :		Les stations de suivis :	
	Cours d'eau permanents		Stations RCS
	Cours d'eau temporaires		Stations d'autosurveillance communale
	Villes		Stations de suivi 2009
	Limite du bassin versant		
	Etendues d'eau		
	Stations d'épuration		

Tableau 1 : tableau de synthèse des paramètres analysés et intégrés au suivi 2009

	Code stations	Paramètres mesurés dans le cadre du suivi 2009	Paramètres intégrés à l'interprétation des résultats
Arc	A01	Physico-chimie Bactériologie	
	A01 bis	Physico-chimie Bactériologie IBGN - IBD	
	A02	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	A03	Physico-chimie Bactériologie Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP IBGN Pesticides	
	A04		Physico-chimie Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP Pesticides
	A05	Physico-chimie Bactériologie Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP IBGN	
	A06	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	A07	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	A08	Physico-chimie Bactériologie IBGN	Physico-chimie Bactériologie
	A09	IBGN	Physico-chimie Bactériologie
	A10	IBGN	Physico-chimie Bactériologie
	A11	IBGN	Physico-chimie Bactériologie
	A12		Physico-chimie Bactériologie
	A13	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	A14	IBGN	Physico-chimie Bactériologie
	A15	Physico-chimie Bactériologie Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP IBGN IBD Pesticides	
	A17		Physico-chimie Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP Pesticides

	Code stations	Paramètres mesurés dans le cadre du suivi 2009	Paramètres intégrés à l'interprétation des résultats
Luynes	L01	IBGN	
	L02	Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP IBGN	
	L03	IBGN	
	L04		Physico-chimie
	L05	IBGN	
Jouïne	GV01	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	GV02	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	GV03	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	GV04	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	PJ01	Physico-chimie Bactériologie IBGN	
	J01	Métaux lourds sur bryophytes Micropolluants organiques : PCB et HAP IBGN IBD	

2 SYNTHÈSE DES DONNÉES EXISTANTES

2.1 Cadre réglementaire : la Directive cadre sur l'eau

La Directive Cadre sur l'eau (2000/60/CE) du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Ses dispositions concernent autant les eaux intérieures de surface que les eaux de transition, les eaux côtières et les eaux souterraines.

Les objectifs de la DCE s'articulent selon trois axes principaux :

- l'atteinte au meilleur coût et à l'horizon 2015 d'un bon état chimique de toutes les eaux superficielles et souterraines, sauf en cas de dérogations justifiées ;
- l'atteinte, selon les mêmes exigences, d'un bon état écologique de toutes les eaux de surface « non modifiées » ;
- l'atteinte, en prenant en compte la faisabilité technique, sociale et économique des mesures nécessaires, d'un bon potentiel écologique des milieux physiquement fortement modifiés.

La mise en œuvre de la DCE est à la charge des états membres de l'Union Européenne.

Le secteur d'étude se situe exclusivement dans le territoire zone d'activité de Marseille – Toulon et littoral.

Lors de la première étape de la DCE, en 2004, un certain nombre de pressions ont été identifiées comme l'indique la carte en annexe 1.







Les objectifs d'un bon état écologique pour l'Arc et ses affluents sont présentés dans le tableau suivant :

Code masse d'eau	Intitulé	État écologique en 2009	Date d'objectif du bon état	État chimique en 2009	Date d'objectif du bon état	Motifs du report du bon état
FRDR129	L'Arc de la Luynes à l'étang de Berre	2	2021	3	2021	matières phosphorées, nitrates, métaux, substances dangereuses, substances prioritaires, continuité, nutriments et/ou pesticides,
FRDR130	L'Arc de la Cause à la Luynes	3	2021	1	2015	matières phosphorées, continuité, métaux, substances dangereuses
FRDR131	L'Arc de sa source à la Cause	3	2015	1	2015	
FRDR10004	Aubanedo*	2	2015	2	2015	
FRDR10255	Ruisseau la cause	1	2015		2015	
FRDR10382	Ruisseau l'aigue vive	1	2027		2015	nutriments et/ou pesticides, morphologie
FRDR10538	Ruisseau de saint-pancrace	1	2027		2015	nutriments et/ou pesticides, matières organiques et oxydables, morphologie
FRDR10655	Vallat des eyssarettes	1	2027	2	2015	morphologie
FRDR10700	Ruisseau de genouillet	1	2027		2015	nutriments et/ou pesticides




Code masse d'eau	Intitulé	Etat écologique en 2009	Date d'objectif du bon état	Etat chimique en 2009	Date d'objectif du bon état	Motifs du report du bon état
FRDR10909	Vallat le grand	1	2021		2015	morphologie,
FRDR11182	Vallat de cabries	1	2027		2015	matières organiques et oxydables, morphologie
FRDR11753	Ruisseau de longarel	1	2021		2015	matières organiques et oxydables, nutriments et/ou pesticides, morphologie
FRDR11804	Rivière la luynes	3	2021	3	2021	nutriments et/ou pesticides, matières organiques et oxydables, morphologie, substances prioritaires
FRDR11894	Ruisseau la torse	1	2021	2	2015	morphologie
FRDR11901	Rivière le bayeux	2	2015	2	2015	
FRDR12052	Vallat marseillais	1	2027		2015	morphologie, substances dangereuses
FRDR12063	Ruisseau le grand torrent	2	2027	2	2015	métaux, substances dangereuses
FRDR12113	Vallat des très cabrès	1	2021		2015	nutriments et/ou pesticides, morphologie

LEGENDE :

état écologique :

 -> très bon
  -> bon
  -> moyen
  -> mauvais
  -> médiocre
 -> pas de données

état chimique :

 -> bon
  -> pas bon
  -> pas de données

niveau de confiance de l'état évalué :

 -> faible
  -> moyen
  -> fort

Source : site internet de l'Agence de l'eau RMC

L'ensemble de ces masses est qualifié de Masse d'eau Naturelle (MEN), c'est à dire non fortement modifié.

2.2 Données disponibles

THESE DE CORINE PLAYOUST, 1988

La première grande étude réalisée sur l'ensemble du bassin versant de l'Arc est la thèse de Corine Playoust, 1988, comprenant des analyses physico-chimiques et biocénologiques sur l'Arc (9 stations) et sept affluents (8 stations). L'analyse de la physico-chimie des eaux de l'Arc met en évidence une eutrophisation de l'eau de l'amont vers l'aval avec deux sources principales de pollution : une au niveau de Rousset et une au niveau de la Pioline. La présence de métaux lourds (mercure, cuivre, zinc, cadmium, plomb) d'hydrocarbures et de dérivés du DDT a été décelée dans les sédiments et les bryophytes au niveau de Rousset et surtout d'Aix-en-Provence puis cette pollution s'atténue dans le secteur aval. Les eaux de la Luynes et de la Jouine présentent des eaux très polluées liées aux activités agricoles et industrielles. Les eaux de Bayeux, la Cause et de Grand Torrent, exemptes de pollution, sont dures, très productives et fortement minéralisées. La qualité des eaux d'Aubanède et de la Haute Torse est de bonne qualité avec un enrichissement modéré. L'étude des peuplements benthiques a montré que seuls les affluents avaient conservé une faune originelle pouvant éventuellement recoloniser le cours axial de l'Arc si la qualité s'améliorait.

La synthèse des données de 1988 à 1994 réalisée par l'Agence de l'Eau RMC indiquait sur le haut Arc un secteur pollué au niveau de Pourrières et une qualité estimée assez bonne jusqu'à Trets et en aval une qualité médiocre avec le rejet de la station d'épuration de Trets.

IPSEAU, 1996, VALLAT DES MARSEILLAIS ET DU VARLADET

En novembre 1996, une étude du bassin versant du Vallat des Marseillais et du Varladet, réalisée par IPSEAU indique que les eaux de ces deux cours d'eau sont fraîches, bien oxygénées, légèrement alcalines et dures de nature bicarbonatées. Les eaux sont globalement de bonne qualité physico-chimique et bactérienne. Certains paramètres apparaissent toutefois déclassants pour le Vallat des Marseillais : les composés azotés (nitrates) et phosphorés issus certainement des pratiques agricoles. Les principales sources de pollution mises en valeur par cette étude sur le Vallat des Marseillais sont les rejets pluviaux de l'agglomération d'Eguilles (lessivage des surfaces imperméabilisées lors des épisodes pluvieux), surtout les activités agricoles présentant une pollution chronique et à moindre mesure les rejets de la station d'épuration d'Eguilles peu polluants et les zones non raccordées au réseau d'assainissement collectif. La qualité hydrobiologique est mauvaise sur l'ensemble de ces deux bassins versant du fait d'une banalisation des faciès, des étiages marqués et de pollution organique.

SABA, 1997, BASSIN VERSANT DE LA JOUINE :

En 1997, un état des lieux a été réalisé sur le bassin versant de la Jouine, les analyses physico-chimiques et hydrobiologiques ont traduits :

- Une qualité physico-chimique convenable en tête de Bassin sur le Grand Vallat,
- Une qualité physico-chimique très mauvaise à l'aval de Bouc-Bel-Air sur le Grand Vallat et sur la Petite Jouine : pollution d'origine urbaine et industrielle,
- Qualité hydrobiologique passable en tête de bassin du Grand Vallat et mauvaise voire très mauvaise sur le cours aval du Grand Vallat et de la Petite Jouine,
- Aucune présence de pollution métallique n'a été identifiée sur les stations de l'ensemble du bassin versant,

- Les flux de pollution sont essentiellement organiques particulièrement azotés (ammonium) et phosphorés,
- Lors d'épisode pluvieux, la qualité est qualifiée de mauvaise sur l'ensemble de son linéaire.

SCP, 2001, ARC ET AFFLUENTS

La Maison Régionale de l'Eau a réalisé à la demande de la Société du Canal de Provence des prélèvements IBGN dans l'Arc et ses affluents en novembre 2000. L'analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques indique que l'autoépuration de l'Arc n'est pas active du fait de la multiplication des pollutions entraînant une saturation du milieu. La qualité hydrobiologique de la Luynes et de la Jouïne est mauvaise. Le Grand Vallat en amont de la station d'épuration de Meyrargues présente une qualité moyenne qui se dégrade à mauvaise en aval de cette dernière.

SAGE, SABA, 2001, ARC ET AFFLUENTS

En 2001, le SAGE indique que l'Arc présente une pollution élevée et chronique et les affluents la Cause et le Bayeux (ou Bayon) sont cités comme des réservoirs potentiels de bonne qualité biologique.

AQUAGEST, CEMAGREF, 2004 – HAUT ARC

L'étude Aquagrest du Cemagref, 2004, a identifié sur le secteur de Rousset à Trets **une pollution par les pesticides** (présence de 3 pesticides : diuron, terbutylazine, aminotriazole) issus de la viticulture avec des pics de pollution au printemps. Celle-ci est quasi inexistante à l'automne et en hiver et doit provenir du secteur amont Trets. Cette étude a également mis en valeur la présence de deux produits pharmaceutiques (Bézafibrate et carbamazépine) associés aux rejets des stations d'épuration. En effet, la concentration de ces deux produits augmente en période hivernale lorsque la consommation humaine est la plus importante.

D'un point de vue physico-chimique, une dégradation de la qualité des eaux est identifiée en aval de la station d'épuration de Trets aussi bien pour les matières organiques qu'au niveau de la charge minérale. On note également en amont de la station d'épuration des dégradations ponctuelles de la qualité de l'eau. Dans cette étude, il a été démontré que les fluctuations de la conductivité étaient directement corrélées à l'augmentation des chlorures.

La qualité vis-à-vis des métaux lourds dissous est de classe passable pour le cadmium, de bonne qualité pour le chrome, le nickel et le plomb. Pour le cuivre et le zinc la qualité est bonne à passable. La présence du cuivre est en étroite corrélation avec l'activité viticole de Rousset. En période d'étiage, les concentrations en zinc, fer et manganèse augmentent. Dans les sédiments, les métaux dominants sont d'origine naturelle (fer et manganèse). Les teneurs en chrome, cadmium, plomb et nickel dans les sédiments indiquent une bonne qualité et les concentrations de cuivre et zinc une qualité passable. D'un point de vue hydrobiologique, la qualité de l'Arc ressort comme médiocre avec une faible richesse taxonomique, une dominance de taxons polluo-tolérants. La qualité des affluents (Aubanède, Bayeux et Cause) reste bonne.

2.3 Le Réseau de Contrôle de Surveillance (R.C.S.)

Les données du Réseau de Contrôle de Surveillance ont été récupérées auprès de l'Agence de L'Eau Rhône Méditerranée Corse. Trois stations sont présentes sur le bassin versant de l'Arc :

- Point RCS 06 19 4800 : l'Arc à Rousset
- Point RCS 06 19 5000 : l'Arc à Aix-en-Provence
- Point RCS 06 19 5500 : l'Arc à Berre l'étang

Une station est située sur un affluent de l'Arc : point RCS 06 19 4000 la Luynes à Aix-en-Provence.

2.3.1 Méthodologie de l'évaluation de l'état écologique et chimique des cours d'eau

Suite à la directive Cadre sur l'Eau, les techniques d'évaluation de l'état écologique et chimique des cours d'eau ont été actualisées en France en 2009.

L'état écologique comprend les analyses des paramètres biologiques (IBGN, IBD et IPR) et des paramètres physico-chimiques « de base » et est représenté par cinq classes d'état avec le code couleur suivant :

Classes d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------------	----------	-----	-------	----------	---------

L'état chimique est évalué à partir des 41 substances prioritaires et dangereuses en deux classes d'état.

De plus, un niveau de confiance est attribué à l'état écologique et à l'état chimique de chaque masse d'eau.

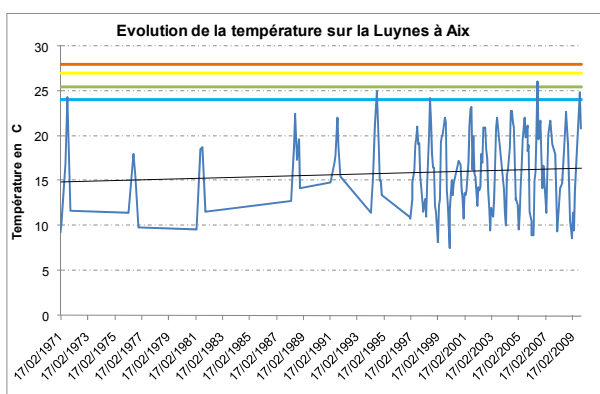
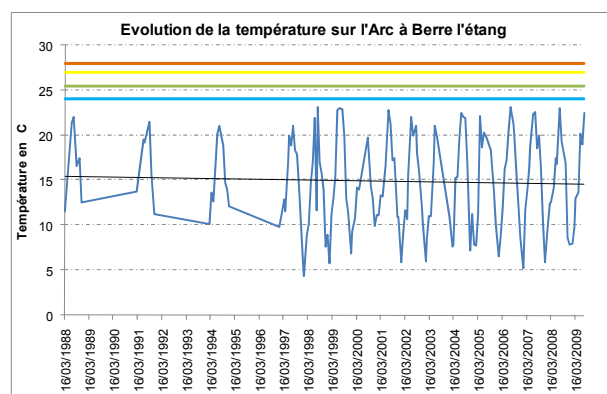
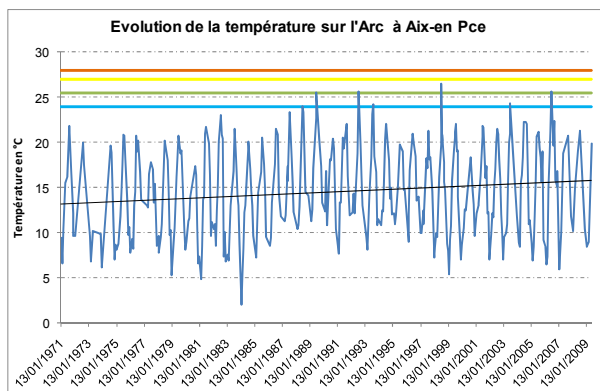
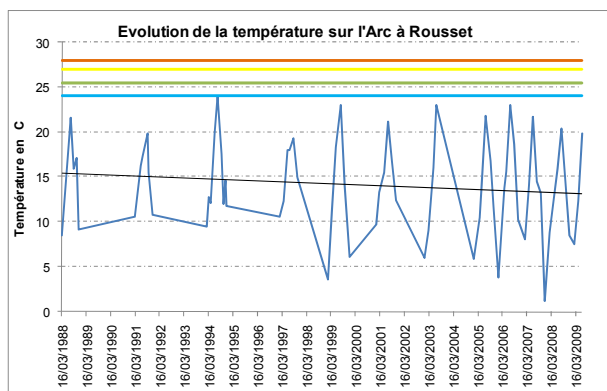
Pour certains paramètres, les limites de seuil ne sont pas encore établies à ce stade des connaissances. L'ancien système d'évaluation : le SEQ-Eau est alors choisi comme référentiel pour ces paramètres

Pour chaque paramètre étudié ci-après, il sera rappelé soit la classe de qualité soit la classe d'état.

D'après le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles des Bouches-du-Rhône (PDPG 13), les linéaires de l'Arc et de la Luynes sont classés en contexte piscicole intermédiaire. Par conséquent, le référentiel choisi pour la température de l'eau est celui des eaux cyprinicoles dans les règles d'évaluation de l'état des eaux douces de surface.

2.3.2 Évolution des paramètres physico-chimiques généraux sur l'Arc

LA TEMPERATURE DE L'EAU



Rappel du code couleur de l'état écologique :

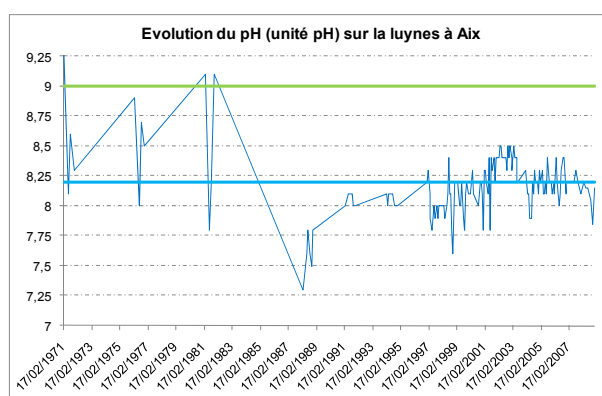
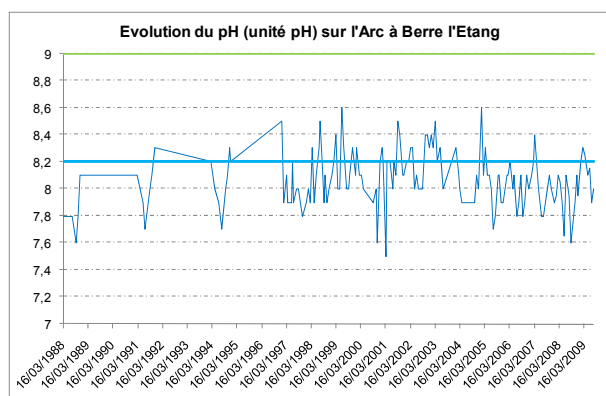
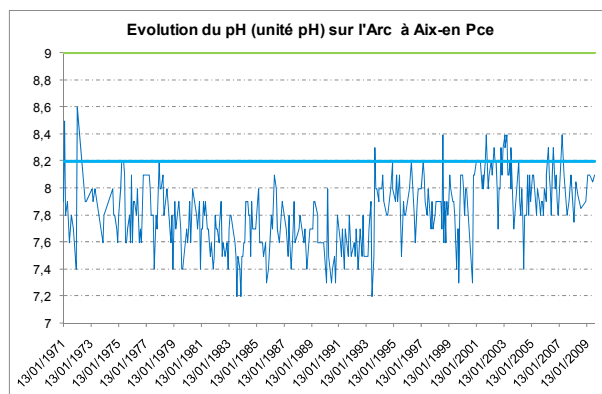
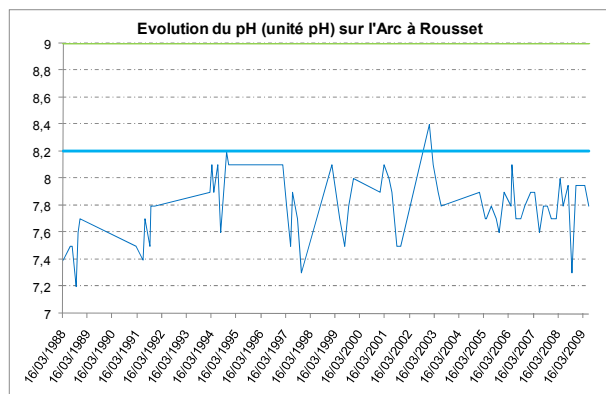
Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Très mauvais
Température en °C Eaux cyprinicoles	< 24	24 - 25,5	25,5 - 27	27- 28	>28

	Période	Valeur min.	Valeur max.	Amplitude thermique	Moyenne
L'Arc à Rousset	1988 - 2009	1,2	24	22,8	14,1
L'Arc à Aix en Provence	1971 - 2009	2	26,5	24,5	14,5
L'Arc à Berre l'étang	1988 - 2009	4,4	23,1	18,7	14,9
La Luynes à Aix	1971 - 2009	7,5	26,1	18,6	16

Sur l'ensemble des chroniques étudiées, la température des eaux de l'Arc et de la Luynes oscille régulièrement au fil des saisons. Les fluctuations de la température de l'eau observées sur l'Arc et la Luynes sont conformes à des eaux de types cyprinicoles. Par conséquent, l'état écologique reste globalement très bon. Quelques déclassements du très bon état à un état moyen sont observés au niveau d'Aix-en-Provence sur l'Arc et la Luynes en période d'étiage estival très prononcé.

Les valeurs moyennes obtenues sur la chronique de donnée indiquent que les eaux les plus fraîches se retrouvent en tête de bassin au niveau de Rousset.

LE pH



Rappel des limites de classe :

Classe d'état		Très bon	Bon	Passable	Mauvais	Très mauvais
Unité pH	minimum	<6,5	6,5 - 6	6 - 5,5	5,5 - 4,5	>4,5
	maximum	>8,2	8,2 - 9	9 - 9,5	9,5 - 10	<10

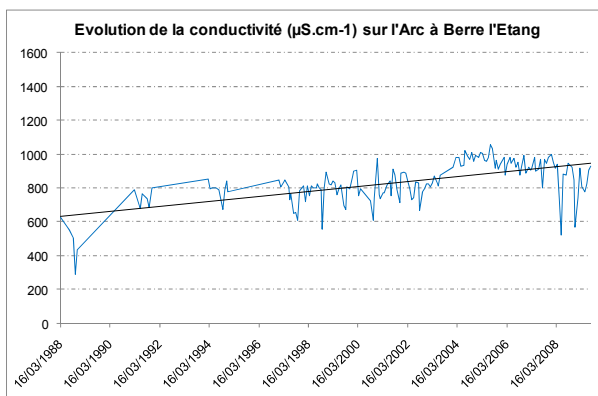
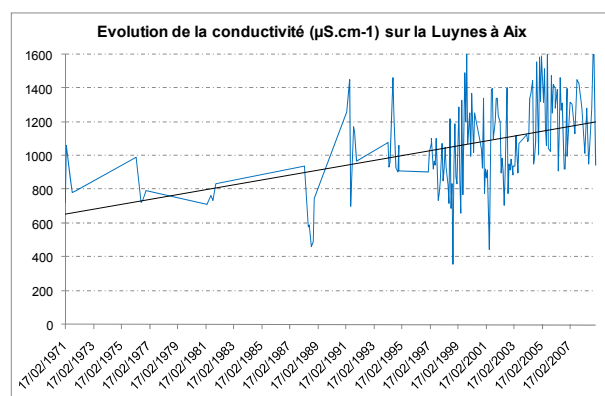
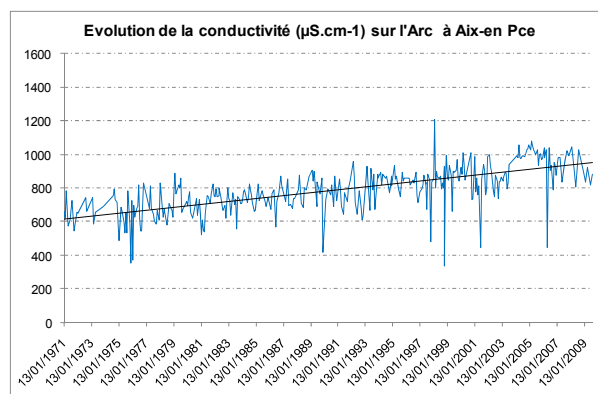
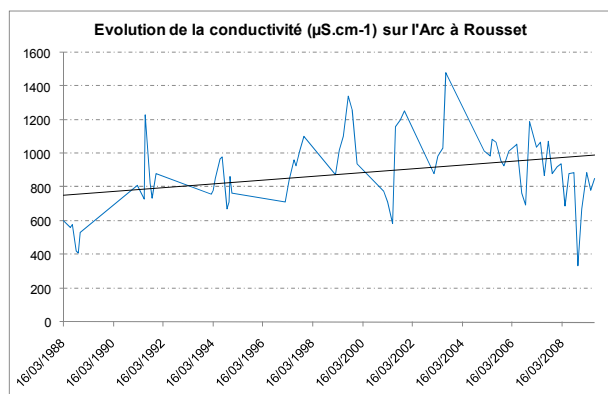
	Période	Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset	1988 - 2009	7,2	8,4	7,8
L'Arc à Aix en Provence	1971 - 2009	7,2	8,6	7,8
L'Arc à Berre l'Etang	1988 - 2009	7,5	8,6	8,1
La Luynes à Aix	1971 - 2008	7,3	9,4	8,2

L'alcalinité augmente de l'amont vers l'aval : les eaux de l'Arc au niveau de Rousset sont légèrement plus neutres que celles situées au niveau d'Aix en Provence et Berre l'Étang. Le pH compris entre 7 et 8,5 unités pH est caractéristique des eaux en région calcaire et classe les eaux de l'Arc de bonne qualité.

Les fortes valeurs de pH observées sur la Luynes dans les années 80 sont liées aux effluents du bassin décanteur de Mangearri de l'usine anciennement Pechiney (aujourd'hui Rio Tinto Alcan). Le processus utilisé à cette époque « process Bayer » utilisait de la soude pour traiter la bauxite ainsi le pH pouvait atteindre 11,5 dans les rejets du bassin de décantation. Depuis les années 90, l'alcalinité de la Luynes se rapproche de celle observée sur l'Arc.

ÉVOLUTION DE LA MINÉRALISATION

La conductivité



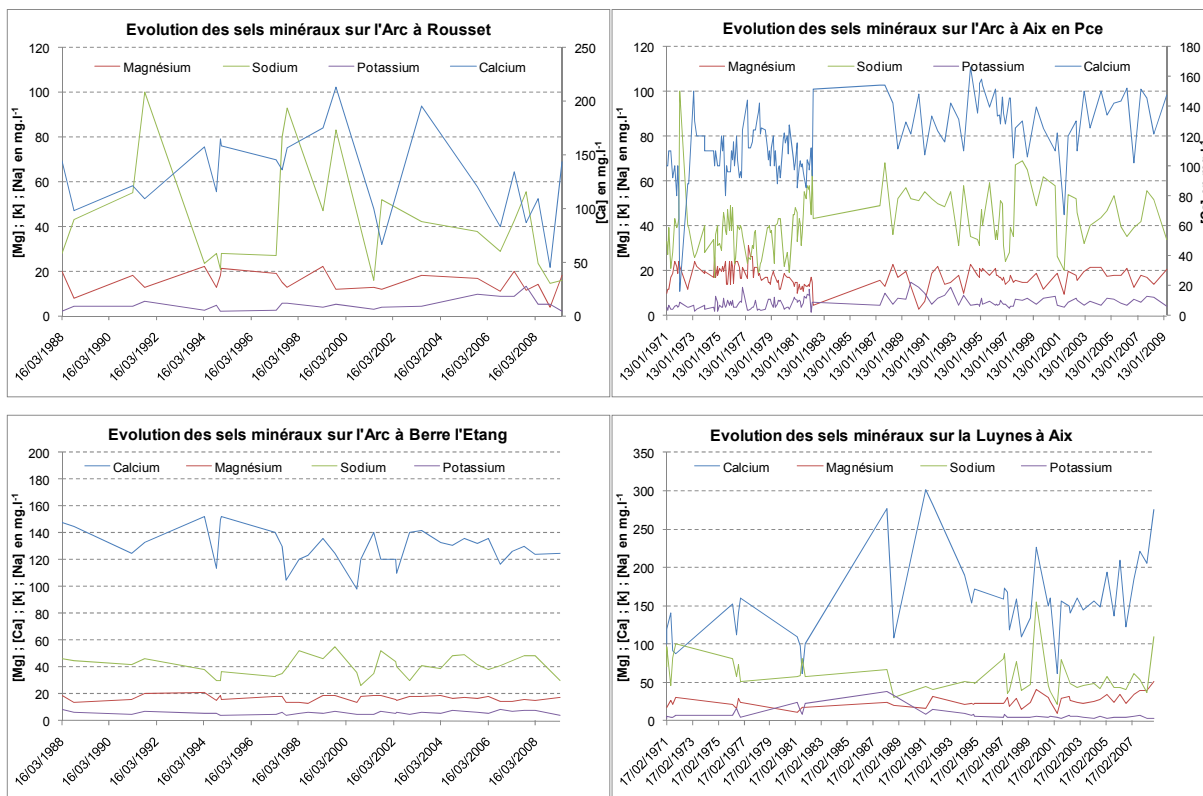
Rappel des limites de classe d'état : pour ce paramètre, les valeurs de limite de classe ne sont pas encore établies dans le nouveau système d'évaluation du bon état. Par conséquent, le référentiel de classe de qualité choisi pour ce paramètre est celui du SEQ-Eau.

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Conductivité $\mu\text{S.cm}^{-1}$	≤ 2500	≤ 3000	≤ 3500	≤ 4000	> 4000

	Période	Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset	1988 - 2009	333	1478	890
L'Arc à Aix en Provence	1971 - 2009	337	1210	790
L'Arc à Berre l'Etang	1988 - 2009	290	1028	834
La Luynes à Aix	1971 - 2008	358	1741	1741

Globalement, la séquence de données sur ces trois stations indique une tendance à l'augmentation de la minéralisation des eaux de l'Arc et de la Luynes qui traduit souvent une pollution des eaux. Toutefois depuis 2007, les eaux de l'Arc semblent de moins en moins minéralisées. Les fortes valeurs de conductivités enregistrées sur la Luynes sont certainement liées à la nature géologique de son bassin versant couplée aux activités anthropiques du secteur.

Les sels minéraux



Rappel des limites de classe d'état : pour ces paramètres, les valeurs de limite de classe ne sont pas encore établies dans le nouveau système d'évaluation du bon état. Par conséquent, le référentiel de classe de qualité choisi pour ce paramètre est celui du SEQ-Eau.

Classe de qualité		Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Calcium en mg.l ⁻¹	Min	≤24	24 - 18	18 - 12		
	Max	≤160	160 - 230	230 - 300	300 - 500	> 500
Magnésium en mg.l ⁻¹		≤50	50 - 75	75 - 100	100 - 400	> 400
Sodium en mg.l ⁻¹		≤200	200 - 225	225 - 250	250 - 750	> 750
Potassium en mg.l ⁻¹		≤12	12 - 13,5	13,5 - 15	15 - 70	> 70

		Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset (1988 – 2009)	Calcium en mg.l ⁻¹	45	483	170
	Magnésium en mg.l ⁻¹	4	22	15
	Sodium en mg.l ⁻¹	15	100	43
	Potassium en mg.l ⁻¹	2	13	5
L'Arc à Aix en Provence (1971 – 2009)	Calcium en mg.l ⁻¹	16	166	117
	Magnésium en mg.l ⁻¹	3	31	18
	Sodium en mg.l ⁻¹	17	100	40
	Potassium en mg.l ⁻¹	2	15	6

		Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'arc à Berre l'étang (1988 – 2009)	Calcium en mg.l ⁻¹	98	152	130
	Magnésium en mg.l ⁻¹	13	21	17
	Sodium en mg.l ⁻¹	26	55	41
	Potassium en mg.l ⁻¹	4	9	6
La Luynes à Aix (1971 – 2009)	Calcium en mg.l ⁻¹	62	302	156
	Magnésium en mg.l ⁻¹	10	51	25
	Sodium en mg.l ⁻¹	22	155	59
	Potassium en mg.l ⁻¹	3	38	8

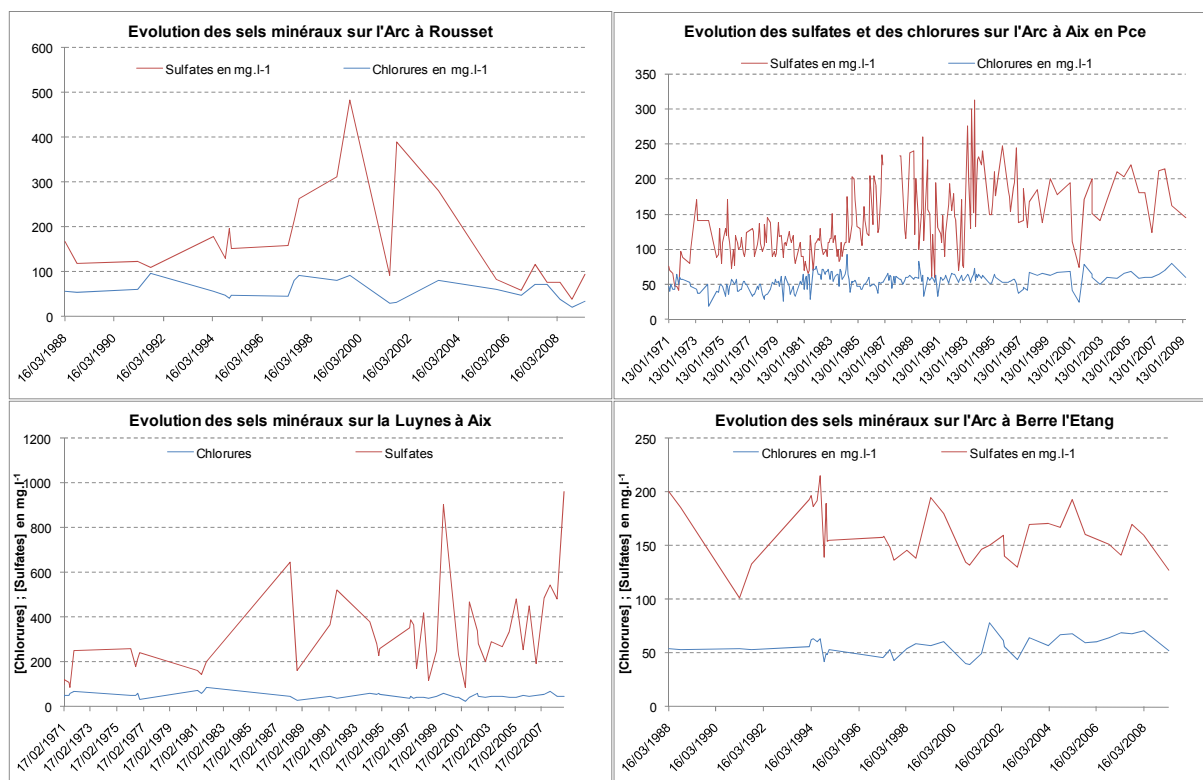
De fortes valeurs en Calcium déclassent la qualité de l'eau de la Luynes et de l'Arc au niveau de Rousset. Les teneurs en calcium dans les cours d'eau naturel varient en fonction de la nature géologique des bassins versants.

Les teneurs en magnésium restent de très bonne qualité sur l'ensemble des stations et de la chronique de données. Une augmentation est toutefois à noter sur la Luynes au cours de ces dernières années.

Les teneurs en sodium présentent une très bonne qualité de l'eau. Sur l'arc, les valeurs en sodium ont tendance à décroître ces dernières années à l'inverse de celles observées sur la Luynes.

Les valeurs en potassium les plus déclassantes sont observées sur la Luynes et sur l'Arc au niveau d'Aix-en-Provence. Globalement, la qualité vis-à-vis de ce paramètre est bonne à très bonne sur ces deux cours d'eau.

Les sulfates et chlorures



Rappel des limites de classe d'état : pour ces paramètres, les valeurs de limite de classe ne sont pas encore établies dans le nouveau système d'évaluation du bon état. Par conséquent, le référentiel de classe de qualité choisi pour ce paramètre est celui du SEQ-Eau.

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Sulfates en mg.l ⁻¹	≤62,5	≤125	≤190	≤250	>250
Chlorures en mg.l ⁻¹	≤62,5	≤125	≤190	≤250	>250

		Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset (1988 – 2009)	Sulfates en mg.l ⁻¹	38	483	170
	Chlorures en mg.l ⁻¹	20	96	58
L'Arc à Aix en Provence (1971 – 2009)	Sulfates en mg.l ⁻¹	41	313	135
	Chlorures en mg.l ⁻¹	18	92,3	54
L'arc à Berre l'étang (1988 – 2009)	Sulfates en mg.l ⁻¹	101	215	161
	Chlorures en mg.l ⁻¹	39	78	57
La Luyes à Aix (1971 – 2009)	Sulfates en mg.l ⁻¹	85	961	314
	Chlorures en mg.l ⁻¹	23	85	50

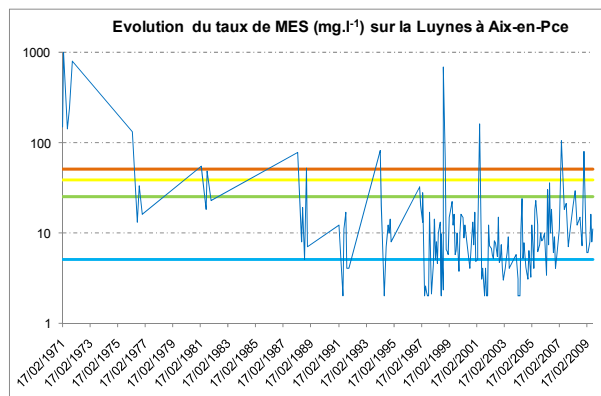
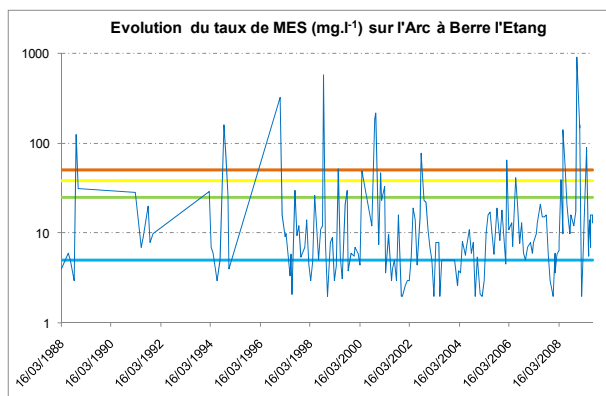
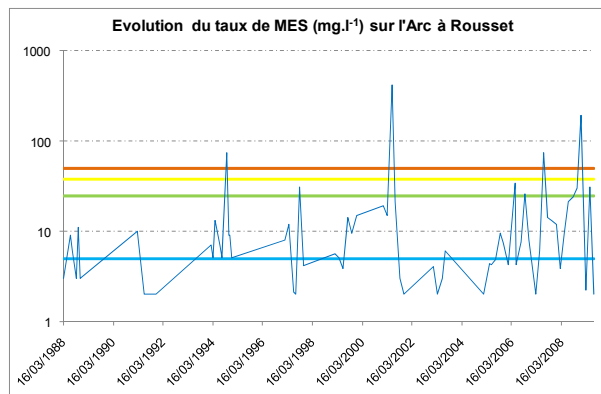
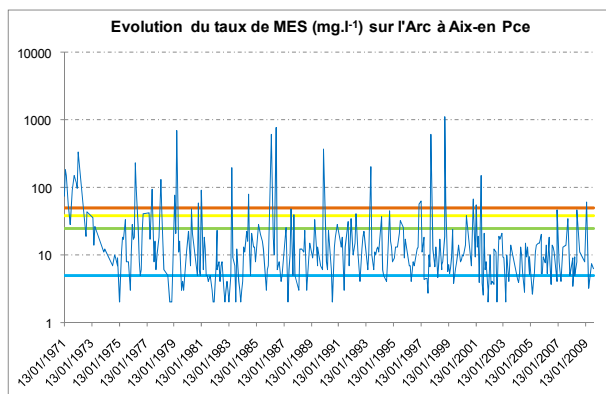
Les teneurs en chlorures enregistrées sur l'Arc et la Luyes sont de l'ordre de 50 mg.l⁻¹. La qualité de l'eau vis-à-vis du Seq-eau reste bonne. Toutefois, d'après Nisbet et Verneaux ces valeurs sont excessives et le résultat d'une pollution urbaine ou industrielle particulière. Ces teneurs témoignent alors d'une importante pollution chronique.

Les teneurs en sulfates sont élevées sur l'Arc et très élevées sur la Luyes. La qualité des eaux est alors passable sur l'Arc et très mauvaise sur la Luyes. Les dernières

concentrations enregistrées sur la Luynes sont anormalement élevées. La présence des sulfates dans l'eau est certainement liée à l'activité agricole du bassin versant.

L'évolution de tous ces sels minéraux est cohérente avec celle de la conductivité, ils évoluent simultanément laissant supposer que leurs concentrations sont dépendantes des apports exogènes.

ÉVOLUTION DU TAUX DE MATIERES EN SUSPENSION



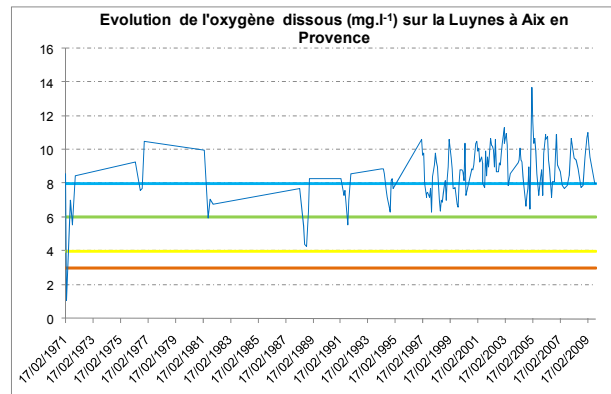
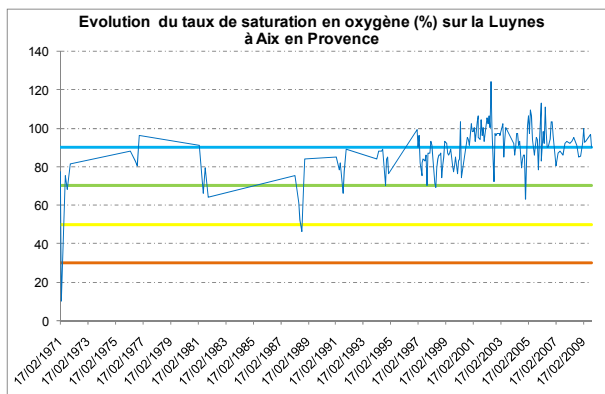
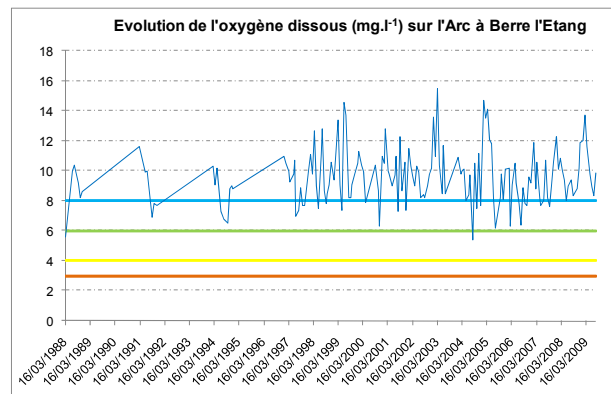
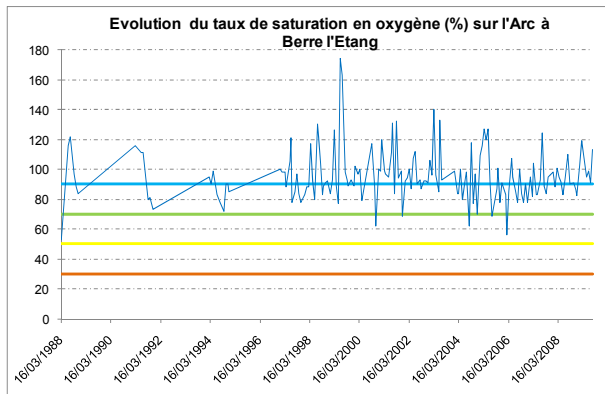
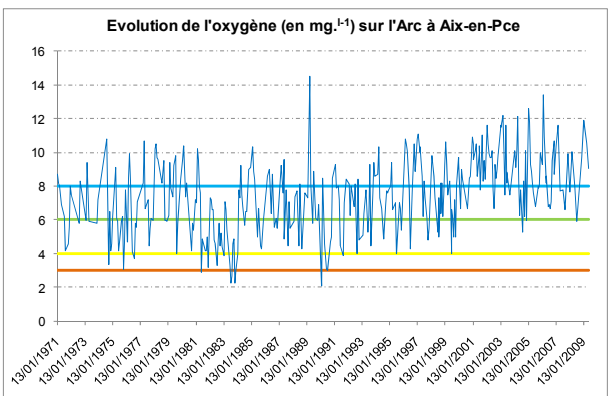
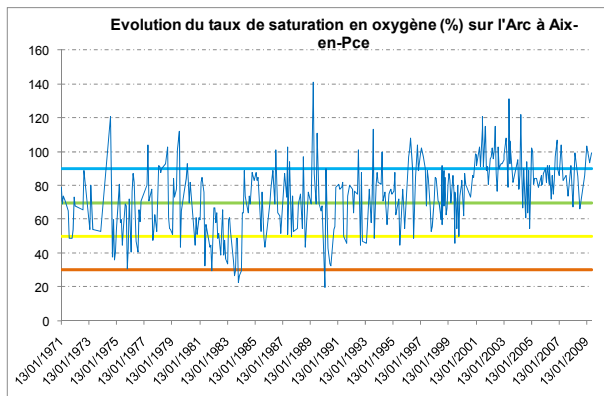
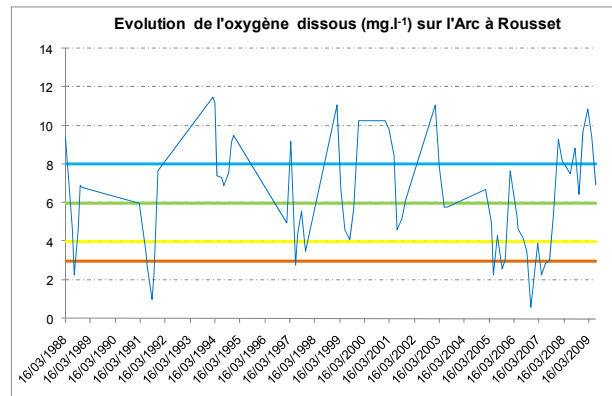
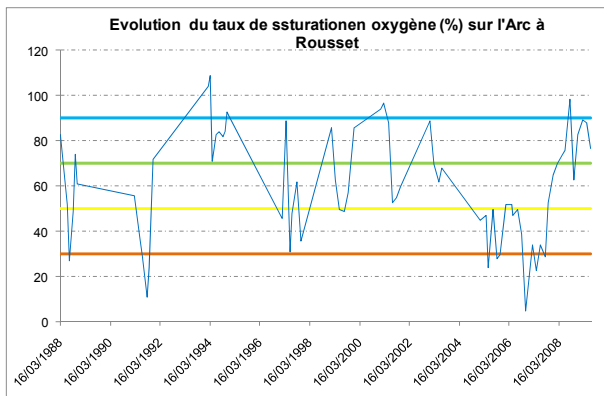
Rappel des limites de classe d'état : pour ce paramètre, les valeurs de limite de classe ne sont pas encore établies dans le nouveau système d'évaluation du bon état. Par conséquent, le référentiel de classe de qualité choisi pour ce paramètre est celui du SEQ-Eau.

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Matières en suspension g.l ⁻¹	≤5	≤25	≤38	≤50	> 50

	Période	Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset	1988 - 2009	2	420	19
L'Arc à Aix en Provence	1971 - 2009	2	1110	30
L'arc à Berre l'étang	1988 - 2009	2	888	29

L'évolution du taux de matières en suspension est liée à hydrologie des cours d'eau, mais également à une pollution. Les pics observés apparaissent en périodes de hautes eaux après des crues et sont de plus forte intensité sur l'Arc et particulièrement au niveau d'Aix-en-Provence.

LE TAUX DE SATURATION EN OXYGENE ET DE L'OXYGENE DISSOUS

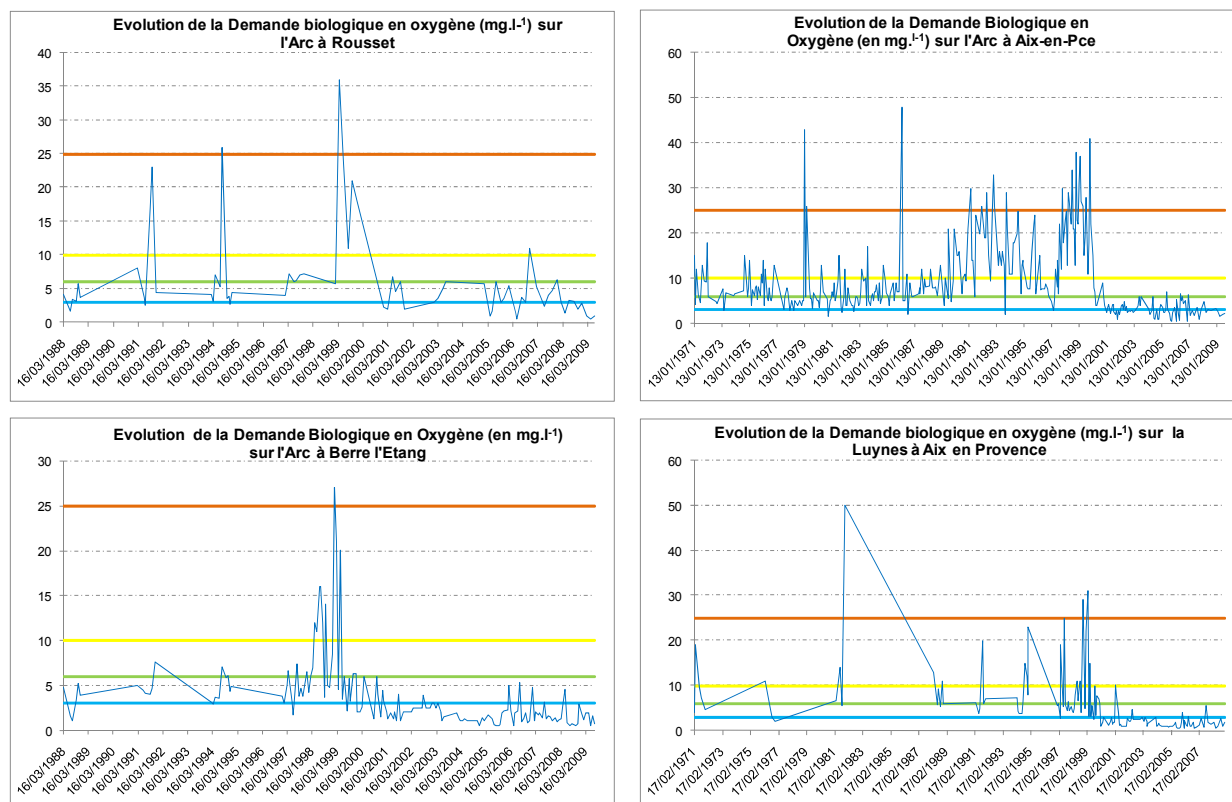


Rappel des limites de classe :

Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Très mauvais
O ₂ en mg.l ⁻¹	>8	>6	>4	>3	≤3
O ₂ en % de saturation	>90	>70	>50	>30	≤30

		Période	Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset	Taux de saturation (%)	1988 - 2009	5	109	61
	Oxygène dissous (mg.l ⁻¹)	1988 - 2009	0,6	11,5	6,3
L'Arc à Aix-en-Provence	Taux de saturation (%)	1971 - 2009	20	141	74
	Oxygène dissous (mg.l ⁻¹)	1971 - 2009	2,1	14,5	7,4
L'arc à Berre l'étang	Taux de saturation (%)	1988 - 2009	53	174	95,6
	Oxygène dissous (mg.l ⁻¹)	1988 - 2009	5,4	15,5	9,6
La Luynes à Aix en Provence	Taux de saturation (%)	1971 - 2009	10	124	88
	Oxygène dissous (mg.l ⁻¹)	1971 - 2009	1,1	13,7	8,6

Les eaux de l'Arc et de la Luynes sont plutôt bien oxygénées, les situations deviennent critiques ponctuellement en période d'étiage estival en particulier sur l'Arc Amont au niveau de Rousset. Après une forte dégradation de 2003 à 2006, une amélioration est observée au niveau de Rousset depuis 2008 et pour les autres stations depuis 2001.

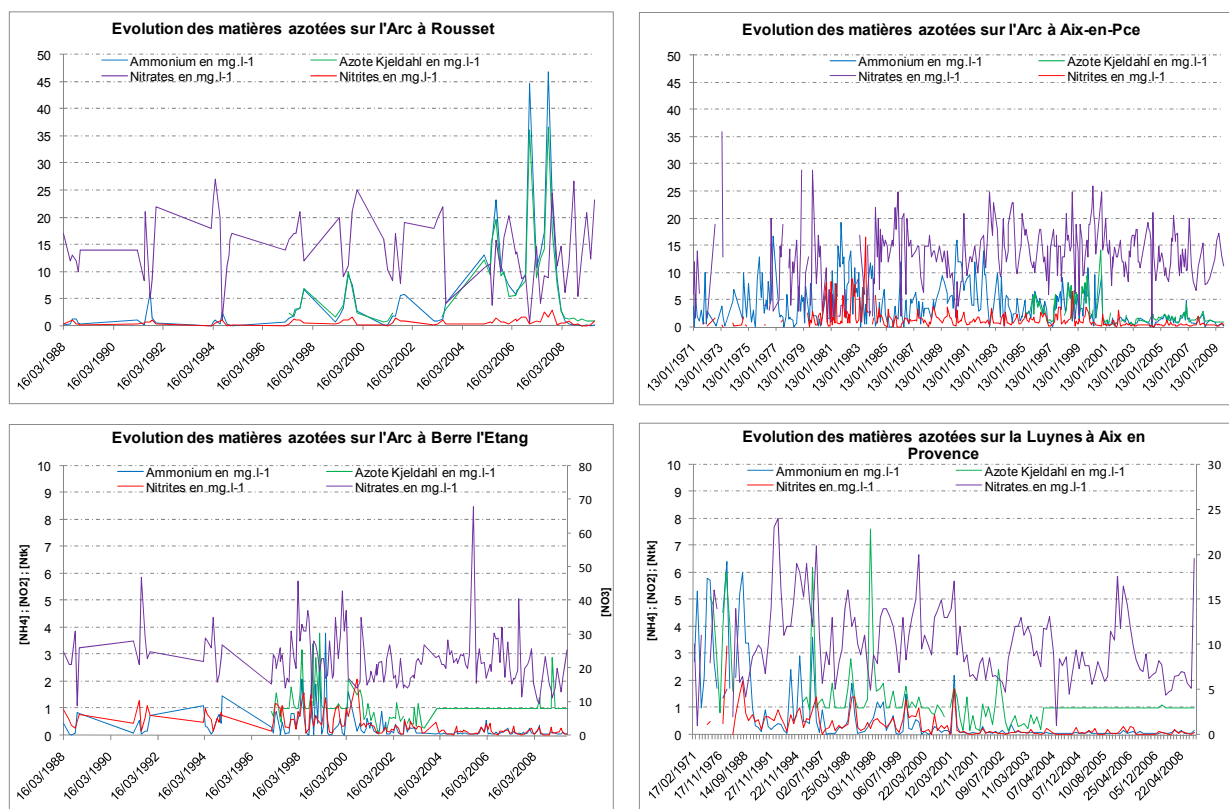
ÉVOLUTION DE LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO₅)

Rappel des limites de classe :

Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
DBO ₅ en mg.l ⁻¹	≤3	≤6	≤10	≤25	>25

	Période	Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset	1988 - 2009	0,5	36	6,1
L'Arc à Aix en Provence	1971 - 2009	0,5	48	9,2
L'Arc à Berre l'étang	1988 - 2009	0,5	27	3,5
La Luynes à Aix en Provence	1971 - 2008	0,5	50	5,3

La DBO₅ traduit la charge de l'eau en matières organiques biodégradables. De fortes valeurs sont enregistrées de 1990 aux années 2000 où la situation apparaît comme douteuse, voire anormale. À partir de 2001, la charge organique de l'eau diminue sur l'ensemble de trois stations : la qualité de l'eau reste globalement bonne de 2001 à 2007.

ÉVOLUTION DES MATIÈRES AZOTÉES**Rappel des limites de classe :**

Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Ammonium en mg.l ⁻¹	≤0,1	≤0,5	≤2	≤5	>5
Nitrates en mg.l ⁻¹	≤10	≤50	*	*	*
Nitrites en mg.l ⁻¹	≤0,1	≤0,3	≤0,5	≤1	>1

* : pas de valeurs établies, à ce stade des connaissances ; elles seront établies ultérieurement

Remarque pour l'azote Kjeldahl : pour ce paramètre, les valeurs de limite de classe ne sont pas encore établies dans le nouveau système d'évaluation du bon état. Par conséquent, le référentiel de classe de qualité choisi pour ce paramètre est celui du SEQ-Eau

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Azote Kjeldahl en mg.l ⁻¹	≤1	≤2	≤4	≤10	>10

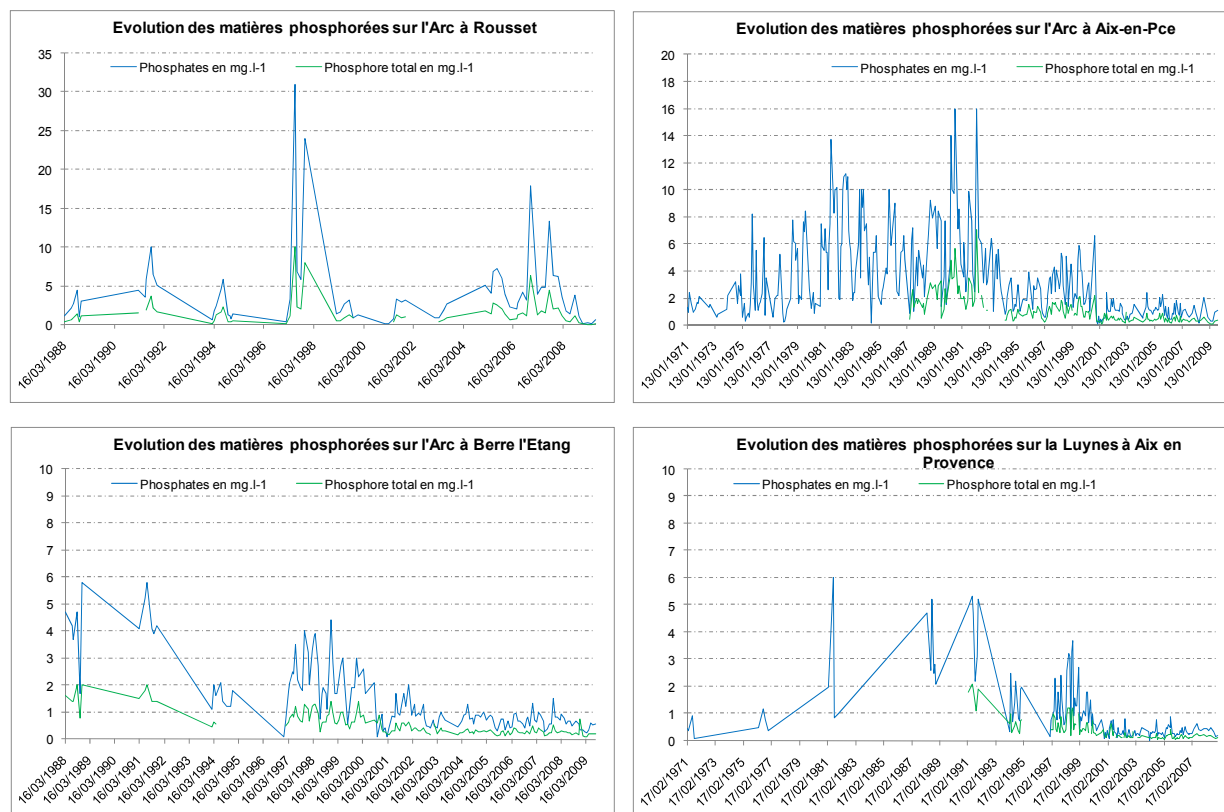
		Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset (1988 – 2009)	Ammonium en mg.l ⁻¹	0,05	46,8	5,4
	Azote Kjeldahl en mg.l ⁻¹	0,73	36,6	7
	Nitrates en mg.l ⁻¹	0,5	27	14,1
	Nitrites en mg.l ⁻¹	0,06	2,3	0,74
L'Arc à Aix-en-Provence (1971 – 2009)	Ammonium en mg.l ⁻¹	0,01	19,3	3,8
	Azote Kjeldahl en mg.l ⁻¹	0,44	14,2	2,7
	Nitrates en mg.l ⁻¹	1	36	12,8
	Nitrites en mg.l ⁻¹	0,01	16,6	1,4
L'arc à Berre l'étang (1988 – 2009)	Ammonium en mg.l ⁻¹	0,01	3,8	0,3
	Azote Kjeldahl en mg.l ⁻¹	0,13	3,8	1
	Nitrates en mg.l ⁻¹	8,9	68	22,7
	Nitrites en mg.l ⁻¹	0,02	2,1	0,38
La Luynes à Aix-en-Provence (1971 – 2008)	Ammonium en mg.l ⁻¹	0,01	6,4	0,65
	Azote Kjeldahl en mg.l ⁻¹	0,15	7,6	1,3
	Nitrates en mg.l ⁻¹	1	24	10
	Nitrites en mg.l ⁻¹	0,02	3,3	0,36

De très fortes valeurs d'ammonium et d'azote Kjeldahl, comprises entre 35 et 45 mg.l⁻¹ en 2007, sont mises en valeur dans l'Arc au niveau de Rousset et liées certainement au rejet de station d'épuration située en amont. Cette situation semble s'améliorer depuis 2008 avec des teneurs beaucoup plus faibles.

La séquence de données met en évidence une tendance à l'amélioration pour les nitrites, l'ammonium et l'azote Kjeldahl, sur l'Arc au niveau d'Aix-en-Provence et de Berre l'étang depuis ces dernières années (2001 et 2004). Pour les nitrates, le nouveau référentiel (SEEE) classe l'Arc et la Luynes en bon état malgré des teneurs élevées. La présence des nitrates est liée à la présence des autres formes de matières azotées (l'azote organique se transforme en ammonium puis l'ammonium s'oxyde en nitrite puis les nitrites en nitrates). Les nitrates sont également souvent utilisés comme engrais et traduisent une pollution d'origine agricole. Par conséquent, l'Arc est caractérisé par un flux de matières azotées.

Sur la Luynes, la chronologie nous indique une amélioration depuis 2002 des teneurs en matières azotées, la qualité depuis ces dernières années est bonne.

ÉVOLUTION DES MATIÈRES PHOSPHORÉES



Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Orthophosphates en mg.l ⁻¹	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	≤ 2	> 2
Phosphore total en mg.l ⁻¹	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 1	> 1

		Valeur min.	Valeur max.	Moyenne
L'Arc à Rousset (1988 – 2009)	Orthophosphates en mg.l ⁻¹	0,1	31	4,1
	Phosphore total en mg.l ⁻¹	0,07	10,1	1,5
L'Arc à Aix-en-Provence (1971 – 2009)	Orthophosphates en mg.l ⁻¹	0,1	16	3,4
	Phosphore total en mg.l ⁻¹	0,1	7	1,1
L'arc à Berre l'étang (1988 – 2009)	Orthophosphates en mg.l ⁻¹	0,1	5,8	1,43
	Phosphore total en mg.l ⁻¹	0,09	2	0,54
La Luynes à Aix-en-Provence (1971 – 2008)	Orthophosphates en mg.l ⁻¹	0,03	6	1
	Phosphore total en mg.l ⁻¹	0,04	2,1	0,4

La qualité de l'Arc, vis-à-vis des matières phosphorées, reste mauvaise à très mauvaise sur l'ensemble de son bassin versant malgré une amélioration ressentie depuis les années 2000 au niveau d'Aix-en-Provence et de Berre l'Étang. Au niveau de Rousset, les teneurs en phosphates et phosphore total sont élevées de 2006 à 2008. Ces fortes teneurs peuvent être liées à l'utilisation de détergents et d'engrais sur le haut du bassin versant de l'Arc. Depuis 2008, une amélioration de la situation de la situation est notée avec une baisse de ces teneurs.

Sur la Luynes, la situation s'est améliorée depuis 2001, la qualité est passée de très mauvaise à passable, mais ne reste pas satisfaisante.

2.3.3 Zoom sur ces cinq dernières années

Ce zoom est réalisé à partir des classes de qualité du SEQ-Eau, uniquement sur les stations du Réseau national de bassin. Les couleurs présentées dans les tableaux suivants correspondent aux classes de qualité du SEQ-Eau :

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
-------------------	------------	-------	----------	----------	---------------

L'ARC A ROUSSET

	2003	2005	2006	2007	2008
Matières organiques oxydables					
Matières azotées					
Nitrates					
Matières phosphorées					
Particules en suspension					
Température					
Minéralisation					
Acidification					
Effet des proliférations végétales					
Microorganismes					
Micropolluants minéraux sur eau brute					
Micropolluants minéraux sur sédiments					
Pesticides sur eau brute					
Pesticides sur sédiments					
P.C.B. sur sédiments					
H.A.P. sur eau brute					
H.A.P. sur sédiments					
Micropolluants organiques sur sédiments					
Micropolluants organiques sur eau brute					

Au cours des cinq dernières années, la qualité de l'eau reste relativement stable de 2003 à 2007, les données de 2008 n'étant pas disponibles.

La qualité de l'eau est très mauvaise vis-à-vis des matières azotées, phosphorées et des matières en suspension. Les valeurs enregistrées des paramètres in situ (température de l'eau, pH, conductivité) indiquent une très bonne à bonne qualité de l'eau. Aucune altération de la qualité n'est observée vis-à-vis des micropolluants organiques, pesticides sur eau brute en 2007.

L'ARC A AIX-EN-PROVENCE

	2004	2005	2006	2007	2008
Matières organiques oxydables					
Matières azotées					
Nitrates					
Matières phosphorées					
Particules en suspension					
Température					
Minéralisation					
Acidification					
Effet des proliférations végétales					
Microorganismes					
Micropolluants minéral sur eau brute					
Micropolluants minéral sur sédiments					
Pesticides sur eau brute					
Pesticides sur sédiments					
P.C.B. sur sédiments					
H.A.P. sur eau brute					
H.A.P. sur sédiments					
Micropolluants organiques sur sédiments					
Micropolluants organiques sur eau brute					

Globalement, la qualité de l'eau de l'Arc en aval d'Aix-en-Provence est passable.

La qualité de l'eau est très altérée par un flux de matières azotées, de matières phosphorées et de la conductivité. La qualité est passable vis-à-vis des matières organiques oxydables, des nitrates, des particules en suspension, des microorganismes, des micropolluants sur eau brute des HAP sur eau brute et sur sédiments.

Pour les autres paramètres la qualité de l'eau de l'Arc est bonne à très bonne.

L'ARC A BERRE L'ETANG

	2004	2005	2006	2007	2008
Matières organiques oxydables					
Matières azotées					
Nitrates					
Matières phosphorées					
Particules en suspension					
Température					
Minéralisation					
Acidification					
Effet des proliférations végétales					
Microorganismes					
Micropolluants minéraux sur bryophytes					
Micropolluants minéraux sur sédiments					
Pesticides sur eau brute					
Pesticides sur sédiments					
P.C.B. sur sédiments					
H.A.P. sur eau brute					
H.A.P. sur sédiments					
Micropolluants organiques sur sédiments					
Micropolluants organiques sur eau brute					

La qualité de l'Arc aval, au niveau de Berre l'Etang est globalement bonne. Une dégradation importante des eaux de l'Arc apparaît en 2008 avec des valeurs élevées en pesticides qui altèrent très fortement la qualité de l'eau de l'Arc à très mauvaise.

Un flux important en matières phosphorées et nitrates subsiste dans l'Arc aval. En 2005, un pic en nitrates est enregistré sur cette station de mesures.

LA LUYNES A AIX EN PROVENCE

	2004	2005	2006	2007	2008
Matières organiques oxydables					
Matières azotées					
Nitrates					
Matières phosphorées					
Particules en suspension					
Température					
Minéralisation					
Acidification					
Effet des proliférations végétales					
Microorganismes					
Micropolluants minéraux sur eau brute					
Micropolluants minéraux sur sédiments					
Pesticides sur eau brute					
Pesticides sur sédiments					
P.C.B. sur sédiments					
H.A.P. sur eau brute					
H.A.P. sur sédiments					
Micropolluants organiques sur sédiments					
Micropolluants organiques sur eau brute					

La qualité de la Luynes est relativement stable depuis les cinq dernières années, les données de 2008 n'étant pas disponibles. L'eau est globalement de qualité bonne. Une altération de la qualité de l'eau, par les particules en suspension à une eau de qualité très mauvaise est présente depuis les cinq dernières années pour la minéralisation. L'altération par les particules en suspension est apparue en 2007.

Une légère amélioration des taux de PCB sur sédiment apparaît en 2005. Les teneurs en HAP sur eau brute et sédiment sont élevées de 2004 à 2006 et confèrent à l'arc une qualité passable.

2.3.4 Synthèse de la qualité hydrobiologique

Rappel sur de classes de bon état : l'Arc se situe dans l'hydroécocorégion (HER) de niveau 1 Méditerranée cas général par conséquent les limites de classes sont les suivantes :

Classe de bon état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
IBGN	20-16	16 - 14	14-10	10-6	6-0

	2003	2004	2005	2006	2007
L'Arc à Rousset	9			4	8
L'Arc à Saint Pons	10	10	6	10	12
L'Arc à Berre l'étang	13	12	14	10	15
La Luynes à Aix-en-Provence	11	8	8	9	11

La qualité hydrobiologique exprimée par les notes IBGN des stations RNB au cours de ces dernières années indique que l'Arc est un milieu très fragile et dégradé dans sa partie amont. L'amélioration des notes IBGN de l'amont vers l'aval montre que l'Arc garde malgré les nombreux rejets anthropiques un certain pouvoir autoépurateur. L'étude de la liste faunistique montre toutefois l'absence de taxons polluo-sensibles.

La Luynes aussi présente une situation fragilisée par l'activité humaine avec une qualité hydrobiologique passable et une abondance de taxons polluo-résistants.

Rappel de l'objectif de la DCE : L'objectif du bon état écologique n'est atteint qu'au niveau de Berre l'étang en 2007.

3 LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS

3.1 Généralités sur l'hydrologie de l'Arc et de la Luynes

L'Arc, cours d'eau de collines méditerranéennes (classification cours d'eau méditerranéen, agence de l'eau 2006), possède un **régime hydrologique de type méditerranéen** avec un étiage estival très prononcé, pouvant aller jusqu'à l'assèchement du secteur amont et des crues très violentes.

Quatre stations de la banque Hydro sont localisées sur le linéaire de l'Arc et une sur la Luynes.

Code station	Cours d'eau	Localisation	Module	QMNA5
Y40002010	Arc	Pourrières	0,182	0,002
Y4022010	Arc	Meyreuil	1,23	0,150
Y4122040	Arc	Aix en Provence	2,72	0,880
Y4122020	Arc	Berre l'étang	3,49	0,340
Y4115020	Luynes	Aix en Provence		

Le module (débit moyen), à la source de l'Arc, est de $0,182 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (données calculées sur 16 ans) et de $3,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (donnée calculée sur 38 années) sur l'Arc au niveau de Berre l'Étang.

Le régime hydrologique de l'Arc est simple, de type **pluvial méditerranéen**. Il est caractérisé par une période de hautes eaux en hiver et une période de basses eaux s'étalant de juin à septembre.

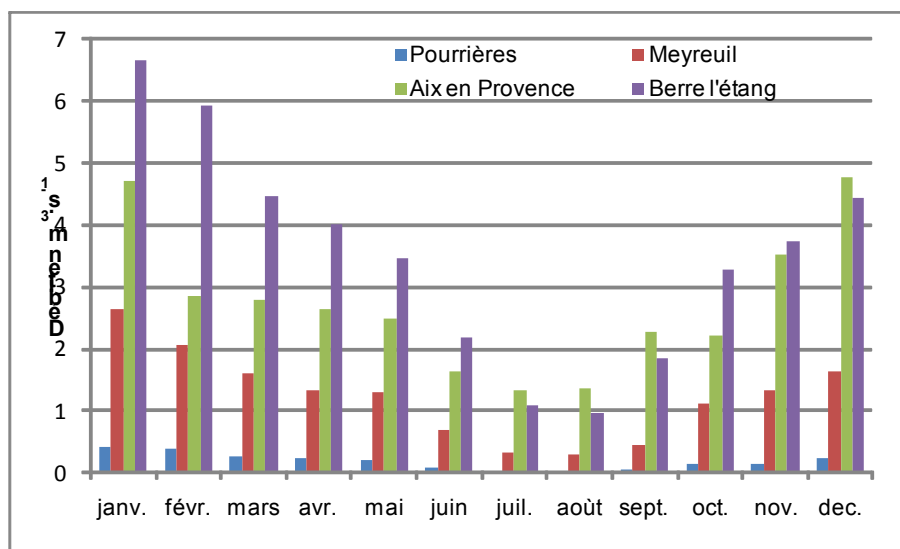


Figure 1 : Débits moyens mensuels de l'Arc en 2009

La période de hautes eaux atteint son maximum en janvier et l'étiage estival s'étale de juin à septembre.

Le régime hydrologique de la Luynes est également de type **pluvial méditerranéen**. Il est caractérisé par une période de hautes eaux en hiver et une période de basses eaux s'étalant de juin à septembre.

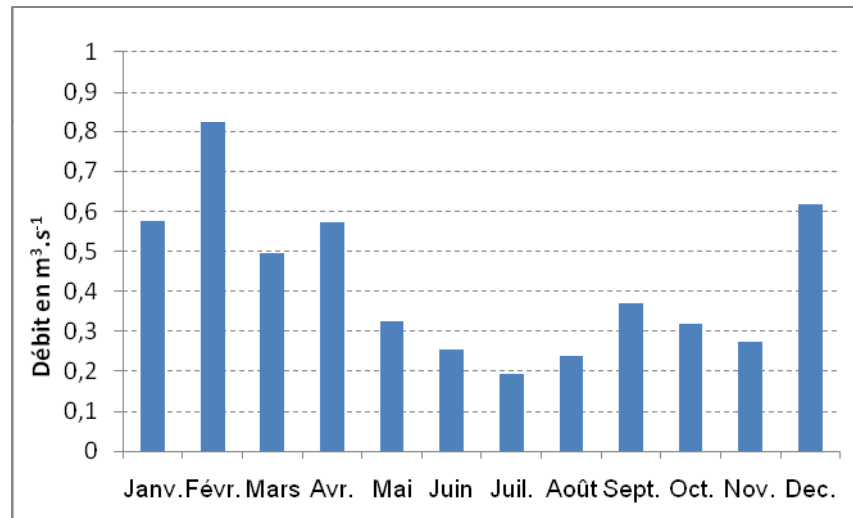


Figure 2 : Débits moyens mensuels de la Luynes à Aix-en-Provence en 2009

Remarque : les valeurs enregistrées sont commentées comme douteuse par le gestionnaire de la station pour les mois de janvier à avril et de juin à décembre 2009.

3.2 Commentaire sur l'hydrologie de l'Arc et de la Luynes pour l'année 2009

Pour l'ensemble des stations hydrologiques de la banque Hydro, toutes les campagnes de prélèvements sont indiquées sur la figure présentant l'évolution des débits journaliers moyens :

- Campagne hivernale - Physico-chimie, jaugeage, bactériologie
- Campagne printanière – Physico-chimie, jaugeage, bactériologie, pesticides
- Campagne estivale - Physico-chimie, jaugeage, bactériologie, IBGN, IBD métaux lourds
- Campagne automnale - Physico-chimie, jaugeage, bactériologie

Rappel de définition :

Quinquennales humides sont les débits les plus hauts pouvant être atteints une année sur cinq.

Quinquennales sèches : débit qui a la probabilité 4/5 d'être dépassé chaque année.

Médiane : 50 % des valeurs sont supérieures à la médiane et 50 % lui sont inférieures.

L'ARC A POURRIERES – STATION Y40002010

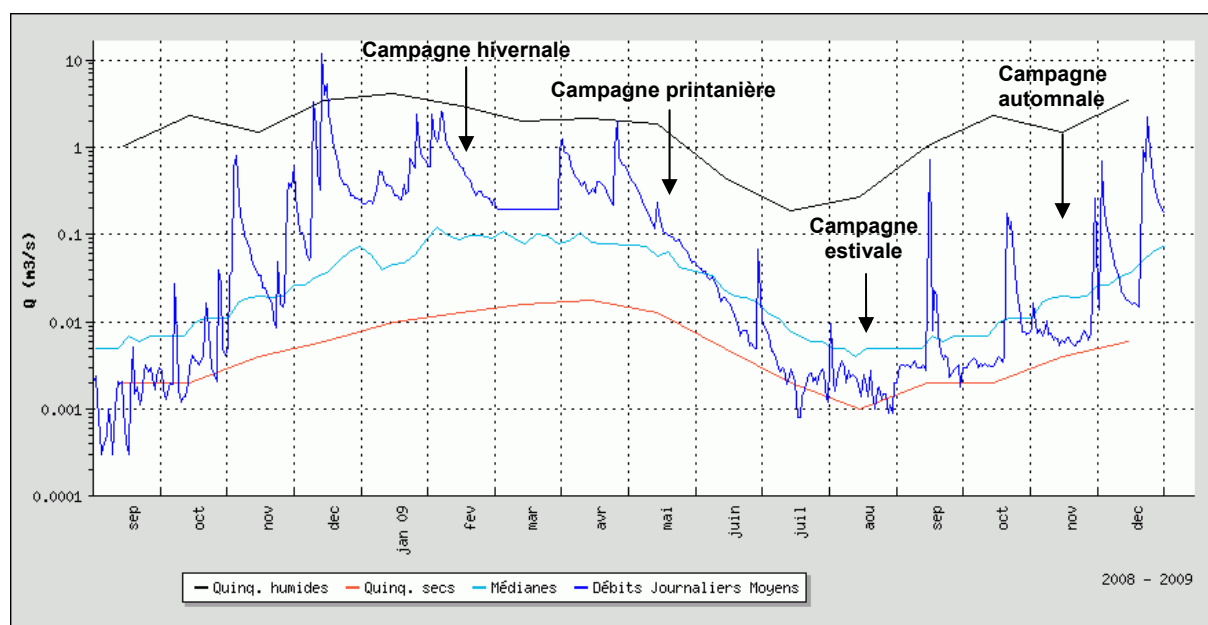


Figure 3 : Évolution des débits journaliers moyens de l'Arc à Pourrières de septembre 2008 à décembre 2009

L'ARC A MEYREUIL – STATION Y4022010

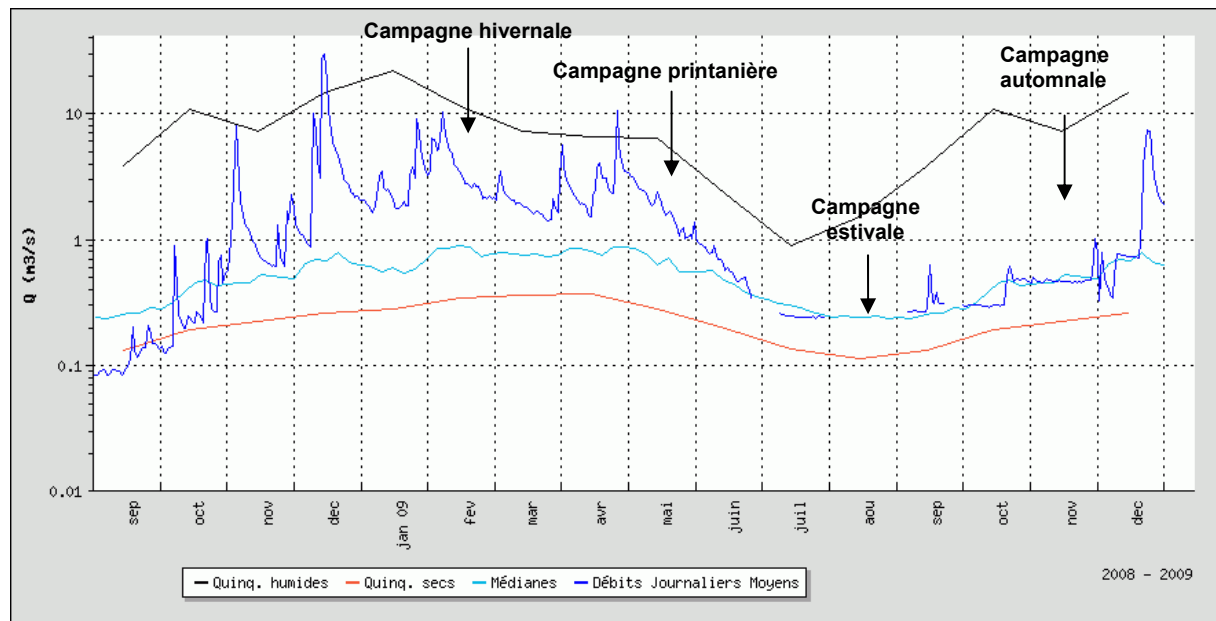


Figure 4 : Évolution des débits journaliers moyens de l'Arc à Meyreuil de septembre 2008 à décembre 2009

L'ARC A AIX-EN-PROVENCE – STATION Y4122040

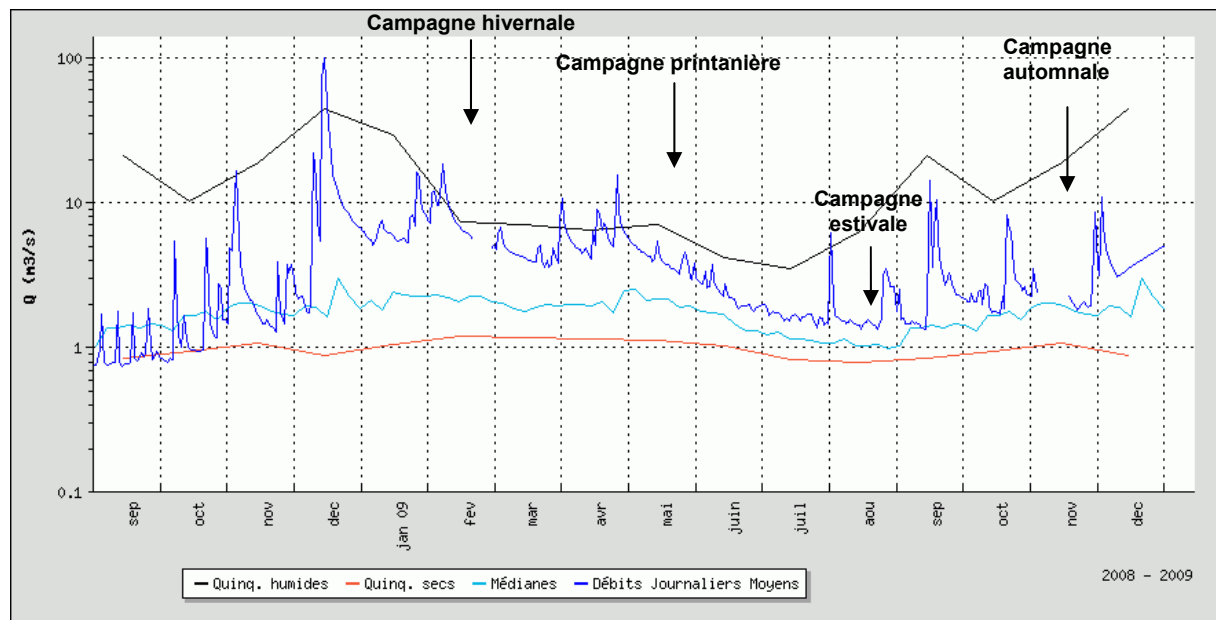


Figure 5 : Évolution des débits journaliers moyens de l'Arc à Aix-en-Provence de septembre 2008 à décembre 2009

L'ARC A BERRE L'ÉTANG – STATION Y4122020

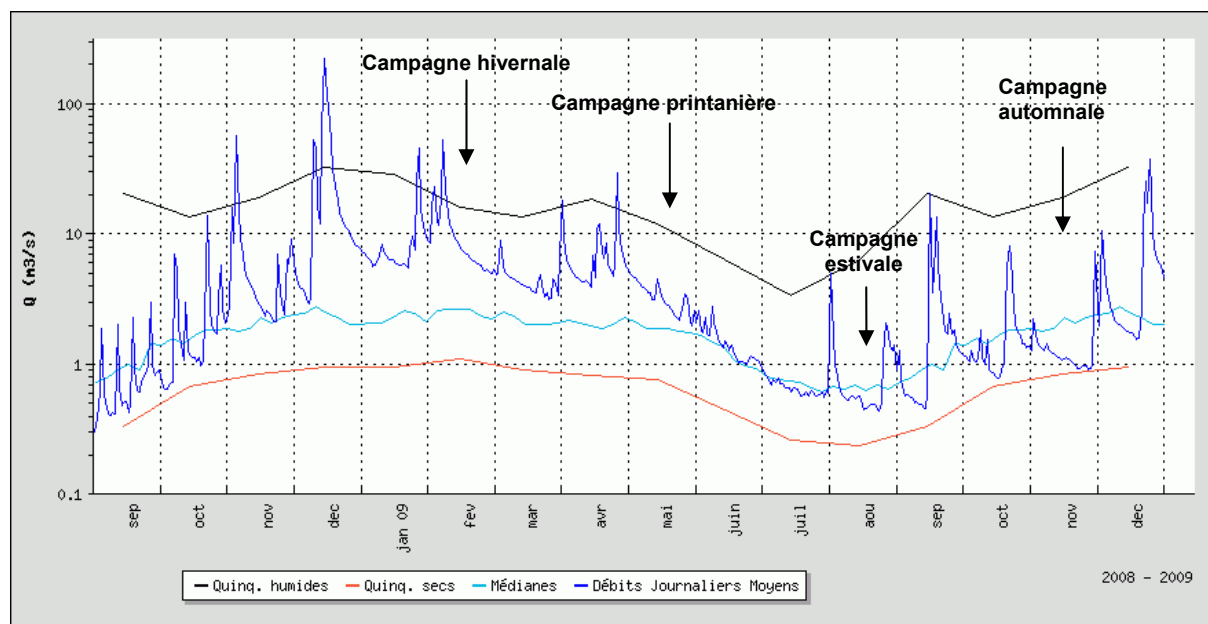


Figure 6 : Évolution des débits journaliers moyens de l'Arc à Berre l'Étang de septembre 2008 à décembre 2009

LA LUYNES A AIX-EN-PROVENCE – STATION Y4115020

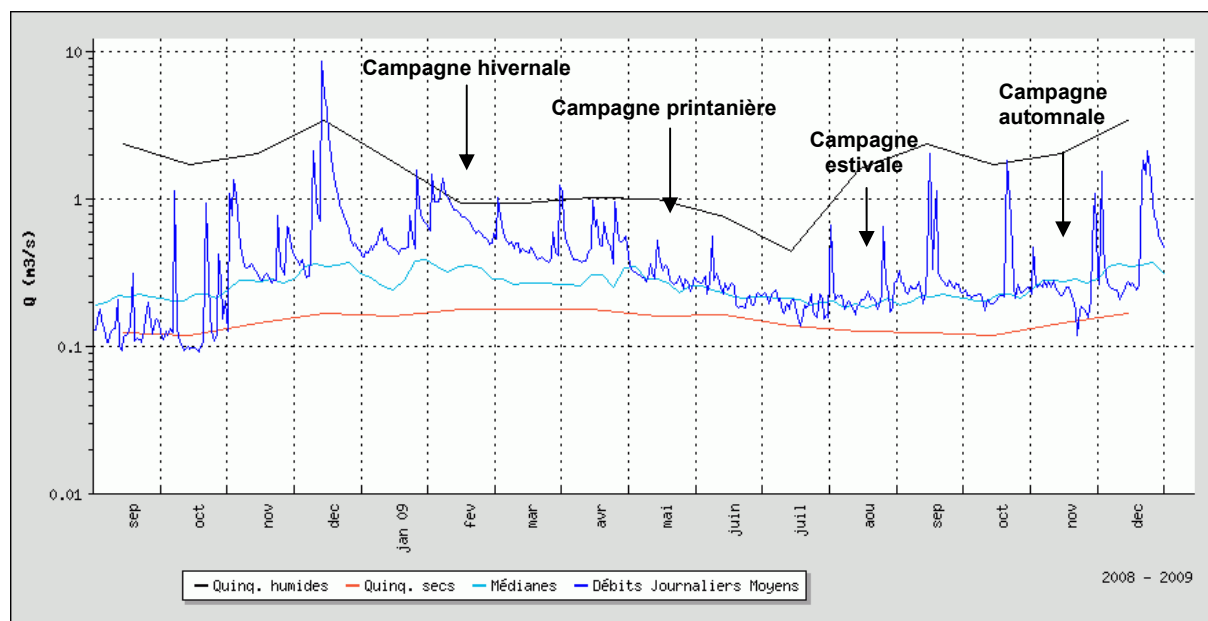


Figure 7: Débits journaliers moyens de la Luyne à Pourrières de septembre 2008 à décembre 2009 (données banque hydro)

Comme le montre l'ensemble des figures précédentes, les campagnes de prélèvement ont été réalisées dans les conditions hydrologiques suivantes pour l'ensemble des stations :

- campagne hivernale : période de hautes eaux, au dessus de la médiane
- campagne printanière : période de moyennes eaux
- campagne estivale : période d'étiage
- campagne automnale : débits assez faibles pour la saison, proches de la quinquennale sèche en tête de bassin à Pourrières et en fermeture à Berre l'Étang.

3.3 Évolution du régime hydrologique de l'Arc en 2009 par rapport aux dix dernières années

Aux vues de la disponibilité des données et du positionnement des stations, les stations de la banque hydro retenues pour évaluer le régime hydrologique de 2009 en comparaison avec les années précédentes sont l'Arc à Pourrières (station Y40002010) en tête de bassin et l'Arc à Berre l'étang (station Y4122020) en fermeture de bassin. Les relevés de débits sur la Luynes étant douteux cette station ne fait pas l'objet d'une comparaison décennale de son régime hydrologique. L'ensemble des éléments de comparaison du régime hydrologique de l'Arc en 2009 par rapport aux dix dernières années est présenté dans l'annexe 5.

L'ARC A POURRIERES – STATION Y40002010

Les **débits maximaux enregistrés sur une période de 10 jours** (VCX10¹) ne sont pas exceptionnels pour l'année 2009 avec une fréquence comprise entre biennale et triennale humide en comparaison avec l'année 2008 où les débits enregistrés au mois de décembre sont supérieurs à la décennale humide (le double des débits maximaux enregistrés en 2009).

Sur la période 2000 – 2009, le **débit seuil maximal sur 10 jours consécutifs** (QCX10²) le plus important a été enregistré en 2001 avec un débit de 1,570 m³.s⁻¹ et suit le QCX10 de 2009 avec un débit de 0,879 m³.s⁻¹.

L'analyse des débits de crue pour une année donnée est une façon de caractériser les crues en utilisant le **débit maximal instantané mensuel de crue** (QIX) et le **plus fort débit journalier** (QJX). En 2009, le débit maximal mensuel a été observé en décembre et le débit journalier maximal lors des crues violentes de février. Les débits de crues de 2009 par rapport aux crues observées depuis 2000 sont de faibles voir très faibles intensités (fréquence du QIX entre biennale et triennale sèche et fréquence QJX : quadriennale sèche).

Le **débit seuil minimal annuel non dépassé pendant 3 jours consécutifs**³ (QCN3) le plus faible enregistré est de 0 l.s⁻¹ en 2000. En 2009, le débit seuil minimum est de 1 l.s⁻¹ par conséquent l'année 2009 est considérée comme relativement sèche, mais pas exceptionnellement sèche.

Les étiages sont caractérisés par des moyennes de débit minimal sur plusieurs jours consécutifs. Les grandeurs utilisées sont le QMNA⁴ et le VCN30⁵. En tête de bassin, le débit d'étiage traduit par la QMNA est faible en 2009 : l'étiage estival est prononcé dans ce secteur. Le **débit moyen minimal annuel calculé sur 30 jours consécutifs** (VCN30) le plus bas enregistré sur la période 2000-2009 à Pourrières est de 0 l.s⁻¹ en 2000. La période d'étiage sévère pour l'année 2009 est comprise entre le 3 août et le 1^{er} septembre.

¹ Le VCX10 de la période du 1^{er} janvier au 31 décembre est le débit maximal calculé sur 10 débits journaliers consécutifs pendant cette période.

² Le QCX10 de la période du 1^{er} janvier au 31 décembre correspond au plus petit maximum de 10 débits journaliers consécutifs observé pendant cette période.

³ Le QCN3 est souvent utilisé pour la connaissance de la ressource minimum de la rivière (liée à la qualité de l'eau). Il correspond au plus petit maximum des 3 débits journaliers consécutifs.

⁴ Le QMNA est le débit mensuel minimal de l'année calculé à partir d'un mois calendaire

⁵ Le VCN30 renseigne sur la ressource minimum sur un mois. À la différence du QMNA, il est calculé sur une période de 30 jours consécutifs quelconques.

L'ARC A BERRE L'ETANG – STATION Y4122020

Comme pour la station précédente, les **débits maximaux enregistrés sur une période de 10 jours** (VCX10) ne sont pas exceptionnels pour l'année 2009 avec une fréquence comprise entre la biennale et la triennale humide. En comparaison avec l'année 2008, où les débits enregistrés au mois de décembre sont supérieurs à la décennale humide soit plus du triple des débits maximaux enregistrés en 2009.

L'analyse des débits de crue pour une année donnée est une façon de caractériser les crues en utilisant le débit maximal instantané mensuel de crue (QIX) et le plus fort débit journalier (QJX). Le **débit mensuel maximal instantané** (QIX) de l'Arc est observé le 27 janvier pour l'année 2009 soit 3 jours après celui observé en tête de bassin. Avec un débit de $85,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, il fait parti des QIX les plus faibles enregistrés entre 2000 et 2009. Le **débit journalier maximal** (QJX) a été enregistré le 7 février 2009 soit 1 jour après la tête de bassin et sa fréquence se situe entre une fréquence biennale et triennale humide en opposition avec le QIX enregistré compris entre une fréquence biennale et triennale sèche.

Le débit seuil minimum sur 3 jours (QCN3) le plus bas enregistré au cours de ces dix dernières années est de $180 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ en 2007, année particulièrement sèche (fréquence supérieure à la décennale sèche). En 2009, le débit seuil minimum est de $474 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ qui correspond à la fréquence quinquennale humide par conséquent l'étiage estival 2009 est considéré comme relativement humide pour cette station.

Les étiages sont caractérisés par des moyennes de débit minimal sur plusieurs jours consécutifs. On utilisera ici du mois le plus faible (QMNA) et des 30 jours les plus faibles (VCN30). **Le débit mensuel minimal** (QMNA) enregistré en juillet 2009 montre que l'étiage en fermeture de bassin est moins prononcé que les années précédentes (fréquence : quinquennale humide) contrairement à la tête de bassin (fréquence : quadriennale sèche). Après l'année 2003, c'est le débit mensuel minimal le plus humide. L'Arc en fermeture de bassin possède un **débit moyen minimal annuel sur 30 jours consécutifs** (VCN30) élevé pour l'année 2009 avec une fréquence quinquennale humide. Sur la période de 2000 à 2009, l'étiage le plus sévère est enregistré du 23 juillet au 18 août 2005.

CONCLUSION

En tête de bassin, les crues de l'Arc sont de faibles intensités pour l'année 2009 par rapport aux dix dernières années et la période d'étiage estival compris entre le 3 août et le 1^{er} septembre est relativement prononcée.

En fermeture de bassin sur l'Arc, les crues sont également de faibles intensités en comparaison avec les dix dernières années. Par contre, la période d'étiage, comprise entre le 23 juillet et le 18 août 2009, est peu prononcée en fermeture de bassin vis-à-vis des dix dernières années.

3.4 Évolution longitudinale du régime hydrologique de l'arc et ses affluents au cours des campagnes d'analyse 2009

Le débit instantané a été mesuré lors de chaque campagne d'analyse sur les 14 stations de suivi physico-chimique.

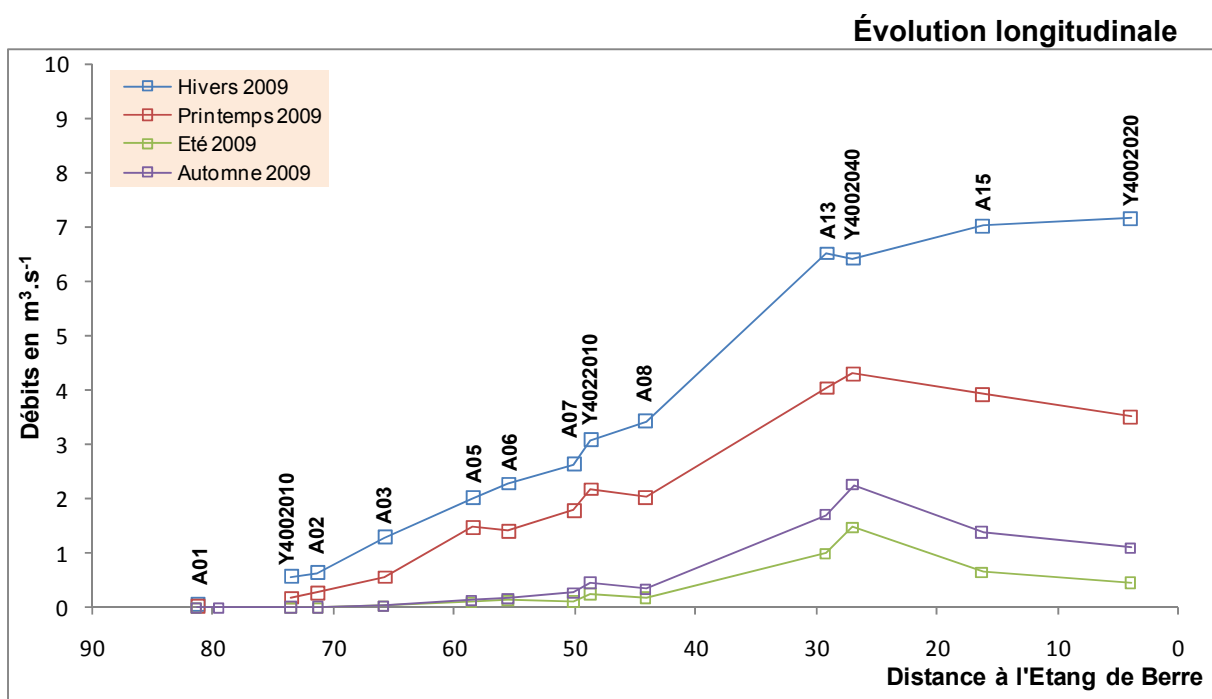
La technique employée a été celle du jaugeage au courantomètre électromagnétique.

Les débits mesurés aux stations hydrométriques du Réseau de Contrôle de Surveillance ont été intégrés aux mesures réalisées pour cette étude.

L'arc de Pourcieux à Berre l'étang

Résultats bruts

Localisation	Débits en $m^3 \cdot s^{-1}$													
	A01	A01bis	Y4002010	A02	A03	A05	A06	A07	Y4022010	A08	A13	Y4122040	A15	Y4122020
Pourcieux	0,059													
Pourcieux														
Pourrières			0,574	0,657	1,299	2,016	2,283	2,634	3,080	3,432	6,512	6,410	7,000	7,150
Amont Trets														
Aval Trets														
Aval Rousset														
Chateaneuf le rouge														
Meyreuil														
Meyreuil														
Amont Aix														
Aval Aix														
Roquefavour														
La Fare les oliviers														
Berre l'Étang														
16 - 17/02/09	0,059		0,574	0,657	1,299	2,016	2,283	2,634	3,080	3,432	6,512	6,410	7,000	7,150
11 - 12/05/09	0,018	NM	0,173	0,264	0,552	1,467	1,405	1,784	2,180	2,021	4,036	4,300	3,905	3,510
17-18/08/09	0,000		0,002	0,001	0,020	0,102	0,135	0,120	0,258	0,187	0,999	1,480	0,665	0,458
16-17/11/09	0,000	0,004	0,006	0,007	0,035	0,136	0,159	0,261	0,462	0,329	1,710	2,250	1,380	1,100



Plusieurs remarques découlent des résultats obtenus lors des quatre campagnes :

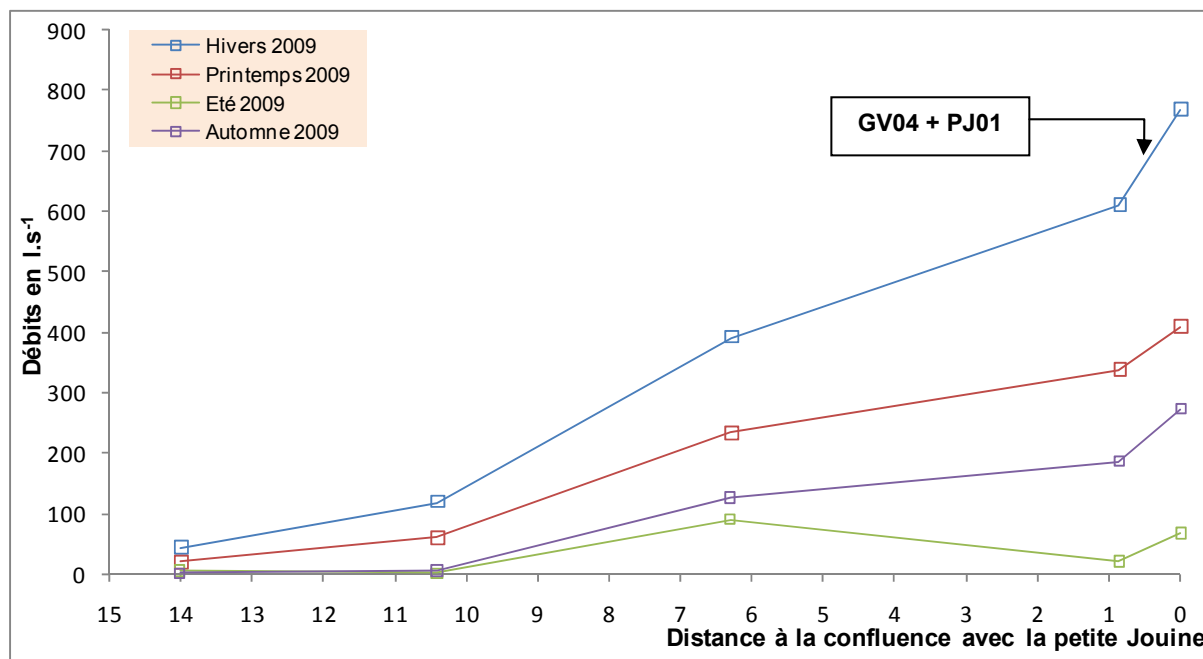
- ↪ De Pourcieux jusqu'en aval de la ville d'Aix-en-Provence, les débits augmentent progressivement au gré des multiples apports (affluents, sources et effluents) chaque saison.
- ↪ Entre A08 (amont Aix) et A13 (aval Aix-en-Provence), l'augmentation des débits s'accroît avec les apports des principaux affluents de l'Arc : la Luynes, la Jouïne, le vallon des Marseillais, le ruisseau Malvallat. Entre A13 et la station Hydrométrique de Roquefavour, les apports du Grand Torrent sont plus marqués en période d'étiage (été et automne).
- ↪ En aval d'Aix-en-Provence (A13) jusqu'à Berre l'étang, les débits de l'Arc ont diminué progressivement au printemps, à l'été et à l'automne. Par contre, cette tendance s'inverse en hiver. Cette inversion de phénomène naturel est certainement due à des prélèvements à usage agricole. En effet, sur ce tronçon deux prélèvements d'ASA sont identifiés : au niveau du seuil de Moulin du Pont (ASA de la Farre les Oliviers) et au niveau du seuil des Gordes (ASA de Gorde et Bosque). Il peut également exister des prélèvements diffus.
- ↪ L'étiage estival est prononcé avec un débit nul à Pourcieux et très faible jusqu'à Trets : l'Arc dans ce secteur amont, en période estivale, est alimenté essentiellement par les apports de station d'épuration. L'essentiel des affluents, en tête de bassin, étant des ruisseaux temporaires les apports dans l'Arc sont très faibles.
- ↪ Les débits enregistrés lors de la campagne automnale sont faibles pour la saison et inférieurs aux débits printaniers. La station de référence est encore à-sec.
- ↪ La prise en compte du rôle des affluents est très importante en termes de qualité d'eau (transfert de pollution d'eau et effet de dilution).

Le Grand Vallat amont Simiane à la confluence avec Petite Jouine

Résultats bruts

	Débits en l/s				
	GV01	GV02	GV03	GV04	PJ01
16 - 17/02/09	43	119	392	611	158
11 - 12/05/09	20	61	234	338	72
17 -18/08/09	6	2	89	21	46
16-17/11/09	3	7	127	186	86

Évolution longitudinale



Comme pour l'Arc les débits augmentent progressivement de l'amont vers l'aval, au gré des multiples apports.

L'étiage estival du Grand Vallat est marqué avec une perte de près de 75 % de son débit entre la campagne hivernale et estivale pour la station GV04 et une perte de 80 % pour la station GV03.

Les apports de la Petite Jouine dans le Grand Vallat correspondent à 26 % en période hivernale, 21 % au printemps, 219 % en été et 46 % en automne.

La somme des apports du Grand Vallat et de la Petite Jouine représente environ 10 % du débit de l'Arc enregistré au niveau de la station A13 (en aval de la confluence Grand Vallat – Arc).

SYNTHESE SUR L'HYDROLOGIE DE L'ARC EN 2009

- ▶ **Régime hydrologique du bassin versant de l'Arc de type méditerranéen** avec un étiage estival très prononcé, pouvant aller jusqu'à l'assèchement du secteur amont

- ▶ **Étiage estival plus prononcé en tête de bassin qu'en fermeture**

- ▶ Peu d'apports latéraux dans la haute Vallée (cours d'eau essentiellement temporaires) alors que la Luynes et la Jouïne contribuent fortement à l'augmentation du débit de l'Arc en aval d'Aix-en-Provence.

- ▶ Rôle très important des affluents en termes de qualité d'eau (transfert de pollution d'eau et effet de dilution) en période d'étiage.

- ▶ Hydrologie de l'arc en 2009 « normale » par rapport aux 10 dernières années

- ▶ **Campagnes de prélèvements réalisées dans de bonnes conditions hydrologiques**

- ▶ **Mois de novembre 2009 relativement sec en tête de bassin** : station de référence toujours à-sec à la mi-novembre.

- ▶ **Diminution du débit dans la partie basse de l'Arc due aux prélèvements agricoles et éventuellement à des prélèvements diffus**

4 ETAT ÉCOLOGIQUE DE L'ARC ET SES AFFLUENTS

4.1 Éléments physico-chimiques généraux

4.1.1 Méthodologie

GENERALITE

Pour l'ensemble des campagnes :

- Les paramètres in situ ont été mesurés à l'aide d'une sonde multiliné P4 WTW (conductivité, pH et températures) et d'un oxymètre Hach Lange HQ30D (oxygène et taux de saturation)
- L'analyse des autres paramètres a été réalisée par le laboratoire de la Société de Canal de Provence : le flaconnage a été acheminé et les prélèvements effectués selon les chartes qualité en vigueur.

Les résultats bruts sont consultables à l'annexe 6.

SYSTEME D'ÉVALUATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES 2009

Suite à la directive Cadre sur l'Eau, les techniques d'évaluation de l'état écologique et chimique des cours d'eau ont été actualisées en France en 2009.

L'état écologique comprend les analyses des paramètres biologiques (IBGN, IBD et IPR) et des paramètres physico-chimiques "de base" et est représenté par cinq classes d'état avec le code couleur suivant :

Classes d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------------	----------	-----	-------	----------	---------

L'état chimique est évalué à partir des 41 substances prioritaires et dangereuses en deux classes d'état

De plus, un niveau de confiance est attribué à l'état écologique et à l'état chimique de chaque masse d'eau.

Pour certains paramètres, les limites de seuil ne sont pas encore établies à ce stade des connaissances. Par conséquent, le système d'évaluation : le SEQ-Eau est alors choisi comme référentiel.

SYSTEME D'ÉVALUATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES SEQ-EAU

L'interprétation de la composition physico-chimique des eaux se pratique en France par le Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux (**S.E.Q. Eau**). Ce système caractérise la qualité physico-chimique de l'eau par altération (regroupement de paramètres de même nature ou de même effet permettant de décrire les types de dégradations de la qualité de l'eau). Le S.E.Q. Eau calcule l'incidence sur la biologie et les usages avec un indice de qualité (note sur 100) de 5 classes représentées chacune par une couleur.

Le SEQ Eau fournit des évaluations sur la qualité physico-chimique de l'eau pour chaque altération et calcule l'incidence sur la biologie et les usages avec un indice de 5 classes.

Indices	100	80	60	40	20
Classes	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

L'indice de qualité pour chaque paramètre d'une altération est compris entre 0 et 100 suite à une normalisation des concentrations déterminées par des abaques dont les règles de construction sont communes à tous les paramètres. La qualité de l'eau pour chaque paramètre est déterminée par le paramètre le plus déclassant.

Ces classes de qualité sont construites à partir de l'aptitude de l'eau à la biologie et aux usages liés à la santé (production d'eau potable et loisirs aquatiques).

- La classe bleue permet la vie, la production d'eau potable après une simple désinfection et les loisirs aquatiques.
- Dès que l'aptitude à l'un des trois quitte le bleu, la classe de qualité passe au vert
- Dès que l'aptitude à l'un des trois passe au rouge la classe de qualité passe au rouge
- Entre ces deux, les évolutions des classes d'aptitude font varier la qualité de l'eau entre le vert et l'orange.

Tous les résultats sont présentés sous forme de tableau indiquant sa valeur et sa classe de qualité.

4.1.2 Campagne hiver 2009

La campagne de prélèvement a été réalisée du 16 au 17 février 2009. Les conditions météorologiques et hydrologiques étaient très bonnes : beau temps ensoleillé, eau claire et stabilisée.

L'arc de sa Source à L'étang de Berre

Paramètres mesurés in-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
A01	Pourcieux	16/02/2009	08:30	4,7	0,0	11,5	93	8,6	717
A02	Amont Trets	16/02/2009	10:00	6	5,4	11,8	97	8,6	778
A03	Aval Trets	16/02/2009	10:30	5,8	6,0	11,5	94	8,3	880
A04	Rousset (RCS)	24/02/2009	-	7,5	-	10,9	89	8,0	883
A05	Aval Rousset	16/02/2009	11:10	7,5	7,0	10,7	92	8,0	935
A06	Chateaneuf le Rouge	16/02/2009	12:00	7,4	7,6	10,8	92	8,0	963
A07	Meyreuil	16/02/2009	13:30	8	15,0	11,2	97	8,1	957
A08	Amont Aix en Pce	16/02/2009	14:30	7,9	14,0	11,6	100	8,3	906
	Point 1	16/02/2009	8:00	5,6	0	12	98	8,4	895
A09	Amont STEP Pioline	16/02/2009	9:00	7,1	0	12,4	103	8,5	910
A10	Aval STEP Pioline	16/02/2009	10:00	8,3	4	12,1	104	8,4	918
A11	Pont SNCF Les Milles	16/02/2009	11:00	9,3	10	12,2	105	8,3	1000
A12	Aix en Provence (RCS)	27/01/2009	-	8,5	-	11,9	103	8,1	839
	Centre Equestre Pacademo	16/02/2009	12:00	9,3	12	11,5	101	8,3	1000
A13	Aval Aix en Pce	16/02/2009	15:20	9,1	10,0	11,4	100	8,2	988
A14	Gué du Paradou	16/02/2009	14:00	8,9	12	11,8	102	8,4	943
A15	La Farre les Oliviers	17/02/2009	14:15	8,4	10,0	11,7	102	8,7	959
A17	Berre l'Etang (RCS)	24/02/2009	-	9,8	-	13,7	119	8,3	919

Les eaux de l'Arc sont de bon état vis-à-vis des paramètres mesurés in-situ.

Les eaux de l'Arc sont fraîches et bien oxygénées. Un léger gradient thermique est observé de l'amont vers l'aval.

Le pH et la conductivité mesurés dans le cadre l'étude indiquent que les eaux sont légèrement basiques et fortement minéralisées.

Paramètres mesurés au laboratoire

		Classe de bon état						
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	2,8	<2,5	<0,05	<0,1*	<0,02	<0,01	5,3
A02	Amont Trets	2,8	<2,5	0,19	<0,1*	<0,02	0,03	12
A03	Aval Trets	3,2	<2,5	0,18	<0,1*	0,1	0,06	17
A04	Rousset (RCS)	2,2	1	0,22	0,07	0,18	0,1	21
A05	Aval Rousset	3	<2,5	0,12	<0,1*	0,12	0,09	17
A06	Chateauneuf le Rouge	3,1	<2,5	0,2	<0,1*	0,12	0,09	19
A07	Meyreuil	3,1	2,5	0,23	<0,1*	0,13	0,1	18
A08	Amont Aix en Pce	2,8	<2,5	0,22	<0,1*	0,08	0,08	17
	Point 1		<2,5	0,15	<0,1*	0,12	0,11	15
A09	Amont STEP Pioline		<2,5	0,13	<0,1*	0,16	0,12	17
A10	Aval STEP Pioline		<2,5	0,33	0,13	0,23	0,14	15
A11	Pont SNCF Les Milles		<2,5	0,24	<0,1*	0,23	0,16	16
A12	Aix en Provence (RCS)	3,9	2,7	0,31	0,1	0,28	0,17	16
	Centre Equestre Pacademo		3,3	0,29	<0,1*	0,3	0,22	18
A13	Aval Aix en Pce	3	2,9	0,87	0,18	0,28	0,25	19
A14	Gué du Paradou		<2,5	0,27	<0,1*	0,14	0,16	17
A15	La Farre lesooliviers	3,1	<2,5	1,5	0,1	0,10	0,16	19
A17	Berre l'Etang (RCS)	2,4	1,2	0,28	0,09	0,06	0,13	19,9

* : valeurs inférieures au seuil de détection du laboratoire, mais supérieures à la limite inférieure de la classe très bon état

Globalement les eaux de l'Arc correspondent à **un bon voire à un très bon état**. Seuls les phosphates déclassent l'état écologique de l'Arc au niveau d'Aix en Provence (station A13) et de la Farre les Oliviers (A15).

Les valeurs de carbone organique dissous et de demande biologique en oxygène indiquent que l'état de l'Arc est globalement très bon.

Les concentrations en phosphore total restent relativement stables sur le linéaire et négligeables (inférieures au seuil de détection du laboratoire <0,1mg.l⁻¹). Toutefois en aval de station d'épuration, une légère augmentation du taux est observée par exemple au niveau du point RCS de Rousset, en aval d'Aix-en-Provence. **L'état vis-à-vis de ce paramètre est bon sur l'ensemble du linéaire de l'Arc. Deux points noirs sont mis en évidence par les phosphates en aval d'Aix en Provence et au niveau de la Farre les Oliviers. L'état est alors moyen en aval d'Aix et médiocre au niveau de la Farre les Oliviers**

Les matières azotées indiquent **un très bon état en tête de bassin puis un bon état** sur l'ensemble du bassin versant. Il est important, toutefois, de noter un gradient des teneurs en ammonium, nitrites et nitrates de l'amont vers l'aval. Dans les stations les plus en amont A01 et A02, les teneurs en ammonium sont à l'état de trace inférieures à 0,2 mg.l⁻¹. Dès l'aval de Trets (A03), les teneurs augmentent et déclassent l'état de l'Arc à un bon état. Les plus forts taux enregistrés se situent en région aixoise (de A10 au pt5). Puis, les concentrations en ammonium diminuent sensiblement du Gué du Paradou jusqu'à Berre l'Etang. L'évolution des nitrites est quasi identique à celle de l'ammonium. Pour les nitrates, on observe une augmentation brutalement des teneurs dès la station A02, l'état est bon d'après le nouveau référentiel, mais en comparaison avec les classes du SEQ-Eau les teneurs comprises entre 15 et 21 mg.l⁻¹ correspondent à une qualité passable.

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	1,2	20	2,8	31	<2	33	<30*	<1
A02	Amont Trets	1,2	20	2,1	34	<2	31	<30*	<1
A03	Aval Trets	1,7	10	4,3	38	<2	30	<30*	<1
A04	Rousset (RCS)			2,2					<1
A05	Aval Rousset	1,5	10	5,1	39	<2	30	<30*	<1
A06	Chateauneuf le Rouge	1,5	10	6	41	<2	30	<30*	<1
A07	Meyreuil	1,5	30	2,7	42	<2	30	<30*	<1
A08	Amont Aix en Pce	2	10	2,2	38	<2	29	<30*	<1
	Point 1	1,8		4,5				<30*	<1
A09	Amont STEP Pioline	1,7		3,1				<30*	<1
A10	Aval STEP Pioline	2,2		11				<30*	<1
A11	Pont SNCF Les Milles	1,9		4				<30*	<1
A12	Aix en Provence (RCS)			60					<1
	Centre Equestre Pacademo	2,2		7,3				<30*	<1
A13	Aval Aix en Pce	2,6	20	6,8	42	<2	29	<30*	13
A14	Gué du Paradou	1,8		3,5				<30*	<1
A15	La farre les oliviers	1,9	20	4	38	<2	29	<30*	<1
A17	Berre l'Etang (RCS)			2					<1

* : valeurs inférieures au seuil de détection du laboratoire, mais supérieure à la limite inférieure de la classe très bon état

Sur l'ensemble des paramètres étudiés, la qualité de l'eau de l'Arc est bonne, voire très bonne. Seules deux stations présentent des valeurs déclassantes soit la station RCS d'Aix en Provence : qualité vis-à-vis des matières en suspension mauvaise et en aval d'Aix-en-Provence (station A13) qualité mauvaise vis-à-vis de l'azote Kjeldahl. Cette dernière valeur semble douteuse.

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	120	16	6,4	0,73	18	38	3,3	404
A02	Amont Trets	130	16	12	1,3	30	68	2,9	373
A03	Aval Trets	140	18	17	2	42	95	3,1	368
A05	Aval Rousset	150	19	20	2	45	120	3,5	366
A06	Chateauneuf le Rouge	150	20	21	2,1	48	130	3,5	365
A07	Meyreuil	150	20	25	2,8	51	130	3,5	360
A08	Amont Aix en Pce	140	19	22	2,4	46	120	3,6	353
A13	Aval Aix en Pce	150	21	31	3,8	55	150	4,2	349
A15	La Farre les Oliviers	140	20	30	2,4	53	140	4	348

Remarque : les sels minéraux ne sont analysés que dans le présent suivi.

L'augmentation des teneurs en sels minéraux de l'amont vers l'aval est due à la nature des terrains traversés et se juxtapose à un enrichissement lié aux activités anthropiques. **Les sulfates peuvent provenir des produits de traitements agricoles.**

Les affluents de l'Arc

Le suivi d'autosurveillance de la station d'épuration de Gardanne sur la Luynes n'a pas pu être pris en compte, car aucune donnée n'a été transmise pour l'année 2009. De plus, les stations L05 et J01 n'ont pas fait l'objet de suivi cette année. Par conséquent, la qualité et l'état des affluents de l'arc sont déterminés sur les prélèvements réalisés dans le cadre de cette étude et par celui du réseau national de bassin pour la Luynes.

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Cours d'eau	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	17/02/2009	09:30	7,3	2,6	11,7	90	8,3	808
GV02	Grand Vallat	17/02/2009	10:15	7,5	4,2	10,8	92	8,4	981
GV03	Grand Vallat	17/02/2009	11:00	7,2	5,0	11,1	94	8,3	1017
GV04	Grand Vallat	17/02/2009	11:30	6,9	7,0	11,4	95	8,2	1002
PJ01	Petite Jouine	17/02/2009	12:15	8,7	9,0	10,4	92	8,1	1104
L04	Luynes (RNB)	24/02/2009	-	11,4	-	11,0	100		

Les eaux du **Grand Vallat, de la petite Jouine et de la Luynes** sont fraîches, bien oxygénées, légèrement alcalines et classées **en bon voire très bon état**. La minéralisation du Grand Vallat croît de l'amont vers l'aval. Ce gradient est certainement lié aux différents terrains traversés, mais également lié aux effluents urbains.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	4,2	<2,5	0,06	<0,1	0,03	<0,01	5,4
GV02	Grand Vallat	4,5	3,1	0,47	0,14	1,00	0,05	14
GV03	Grand Vallat	4,2	5,9	0,26	0,12	0,97	0,28	12
GV04	Grand Vallat	3,7	4,2	0,43	0,16	0,61	0,29	15
PJ01	Petite Jouine	5	6	1,4	0,5	5,30	0,46	29
L04	Luynes (RNB)							

Globalement, **l'état du Grand Vallat est très bon en tête de bassin (GV01) et devient bon à moyen en aval de station d'épuration de Simiane**. Des concentrations élevées en ammonium sont rencontrées à la station GV02 et diminuent légèrement vers l'aval. On peut alors considérer que la station d'épuration de Simiane apporte de l'ammonium dans le Grand Vallat qui est ensuite transformé en nitrites par oxydation (la nitritation⁶) : augmentation des nitrites à partir de GV03. L'augmentation des nitrates au niveau de Gv02 indique également un flux de nitrates provenant de la station d'épuration de Simiane ainsi qu'une oxydation des nitrites.

⁶ $2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$

L'état de la Petite Jouïne est mauvais vis-à-vis des matières azotées. Le taux d'ammonium est très élevé ainsi que les nitrites et les nitrates. Les phosphates indiquent également un état médiocre de la Petite Jouïne. L'état de la Petite Jouïne est dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles.

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	2,3	20	19	35	<2	33	<30	<1
GV02	Grand Vallat	3,5	10	9,3	43	<2	32	<30	1,7
GV03	Grand Vallat	2,5	30	6,2	39	<2	32	<30	1,7
GV04	Grand Vallat	2,2	10	7,4	39	<2	31	<30	1,1
PJ01	Petite Jouïne	4,6	10	9,5	43	<2	29	<30	6,3
L04	Luyes (RNB)			6					

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	120	14	11	0,73	25	83	11	328
GV02	Grand Vallat	150	19	21	2	41	130	9	388
GV03	Grand Vallat	160	19	32	3,1	54	130	7	388
GV04	Grand Vallat	160	17	32	3,1	61	130	6,8	377
PJ01	Petite Jouïne	150	16	45	4,3	84	130	3,6	354

Vis-à-vis du SEQ-Eau, la qualité de l'eau du Grand Vallat est bonne à très bonne en période de hautes eaux. La qualité de l'eau de la Petite Jouïne est mauvaise vis-à-vis de l'azote Kjeldahl et confirme un apport de matières azotées par la zone industrielle des Milles. Une augmentation des teneurs en sulfates est également observée dans le Grand Vallat à partir de Simiane (de GV02 à GV04). La station GV02 est située en aval d'un petit vallon dont les eaux traversent des poches de gypse (le Keuper composé d'argiles rouges, gypse, dolomies, cargneules). Par conséquent, on peut supposer que les fortes teneurs en sulfates sont liées pour le Grand Vallat à la géologie de son bassin versant.

SYNTHESE DE LA CAMPAGNE HIVERNALE

Les eaux de l'Arc et de ses affluents sont fraîches, bien oxygénées, faiblement alcalines et assez minéralisées, caractéristiques des cours d'eau calcaires, sur la totalité de son linéaire.

Qualité de Référence de l'Arc (A01) :

- bon à très bon état,
- bonne à très bonne qualité des eaux,
- aucune pollution décelée.

Qualité de l'Arc Amont (A02 - A08)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- enrichissement des eaux en sulfates, chlorures, calcium.

Qualité de la région Aixoise (A08 – A12)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- léger enrichissement des eaux en matières azotées et phosphorées,
- qualité de l'eau mauvaise vis-à-vis des sulfates.

Qualité de l'Arc Aval (A13 – A17)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- déclassement du bon état vis-à-vis des phosphates à un état moyen et médiocre,
- qualité de l'eau mauvaise vis-à-vis des sulfates.

Qualité du Grand Vallat

- très bon état et très bonne qualité des eaux en tête de bassin
- dégradation de l'état du Grand Vallat en aval de la confluence avec le Vallat des Mourgues et des effluents de Simiane
- impact de la station d'épuration de Simiane au niveau des matières azotées
- concentrations en sels liées au terrain géologique traversé.

Qualité de la Petite Jouïne

- cours d'eau dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles : enrichissement en matières azotées et phosphorées, en chlorures et sulfates.

Qualité de la Luynes : manque de données pour définir son état et la qualité de ses eaux.

Bilan sur l'état écologique de l'Arc et ses affluents
Paramètres physico-chimiques généraux
Campagne du 16 – 17 février 2009

Stations	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification
A01				pH
A02			PO4 – NO3	pH
A03			PO4 –NH4 – NO3	pH
A04	% sat		PO4 – Ptotal - NO3 – NH4	
A05			PO4 –NH4 – NO3	
A06			PO4 –NH4 – NO3	
A07			PO4 –NH4 – NO3	pH
A08			PO4 – NH4 –NO2 – NO3	pH
A09			PO4 – NH4 –NO2 – NO3	pH
A10			PO4 – Ptotal –NH4- NO2 – NO3	pH
A11			PO4 – NH4 –NO2 – NO3	pH
A12	DBO5		PO4 – NH4 –NO2 – NO3	pH
A13			PO4	pH
A14			PO4 – NH4 –NO2 – NO3	pH
A15			PO4	pH
A17			PO4 – Ptotal –NH4- NO2 – NO3	pH
GV01				pH
GV02	DBO5		NH4	pH
GV03	DBO5		NH4	pH
GV04	DBO5		NH4	
PJ01	DBO5		NH4	
L04				

Pour la station A08, il a été choisi de conserver la séquence de données la plus déclassante. Pour la station A12, le suivi d'autosurveillance a été privilégié dans le calcul de l'état écologique car les analyses ont été réalisées le même jour que ceux du suivi 2009.

Il est indiqué dans chaque case du tableau l'élément déclassant.

Le principe du paramètre déclassant a été choisi dans l'évaluation des éléments cités dans le tableau ci-dessus.

La salinité n'apparaît pas dans ce tableau, car les limites de seuils ne sont pas encore définies dans le guide technique.

4.1.3 Campagne printemps 2009

La campagne de prélèvement a été réalisée du 11 au 12 mai 2009. Les conditions météorologiques et hydrologiques étaient bonnes : temps légèrement ensoleillé puis nuageux sans précipitation, eau claire et stabilisée.

L'arc de sa Source à L'étang de Berre

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
A01	Pourcieux	11/05/2009	09:00	12,3	17	9,35	93	7,6	707
A02	Amont Trets	11/05/2009	10:00	13,7	17	9,37	93	8,2	827
A03	Aval Trets	11/05/2009	10:30	13,9	20	9,16	91	8,1	896
A04	Rousset (RCS)	28/04/2009		12,3		9,4	88	8,0	781
A05	Aval Rousset	11/05/2009	11:15	16	20	8,56	89	7,9	841
A06	Chateauneuf le Rouge	11/05/2009	12:00	16,2	22	8,65	90	7,9	842
A07	Meyreuil	11/05/2009	14:00	16,7	22	8,59	91	8,0	860
A08	Amont Aix en Pce	11/05/2009	14:45	16,6	22	9,26	97	8,1	826
	Pt1	11/05/2009	8:40	15,2	12	9,7	100	8,3	823
A09	Amont STEP Pioline	11/05/2009	9:50	15,5	15	9	94	8,3	830
A10	Aval STEP Pioline	11/05/2009	10:30	16,5	17	10	110	8,1	848
A11	Pont SNCF Les Milles	11/05/2009	11 :00	16,7	20	9,6	100	8,1	860
A12	Aix en Provence (RCS)	26/05/2009		19,9		9,07	99	8,1	820
	Centre Equestre Pacademo	11/05/2009	12:00	16,8	22	9,8	100	8,2	880
A13	Aval Aix en Pce	12/05/2009	12:00	16,7	23	8,32	87	8,1	913
A14	Gué du Paradou	11/05/2009	15:00	18,8	25	9,7	103	8,2	869
A15	La Farre les Oliviers	12/05/2009	14:00	17,6	23	9,20	98	8,3	883
A17	Berre l'Etang (RCS)	26/05/2009		20,2		8,97	99	8,2	828

Au printemps 2009, les eaux de l'Arc présentent les mêmes caractéristiques qu'en hiver, à savoir des eaux bien oxygénées, fraîches, fortement minéralisées et légèrement basiques.

Les teneurs observées pour l'ensemble des paramètres cités ci-dessus indiquent un bon voire très bon état des eaux de l'Arc.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	2,3	<2,5	<0,05	<0,05	0,02	0,01	3,4
A02	Amont Trets	2,2	<2,5	0,38	0,15	0,03	0,06	8,1
A03	Aval Trets	2,7	<2,5	0,43	0,15	0,05	0,14	13
A04	Rousset (RCS)	4,1	0,5	0,16	0,10	0,12	0,24	12,3
A05	Aval Rousset	1,9	<2,5	0,21	0,08	0,08	0,11	11
A06	Chateauneuf le Rouge	1,9	<2,5	0,21	0,09	0,06	0,11	11
A07	Meyreuil	2	<2,5	0,26	0,10	0,09	0,13	11
A08	Amont Aix en Pce	2	<2,5	0,24	0,09	0,06	0,14	11
	Pt1		<2,5	0,17	0,10	0,05	0,12	9,1
A09	Amont STEP Pioline		<2,5	0,21	0,10	0,11	0,14	11
A10	Aval STEP Pioline		<2,5	0,45	0,21	0,18	0,15	11
A11	Pont SNCF Les Milles		<2,5	0,46	0,20	0,10	0,15	12
A12	Aix en Provence (RCS)	3,2	2,1	0,92	0,32	0,49	0,67	13,2
	Centre Equestre Pacademo		<2,5	0,42	0,20	0,22	0,21	13
A13	Aval Aix en Pce	2,4	2,6	0,46	0,19	0,21	0,24	14
A14	Gué du Paradou		<2,5	0,31	0,18	0,12	0,20	13
A15	La Farre les Oliviers	2,7	<2,5	0,48	0,18	0,09	0,28	14
A17	Berre l'Etang (RCS)	2,8	0,5	0,61	0,20	0,12	0,1	17,6

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	1	<10	2,4	39	<2,0	31	<30*	<1
A02	Amont Trets	1	20	5,2	43	<2,0	31	<30*	<1
A03	Aval Trets	1,5	20	8,1	43	<2,0	31	<30*	<1
A04	Rousset (RCS)			31			31		<1
A05	Aval Rousset	1	<10	7,5	43	<2,0	30	<30*	<1
A06	Chateauneuf le Rouge	1,2	30	10	43	<2,0	29	<30*	<1
A07	Meyreuil	1,5	40	10	43	<2,0	30	<30*	<1
A08	Amont Aix en Pce	1,2	20	9,6	40	<2,0	29	<30*	<1
	Pt1	1,2		13				<30*	<1
A09	Amont STEP Pioline	1		8,6				<30*	<1
A10	Aval STEP Pioline	1,8		9,3				<30*	<1
A11	Pont SNCF Les Milles	1,8		8,8				<30*	<1
A12	Aix en Provence (RCS)			7,4					<1
	Centre Equestre Pacademo	1,6		6,5				<30*	<1
A13	Aval Aix en Pce	1,7	10	8,2	43	<2,0	28	<30*	<1
A14	Gué du Paradou	1,5		4,7				<30*	<1
A15	La Farre les Oliviers	1,6	20	11	43	<2,0	27	<30	<1
A17	Berre l'Etang (RCS)			8					

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	120	19	7,9	1,8	18	37	1,3	384
A02	Amont Trets	140	19	12	1,5	32	69	1,6	385
A03	Aval Trets	140	20	18	2,5	44	98	1,8	377
A04	Rousset (RCS)	143	17,9	16	2,5	34	92,7		
A05	Aval Rousset	140	19	17	2,1	37	100	2	366
A06	Chateauneuf le Rouge	140	19	17	1,8	35	100	1,5	361
A07	Meyreuil	140	19	19	2,2	38	105	1,6	363
A08	Amont Aix en Pce	130	19	18	2,1	37	102	1,6	355
A13	Aval Aix en Pce	140	20	28	3,9	50	120	1,6	344
A15	La Farre les Oliviers	140	19	28	3,9	49	110	6	336

La qualité des eaux de l'Arc est globalement bonne à très bonne selon les classes du Seq-Eau et en bon état selon le nouveau référentiel.

La station A12 (RCS d'Aix-en-Provence) est marquée par un flux de matières phosphorées et un taux élevé de nitrite le 25 mai 2009 déclassant l'état de ce tronçon à moyen et médiocre.

Une altération en matières phosphorées est également notée en aval de la station d'épuration de la Pioline et en fermeture de bassin au niveau de Berre l'Etang.

Les affluents de l'Arc

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	12/05/2009	09:30	12,7	17	9,6	95	8,1	772
GV02	Grand Vallat	12/05/2009	10:00	13,5	18	9,7	96	8,1	933
GV03	Grand Vallat	12/05/2009	10:30	15	18	6,6	67	8,0	976
GV04	Grand Vallat	12/05/2009	11:00	15,8	20	9,4	96	8,3	941
PJ01	Petite Jouine	12/05/2009	11:30	16,5	21	7,1	74	7,8	1082
L04	Luynes (RNB)	26/05/2009				8,6	92		

Au printemps 2009, les caractéristiques des eaux des affluents de l'Arc sont quasi inchangées par rapport à l'hiver à savoir, les eaux sont fraîches, bien oxygénées, légèrement alcalines et très minéralisées.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	3,1	<2,5	<0,05	<0,05	0,09	<0,1	4,8
GV02	Grand Vallat	2,9	<2,5	<0,05	<0,05	0,02	0,03	11
GV03	Grand Vallat	4,2	2,8	1,1	0,43	3,20	0,34	7,7
GV04	Grand Vallat	3,9	2,9	0,48	0,21	0,17	0,21	8,4
PJ01	Petite Jouïne	5,7	6,2	1,1	0,44	3,70	1,10	15
L04	Luynes (RNB)							

Classe de qualité selon SEQ-Eau								
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	1,5	<10	3,3	40	<2,0	30	<30
GV02	Grand Vallat	1,1	40	3,9	38	<2,0	29	<30
GV03	Grand Vallat	3,1	40	6,9	43	<2,0	30	<30
GV04	Grand Vallat	1,9	50	5,9	42	<2,0	29	30
PJ01	Petite Jouïne	5,6	30	9,8	36	<2,0	32	34
L04	Luynes (RNB)			16				

Classe de qualité selon SEQ-Eau										
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	130	15	19	2	22	94	3,9	368	<1
GV02	Grand Vallat	140	20	20	1,8	42	140	1,9	360	<1
GV03	Grand Vallat	140	20	31	3,9	54	130	2,8	371	4,8
GV04	Grand Vallat	140	18	33	3,9	56	120	1,6	356	<1
PJ01	Petite Jouïne	130	15	53	7	71	110	4,7	391	15

L'ensemble des paramètres physico-chimiques étudiés (totalité du tableau 3) révèle un flux de matières azotées dès la deuxième station du Grand Vallat et flux de matières phosphorées en aval du rejet de la station d'épuration de Simiane. Les concentrations en sulfates restent élevées par rapport aux concentrations observées en hiver. L'état du Grand Vallat est bon à très bon en tête de bassin puis se dégrade à moyen médiocre en aval de Simiane.

La petite Jouïne présente de nombreuses perturbations à la station d'études : un flux important de matières azotées et phosphorées. La qualité de l'eau de la Petite Jouïne, vis-à-vis du Seq-Eau pour les teneurs en azote Kjeldahl est très mauvaise et son état global est moyen à médiocre.

SYNTHESE DE LA CAMPAGNE PRINTANIERE

Les eaux de l'Arc et de ses affluents sont fraîches, bien oxygénées, faiblement alcalines et assez minéralisées, caractéristiques des cours d'eau calcaires, sur la totalité de son linéaire.

Qualité de Référence de l'Arc (A01) :

- bon à très bon état,
- bonne à très bonne qualité des eaux,
- aucune pollution décelée.

Qualité de l'Arc Amont (A02 - A08)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- enrichissement des eaux en sulfates, chlorures, calcium,
- léger enrichissement des eaux en matières azotées et phosphorées n'entraînant aucun déclassement de qualité de l'eau et d'état écologique du tronçon,
- un flux de MES est enregistré le 28 avril à Rousset suite à un épisode pluvieux.

Qualité de la région Aixoise (A08 – A12)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- léger enrichissement des eaux en matières azotées et phosphorées,

Qualité de l'Arc Aval (A13 – A17)

- bon état à très bon état du tronçon,
- bonne qualité à très bonne qualité des eaux vis-à-vis du SEQ-Eau,
- déclassement du bon état vis-à-vis des phosphates à un état moyen en aval de la station d'épuration de la Pioline et en aval d'Aix-en-Provence

Qualité du Grand Vallat

- très bon état écologique et très bonne qualité des eaux en tête de bassin
- dégradation de l'état du Grand Vallat en aval de la confluence avec le Vallat des Mourgues et des effluents de Simiane
- impact de la station d'épuration de Simiane au niveau des matières azotées, phosphorées.

Qualité de la Petite Jouïne

- cours d'eau dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles : enrichissement en matières azotées et phosphorées, en chlorures et sulfates.

Qualité de la Luynes : manque de données pour définir son état et la qualité de ses eaux.

Bilan sur l'état écologique de l'Arc et de ses affluents
Paramètres physico-chimiques généraux
Campagne du 11-12 mai 2009

Stations	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification
A01				
A02			PO4 - Ptotal	
A03			PO4 – Ptotal NO2 – NO3	
A04	% sat.		PO4 – Ptotal - NO2 – NO3 – NH4	
A05	% sat.		PO4 – Ptotal- NO2 – NO3	
A06			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A07			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A08			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A09			Ptotal	
A10			PO4 – Ptotal –NH4- NO2 – NO3	
A11			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A12	% sat.		PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A13	% sat.		PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A14			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	
A15			PO4 – Ptotal –NO2 – NO3	pH
A17			PO4	
GV01				
GV02			NH4	
GV03	O2 dissous % Sat.		PO4	
GV04			Ptotal –NH4	pH
PJ01	O2 dissous % Sat.		PO4 – NH4	

Pour la station A08, il a été choisi de conserver la séquence de données la plus déclassante. Pour la station A12, le suivi d'autosurveillance a été privilégié dans le calcul de l'état écologique car les analyses ont été réalisées le même jour que ceux du suivi 2009.

Il est indiqué dans chaque case du tableau l'élément déclassant.

Le principe du paramètre déclassant a été choisi dans l'évaluation des éléments cités dans le tableau ci-dessus.

La salinité n'apparaît pas dans ce tableau, car les limites de seuils ne sont pas encore définies dans le guide technique.

4.1.4 Campagne été 2009

La campagne de prélèvement a été réalisée du 17 au 18 août 2009. Les conditions météorologiques et hydrologiques étaient très bonnes : très beau temps ensoleillé, eau claire et stabilisée (débit d'étiage très prononcé).

L'arc de sa Source à L'étang de Berre

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état										
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)	
A01	Pourcieux	17/08/2009	A-SEC							
A02	Amont Trets	17/08/2009	09:00	18,8	20,8	2,24	25	7,6	831	
A03	Aval Trets	17/08/2009	09:30	19,9	21,5	5,56	63	7,9	825	
A04	Rousset (RCS)	24/06/2009		19,8		6,96	77	7,8	853	
A05	Aval Rousset	17/08/2009	10:30	23,2	23,0	6,55	79	7,8	1451	
A06	Chateauneuf le Rouge	17/08/2009	11:00	21,8	25,0	7,64	89	7,9	1355	
A07	Meyreuil	17/08/2009	13:30	21,2	34,0	6,74	78	7,7	1196	
A08	Amont Aix en Pce	17/08/2009	15:00	21,6	29,0	9,29	107	8,2	983	
	Pt1	24/08/2009	9:30	20,3	23,5	7,8	88	8,3	996	
A09	Amont STEP Pioline	24/08/2009	10:30	21,4	24,8	7,2	82	8,2	947	
A10	Aval STEP Pioline	24/08/2009	11:30	24,1	26,2	8,1	98	7,9	875	
A11	Pont SNCF Les Milles	24/08/2009	13:00	24,2	28,6	9,3	113	8,2	928	
A12	Aix-en-Provence (RCS)	28/07/2009						8,1	886	
	Centre Equestre Pacademo	24/08/2009	13:40	23,8	28,4	8,7	104	8	976	
A13	Aval Aix en Pce	18/08/2009	14:30	24,2	31,0	8,74	106	8,1	886	
A14	Gué du Paradou	24/08/2009	15:00	24,1	30,1	9,9	118	8,3	931	
A15	La Farre les Oliviers	18/08/2009	15:15	25,8	30,0	8,44	105	8,3	858	
A17	Berre l'Etang (RCS)	28/07/2009		22,5		9,84	114	8	932	

Le débit de l'Arc amont est nul en tête de bassin (Station A01) puis, l'Arc est essentiellement alimenté par les effluents des communes avoisinantes. Par conséquent, les eaux de l'Arc amont sont très peu oxygénées avec un taux de saturation de 25 % et une teneur en oxygène de 2,24 mg.l⁻¹ altérant fortement son état : l'état est alors mauvais en amont de Trets. Les eaux se réoxygènent dès l'aval de Trets. Aucune évolution notable des autres paramètres mesurés in situ n'est mise en valeur.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux							
A02	Amont Trets	4,9	2,5	2	0,66	0,21	0,07	0,5
A03	Aval Trets	4,7	<2,5	4,1	1,5	0,08	0,06	4,8
A04	Rousset (RCS)	2,9	1	0,65	0,26	0,25	0,89	23,1
A05	Aval Rousset	3,6	<2,5	0,95	0,26	<0,02	0,05	9,2
A06	Chateauneuf le Rouge	2,3	<2,5	0,48	0,22	<0,02	0,04	9,5
A07	Meyreuil	2	8,5	0,91	0,34	0,43	0,18	9,9
A08	Amont Aix en Pce	2,2	<2,5	0,59	0,19	<0,02	0,04	8,2
	Pt1		<2,5	0,29	0,18	<0,02	<0,01	6
A09	Amont STEP Pioline		2,6	0,50	0,22	0,15	0,35	8,7
A10	Aval STEP Pioline		2,7	0,98	0,44	0,11	0,17	6,7
A11	Pont SNCF Les Milles		<2,5	0,83	0,35	0,06	0,09	7,6
A12	Aix en Provence (RCS)	3,3	2,3	1,1	0,36	0,27	0,43	11,3
	Centre Equestre Pacademo		3,8	0,90	0,35	0,31	0,2	10
A13	Aval Aix en Pce	4,2	3,6	1,2	0,56	0,27	0,05	12
A14	Gué du Paradou		2,8	0,71	0,30	0,03	0,08	9,4
A15	La Farre les Oliviers	2,8	<2,5	1,1	0,36	0,02	<0,01	8,6
A17	Berre l'Etang (RCS)	2	0,7	0,58	0,19	0,05	0,04	25,5

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux								
A02	Amont Trets	3,9	30	2,2	37	<2	32	<20	<1
A03	Aval Trets	4,7	80	16	30	<2	23	<20	<1
A04	Rousset (RCS)			2					<1
A05	Aval Rousset	1,8	30	6	72	<2	20	<20	<1
A06	Chateauneuf le Rouge	1,7	50	15	63	<2	21	<20	<1
A07	Meyreuil	2,2	50	12	59	<2	22	<20	<1
A08	Amont Aix en Pce	1,4	40	12	49	<2	24	<20	<1
	Pt1	1,4		13				<20	<1
A09	Amont STEP Pioline	1,6		4,9				<20	<1
A10	Aval STEP Pioline	3,4		3,4				<20	<1
A11	Pont SNCF Les Milles	3		3,7				<20	<1
A12	Aix en Provence (RCS)			6,2					<1
	Centre Equestre Pacademo	2,8		12				<20	1,2
A13	Aval Aix en Pce	2,6	50	9,3	39	<2	24	55	<1
A14	Gué du Paradou	2,3		6,4				<20	<1
A15	La Farre les Oliviers	2,3	60	5,4	39	<2	23	<20	<1
A17	Berre l'Etang (RCS)			13					<1

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux								
A02	Amont Trets	120	16	38	6	66	49	4,4	389
A03	Aval Trets	99	12	63	15	89	86	4	283
A05	Aval Rousset	270	12	67	6,4	140	440	4,8	250
A06	Chateauneuf le Rouge	230	14	65	5,9	120	380	4,3	261
A07	Meyreuil	210	17	58	6,2	110	300	3,7	273
A08	Amont Aix en Pce	170	17	42	4,2	77	220	3,1	299
A13	Aval Aix en Pce	130	17	49	8,7	73	150	2,4	294
A15	La Farre les Oliviers	130	16	44	7,6	67	140	2,6	289

En tête de bassin, la qualité de l'eau est fortement influencée par le faible débit de l'Arc et la qualité des effluents des villes avoisinantes. L'état de l'Arc en amont vis-à-vis des matières phosphorées est mauvais. Ce flux de phosphates et de phosphore total se retrouve sur l'ensemble du linéaire de l'Arc avec des valeurs alternant les classes d'état moyen et médiocre.

Une très forte augmentation des sulfates a été mesurée en aval de Rousset altérant la qualité de l'eau de bonne à très mauvaise selon les seuils du SEQ-Eau. Cette pollution aux sulfates pourrait provenir dans ce cas de la zone industrielle de Rousset. Ce flux est observé jusqu'à la Farre les Oliviers. Une croissance du taux de calcium et chlorures est également identifiée en aval de Rousset certainement lié à l'activité de la zone industrielle de Rousset.

Cet accroissement d'éléments minéraux se traduit par une croissance brutale de la minéralisation à la station A05 (la conductivité double quasiment entre A04 et A05).

La qualité de l'eau déterminée par les seuils du SEQ-Eau et les classes d'état sont bons à très bons pour les autres paramètres analysés.

Les affluents de l'Arc

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	18/08/2009	09:00	15,3	21,0	8,53	89	8,1	762
GV02	Grand Vallat	18/08/2009	09:45	16,5	22,0	8,81	85	7,7	969
GV03	Grand Vallat	18/08/2009	11:10	21	25,0	7,32	84	8,3	882
GV04	Grand Vallat	18/08/2009	13:30	23,2	33,5	9,93	118	8,4	824
PJ01	Petite Jouine	18/08/2009	11:40	23,4	29,0	3,84	46	7,8	1007
L04	Luynes (RNB)	25/08/2009	-	24,8		8,02	97		

Un problème d'oxygénation des eaux de la Petite Jouïne est mis en avant, en période estivale, lié à la faiblesse des débits et aux apports anthropiques. Une légère baisse des teneurs en oxygène et du taux de saturation est observée en été dans le Grand Vallat déclassant faiblement l'état du cours d'eau de très bon à bon.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	7,4	<2,5	0,23	<0,05	0,32	0,02	1,9
GV02	Grand Vallat	2,2	<2,5	<0,05	<0,05	<0,02	0,04	17
GV03	Grand Vallat	1,1	<2,5	0,36	0,17	0,04	0,18	4,9
GV04	Grand Vallat	3,6	2,5	2	0,73	0,03	0,36	16
PJ01	Petite Jouïne	2,7	6,9	2	0,89	2,70	0,02	3
L04	Luynes (RNB)							

Classe de qualité selon SEQ-Eau								
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	1,2	80	2	44	<2	31	<20
GV02	Grand Vallat	0,78	60	2,4	52	<2	34	<20
GV03	Grand Vallat	3	50	3,9	36	<2	25	<20
GV04	Grand Vallat	2,9	70	3,9	37	<2	25	<20
PJ01	Petite Jouïne	7,6	50	11	28	<2	32	35
L04	Luynes (RNB)			7				

Classe de qualité selon SEQ-Eau										
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	150	17	15	1,6	28	100	14	377	<1
GV02	Grand Vallat	170	22	25	4,2	51	140	8,9	418	<1
GV03	Grand Vallat	120	14	60	11	92	97	5	309	<1
GV04	Grand Vallat	130	12	52	9	80	94	3,5	309	<1
PJ01	Petite Jouïne	94	11	78	11	94	71	5,6	397	21

De fortes teneurs en carbone organique dissous, en phosphate et en ammonium laissent supposer à des apports diffus en tête de bassin du Grand Vallat.

Au niveau de Simiane, la qualité et l'état du Grand Vallat sont bons à très bons mis à part pour les sulfates qui traduisent une qualité de l'eau mauvaise.

La Petite Jouïne présente de forts taux en azote Kjeldahl, en ammonium et en matières phosphorées classant ce cours d'eau en état médiocre à mauvais. De plus, la demande biologique et la demande chimique en oxygène sont élevées traduisant un déficit en oxygène.

SYNTHESE DE LA CAMPAGNE ESTIVALE

Qualité de la référence de l'Arc (A01) :

- station à-sec

Qualité de l'Arc Amont (A02 - A08)

- dégradation des stations les plus en amont liée à la faiblesse des débits et de la qualité des apports anthropiques,
- désoxygénation dans les stations les plus en amont,
- fort taux de matières phosphorées,
- pollution en aval de Trets en sulfates, chlorures et calcium.

Qualité de la région Aixoise (A08 – A12)

- eaux réoxygénées,
- tronçon en moyen état vis-à-vis des matières phosphorées,
- légère dégradation de l'état du tronçon par les nitrites et l'ammonium,
- pollution résiduaire en sulfates (qualité de l'eau médiocre).

Qualité de l'Arc Aval (A13 – A17)

- eaux moyennement chaudes et bien oxygénées,
- état du tronçon moyen à médiocre vis-à-vis des matières phosphorées,
- léger déclassement du très bon à bon état du secteur vis-à-vis de la DBO5, de l'ammonium, des matières en suspension de la couleur.
- dans la partie aval, les concentrations en sulfates restent élevées.

Qualité du Grand Vallat

- dégradation de la station de référence : présence de rejets diffus
- bon à très bon état du Grand Vallat en aval de la confluence avec le Vallat des Mourgues
- impact de la station d'épuration de Simiane au niveau des matières azotées (nitrites et nitrates), phosphorée.

Qualité de la Petite Jouïne

- cours d'eau très dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles : enrichissement en matières azotées et phosphorées, déficit en oxygène.

Qualité de la Luynes : manque de données pour définir son état et la qualité de ses eaux.

Bilan sur l'état écologique de l'Arc et de ses affluents
Paramètres physico-chimiques généraux
Campagne du 17 au 18 août 2009

Stations	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification
A01				
A02	% sat - O ₂ dissous		PO ₄	
A03	% sat - O ₂ dissous		PO ₄ - P _{tot}	
A04	% sat - O ₂ dissous		NO ₂	
A05	% sat - O ₂ dissous		PO ₄ - P _{total}	
A06	% sat - O ₂ dissous		P _{total}	
A07	DBO ₅		PO ₄ - P _{total}	
A08	% sat - O ₂ dissous		PO ₄	pH
A09	% sat - O ₂ dissous		P _{total} - NO ₂	
A10		T°C	PO ₄ - P _{total}	
A11		T°C	PO ₄ - P _{total}	
A12	DBO ₅		PO ₄	
A13	DBO ₅	T°C	PO ₄ - P _{tot}	
A14		T°C	PO ₄ - P _{total}	pH
A15		T°C	PO ₄	pH
A17			PO ₄	
GV01	% sat		NH ₄	
GV02	% sat		NO ₃	
GV03	% sat - O ₂ dissous		PO ₄ - P _{tot} - NO ₂	pH
GV04			PO ₄ - P _{tot}	pH
PJ01	% sat - O ₂ dissous		PO ₄ - P _{tot} - NH ₄	

Pour la station A08, il a été choisi de conserver la séquence de données la plus déclassante. Pour la station A12, le suivi d'autosurveillance a été privilégié dans le calcul de l'état écologique car les analyses ont été réalisées le même jour que ceux du suivi 2009.

Il est indiqué dans chaque case du tableau l'élément déclassant.

Le principe du paramètre déclassant a été choisi dans l'évaluation des éléments cités dans le tableau ci-dessus.

La salinité n'apparaît pas dans ce tableau car les limites de seuils ne sont pas encore définies dans le guide technique.

4.1.5 Campagne automne 2009

La campagne de prélèvement a été réalisée du 16 au 17 novembre 2009. La station A01 a été remplacée par la station A01bis située en aval du vallon des avalanches. Les conditions météorologiques et hydrologiques étaient bonnes : temps ensoleillé et débits très stables (débits assez faibles pour la période d'échantillonnage).

L'arc de sa Source à L'étang de Berre

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
A01BIS	Pourcieux	17/11/2009	09:30	12,5	14,0	7,83	75	8,1	962
A02	Amont Trets	17/11/2009	11:00	12,1	16,0	8,70	83	8,1	827
A03	Aval Trets	17/11/2009	12:00	12,6	20,0	6,08	59	7,8	908
A04	Rousset (RCS)	27/10/2009		12,6		8,14	77	7,9	701
A05	Aval Rousset	17/11/2009	13:30	16,8	17,0	8,50	90	8,0	1403
A06	Chateauneuf le Rouge	17/11/2009	13:05	16	20,0	7,82	81	8,0	1313
A07	Meyreuil	17/11/2009	14:30	14,2	22,0	8,29	83	7,9	1178
A08	Amont Aix en Pce	16/11/2009	14:30	13,7	20,0	9,75	97	8,2	933
	Pt1	16/11/2009	9:30	13,2	16	10,6	104	7,5	880
A09	Amont STEP Pioline	16/11/2009	10:30	13,9	17	10,2	100	7,7	933
A10	Aval STEP Pioline	16/11/2009	11:30	16,8	18	9,2	97	7,5	900
A11	Pont SNCF Les Milles	16/11/2009	12:30	16,9	19	10,5	101	7,7	980
A12	Aix en Provence (RCS)	24/11/2009		13,62		12,15	115,7	8,1	1036
	Centre Equestre Pacademo	16/11/2009	13:30	16,3	19	9,5	97	7,8	992
A13	Aval Aix en Pce	16/11/2009	11:30	14,8	20,0	9,14	92	8,1	970
A14	Gué du Paradou	16/11/2009	14:30	15,4	19,5	9,2	95	7,7	909
A15	La Farre les Oliviers	16/11/2009	14:00	14,9	22,0	9,79	99	8,4	934
A17	Berre l'Etang (RCS)	24/11/2009		13,2		11,04	104,5	8,1	918

Les eaux de l'Arc sont de nouveau bien oxygénées sur l'ensemble de son linéaire. Une légère baisse du taux de saturation en aval de Trets.

Les valeurs de pH comprises entre 7,5 et 8,4 indiquent que les eaux sont légèrement alcalines. La minéralisation augmente en aval de Rousset certainement liée à l'activité industrielle de Rousset.

Les températures de l'eau sont tributaires des variations de la température atmosphérique et sont fraîches.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	3,4	<2,5	3	1,1	0,06	0,18	25
A02	Amont Trets	5,1	<2,5	2,3	0,77	0,06	0,02	1,4
A03	Aval Trets	4,5	<2,5	1,2	0,43	<0,02	0,04	5
A04	Rousset (RCS)	4,7	1,3	2,47	0,82	0,05	0,09	13,3
A05	Aval Rousset	3,1	2,8	0,75	0,34	1,40	0,03	6,3
A06	Chateauneuf le Rouge	3,4	2,7	1,2	0,49	1,70	0,05	6,7
A07	Meyreuil	2,8	2,5	0,49	0,22	0,06	0,09	7,5
A08	Amont Aix en Pce	2,4	<2,5	0,26	0,13	<0,02	0,06	6,9
	Pt1		<2,5	0,23	0,13	<0,02	0,03	6,6
A09	Amont STEP Pioline		2,7	0,23	0,13	<0,02	0,07	9,4
A10	Aval STEP Pioline		2,6	1,2	0,47	0,04	0,07	6,6
A11	Pont SNCF Les Milles		<2,5	1,1	0,43	<0,02	0,05	7,4
A12	Aix en Provence (RCS)	2,8	2,4	0,86	0,29	0,67	0,38	12,6
	Centre Equestre Pacademo		3,3	0,69	0,28	0,35	0,27	11
A13	Aval Aix en Pce	3,1	3,1	0,77	0,3	0,10	0,25	12
A14	Gué du Paradou		3	0,79	0,31	<0,02	0,14	11
A15	La Farre les Oliviers	3,1	<2,5	0,76	0,3	0,05	0,13	11
A17	Berre l'Etang (RCS)		0,9	0,62	0,2	0,05	0,17	17,3

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	2,9	65	6,7	46	<2	34	<20	<1
A02	Amont Trets	5	60	2,7	36	<2	29	<20	<1
A03	Aval Trets	4,1	85	3,4	39	<2	26	<20	<1
A04	Rousset (RCS)			9,4			22,5		<1
A05	Aval Rousset	2,4	60	3,7	72	<2	25	<20	1,2
A06	Chateauneuf le Rouge	3,7	55	3,8	64	<2	24	<20	1,5
A07	Meyreuil	1,8	65	4,3	58	<2	25	<20	<1
A08	Amont Aix en Pce	1,6	55	3,7	46	<2	25	<20	<1
	Pt1	1,7		5,2				<20	<1
A09	Amont STEP Pioline	1,7		<2				<20	<1
A10	Aval STEP Pioline	3,3		3				<20	<1
A11	Pont SNCF Les Milles	3,1		2,4				<20	<1
A12	Aix en Provence (RCS)			2					1,2
	Centre Equestre Pacademo	2,2		4,6				<20	<1
A13	Aval Aix en Pce	2,1	35	4,2	43	<2	26	<20	<1
A14	Gué du Paradou	2,2		2,9				<20	<1
A15	La Farre les Oliviers	2,4	45	3,1	43	<2	25	<20	<1
A17	Berre l'Etang (RCS)	2,4							<1

Classe de qualité selon SEQ-Eau									
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)
A01	Pourcieux	150	18	35	6,3	56	75	3,3	423
A02	Amont Trets	120	15	44	13	63	66	2,7	351
A03	Aval Trets	130	17	49	12	83	98	2,3	317
A04	Rousset (RCS)	109	15	30	7,7	48	92		
A05	Aval Rousset	260	15	61	6,8	120	370	2,7	302
A06	Chateauneuf le Rouge	230	15	59	6,2	110	330	2,8	295
A07	Meyreuil	200	17	54	6	96	270	3	302
A08	Amont Aix en Pce	160	16	37	4,3	63	170	3,4	304
A13	Aval Aix en Pce	140	19	45	6,2	59	160	4,4	323
A15	La Farre les Oliviers	140	18	46	7	60	150	3,1	313

Les débits enregistrés lors de cette campagne étant très faible pour la saison le bon état et la qualité de l'eau de l'Arc sont tributaires de la qualité des effluents urbains.

Le bon état de l'Arc, durant l'automne 2009, est alors très altéré par les matières phosphorées en tête de bassin. Cette pollution persiste jusqu'en amont d'Aix où l'état de l'Arc devient bon. Puis en aval du rejet de la station d'épuration de la Pioline l'état du cours d'eau redevient moyen à médiocre.

Comme vu précédemment, une très forte augmentation des sulfates a été mesurée en aval de Rousset altérant la qualité de l'eau de bonne à très mauvaise selon les seuils du SEQ-Eau. Ce flux est observé jusqu'à la Farre les Oliviers. Une croissance du taux de calcium et chlorures est également identifiée en aval de Rousset certainement lié à l'activité de la zone industrielle de Rousset.

Cet accroissement d'éléments minéraux se traduit par une croissance brutale de la minéralisation à la station A05 (la conductivité double entre A04 et A05).

Les affluents de l'Arc

Paramètres mesurés In-situ

Classe de bon état									
	Localisation	Date de prélèvement	Heure	Teau (°C)	T air (°C)	O2 dissous (mg.l ⁻¹)	O2 %sat.	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	16/11/2009	09:30	11,3	15,0	8,92	84	7,9	812
GV02	Grand Vallat	16/11/2009	09:50	13,9	15,0	8,62	85	7,8	1014
GV03	Grand Vallat	16/11/2009	10:10	14,4	16,0	6,50	65	8,1	983
GV04	Grand Vallat	16/11/2009	10:40	14,2	17,0	9,19	91	8,3	949
PJ01	Petite Jouïne	16/11/2009	11:10	15,6	19,0	5,81	59	7,8	1074
L04	Luyes (RNB)	24/11/2009		15,81		8,51	85,4		

Les eaux du Grand Vallat sont bien oxygénées, fraîches, légèrement alcalines et fortement minéralisées.

Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux de la Petite Jouïne sont faibles, indiquant une qualité de l'eau moyenne.

Paramètres mesurés au laboratoire

Classe de bon état								
	Localisation	COD (mg.l ⁻¹)	DBO5 à 20°C (mg.l ⁻¹)	PO4 (mg.l ⁻¹)	Ptotal (mg.l ⁻¹)	NH4 (mg.l ⁻¹)	NO2 (mg.l ⁻¹)	NO3 (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	3,2	<2,5	<0,05	<0,05	<0,02	0,03	1,3
GV02	Grand Vallat	2,7	<2,5	<0,05	<0,05	<0,02	0,04	8,9
GV03	Grand Vallat	3,6	2,9	0,14	0,1	0,13	0,13	5,6
GV04	Grand Vallat	3,3	3	0,13	0,11	0,16	0,23	9,6
PJ01	Petite Jouïne	5,3	4,8	1,2	0,51	11	2,2	18
L04	Luyes (RNB)							

Classe de qualité selon SEQ-Eau								
	Localisation	oxydabilité KMnO4 (mg.l ⁻¹)	Couleur	M.E.S. (mg.l ⁻¹)	TH (mg.l ⁻¹)	TA (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹)	DCO (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	2,1	30	<2	42	<2	32	<20
GV02	Grand Vallat	1	90	2	52	<2	33	<20
GV03	Grand Vallat	2,4	40	2,3	46	<2	31	<20
GV04	Grand Vallat	2,5	45	3,6	46	<2	30	<20
PJ01	Petite Jouïne	4,6	85	3,4	43	<2	29	<20

Classe de qualité selon SEQ-Eau										
	Localisation	Ca (mg.l ⁻¹)	Mg (mg.l ⁻¹)	Na (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)	Cl (mg.l ⁻¹)	SO4 (mg.l ⁻¹)	Si (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	NTK (mg.l ⁻¹)
GV01	Grand Vallat	140	16	11	1,1	21	89	13	398	<1
GV02	Grand Vallat	170	22	26	3,2	47	150	11	405	<1
GV03	Grand Vallat	150	20	44	5,7	64	130	7	379	<1
GV04	Grand Vallat	160	17	47	6,2	70	120	6,2	366	<1
PJ01	Petite Jouïne	140	17	61	5,5	100	100	3,5	360	9,8

Globalement, l'état du Grand Vallat est bon à très bon sur l'ensemble de son bassin. En aval de la station d'épuration de Simiane, on retrouve encore de forts taux de sulfates déclassant la qualité de l'eau de bon à moyenne.

L'état de la Petite Jouïne est mauvais vis-à-vis des matières azotées. Les phosphates indiquent également un état médiocre de la Petite Jouïne. L'état de la Petite Jouïne est dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles.

SYNTHESE DE LA CAMPAGNE AUTOMNALE

Qualité de Référence de l'Arc (A01) :

- station à-sec

Qualité de l'Arc Amont (A02 - A08)

- dégradation des stations les plus en amont liée à la faiblesse des débits et de la qualité des apports anthropiques,
- légère désoxygénation dans les stations les plus en amont,
- fort taux de matières phosphorées,
- pollution en aval de Rousset en sulfates, chlorures et calcium.

Qualité de la région Aixoise (A08 – A12)

- eaux bien oxygénées,
- tronçon en aval de la STEP de la Pioline en moyen à médiocre état vis-à-vis des matières phosphorées,
- légère dégradation de l'état du tronçon par les nitrites et l'ammonium,
- pollution résiduaire en sulfates (qualité de l'eau médiocre).

Qualité de l'Arc Aval (A13 – A17)

- eaux bien oxygénées, fraîches fortement minéralisées
- état du tronçon moyen vis-à-vis des matières phosphorées,
- léger déclassement du très bon état à bon vis-à-vis des nitrites, nitrates, des matières en suspension et des chlorures.
- dans la partie aval les concentrations en sulfates restent élevées.

Qualité du Grand Vallat

- la qualité et l'état du Grand Vallat sont très bons à bons sur l'ensemble du bassin versant
- seul déclassement de qualité au niveau de Simiane pour les sulfates.

Qualité de la Petite Jouïne

- cours d'eau très dégradé par les apports de la zone industrielle des Milles : enrichissement en matières azotées et phosphorées, déficit en oxygène.

Qualité de la Luynes : manque de données pour définir son état et la qualité de ses eaux.

Bilan sur l'état écologique de l'Arc et de ses affluents
Paramètres physico-chimiques généraux
Campagne du 16 – 17 novembre 2009

Stations	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification
A01bis	% sat - O2dissous		PO4 –Ptot	
A02	% sat		PO4	
A03	% sat		PO4	
A04	% sat		PO4	
A05			PO4 – Ptotal –NH4	
A06	% sat - O2dissous		PO4	
A07	% sat		Ptotal	
A08			PO4 –Ptot	
A09			PO4 –Ptot	
A10			PO4	
A11			PO4	
A12			PO4 - Ptot	
A13			PO4 - Ptot	
A14			PO4 – Ptotal	
A15			PO4 - Ptot	pH
A17			PO4	
GV01	% sat			
GV02	% sat			
GV03	% sat		PO4- Ptot – NH4- NO2	
GV04			PO4- Ptot – NH4- NO2	pH
PJ01	% sat - O2dissous		NH4 – NO2	

Pour la station A08, il a été choisi de conserver la séquence de données la plus déclassante. Pour la station A12, le suivi d'autosurveillance a été privilégié dans le calcul de l'état écologique car les analyses ont été réalisées le même jour que ceux du suivi 2009.

Il est indiqué dans chaque case du tableau l'élément déclassant.

Le principe du paramètre déclassant a été choisi dans l'évaluation des éléments cités dans le tableau ci-dessus.

La salinité n'apparaît pas dans ce tableau, car les limites de seuils ne sont pas encore définies dans le guide technique.

4.1.6 Synthèse de l'état de l'Arc et ses affluents vis-à-vis des paramètres physico-chimiques classiques en 2009

La carte 5 présente la synthèse de l'état de l'Arc et ses affluents pour l'année 2009.

État de référence (A01) : état bon à très bon lorsque la station est en eau en hiver et au printemps 2009.

État de l'Arc de Pourcieux (A01bis) à Rousset (A04) :

- dégradation de l'état de l'Arc à la classe « mauvais » par un apport de nutriments,
- **forte altération de l'état de l'Arc en période de basses eaux :** l'Arc est essentiellement alimenté par les effluents urbains.

État de l'Arc de Rousset (A05) à Aix en Provence (A08) :

- **l'état de l'Arc est bon à très bon en période de hautes eaux et se dégrade en période de basses eaux :** effet de dilution très important dans l'atteinte du bon état
- État globalement moyen en période estivale vis-à-vis des nutriments,
- Légère dégradation de l'état de l'Arc en automne en aval de la confluence du Grand Vallat de Fuveau,
- Apports important en sulfates, chlorures et calcium en aval de la zone industrielle de Rousset.

État de l'Arc en région aixoise (A09 - A11) :

- **état globalement bon à moyen,**
- dégradation de la qualité en aval de la station d'épuration d'Aix-en-Provence surtout en période de basses eaux.

Qualité de l'Arc en aval de la confluence de la Jouïne (A12) :

- **état des eaux dépendant de la qualité des eaux de la Jouïne et des conditions hydrologiques (effet de dilution)**
- bon à très bon état en hiver et au printemps,
- état moyen à médiocre en été et en automne avec comme paramètre déclassant les nutriments.

Qualité de l'Arc aval de A13 à A17 :

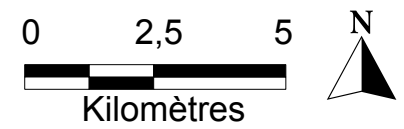
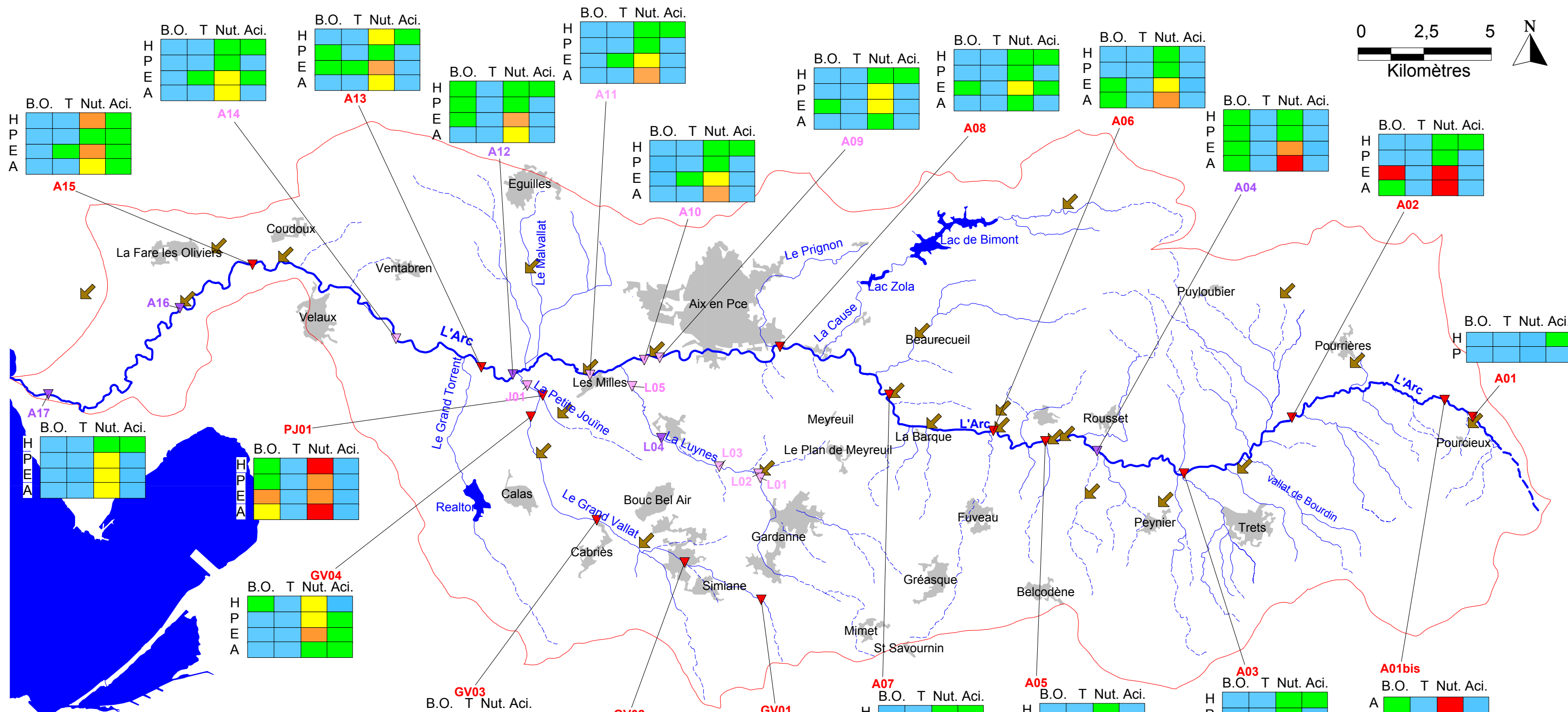
- pouvoir autoépurateur de l'Arc de A13 à A14 moyen.
- état médiocre en aval de station d'épuration de Coudoux Ventabren Velaux en période estivale
- État moyen des eaux de l'Arc entrant dans l'Étang de Berre (apport de nutriments)

État du Grand Vallat

- En tête de bassin : apport diffus déclassant légèrement l'état du cours d'eau en période de basses eaux (été 2009), en dehors de ces apports, état bon à très bon du Grand Vallat
- A l'inverse de l'Arc, état dégradé en période de hautes eaux pour les stations GV02 et GV03
- en aval de la station d'épuration de Cabriès, l'état du Grand Vallat est moyen en hiver et au printemps, médiocre en été et s'améliore en automne 2009.
- Présence de sels (sulfates, chlorures, calcium) dans les eaux certainement liée la présence de roches dites évaporites.

État de la Petite Jouïne

- **cours d'eau très dégradé** par les apports de la zone industrielle des Milles : enrichissement en matières azotées et phosphorées, déficit en oxygène.
- **état globalement médiocre à mauvais** tout au long de l'année 2009.



Légende :

- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaires
- Villes
- Limite du bassin versant
- Etendues d'eau
- Stations d'épuration
- Stations RCS
- Stations d'autosurveillance communale
- Stations de suivi 2009

Légende tableau :

- H - Campagne hivernale
- P - Campagne printanière
- E - Campagne estivale
- A - Campagne automnale
- BO : Bilan Oxygène (O2 dissous, % sat., DBO5, COD)
- T : Température (T°C)
- Nut. : Nutriments (NH4, NO2, NO3, Ptot, PO4)
- Aci. : Acidification (pH)

Code couleur des classes d'état

	Bilan oxygène	Température	Nutriments	Acidification
Très bon				
Bon				
Moyen				
Médiocre				
Mauvais				

4.2 Évolution spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques les plus variables au cours de l'année 2009 sur le linéaire de l'Arc

4.2.1 Les paramètres mesurés in situ

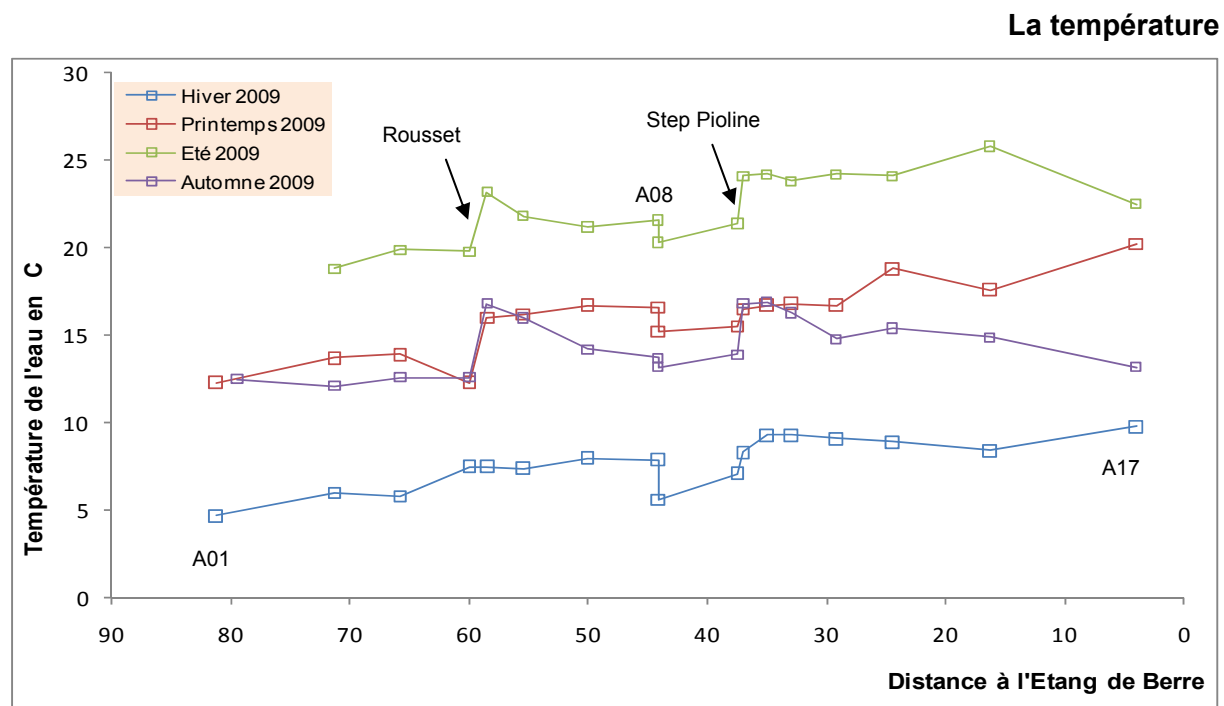


Figure 9 : Évolution de la température sur le linéaire de l'Arc au cours des quatre campagnes de mesures

Remarque sur les données de la station A08 : au niveau de la station A08, deux valeurs sont enregistrées les mêmes jours, mais décalées dans le temps : une le matin réalisée par le Canal de Provence et une par la Maison Régionale de l'Eau en début d'après-midi.

Les températures mesurées dans l'Arc varient de 4,7 °C en février en tête de bassin au niveau de Pourrières à 25,8 °C en fermeture de bassin en août à la Farre les Oliviers.

En aval de la zone de la Pioline, une augmentation de la température de l'eau est observée sur l'ensemble des suivis réalisés. Ce gradient thermique est plus prononcé en période de basses eaux estivale et en automne. En période de basses eaux, l'Arc est beaucoup plus sensible aux variations thermiques atmosphériques et aux températures des effluents des stations d'épuration.

La conductivité

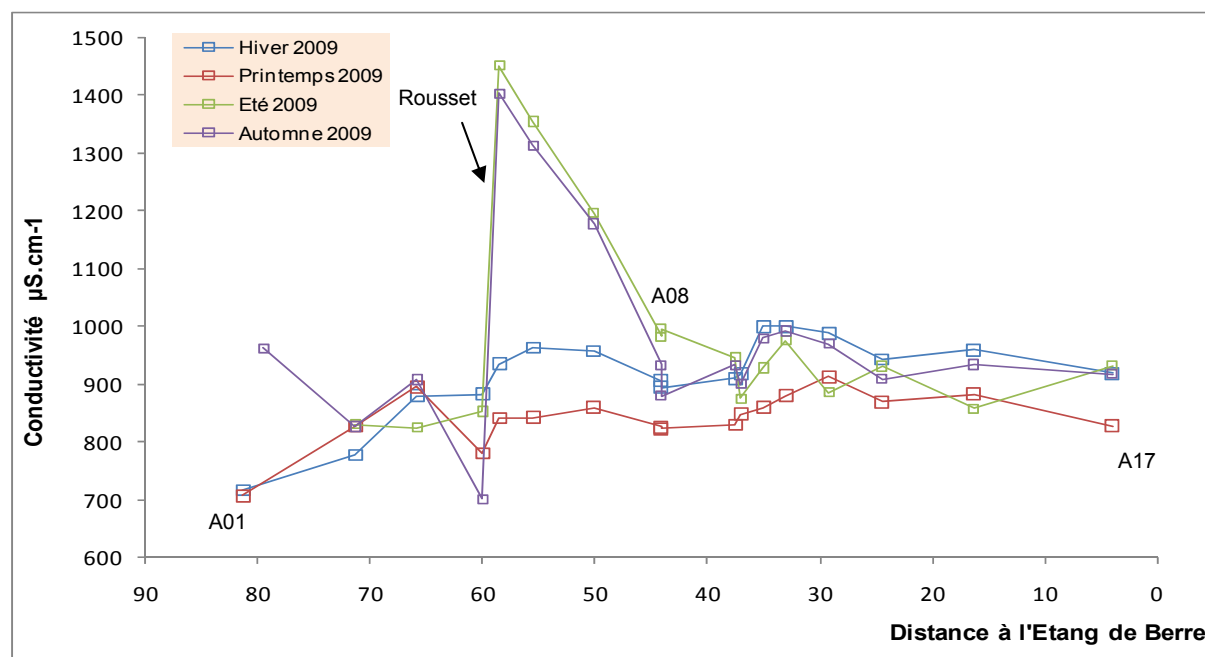


Figure 10: Évolution de la minéralisation de l'Arc au cours de l'année 2009

Remarque sur la station A08 : la conductivité subit de très faibles variations journalières.

Les conductivités de l'eau de l'Arc enregistrées lors des quatre campagnes de prélèvements varient entre 701 et 1451 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ sur la période d'étude. Les eaux de l'Arc sont alors fortement minéralisées, situation typique des cours d'eau en région calcaire. Les plus fortes teneurs sont mesurées en période d'étiage prononcé en août 2009 et en automne.

En aval de Rousset, la conductivité voit ces valeurs doubler en été et en automne. L'effet de dilution des apports de la station d'épuration de Rousset et de sa zone industrielle est très réduit en période d'étiage. Ce flux de minéralisation se retrouve jusqu'en amont d'Aix. Cette brutale minéralisation en aval de zone industrielle de Rousset est liée à une augmentation des teneurs en sulfates, chlorures et calcium.

Par la suite, la conductivité de l'Arc fluctue dans la région aixoise (de A09 à A13) avec les différents apports, puis elle se stabilise légèrement au niveau du guè du Paradou avec des valeurs aux alentours de 900 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Le pH

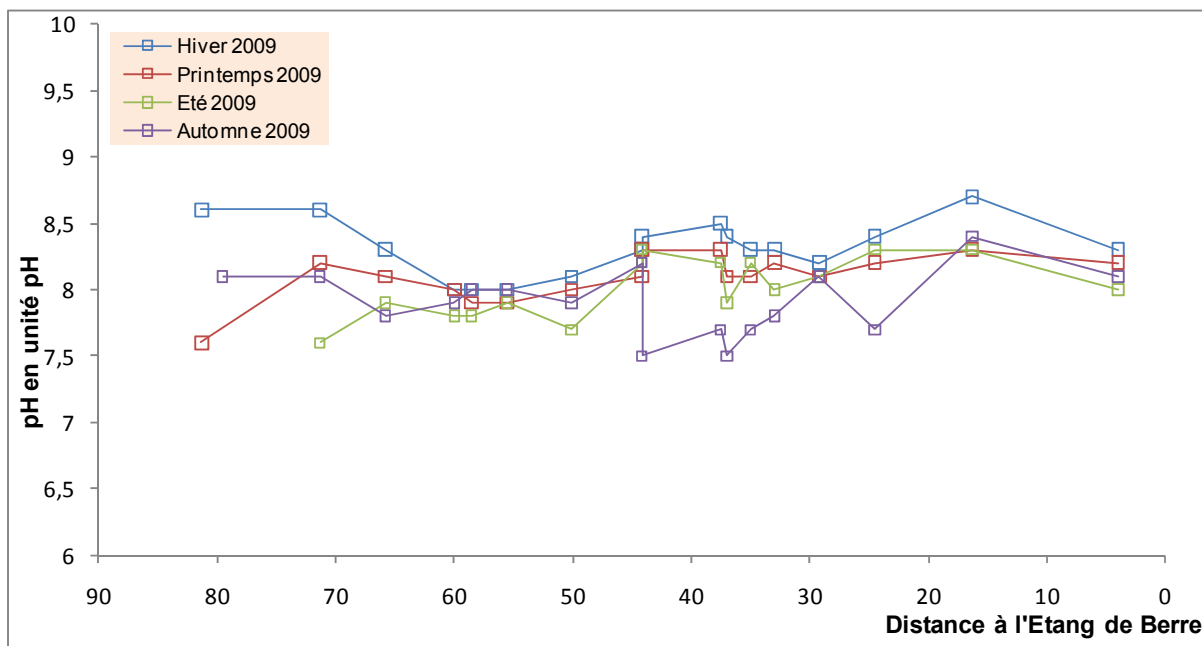


Figure 11 : Évolution du pH de l'Arc au cours des quatre campagnes de mesure

Les valeurs de pH varient entre 7,6 et 8,7 sur l'ensemble du linéaire et de la période d'étude. Les eaux de l'Arc sont alors légèrement alcalines, situation caractéristique des cours d'eau en région calcaire.

L'oxygène dissous et le taux de saturation

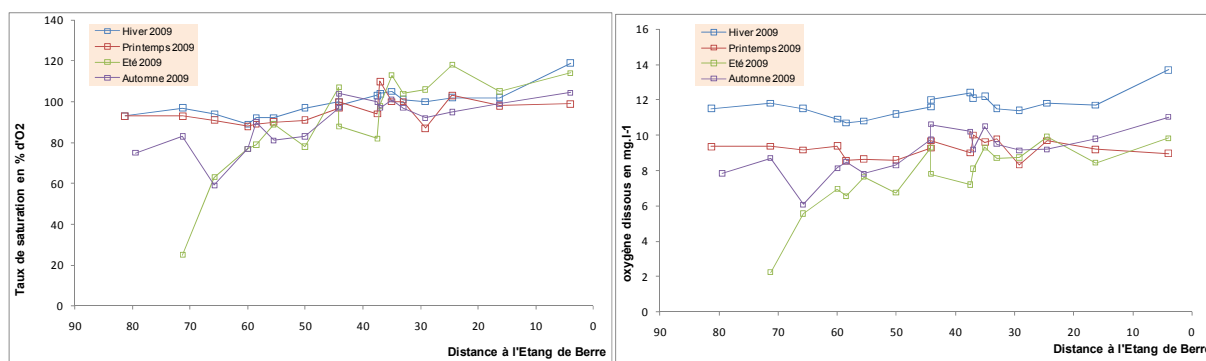


Figure 12 : Évolution du taux de saturation en oxygène et des teneurs en oxygène dissous de l'Arc en 2009

Les eaux de l'Arc sont globalement bien oxygénées tout au long de l'année. Toutefois en période estivale, le débit de l'Arc en tête de bassin est assuré en grande partie par les effluents des communes riveraines. La concentration en oxygène est alors très faible, voire critique, en amont de Trets. Puis en aval de Trets, l'oxygénation de l'Arc est satisfaisante sur l'ensemble des campagnes de mesures.

En automne, une baisse des teneurs en oxygène est observée également dans l'Arc en aval de Trets certainement due à un apport d'effluent pauvre en oxygène couplé à un faible débit de l'Arc.

Les températures élevées, les apports anthropiques riches en composés organiques, la faiblesse des débits en tête de bassin tendent à faire baisser les teneurs en oxygène de l'Arc.

4.2.2 Les matières azotées

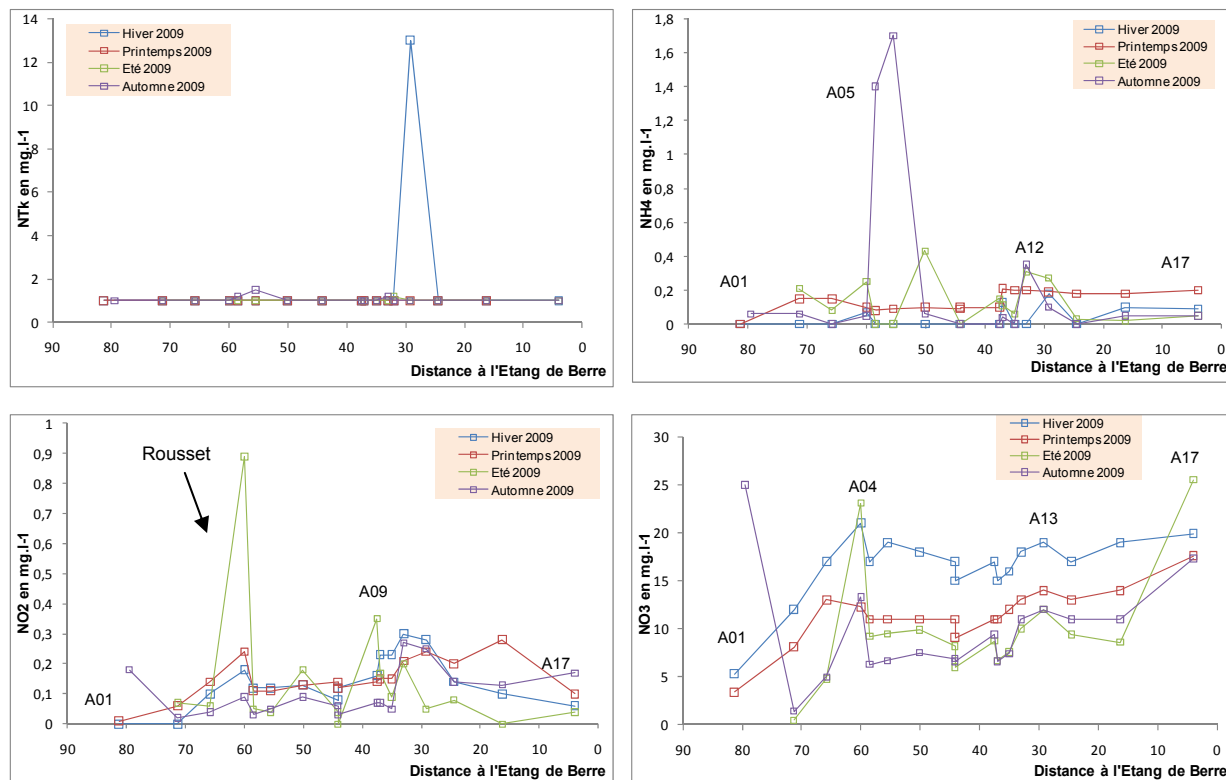


Figure 13 : Évolution des matières azotées dans l'Arc au cours de l'année 2009

La variabilité des matières azotées de l'Arc est dépendante des cycles hydrologiques saisonniers, des rejets anthropiques (effluents urbains et industriels), et du cycle de l'Azote (nitrification).

Les teneurs en azote Kjeldahl sont assez stables tout au long de l'année 2009 et à l'état de trace. Une légère augmentation des valeurs est observée en automne aux stations A05, A06 et A12. La valeur de 13 mg.l⁻¹ observée en hiver semble suspecte aux vues de la série de données.

Sur l'ensemble de la chronique de données, les teneurs en ammonium varient du seuil de détection du laboratoire à 1,7 mg.l⁻¹. Dans l'Arc amont (stations A01 et A04), cet élément reste à l'état de trace ou à des teneurs assez faibles sur l'année 2009, conformes aux teneurs rencontrées dans les eaux naturelles. Les plus fortes variations de cet élément sont rencontrées en automne, comme pour l'Azote Kjeldahl, en aval de Rousset (A05) jusqu'au pont du Canet (A07) et en aval de la confluence avec la Jouïne (la Petite Jouïne présente de forts taux en ammonium compris entre 2,7 et 11mg.l⁻¹).

Les nitrites suivent presque la même évolution que l'ammonium avec un pic en aval de Rousset et au niveau de la station A09 puis au niveau de A12 : phénomène de nitritation.

Les teneurs en nitrates fluctuent sur le linéaire de l'Arc en fonction des rejets de station d'épuration. Globalement, en tête de bassin (station de référence A01) les nitrates sont présents à l'état de trace. Puis les teneurs croient jusqu'à un maximum atteint en amont de Rousset (A04). En aval de Rousset, une légère baisse est observée avec une stabilisation des teneurs jusqu'en amont d'Aix. Par la suite, un pic est observé en aval de la confluence avec la Jouïne surtout en période de basses eaux (été et automne). Et, en fermeture de bassin, les valeurs restent élevées, comprises entre 17 et 25 mg.l⁻¹.

4.2.3 Les matières phosphorées

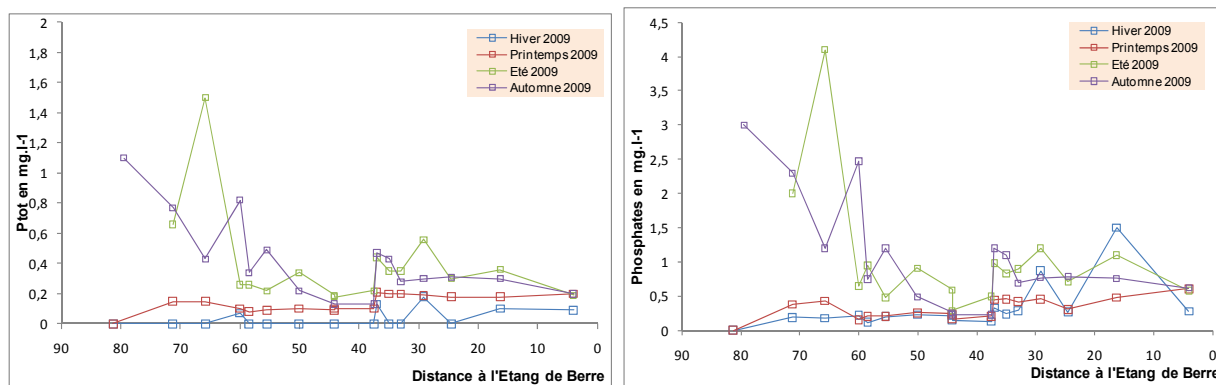


Figure 14 : Évolution des matières phosphorées de l'Arc sur l'année 2009

Les matières phosphorées proviennent généralement des détergents, du lessivage des terres agricoles, des industries chimiques et engrais.

Les phosphates et les teneurs en phosphore total évoluent de façon similaire de l'amont vers l'aval et dans le temps. Les teneurs les plus élevées sont rencontrées en période de basses eaux en été et en automne dans le secteur amont de l'Arc.

Les teneurs ont tendance à diminuer puis se stabiliser jusqu'en amont immédiat de la STEP de la Pioline (A09). En aval de station d'épuration de la Pioline, les valeurs de ces deux éléments croissent brutalement ainsi qu'au niveau de la station A13 et A15, en aval de la station d'épuration de Coudoux-Ventabren-Velaux.

4.2.4 Les Chlorures, les sulfates et le calcium

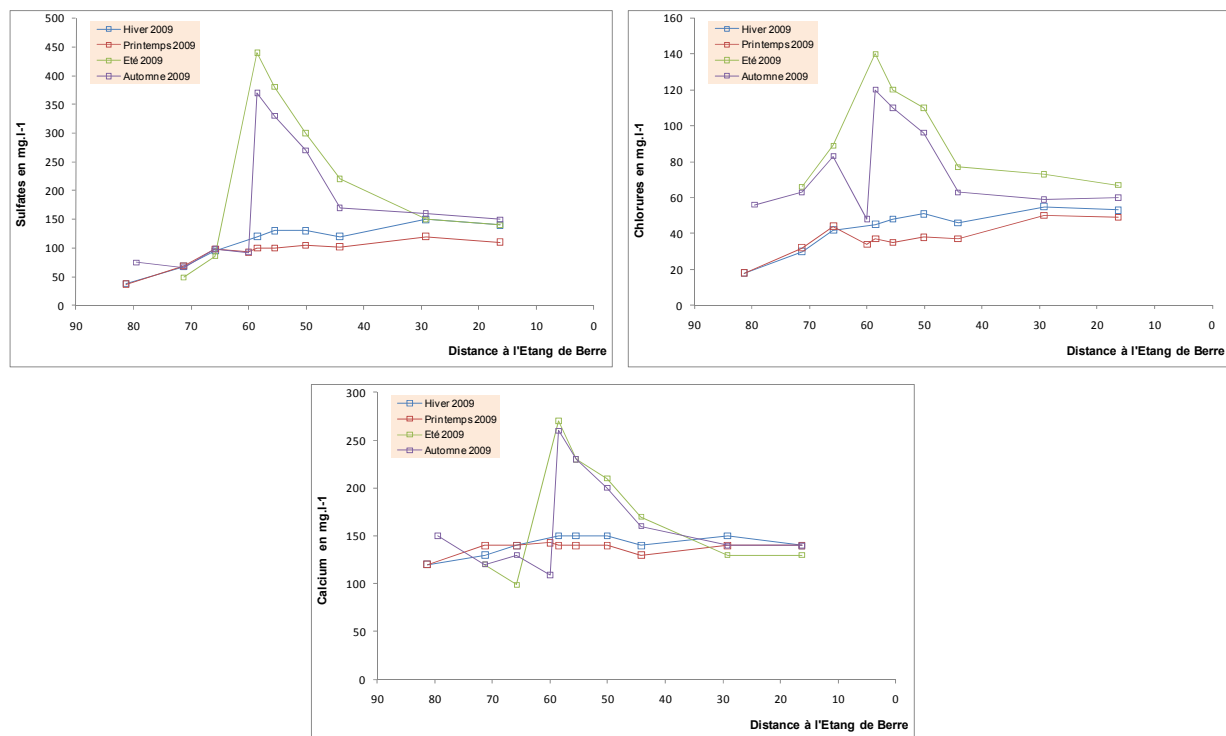


Figure 15 : Évolutions des ions chlorures, sulfates et calcium dans l'Arc en 2009

Les évolutions de ces trois éléments sont globalement similaires, au cours de l'année 2009, de l'amont vers l'aval.

En période de basses eaux (en été et en automne), les plus fortes teneurs de ces trois éléments sont enregistrées en aval de Rousset. Ce fort accroissement de valeurs est certainement la résultante des effluents de la station d'épuration de la zone industrielle de Rousset et de la commune de Rousset car l'étude de la carte géologique n'a pas montré de terrains susceptibles de contenir des évaporites. Les teneurs de ces trois éléments tendent à décroître jusqu'en fermeture de bassin, mais restent élevées en comparaison avec les teneurs mesurées en tête de bassin. Cette baisse est certainement liée à la dilution des eaux de l'Arc par les apports des affluents moins chargés.

4.2.5 Qualité bactériologique de l'eau

La définition du bon état ne prend pas en compte les paramètres bactériologiques, par conséquent le référentiel choisi est celui des classes de qualité selon le SEQ-Eau.

L'arc de sa Source à L'étang de Berre

Résultats bruts

Code station	Localisation	E Coli (/100 ml)				Entérocoques (/100 ml)			
		Hivers 2009	Printemps 2009	Eté 2009	Automne 2009	Hivers 2009	Printemps 2009	Eté 2009	Automne 2009
A01	Pourcieux	30	2 420			<15	71		
A01bis	Pourcieux				213				15
A02	Amont Trets	1 076	1 733	109	<15	197	921	61	<15
A03	Aval Trets	2 715	1 664	1 610	7 101	215	1 733	270	1 128
A05	Aval Rousset	350	1 986	461	161	249	2 420	234	213
A06	Chateauneuf le Rouge	2 140	5 475	690	>34 659	347	1 986	215	34 659
A07	Meyreuil	2 404	9 208	15 199	1 509	848	>24 200	1 677	61
A08	Amont Aix en Pce	1 972	3 873	397	94	350	1 203	109	70
	Pt1	5 712	3 850	308	195	2 130	780	214	<15
A09	Amont STEP Pioline	5 712	8 627	1 986	1 794	2 079	1 111	>24 200	261
A10	Aval STEP Pioline	27 760	24 045	1 080	4 502	3 806	3 339	14 140	1 934
A11	Pont SNCF Les Milles	8 329	10 152	190	7 101	2 290	1 222	3 450	861
Pt 5	Centre Equestre Pacademo	6 581	5 468	1 986	3 197	1 573	459	>24 200	476
A13	Aval Aix en Pce	5 352	9 208	2 843	278	1 838	1 414	144	234
A14	Gué du Paradou	2 496	1 409	579	805	705	163	2 010	109
A15	La Farre les Oliviers	1 677	5 794	368	1 976	594	1 414	110	434

D'un point de vue bactériologique, la qualité de l'arc est dégradée sur l'ensemble de son linéaire. Les points noirs, où la qualité de l'eau est très mauvaise, sont en aval de certaines stations d'épuration :

- en aval de la station d'épuration de Chateauneuf le Rouge et Fuveau à l'automne 2009
- en aval de la station d'épuration de Meyreuil au printemps 2009
- en amont de la station d'épuration de la Pioline en été 2009
- en aval de la station d'épuration de la Pioline à l'hiver, au printemps et en été 2009
- et au niveau du centre équestre de Pacademo.

Globalement, la **qualité bactériologique de l'eau vis-à-vis du SEQ-Eau est médiocre.**

4.3 Polluants spécifiques de l'état écologique

Polluants spécifiques non synthétiques

Analyses réalisées dans le cadre du suivi qualité des eaux

Aucun polluant spécifique non synthétique n'a été analysé sur l'eau pour caractériser l'état de l'Arc.

Analyses réalisées dans le cadre du réseau national de bassin

Aucun risque de fonds géochimiques n'est mis en valeur par le BRGM (BRGM -54530-FR). Par conséquent, le fond géochimique de l'Arc est nul. Par conséquent, les classes de bon état sont les suivantes :

$\mu\text{g.l}^{-1}$	Très bon état	Bon état	État moyen
Arsenic dissous	Concentrations proches de zéro et au moins inférieures au seuil de détection des techniques d'analyse	4,2	>4,2
Chrome dissous		3,4	>3,4
Cuivre dissous		1,4	>1,4
Zinc dissous		7,8	>7,8

L'Arc à Berre l'étang				
Dates	Arsenic dissous	Chrome dissous	Cuivre dissous	Zinc dissous
24/02/2009	5	2	8	8
26/05/2009	5	2	2	9

L'analyse des teneurs en polluants spécifiques non synthétiques présentées ci-dessus indique globalement un **état moyen de l'Arc** en fermeture de bassin au niveau de Berre l'Etang.

Polluants synthétiques spécifiques

Analyses réalisées dans le cadre du suivi qualité des eaux

$\mu\text{g.l}^{-1}$	Très bon état	Bon état	Etat moyen
Chlortoluron	<0,025	0,025 - 5	>5
Oxadiazon	<0,02	0,02 - 0,75	>0,75
Linuron	<0,025	0,025 - 1	>1
2,4 D	<0,025	0,025 - 1,5	>1,5
2, MCPA	<0,025	0,025 - 0,1	>0,1

$\mu\text{g.l}^{-1}$	A03	A15
Chlortoluron	<0,025	<0,025
Oxadiazon	<0,02	<0,02
Linuron	<0,025	<0,025
2,4 D	<0,025	<0,025
2, MCPA	<0,025	<0,025

Vis-à-vis de ces paramètres, l'état écologique de l'Arc en aval de Trets et à la Farre les Oliviers est très bon.

Analyses réalisées dans le cadre du réseau national de bassin

L'arc à Berre l'Etang					
$\mu\text{g.l}^{-1}$	10/02/2009	24/02/2009	28/04/2009	26/05/2009	08/06/2009
Chlortoluron	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Oxadiazon	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Linuron	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4 D	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2, MCPA	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02

En fermeture de bassin, l'état écologique de l'Arc vis-à-vis des polluants synthétiques spécifiques est légèrement déclassé pour le Chlortoluron (seuil de détection différent des analyses réalisées dans le cadre du suivi 2009) et au niveau du 2,MCPA. Toutefois, l'état est classé comme bon. Globalement, l'analyse des polluants synthétiques spécifiques classe l'Arc dans un état écologique bon.

4.4 Éléments biologiques - IBGN

4.4.1 Protocole d'échantillonnage et de mesure

Les prélèvements, les dénombrements et les déterminations taxonomiques des invertébrés sont réalisés en suivant le protocole défini dans la note méthodologique-version 2 du 15 janvier 2007 : « Protocole de prélèvements sur le réseau de surveillance », Philippe Usseglio-Polatera, Université de Metz. Jean-Gabriel Wasson, Cemagref de Lyon. Note méthodologique ».

Ce protocole est celui appliqué lors des suivis pluriannuels de la surveillance des masses d'eau (réseau DCE).

La prestation consiste :

- -- à effectuer un relevé de la **mosaïque des habitats dominants et marginaux** de la station et de les identifier ;
- -- à réaliser **12 prélèvements au filet Surber** de faune des invertébrés dans chacun de ces habitats ;
- -- à regrouper ces prélèvements dans **trois bocal**s (B1 : habitats marginaux par ordre d'habitabilité ; B2 : habitats dominants par ordre d'habitabilité ; B3 : habitats dominants au prorata de leur superficie) ;
- -- à établir **trois listes faunistiques** des taxons des invertébrés présents en fonction des habitats identifiés et regroupés par bocal.

Pour chacune des stations, une fiche de prélèvements est présentée en annexe 7 ainsi que la liste faunistique des invertébrés benthiques en annexe 8.

Description des habitats

Avant de réaliser les prélèvements, il est nécessaire d'estimer la surface de recouvrement relative des différents supports minéraux et organiques (liste définie selon la norme IBGN, AFNOR, 2004) sur l'ensemble de la station. Dans la définition des supports à prélever, la scission du support IBGN actuel « éléments organiques grossiers » en deux supports distincts (« litière » et « racines et branchages ») est préconisée.

En continuité avec la norme IBGN, il est défini dans la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 :

- les supports « dominants », dont la superficie représente plus de 5% de la surface mouillée de la station ;
- les supports « marginaux » représentatifs, dont la superficie représente au maximum 5% de la surface mouillée de la station, mais dont la présence n'est ni exceptionnelle, ni liée à des structures artificielles (ponts, enrochement...).

Rappelons que l' « habitat » est la combinaison d'un substrat et d'une classe de vitesse.

Prélèvements sur le terrain

Après avoir estimé la superficie mouillée et repéré les habitats marginaux et dominants et les avoir indiqués sur la fiche terrain, les prélèvements peuvent être réalisés en respectant strictement le protocole de prélèvement de la note méthodologique Usseglio-Wasson. À savoir :

- **Phase 1** : échantillonnage des quatre habitats marginaux représentatifs. Ils représentent moins de 5 % de la superficie de la station, mais sont régulièrement rencontrés le long de la station. Ils sont choisis en fonction de leur capacité d'accueil de la faune benthique, du plus biogène au moins biogène. Ils sont regroupés dans le **bocal B1**.
- **Phase 2** : échantillonnage des quatre habitats dominants, avec priorité au substrat. Ils sont choisis du plus biogène au moins biogène et sont regroupés dans le **bocal B2**.
- **Phase 3** : échantillonnage des quatre habitats de manière à compléter l'échantillonnage des habitats dominants au *pro rata* de leur superficie. Ils sont regroupés dans le **bocal B3**.

La définition précise des différents types d'habitats prélevés est mentionnée dans la note méthodologique Usseglio-Wasson. *Rappelons que ce document sert de référence à la mise en place du protocole de prélèvements.*

La note IBGN sera calculée en tenant compte de la liste faunistique issue du bocal B1 et du bocal B2.

Afin de réduire le volume de pré tri, un tamisage des prélèvements sur un tamis de 5 mm et de 0,5 mm est réalisé *in situ*. Seuls sont conservés le refus de tamis de 0,5 mm et les invertébrés retenus dans le tamis de 5 mm. Cette opération sélective se fait soit par habitat prélevé, soit par bocal (quatre habitats différents).

Le matériel utilisé dans cette phase est le même que celui de la norme IBGN (NF T 90-350, mars 2004).

Conditionnement des échantillons de faune invertébrés

Les douze échantillons de faune des invertébrés réalisés sur une station seront conditionnés dans trois bocaux séparés, numérotés B1, B2 et B3.

Sur chacun des bocaux, il sera mentionné :

- code de la station ;
- nom du cours d'eau ;
- localisation (commune) ;
- date de prélèvement ;
- numéro du bocal ;
- les numéros de prélèvements.

Les prélèvements sont fixés à l'alcool à 80 %.

Tris, dénombrements et déterminations taxonomiques

Les prélèvements sont triés au laboratoire, sous la loupe binoculaire.

Les protocoles de tris et dénombrements respecteront la note méthodologique Usseglio-Wasson. Chaque prélèvement sera trié, déterminé et dénombré de manière exhaustive, à l'exception des taxons pour lesquels une indication de « présence » est uniquement demandée. .

Le niveau de détermination taxonomique est celui de la note méthodologique. Il peut être la classe, la famille ou le genre selon les groupes considérés. Toutefois, une identification à un niveau systématique plus précis (espèce) peut être réalisée pour les groupes taxonomiques à forte valeur indicatrice.

4.4.2 Composition du peuplement (IBGN DCE)

Dans cette partie, le peuplement invertébré est étudié au travers des échantillons réalisés en suivant la méthodologie de l'IBGN DCE. Les principales caractéristiques de cette méthode sont d'abord le nombre de prélèvements qui est de douze (au lieu de huit dans le cas de l'IBGN classique) et la détermination qui se fait au genre pour la majorité des insectes (au lieu de la famille). La richesse taxonomique et l'approche écologique du peuplement sont donc plus proches de la réalité que le protocole classique de l'IBGN.

Analyse des richesses et des densités

Au total, **83 taxons** ont été recensés dans l'ensemble des stations. Dans les onze stations concernant des affluents, on en comptabilise 67. Dans les treize stations de l'Arc, 70 taxons ont été récoltés. Les différentes richesses taxonomiques observées sur les affluents sont données sur la figure 16.

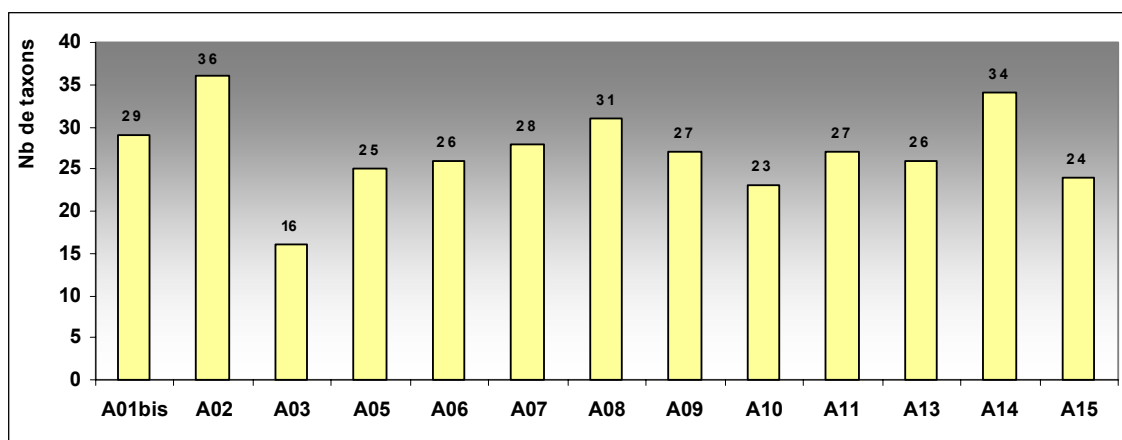


Figure 16 : Richesses taxonomiques calculées dans les stations du cours principal de l'Arc étudiées (protocole IBGN DCE)

Sur l'**Arc**, les richesses les plus élevées sont observées sur les stations A02, A14 et A08, avec respectivement 36, 34 et 31 taxons. Avec 16 taxons, la richesse la plus faible est observée à la station A03. Le contraste avec la station A02 est important, la différence observée étant de 20 taxons. L'ensemble des autres stations présente des richesses moyennes et homogènes, variant de 23 taxons en A10 à 29 taxons en A01bis.

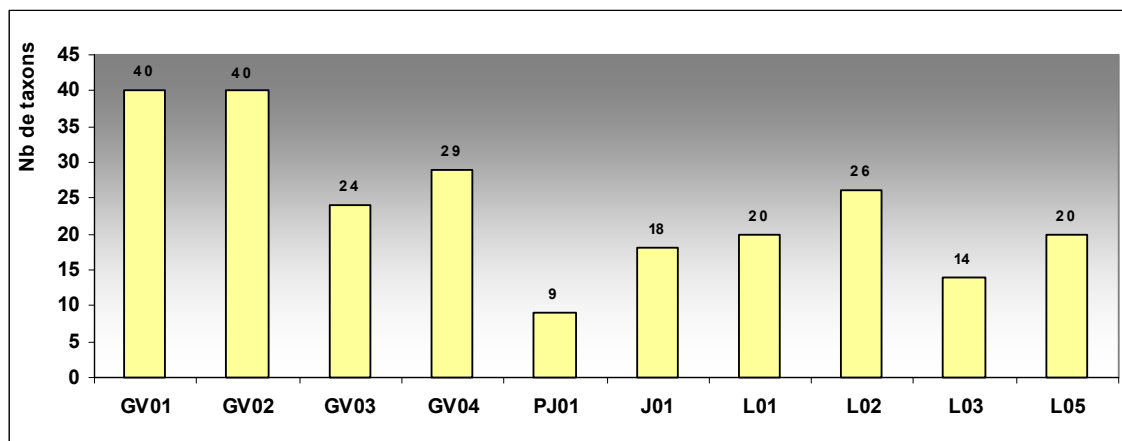


Figure 17 : Richesses taxonomiques calculées dans les affluents de l'Arc étudiés (protocole IBGN DCE)

Sur le **Grand Vallat**, une richesse élevée est observée aux stations GV01 et GV02, qui contiennent 60 % des invertébrés récoltés sur les affluents. Ces richesses sont les plus élevées de l'ensemble des stations échantillonnées dans cette étude. La richesse diminue de 16 taxons à la station GV03, ce qui indique une modification de la qualité des habitats dans cette station. Un gain de 5 taxons est observé à GV04.

Sur la **Petite Jouïne** (PJ01), la richesse est très faible, indiquant un peuplement faunistique perturbé. Elle représente 13 % des invertébrés récoltés dans les affluents. Sur la Jouïne, la station J01 qui rappelons-le, est située sous la confluence entre la Grand Vallat et la Petite Jouïne, la richesse est également faible. Une différence de onze taxons est observée avec la station GV03, ce qui témoigne d'une influence probable de la Petite Jouïne sur la qualité de l'habitat.

La **Luynes** présente une richesse taxonomique faible (station L03) à moyenne (L01 et L05), même à la station de référence située la plus en amont des rejets officiels (L01). La station L02, localisée en aval immédiat de la station d'épuration de Gardanne présente la richesse taxonomique la plus élevée (26 taxons).

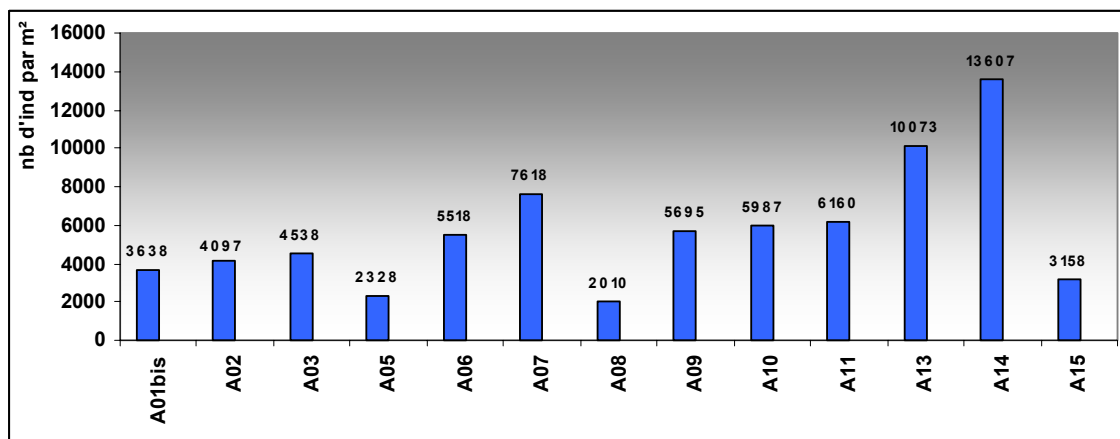


Figure 18 : Densités calculées dans les stations du cours principal de l'Arc étudiées (protocole IBGN DCE)

Sur le cours principal de l'Arc, les densités sont faibles aux stations A05 et A08. Elles sont particulièrement élevées aux stations A13 et A14, et dans une moindre mesure à la station A07. Les autres stations présentent une densité moyenne.

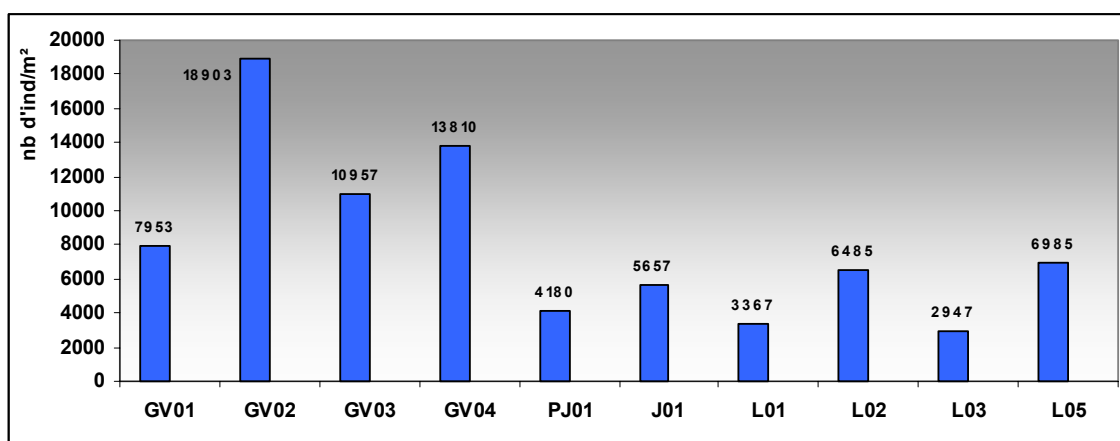


Figure 19 : Densités calculées dans les affluents de l'Arc étudiés (protocole IBGN DCE)

Les densités les plus importantes sont observées sur le **Grand Vallat**, aux stations GV03, GV04 et surtout, à la station GV02 où elle approche 19 000 individus par m².

Sur la **Luynes**, la densité est moyenne à L01. Elle double plus en aval, à la station L02. La densité la plus basse est calculée dans la station L03. Elle augmente à nouveau à la station L05. Les densités observées sur la Jouïne (J01) et la Petite Jouïne (PJ01) sont moyennes.

SYNTHESE « RICHESSES ET DENSITES DE L'ARC ET DE SES AFFLUENTS »▶ Cours principal de l'Arc :

Richesses élevées aux stations A02, A14 et A08 ; **richesse faible** en A03 ;

Densités faibles en A05, A08 et A15 ;

Densités élevées en A14, A13 et A07.

▶ Grand Vallat :

Densité élevée à très élevée sur l'ensemble des stations ;

Richesses élevées sur le Grand Vallat dans les stations **GV01 et GV02** ;

Chute de la richesse à GV03 ;

▶ Petite Jouïne et Jouïne:

Richesses très faibles à faibles : peuplement nettement perturbé ;

Densités moyennes ;

▶ Luynes:

Richesses faibles à L03, moyennes dans les autres stations ;

Taxons dominants et écologie du peuplement

Abondance relatives des principaux groupes faunistiques dans les affluents et sur le cours principal de l'Arc

Figure 20 : Abondances relatives des principaux groupes faunistiques dans l'ensemble du cours principal de l'Arc

Sur le cours principal de l'Arc, les insectes sont dominants, représentés essentiellement par les Éphéméroptères (23 % du peuplement), les Trichoptères (22 %) et les Diptères (19 %). La part des Crustacés est de 18 % du peuplement, suivis par les Mollusques, moins bien représentés que dans les affluents (8 % du peuplement).

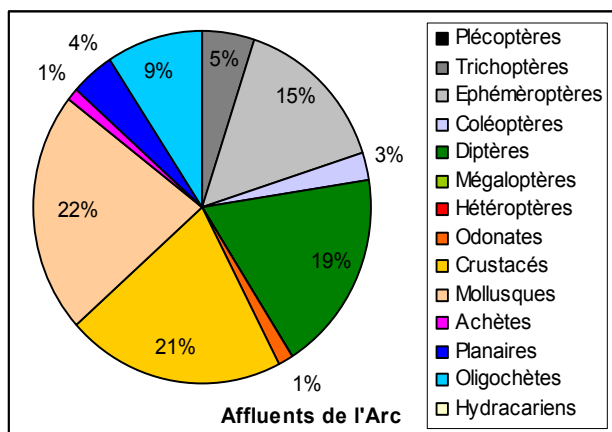
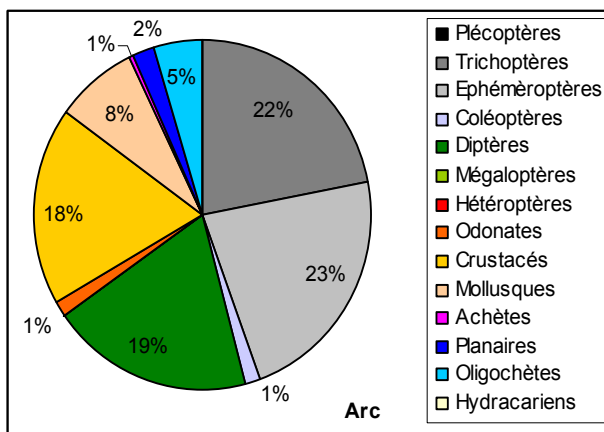


Figure 21 : Abondances relatives des principaux groupes faunistiques dans l'ensemble des affluents étudiés

Le peuplement est dominé dans l'ensemble des affluents par les Mollusques et les Crustacés, avec respectivement 22 et 21 % du peuplement. Si on ajoute à ces chiffres les proportions des oligochètes et des planaires, les insectes se trouvent minoritaires dans les affluents de l'Arc. Ils sont essentiellement représentés par les Diptères, suivis par les Éphéméroptères. Les Trichoptères ne représentent que 5 % du

peuplement global. La part des Plécoptères est nulle.

Richesses taxonomiques des principaux groupes faunistiques dans les affluents et sur le cours principal de l'Arc

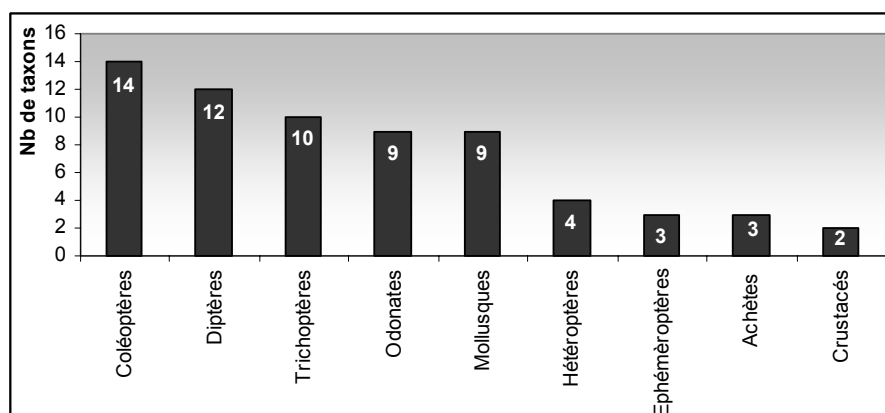


Figure 22 : Richesses taxonomiques des principaux groupes d'invertébrés récoltés sur le cours principal de l'Arc

Avec 14 taxons différents, les Coléoptères constituent l'ordre d'insectes le plus riche sur le cours principal de l'Arc. Les Diptères et les Trichoptères sont également bien représentés, avec respectivement 12 et 10 taxons. Comme dans les affluents, les Odonates et les Mollusques présentent une richesse élevée. Les Plécoptères sont totalement absents du cours principal de l'Arc.

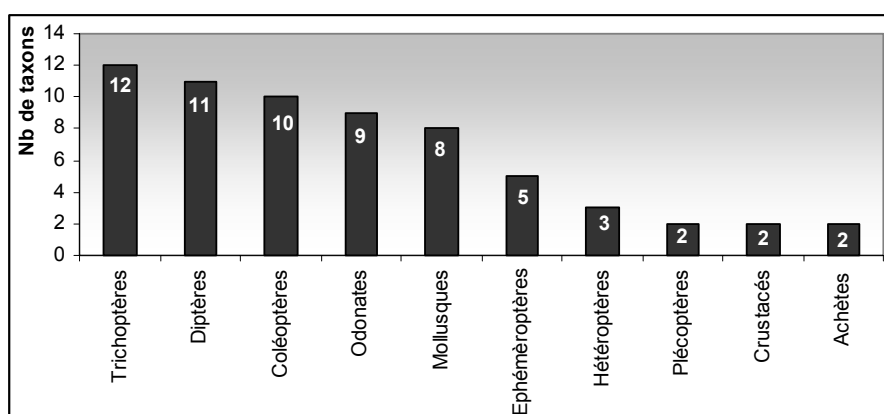


Figure 23 : Richesses taxonomiques des principaux groupes d'invertébrés récoltés sur les affluents de l'Arc

Le groupe le plus riche dans l'ensemble des affluents est l'ordre des Trichoptères, suivis par les Diptères et les Coléoptères. Les Odonates et les Mollusques sont particulièrement bien représentés avec respectivement 9 et 8 taxons. Les Plécoptères sont représentés par deux taxons.

Caractérisation des peuplements par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

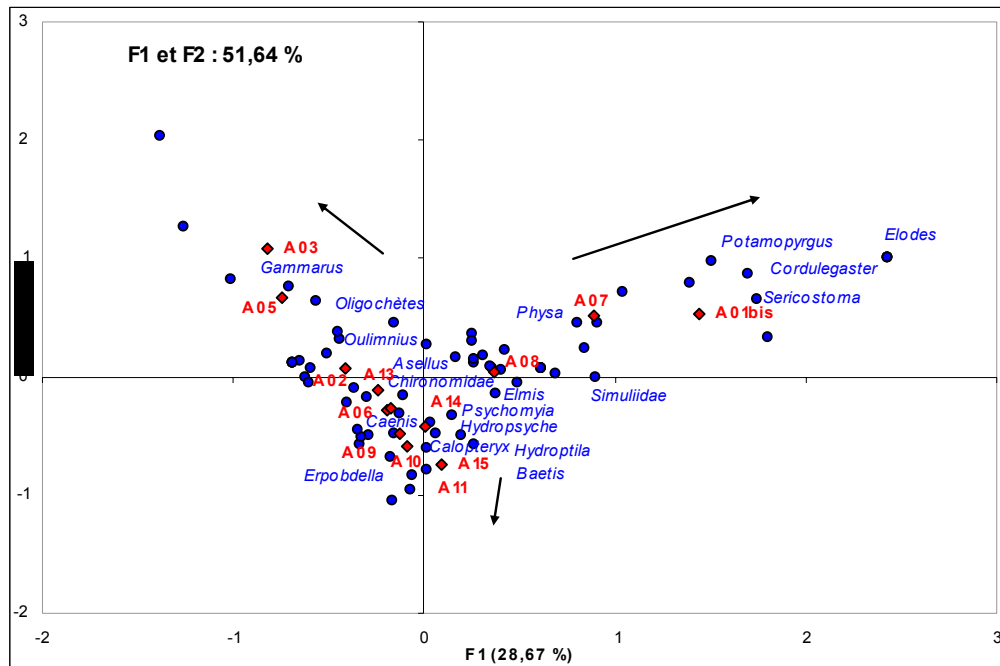


Figure 24 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)
réalisées sur le peuplement du cours principal de l'Arc (abondances relatives)
(seuls les taxons les plus structurants ont été mentionnés sur la figure)

L'information concentrée sur les axes 1 et 2 est de 51%, ce qui est suffisant pour expliquer la variabilité entre les différents peuplements.

Un groupe concentrant la majorité des stations (A06, A09, A10, A11, A13, A14, A15), présente un peuplement banal, marqué par la présence de taxons saprophile, indicateurs d'un dépôt (Chironomidae, *Caenis*) ou d'un flux (*Hydropsyche*) de matière organique fine.

Il se dégage sur l'axe 1, la station A01bis, caractérisée par la présence de l'Odonate *Cordulegaster*, du Coléoptère *Elodes*, du Trichoptère *Sericostoma* et du Mollusque *Potamopyrgus*. À l'exception de ce dernier, les trois premiers taxons sont plutôt caractéristiques des cours supérieurs. Ils témoignent donc par leur présence de l'influence de la proximité de la source de l'Arc.

Stations	Taxons caractéristiques structurants
A01bis	<i>Cordulegaster, Potamopyrgus, Elodes, Sericostoma</i>
A07	<i>Potamopyrgus, Chironomidae, Caenis</i>
A08	<i>Chironomidae, Asellus, Gammarus, Hydropsyche</i>
A03	<i>Chironomidae, Gammarus</i>
A05	
A02	<i>Chironomidae, Oligochètes, Caenis</i>
A06	<i>Chironomidae, Hydropsyche, Caenis, Hydroptila</i>
A09	
A10	
A11	
A13	
A14	
A15	

Un autre groupe se détache, marqué par la forte dominance de *Gammarus* et l'abondance des Chironomidae. Il s'agit des stations A03 et A05. Dans le tableau 1, les principales caractéristiques faunistiques des stations du cours principal de l'Arc sont indiquées. On note pour la grande majorité des stations, une prépondérance de taxons indicateurs de la présence de matières organiques fines.

Tableau 2 : Taxons caractéristiques des stations du cours principal de l'Arc.

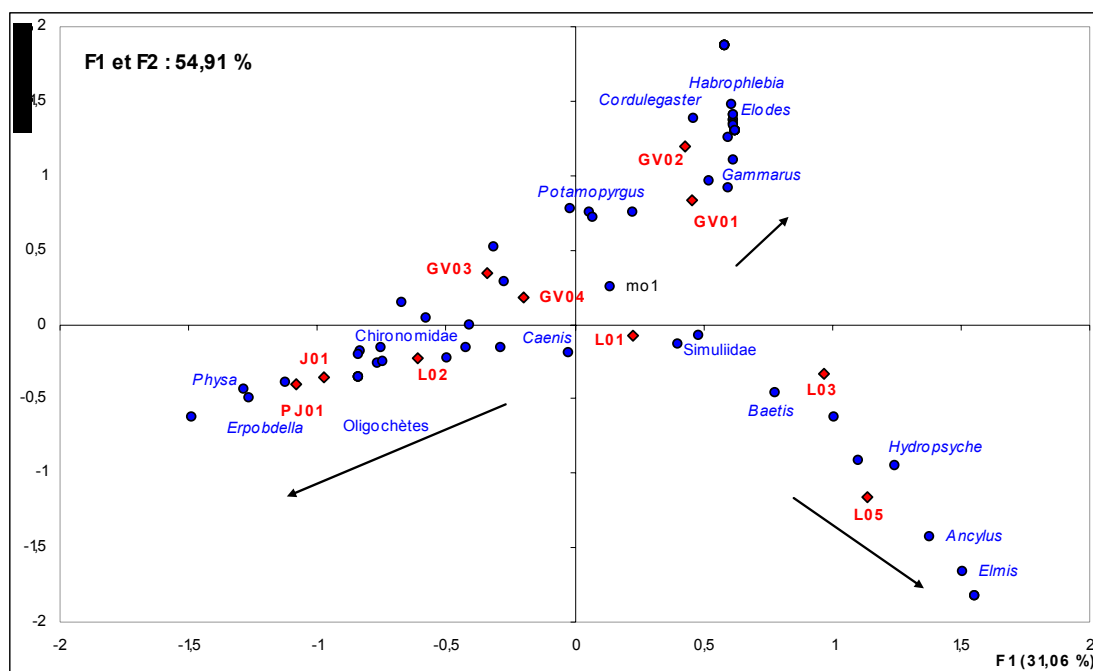


Figure 25 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)
réalisées sur le peuplement des affluents de l'Arc (abondances relatives)
(seuls les taxons les plus structurants ont été mentionnés sur la figure)

L'information concentrée sur les axes 1 et 2 est de 55 %, ce qui est suffisant pour expliquer la variabilité entre les différents peuplements.

Il se dégage de l'analyse plusieurs groupes de stations caractérisés par certains taxons structurants. Sur l'axe 1, les stations PJ01, L01 et L02 s'opposent aux stations L03 et L05. Le premier groupe est caractérisé par les taxons Chironomidae, Oligochètes, *Physa* et *Erpobdella* et dans une moindre mesure *Caenis*. Ces taxons sont tous polluo-résistants et indicateurs pour certains (Chironomidae et Oligochètes) d'un dépôt de matière organique. Les stations GV03 et GV04 sont également dans une moindre mesure influencées par ces taxons.

Le second groupe (L03 et L05) est composé des taxons *Hydropsyche*, *Baetis*, *Ancylus* et *Elmis*. Ces taxons sont moins polluo-résistants. Au regard de leur régime alimentaire, les *Hydropsyche* sont indicateurs d'un flux de matières organiques fines. Les *Baetis*, *Ancylus* et *Elmis* se nourrissent de micro-algues se développant à la surface du substrat (périphyton). Ils indiquent par leur abondance un réseau trophique basé d'abord sur le développement du périphyton, conséquence indirecte de l'enrichissement du milieu, et signe d'une autoépuration du cours d'eau en aval d'une pollution organique.

Sur l'axe 2, les stations GV01 et GV02 s'opposent aux autres peuplements recensés. Les taxons structurants sont les *Gammarus*, les *Cordulegaster*, les *Habrophlebia* et les *Elodes*. Ces taxons sont typiques des réseaux supérieurs des cours d'eau du sud-est de la France. Dans la station GV01, d'autres spécificités faunistiques sont révélées. Bien que plus rares, il faut noter la présence des Plécoptères *Isoperla*, des Trichoptères *Wormaldia*, *Plectrocnemia*, *Sericostoma* et *Hyporhyacophila*. Ces genres sont sténothermes et indiquent par leur présence l'influence de la proximité de la source du Grand Vallat.

SYNTHESE « TAXONS DOMINANTS ET ECOLOGIE DU PEUPEMENT »► Cours principal de l'Arc :






- Peuplement global dominé par les **insectes Trichoptères et Éphéméroptères** ;
- Stations marquées par la **présence de taxons sténothermes**, indiquant l'influence de la proximité de la source : **A01bis** ;
- Majorité des stations présentant des **taxons banaux, indicateurs d'un flux ou d'un dépôt de matières organiques fines** ;
- Stations A03 et A05 marquées par la très forte dominance des *Gammarus* et l'abondance des Chironomidae.

► Affluents de l'Arc

- Peuplement global dominé par les **Crustacés et les Mollusques** ;
- Stations marquées par la présence de **taxons sténothermes**, indiquant l'influence de la proximité de la source : GV01 et GV02 sur le Grand Vallat ;
- Stations marquées par la dominance **d'espèces polluo-résistantes et indicatrice d'une pollution organique** : PJ01 (Petite Jouïne), L01 et L02 sur la Luynes ; dans une moindre mesure GV03 et GV04 sur le Grand Vallat ;
- Stations marquées par la dominance de taxons indiquant **l'importance du périphyton**, comme ressources alimentaires (signe de l'auto-épuration d'un cours d'eau) : L03 et L05 sur la Luynes ;

4.4.3 Interprétation des notes IBGN

Les valeurs de limites de classe données ci-dessous tiennent compte du rectificatif de la norme IBGN NF T90-350, relatif au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons d'invertébrés. Ce rectificatif donne pour les cours d'eau de l'HER Méditerranée (cas général) les limites de classe suivantes.

I.B.G.N.	≥ 16	15-14	13-10	9-6	≤ 5
Couleur					

REMARQUE :

Les classes définissant l'état biologique des cours d'eau sont définies comme suit :

- la classe BLEUE - "très bon état" -



Situation identique ou très proche de la situation naturelle non perturbée dite " de référence".

- la classe VERTE - "bon état" -



Situation correspondant à des biocénoses équilibrées, mais pouvant présenter des différences sensibles avec les valeurs de référence.

- la classe JAUNE - "état moyen" -



Situation significativement différente de la situation de référence : disparition de la quasi-totalité des taxons caractéristiques et/ou déséquilibre notable de la structure des peuplements, avec toutefois maintien d'une bonne diversité des taxons.

- la classe ORANGE - "état médiocre" -



Situation très différente de la situation de référence, caractérisée par une disparition complète des taxons les plus sensibles et/ou un déséquilibre marqué de la structure des peuplements, accompagnée d'une réduction marquée de leur diversité.

- la classe ROUGE - " état mauvais" -



Situation caractérisée par des biocénoses dominées par une diversité très réduite de taxons peu sensibles et généralement présents avec des abondances relatives fortes.

Cours principal de l'Arc

A01bis – 17 novembre 2009

	A01bis
Richesse	23
Total	889
Densité (nb ind /m ²)	2223
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydropsychidae (3)
Note IBGN	9
Dominants 1	Hydrobiidae (48%)
Dominants 2	Chironomidae (17%)
Dominants 3	Simuliidae (13%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique médiocre**.

La densité et la richesse sont faibles, témoignant d'une capacité d'accueil et d'une productivité réduites. Le taxon indicateur est un Trichoptère peu polluo-sensible de la famille des Hydropsychidae, indiquant une qualité de l'eau mauvaise. Le peuplement est largement dominé par les Gastéropodes de la famille des Hydrobiidae (48 %), suivis par les Diptères Chironomidae et Simuliidae.

→ Rappelons que cette station située la plus en amont sur le cours de l'Arc, a été déplacée en aval de la station d'épuration de Pourcieux pour cause d'assec à la station A01, initialement choisie comme référence. La structure du peuplement et la qualité biologique observée témoignent de l'influence du rejet. Le taxon indicateur, c'est-à-dire le taxon le plus polluo-sensible, est un Trichoptère polluo-résistant. La richesse est relativement faible, indiquant une capacité d'accueil réduite. De plus, les dominances au sein du peuplement sont à relier à un enrichissement du milieu qui favorise les taxons mangeurs de débris organiques.

A02 – 18 août 2009

	A02
Richesse	28
Total	1758
Densité (nb ind /m ²)	4395
Taxons indicateurs (G.I.)	Baetidae (2)
Note IBGN	9
Dominants 1	Caenidae (27%)
Dominants 2	Gammaridae (19%)
Dominants 3	Oligochètes (18%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique médiocre**.

La densité et la richesse sont moyennes, indiquant un milieu modérément productif et accueillant. La prise en compte du taxon indicateur polluo-résistant de la famille des Baetidae témoigne d'une qualité de l'eau mauvaise. Le peuplement est dominé par l'Éphéméroptère de la famille des Caenidae (27% de l'abondance totale), suivis par les Crustacés Gammaridae et les Oligochètes.

→ Le taxon indicateur polluo-résistant indique à la station 02 une qualité de l'eau médiocre. Les taxons dominants (Caenidae et Oligochètes) présentent une affinité marquée pour les dépôts de matières organiques fines, laissant supposer que cette station est sous l'influence de rejets d'eaux usées mal épurés (station d'épuration de Pourrières).

A03 – 18 août 2009

	A03
Richesse	13
Total	1856
Densité (nb ind /m ²)	4640
Taxons indicateurs (G.I.)	Gammaridae (2)
Note IBGN	6
Dominants 1	Gammaridae (86%)
Dominants 2	Chironomidae (13%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un *état biologique médiocre*.

La densité est moyenne et la richesse est faible, signalant une capacité d'accueil du milieu réduite. Le taxon indicateur est le Crustacé polluo-résistant de la famille des Gammaridae. Sa prise en compte comme taxon indicateur et la faible richesse indiquent une mauvaise qualité du milieu. C'est le même taxon qui domine largement le peuplement avec 86 % de l'abondance totale, suivi par les Chironomidae.

→ La présence à cette station d'un taxon indicateur très peu polluo-sensible révèle un état biologique médiocre et inférieur à celui observé à la station A02. La richesse faible indique une capacité d'accueil du substrat réduite. La très forte dominance des Gammaridae est à relier à la présence de matière organique grossière. Cet apport peut être naturel (chute de feuille de la ripisylve) ou artificiel (rejet d'eaux usées). Ce taxon atteint des effectifs très importants dans les cours d'eau minéralisés de Provence calcaire, en particulier dans le cours supérieur.

A05 – 18 août 2009

	A05
Richesse	19
Total	1073
Densité (nb ind /m ²)	2683
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	10
Dominants 1	Gammaridae (63%)
Dominants 2	Chironomidae (14%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité et la richesse sont faibles, indiquant une productivité et une capacité d'accueil du milieu réduites. Le taxon indicateur est un Trichoptère relativement polluo-résistant de la famille des Hydroptilidae. Comme à la station précédente, le peuplement est largement dominé par le Crustacé de la famille des Gammaridae (63% de l'abondance totale), suivi par les Chironomidae.

→ Le remplacement, entre A03 et A05, du taxon indicateur Gammaridae par les Hydroptilidae laisse supposer à une amélioration de la qualité de l'eau. La capacité d'accueil du cours d'eau est encore faible. Le peuplement est fortement dominé par les Gammaridae. La présence de ce taxon polluo-résistant est à relier à la présence de matière organique grossière, dont l'origine peut être naturelle (chute de feuille de la ripisylve) ou anthropique (rejets d'eaux usées).

A06 – 18 août 2009

	A06
Richesse	22
Total	2410
Densité (nb ind /m ²)	6025
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	11
Dominants 1	Chironomidae (35%)
Dominants 2	Hydropsychidae (26%)
Dominants 3	Gammaridae (13%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité et la richesse sont moyennes, indiquant une productivité et une capacité d'accueil du milieu modérée. Comme à la station précédente, le taxon indicateur est un Trichoptère relativement polluo-résistant de la famille des Hydroptilidae. Le peuplement est ici dominé par le Diptère de la famille des Chironomidae (35% du peuplement) et le

Trichoptère Hydropsychidae (26%). Les effectifs des Gammaridae ont à cette station diminué, indiquant un changement des conditions trophiques.

→ La qualité reste passable à cette station. Mais, les changements de composition observés au sein du peuplement indiquent une modification de la ressource trophique entre les deux stations. Il semble que l'apport de matière organique grossière (favorisant les Gammaridae à la station précédente), soit remplacé par un flux et un dépôt de matière organique fine à cette station (priviliégiant ainsi les Chironomidae et les Hydropsychidae). Ce flux de matière organique fine est une conséquence directe des rejets d'eaux usées mal épurées, réalisés entre la station A05 et A06.

A07 – 18 août 2009

	A07
Richesse	27
Total	2510
Densité (nb ind /m ²)	6275
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Hydrobiidae (34%)
Dominants 2	Chironomidae (14%)
Dominants 3	Gammaridae (13%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La richesse est plus élevée de cinq taxons à cette station, indiquant une capacité d'accueil plus importante qu'à la station A06. Elle contribue également à l'augmentation de la note IBGN d'un point. Comme à la station précédente, le taxon indicateur est un Trichoptère relativement polluo-résistant de la famille des Hydroptilidae. Le peuplement est dominé par les Gastéropodes de la famille des Hydrobiidae (34 %), suivis par les Diptères Chironomidae et le Crustacé Gammaridae.

→ La qualité reste passable à cette station. Elle semble cependant s'améliorer, le gain de cinq taxons contribuant à l'augmentation d'un point de la note IBGN. Les dominances au sein du peuplement trahissent cependant un enrichissement organique du milieu.

A08 – 18 août 2009

	A08
Richesse	25
Total	582
Densité (nb ind /m²)	1455
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Hydropsychidae (21%)
Dominants 2	Hydrobiidae (19%)
Dominants 3	Elmidae (12%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité est faible à cette station, indiquant un milieu peu productif. La richesse est moyenne. Comme aux stations précédentes, le taxon indicateur est un Trichoptère relativement polluo-résistant de la famille des Hydroptilidae. Le peuplement est dominé par les Trichoptères de la famille des Hydropsychidae (21%), suivis par les Hydrobiidae et les Coléoptères Elmidae.

➔ **La qualité du milieu reste passable à cette station. Elle n'évolue pas entre la station 07 et la station 08. La dominance des Hydropsychidae et des Hydrobiidae indique un flux et un dépôt de matière organique fine (rejets d'eau usées).**

A09 – 18 août 2009

	A09
Richesse	22
Total	1465
Densité (nb ind /m²)	3663
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	11
Dominants 1	Caenidae (26%)
Dominants 2	Chironomidae (18%)
Dominants 3	Hydropsychidae (15%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité est moyenne à cette station, indiquant un milieu modérément productif. La richesse diminue par rapport à la station précédente, ce qui entraîne une réduction de la note d'un point. Le taxon indicateur est ici encore le Trichoptère relativement polluo-résistant Hydroptilidae. Le peuplement est dominé par l'Ephéméroptère Caenidae (26%), suivis par les Chironomidae et les Hydropsychidae.

→ Malgré la perte d'un point de l'indice IBGN, la qualité du milieu reste passable à cette station. La dominance de taxons se nourrissant de matières organiques fines (Caenidae, Chironomidae, Hydropsychidae) indique un flux et un dépôt de matière organique. Cet apport est à relier aux rejets d'eaux usées effectués en amont.

A10 – 18 août 2009

	A10
Richesse	22
Total	1878
Densité (nb ind /m ²)	4695
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	11
Dominants 1	Chironomidae (42%)
Dominants 2	Hydropsychidae (28%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un *état biologique moyen*.

Comme à la station 09, la densité est moyenne, indiquant un milieu modérément productif. La richesse et le taxon indicateur sont identiques à ceux observés à la station précédente, ce qui contribue à l'obtention d'une note similaire. Le peuplement est dominé par le Diptère Chironomidae (42 % de l'abondance totale), suivi par les Hydropsychidae (28 %).

→ À l'instar de la station précédente, la qualité du milieu est passable. La dominance de taxons se nourrissant de matières organiques fines (Chironomidae, Hydropsychidae) indique un flux et un dépôt de matière organique. Cet apport est à relier aux rejets d'eaux usées réalisés en amont.

A11 – 18 août 2009

	A11
Richesse	26
Total	2511
Densité (nb ind /m ²)	6278
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Hydropsychidae (30%)
Dominants 2	Gammaridae (16%)
Dominants 3	Chironomidae (15%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

Comme à la station 10, la densité est moyenne, indiquant un milieu modérément productif. Le taxon indicateur est encore ici le Trichoptère faiblement polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. La richesse augmente de quatre taxons, ce qui contribue à augmenter la note d'un point. Le peuplement est dominé par les Hydropsychidae (28 %), suivis des Gammaridae et des Chironomidae.

➔ A l'instar de la station précédente, la qualité du milieu est passable. Comme aux autres stations situées en amont, la dominance de taxons se nourrissant de matières organiques fines (Chironomidae, Hydropsychidae) indique un flux et un dépôt de matière organique. Cet apport est à relier aux rejets d'eaux usées réalisés en amont.

A13 – 18 août 2009

	A13
Richesse	20
Total	3855
Densité (nb ind /m ²)	9638
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	10
Dominants 1	Gammaridae (38%)
Dominants 2	Hydropsychidae (30%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La prise en compte d'un taxon indicateur similaire (Hydroptilidae) contribue à l'obtention d'une classe de qualité identique à celle observée à la station précédente. Cependant, la richesse a diminué de six taxons, ce qui entraîne, une réduction de la note IBGN de deux points. La densité a augmenté entre les deux stations, indiquant une productivité accrue. Le peuplement est dominé par les Gammaridae (38 %), suivis des Hydropsychidae.

➔ A l'instar des stations précédentes, la qualité du milieu est passable. Mais la perte de six taxons engendre une diminution de deux points de la note IBGN, indiquant une réduction de la qualité de l'habitat. La dominance des Gammaridae peut être reliée à des apports de matières organiques grossières (apport de la ripisylve). L'importance des Hydropsychidae laisse suspecter un flux de matières organiques fines.

A14 – 18 août 2009

	A14
Richesse	27
Total	4959
Densité (nb ind /m ²)	12398
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Gammaridae (25%)
Dominants 2	Chironomidae (18%)
Dominants 3	Hydropsychidae (16%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité augmente fortement, indiquant une productivité accrue. Le taxon indicateur est aussi le Trichoptère faiblement polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. Le gain de sept taxons par rapport à la station précédente contribue à augmenter la note de deux points. Ce gain indique une capacité d'accueil supérieure du milieu (habitats plus diversifiés). Le peuplement est dominé par les Gammaridae (25 %), suivis des Chironomidae et des Hydropsychidae.

➔ A l'instar des stations précédentes, la qualité du milieu est passable. Le gain de six taxons entraîne une augmentation de deux points de la note IBGN, indiquant une amélioration de la qualité de l'habitat. La dominance des Gammaridae peut être reliée à des apports de matières organiques grossières (apport de la ripisylve). L'importance des Chironomidae et des Hydropsychidae laisse suspecter un flux et un dépôt de matières organiques fines (rejets d'eaux usées).

A15 – 18 août 2009

	A15
Richesse	20
Total	1342
Densité (nb ind /m ²)	3355
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	10
Dominants 1	Baetidae (35%)
Dominants 2	Caenidae (26%)
Dominants 3	Hydropsychidae (14%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité est moyenne, indiquant une productivité modérée. Le taxon indicateur est encore le Trichoptère faiblement polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. La perte de sept taxons par rapport à la station précédente contribue à diminuer la note de deux points. Ce gain indique une capacité d'accueil réduite du milieu (habitats moins diversifiés). Le peuplement est dominé par les Baetidae (35%), suivis des Caenidae et des Hydropsychidae.

➔ A l'instar des stations précédentes, la qualité du milieu est passable. Mais, la perte de six taxons engendre une diminution de deux points de la note IBGN, indiquant une réduction de la qualité de l'habitat. La dominance des Baetidae serait une conséquence du développement du périphyton à cette station dont ce taxon se nourrit. Les autres dominances au sein du peuplement trahissent la présence de matières organiques fines (rejets d'eaux usées).

SYNTHESE « ETAT BIOLOGIQUE DE L'ARC (COURS PRINCIPAL) »

► En amont d'Aix-en-Provence :

État biologique médiocre à moyen dans l'ensemble des stations ;

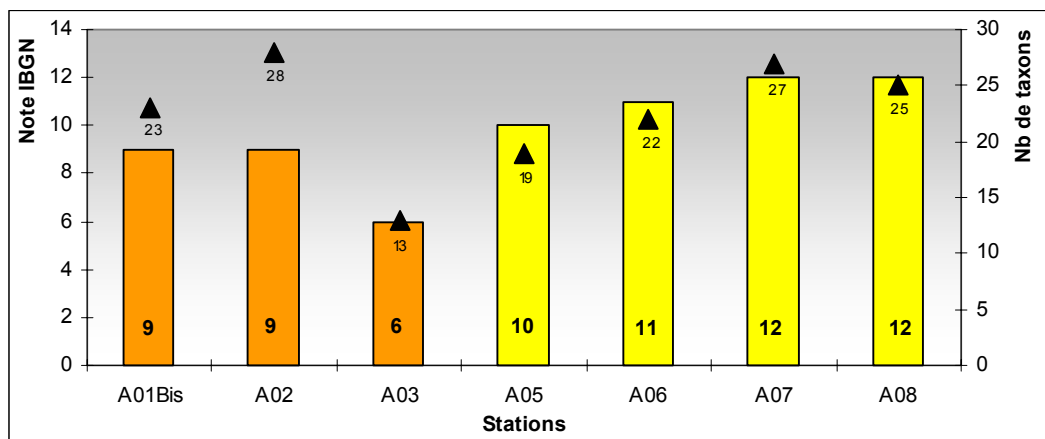


Figure 26 : Notes IBGN et richesses taxonomiques sur le cours principal de l'Arc, de Pourcieux à Aix-en-Provence. Les richesses sont symbolisées par un triangle.

► En aval d'Aix en Provence :

État écologique moyen dans l'ensemble des stations ;

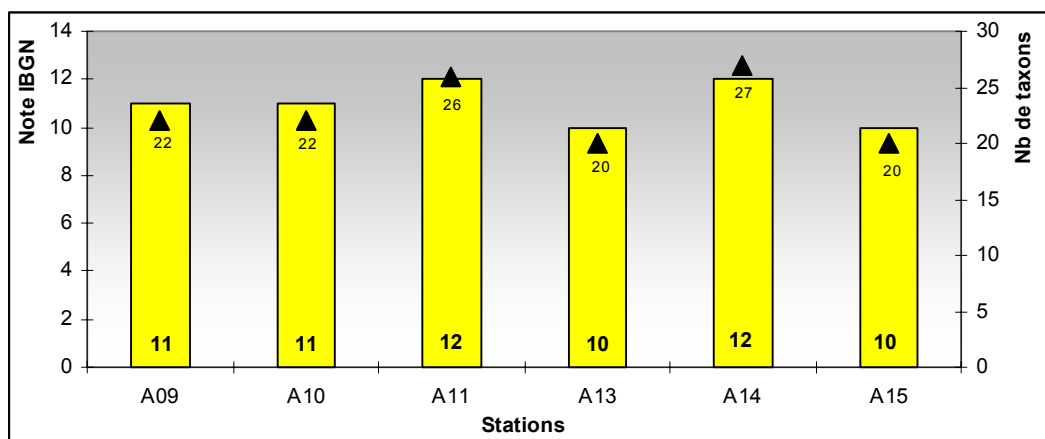


Figure 27 : Notes IBGN et richesses taxonomiques sur le cours principal de l'Arc, d'Aix en Provence à l'Étang de Berre. Les richesses sont symbolisées par un triangle.

► Ensemble du cours principal :

Peuplement influencé dans sa globalité par des **apports organiques d'origine anthropique** (rejets d'eaux usées), **conférant aux milieux un état biologique moyen.**

Affluents de l'Arc

1. Le Grand Vallat

GV01 – 18 août 2009

	GV01
Richesse	27
Total	3586
Densité (nb ind /m²)	8965
Taxons indicateurs (G.I.)	Leptophlebiidae (7)
Note IBGN	14
Dominants 1	Gammaridae (59%)
Dominants 2	Chironomidae (17%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique bon**.

La densité est élevée et la richesse moyenne. Elles indiquent un milieu relativement accueillant et productif. Le taxon indicateur est un Éphéméroptère polluo-sensible de la famille des Leptophlebiidae. Le peuplement est dominé par les Gammaridae (59%), suivis des Diptères Chironomidae.

➔ Au regard des caractéristiques particulières des habitats minéraux à cette station (encroutement du substrat), la richesse peut être considérée comme élevée. La prise en compte des Leptophlebiidae comme taxon indicateur indique une eau de bonne qualité relative. Mais, dans ce type de cours d'eau alimentés par des résurgences karstiques, d'autres taxons polluo-sensibles (Perlidae, Odontoceridae) sont habituellement présents. Leur absence, malgré la permanence du milieu, pourrait refléter la présence de conditions défavorables à leur développement (réchauffement des eaux, baisse des concentrations en oxygène). Le peuplement est dominé par les Gammaridae, qui sont, dans le cours supérieur des cours d'eau minéralisés de Provence calcaire, l'élément dominant. Leur régime alimentaire constitué de débris organiques de grande taille (débris végétaux) traduirait l'influence de la végétation rivulaire sur le milieu.

GV02 – 18 août 2009

	GV02
Richesse	37
Total	1562
Densité (nb ind /m ²)	3905
Taxons indicateurs (G.I.)	Sericostomatidae (6)
Note IBGN	16
Dominants 1	Gammaridae (28%)
Dominants 2	Hydrobiidae (23%)
Dominants 3	Oligochètes (20%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique très bon**.

La densité est moyenne, indiquant une productivité modérée. La richesse est dans cette station exceptionnelle par comparaison à celles observées aux autres stations. Elle indique un milieu particulièrement accueillant pour la faune (substrat non colmaté, habitats diversifiés). Le taxon indicateur est un Trichoptère relativement polluo-sensible de la famille des Sericostomatidae. Comme à la station précédente, les Gammaridae dominent le peuplement, suivis de près par les Hydrobiidae et les Oligochètes.

➔ La note très bonne obtenue à cette station est essentiellement due à une richesse importante. Elle indique un milieu accueillant en terme d'habitat (présence de supports diversifiés de type racine, spermaphyte immergée). Cependant, les groupes les plus riches au sein du peuplement sont représentés par des taxons peu polluo-sensibles (Odonates, Mollusques) et beaucoup de taxons (10 au total) ne sont représentés que par un seul individu. En fait, il semble que le peuplement de cette station traduise une situation de transition entre un milieu peu perturbé, alimenté par eaux suffisamment fraîches et de bonne qualité pour permettre la survie de Trichoptère comme les Sericostomatidae, et un milieu légèrement dégradé par des effluents urbains, qui privilégie le développement de taxons se nourrissant de matière organique (Hydrobiidae et Oligochètes).

GV03 – 18 août 2009

	GV03
Richesse	23
Total	2541
Densité (nb ind /m²)	6352,5
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	11
Dominants 1	Chironomidae (34%)
Dominants 2	Caenidae (29%)
Dominants 3	Hydrobiidae (11%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

Par rapport à la situation observée à l'amont, la densité a augmenté, traduisant une productivité accrue. La richesse a en revanche chuté de 14 taxons, indiquant une perte certaine de la capacité d'accueil du milieu (habitat moins diversifié, colmatage du substrat). Le taxon indicateur est un Trichoptère faiblement polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. Sa prise en compte indique une qualité de l'eau dégradée. Le peuplement est dominé par les Chironomidae (34 % du peuplement), les Caenidae et les Hydrobiidae.

➔ La note traduit un état biologique moyen. La prise en compte des Hydroptilidae comme taxon indicateur indique une qualité de l'eau dégradée. La dominance de taxons polluo-résistants (Chironomidae, Caenidae, Hydrobiidae) est en lien direct avec un apport de matière organique dans le milieu. Cet apport, conséquence probable de rejets d'eaux usées mal épurées, intervient entre la station GV02 et GV03.

GV04 – 18 août 2009

	GV04
Richesse	28
Total	6018
Densité (nb ind /m ²)	15045
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Hydrobiidae (36%)
Dominants 2	Baetidae (17%)
Dominants 3	Dugesiidae (15%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

Comme à GV03, l'état du milieu peut être qualifié de moyen. La densité a doublé entre les deux stations, indiquant une productivité importante du milieu. Le taxon indicateur est toujours le Trichoptère faiblement polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. L'augmentation de la richesse de cinq taxons contribue à augmenter la note d'un point. Le peuplement est dominé par les Gastéropodes Hydrobiidae. (36 % du peuplement) et les Ephéméroptères Baetidae (17 %).

➔ La note traduit un état biologique moyen. La prise en compte des Hydroptilidae comme taxon indicateur indique une qualité de l'eau dégradée et la dominance des Hydrobiidae traduit un enrichissement organique du milieu. Cependant, la forte abondance relative des Baetidae témoigne d'une influence réduite des apports organiques directs. Le développement du périphyton, conséquence indirecte des rejets d'eaux usées, favoriserait ce taxon.

2. La Petite Jouïne

PJ01 – 18 août 2009

	PJ01
Richesse	5
Total	673
Densité (nb ind /m ²)	1682,5
Taxons indicateurs (G.I.)	Physidae (2)
Note IBGN	3
Dominants 1	Oligochètes (66%)
Dominants 2	Chironomidae (26%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique mauvais**.

La densité et la richesse sont très faibles, indiquant un milieu aux capacités d'accueil extrêmement réduites. Le taxon indicateur est un Mollusque polluo-résistant de la famille des Physidae. Le peuplement est largement dominé par les Oligochètes (66% du peuplement) et Chironomidae (26 %).

➔ La note IBGN traduit un état biologique mauvais. La prise en compte des Physidae comme taxon indicateur indique une qualité de l'eau très dégradée. Les dominances observées au sein du peuplement sont à relier à une influence directe de rejets organiques. Cette station est donc profondément dégradée par des effluents urbains peu ou pas épurés.

3. La Jouïne

J01 – 18 août 2009

	J01
Richesse	18
Total	1382
Densité (nb ind /m ²)	3455
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydropsychidae (3)
Note IBGN	8
Dominants 1	Caenidae (43%)
Dominants 2	Oligochètes (38%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique médiocre**.

La densité est moyenne et la richesse est faible, indiquant un milieu peu accueillant. Le taxon indicateur est un Trichoptère polluo-résistant de la famille des Hydropsychidae. Le peuplement est largement dominé par les taxons saprophytes Caenidae (43 % du peuplement) et Oligochètes (38 %).

→ La note IBGN traduit un état biologique médiocre. La prise en compte des Hydropsychidae comme taxon indicateur indique une qualité de l'eau très dégradée. Les dominances observées au sein du peuplement sont à relier à une influence directe de rejets organiques. Cette station est donc profondément impactée par des effluents urbains peu ou pas épurés.

4. La Luynes

L01 – 18 août 2009

	L01
Richesse	16
Total	1006
Densité (nb ind /m²)	2515
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydropsychidae (3)
Note IBGN	7
Dominants 1	Caenidae (29%)
Dominants 2	Gammaridae (26%)
Dominants 3	Baetidae (18%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique médiocre**.

La densité et la richesse sont faibles, indiquant un milieu aux capacités d'accueil réduites. Le taxon indicateur est un Trichoptère polluo-résistant de la famille des Hydropsychidae. Le peuplement est dominé par les Caenidae (29 % du peuplement) et les Gammaridae (26%).

→ La note IBGN traduit un état biologique médiocre. La prise en compte des Hydropsychidae comme taxon indicateur indique une qualité de l'eau dégradée. La richesse réduite traduit des habitats peu accueillants (encroutement). La dominance des Caenidae trahit l'influence de rejets organiques diffus.

L02 - 18 août 2009

	L02
Richesse	25
Total	1630
Densité (nb ind /m ²)	4075
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	12
Dominants 1	Chironomidae (73%)
Dominants 2	Simuliidae (4%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité et la richesse ont augmenté par rapport à la station précédente, indiquant un milieu plus accueillant. Le taxon indicateur est un Trichoptère peu polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. Le peuplement est largement dominé par les Chironomidae (73 % du peuplement).

➔ La note IBGN traduit un **état biologique moyen**. L'augmentation des richesses et la prise en compte d'un taxon plus polluo-sensible indique une amélioration de la qualité du milieu. Cependant, la très forte dominance des Chironomidae indique un déséquilibre au sein du peuplement lié à l'apport de matière organique (effluents urbains).

L03 - 18 août 2009

	L03
Richesse	13
Total	507
Densité (nb ind /m ²)	1267,5
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydropsychidae (3)
Note IBGN	7
Dominants 1	Gammaridae (62%)
Dominants 2	Simuliidae (10%)
Dominants 3	

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique médiocre**.

La densité et la richesse ont fortement diminué par rapport à la station précédente, indiquant un milieu peu accueillant. Le taxon indicateur est un Trichoptère polluo-résistant de la famille des Hydropsychidae. Le peuplement est largement dominé par les Gammaridae (62 % du peuplement) et les Simuliidae (10 %).

→ La note IBGN traduit un état biologique médiocre. La réduction des richesses et la prise en compte d'un taxon très peu polluo-sensible indique une dégradation de la qualité du milieu. La forte dominance des Gammaridae indique un apport de matière organique grossière qui peut être naturel. Cependant, l'influence d'un flux de matière organique se fait ressentir sur la structure du peuplement (abondance relative des Simuliidae).

L05 – 18 août 2009

	L05
Richesse	18
Total	1166
Densité (nb ind /m²)	2915
Taxons indicateurs (G.I.)	Hydroptilidae (5)
Note IBGN	10
Dominants 1	Baetidae (38%)
Dominants 2	Chironomidae (15%)
Dominants 3	Hydrobiidae (12%)

► L'indice IBGN correspond à un **état biologique moyen**.

La densité est moyenne et la richesse est faible. Le taxon indicateur est un Trichoptère peu polluo-sensible de la famille des Hydroptilidae. Le peuplement est dominé par les Baetidae (38 % du peuplement), suivis par les Chironomidae (15 %) et les Hydrobiidae (12%).

→ La note IBGN traduit un état biologique moyen. La dominance des Baetidae souligne l'influence du développement du périphyton sur le peuplement. L'abondance des Chironomidae et des Hydrobiidae témoigne d'apports de matières organiques fines (rejets d'eaux usées réalisés en amont).

SYNTHESE « ETAT BIOLOGIQUE DES AFFLUENTS DE L'ARC »

► La Grand Vallat :

État biologique *bon à très bon* dans les deux stations en amont de Bouc Bel Air ;

Dégradation de l'état biologique en aval de Bouc Bel Air (pollution d'origine organique) ;

► La Petite Jouïne :

État biologique *mauvais* ;

Pollution d'origine organique très marquée ;

► La Jouïne :

État biologique *médiocre*, dégradé par une pollution d'origine organique ;

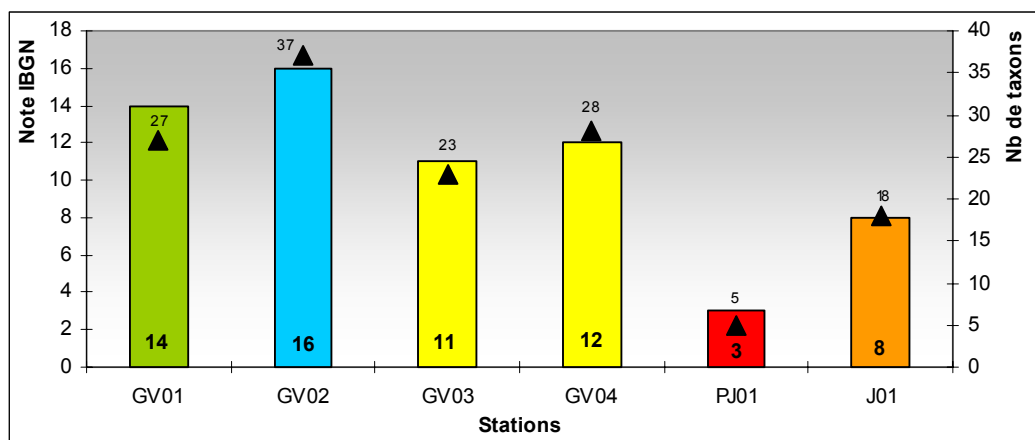


Figure 28 : Notes IBGN et richesses taxonomiques du Grand Vallat (noté GV), de la Petite Jouïne (notée PJ01) et de la Jouïne (notée J01). Les richesses sont symbolisées par un triangle.

► La Luynes :

État biologique *médiocre* en L01 et en L03 ;

État biologique *moyen* en L02 et en L05 ;

Pollution d'origine organique marquée ;

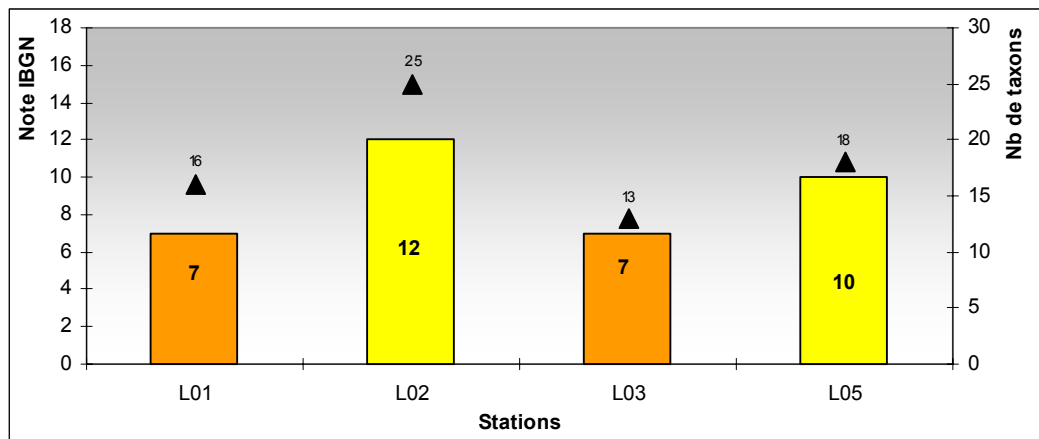


Figure 29 : Notes IBGN et richesses taxonomiques de la Luynes (notée L). Les richesses sont symbolisées par un triangle.

4.4.4 Analyse fonctionnelle du peuplement au travers des modes alimentaires

L'analyse du peuplement au travers des types alimentaires permet de renseigner sur les ressources trophiques prépondérantes qui influencent le peuplement.

On distingue différents types de modes alimentaires :

Les **algivores** ont un régime strict constitué d'algues filamenteuses. Les *Hydroptila* (famille des Hydroptilidae) sont par exemple des algivores.

Les **brouteurs** se nourrissent du biofilm (ou periphyton) qui recouvre la surface du substrat. Ce biofilm est essentiellement constitué d'algues unicellulaires comme les diatomées. Beaucoup d'Éphéméroptères (Baetidae, Heptageniidae) et de Gastéropodes sont brouteurs.

Les **fragmenteurs** vont broyer la matière organique grossière qui, dans les cours d'eau, est essentiellement constituée par la litière issue de la chute des feuilles de la ripisylve. Les Gammaridae sont souvent les fragmenteurs les plus abondants dans les cours d'eau provençaux.

Les **collecteurs** sont les invertébrés qui vont se nourrir de matières organiques fines déposées. Ce sont par exemple les Diptères Chironomidae, les Oligochètes ou les Éphéméroptères Caenidae. Naturellement, cette matière organique est issue de la dégradation de la matière organique grossière dans le cours d'eau. Elle peut également être apportée par les pluies lors du lessivage du sol, ou par un écosystème de type lac, si celui-ci alimente est connecté au cours d'eau. Mais elle peut aussi avoir pour origine les rejets industriels (agro-alimentaires) ou les rejets d'eaux usées. Dans ce cas, les proportions de collecteurs évolueront en fonction de la charge organique déposée.

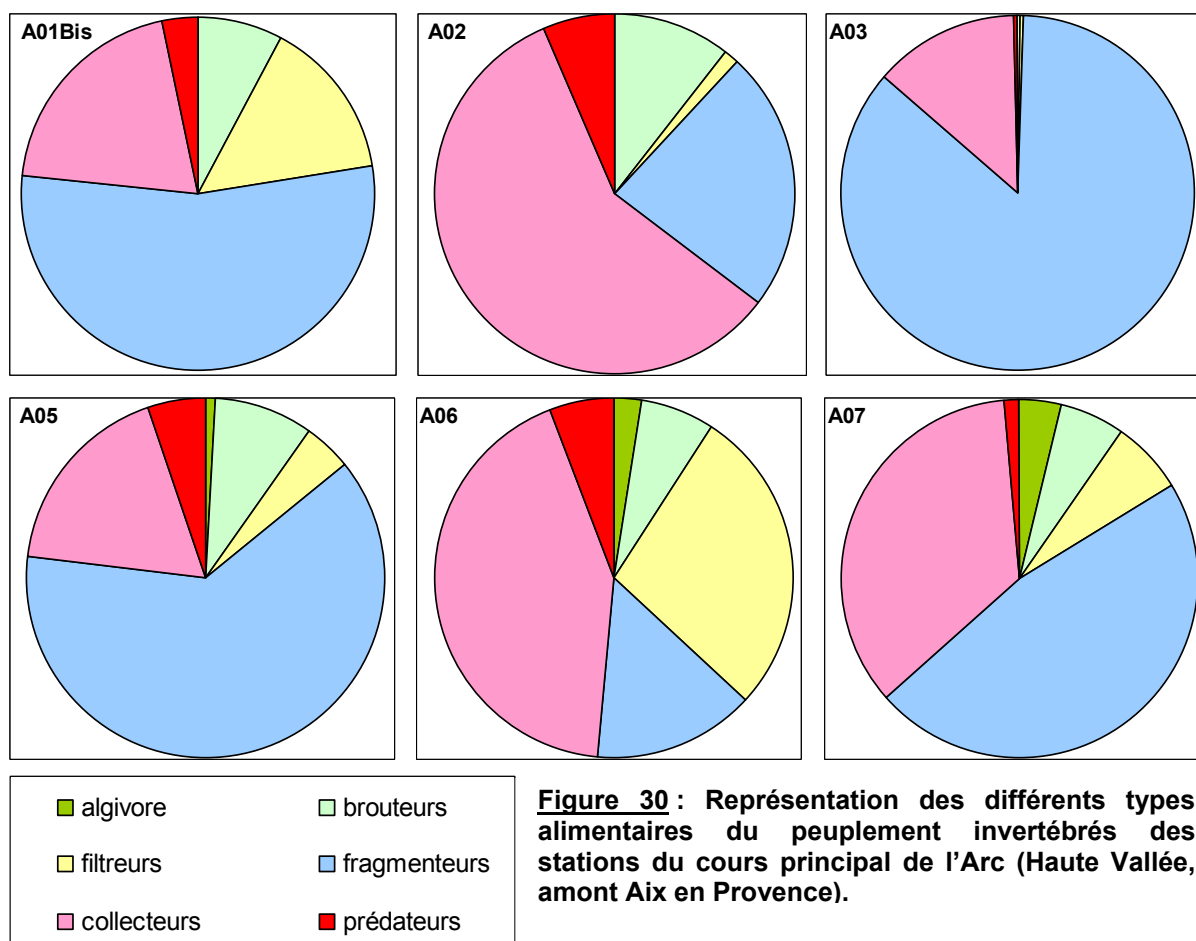
Les **filtreurs** s'alimentent en filtrant l'eau de la matière organique qu'elle transporte. Le Diptère Simuliidae, les Trichoptères Hydropsychidae ou les Bivalves sont par exemple, des filtreurs. A l'instar des collecteurs, ils indiquent la présence de matière organique, mais cette fois en suspension dans l'eau. L'augmentation de leur abondance relative trahit également l'existence d'éventuels rejets d'eaux usées mal épurées.

Les **prédateurs** se nourrissent essentiellement d'autres invertébrés aquatiques. Leur abondance n'est donc pas directement dépendante des apports allochtones, mais plutôt de la densité globale du peuplement.

Rappelons qu'il existe un biais à cette méthode. Beaucoup d'invertébrés n'ont pas un régime alimentaire strict. Les brouteurs de substrat par exemple se nourrissent d'un mélange d'algues unicellulaires, de matière organique fine, de protozoaires, de bactéries et de champignons qui constitue le biofilm. Les différentes proportions des constituants peuvent varier en fonction de la saison (avant ou après une crue), du cours d'eau et des apports anthropiques. Les filtreurs comme les Trichoptères *Hydropsyche* s'alimentent majoritairement de matières organiques fines apportées par le courant, mais ils peuvent aussi se montrer prédateurs. La grande famille des Chironomidae est représentée en majorité par des espèces collectant la matière organique fine, mais certaines sont strictement prédatrices (exemple de la sous-famille des Tanypodinae).

Cette approche est donc schématique et elle a pour mérite de donner une image fonctionnelle du peuplement. Bien que faussée par de multiples incertitudes, cette image n'en demeure pas moins une expression relativement fiable de l'état du peuplement.

Le cours principal de l'Arc (voir figure 30 et 31)



Dans la station **A01bis**, la part des fragmenteurs est prépondérante. Elle s'explique par la dominance des Gammaridae qui profitent des apports de matières organiques grossières, constitués essentiellement de débris végétaux issus de la ripisylve. Les proportions de filtreurs et de collecteurs soulignent l'impact du rejet de stations d'épuration située en amont.

À la station **A02**, les dépôts de matières organiques fines entre les deux stations influencent fortement la structure du peuplement puisque les collecteurs deviennent dominants. L'enrichissement organique peut être une conséquence du rejet de la station d'épuration de Pourrières. Les écoulements ralentis en amont de la station participent également à cet enrichissement.

Dans les stations **A03** et **A05**, la proportion de fragmenteurs redevient dominante. Dans ces stations, les matières organiques grossières apportées par l'ensemble des sous bassins versants semblent influencées de manière prépondérante le peuplement dans ces deux stations.

À la station **A06**, les fortes proportions de filtreurs et de collecteurs indiquent l'influence prépondérante des matières organiques fines sur le peuplement. Cet apport aurait pour origine des rejets d'eaux usées entre la station A05 et A06 (effluents urbains de la ville de Châteauneuf le Rouge).

Le peuplement de la station **A07** voit les proportions de collecteurs et de filtreurs diminuer au profit des fragmenteurs. L'influence des matières organiques grossières, dont l'origine serait

naturelle (litières), semble donc redevenir prépondérante dans cette station. Cependant, la part des collecteurs encore importante trahit la présence de matière organique fine issue de rejets d'eaux usées réalisés en amont.

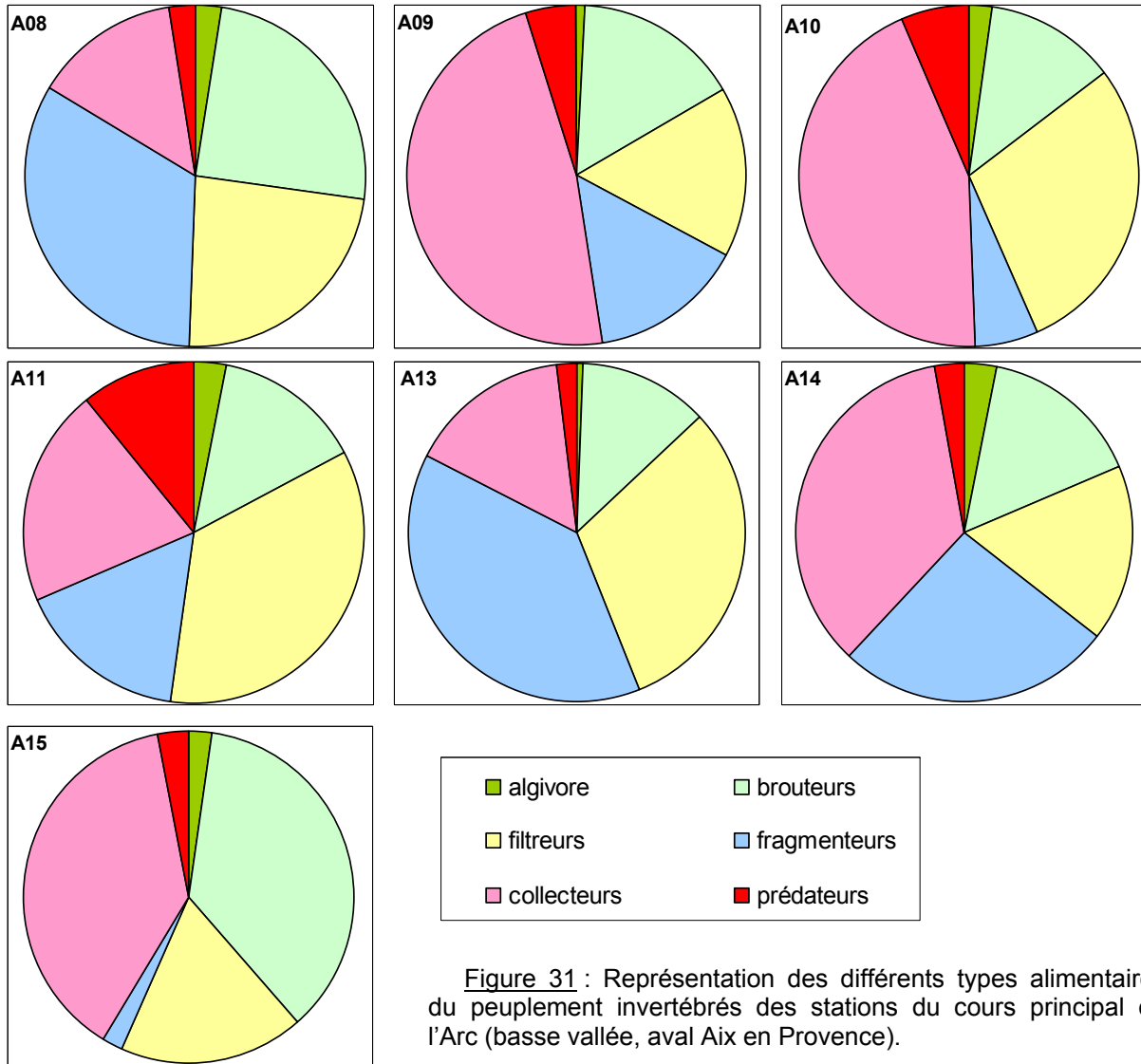


Figure 31 : Représentation des différents types alimentaires du peuplement invertébrés des stations du cours principal de l'Arc (basse vallée, aval Aix en Provence).

À la station **A08**, les groupes des filtreurs et de brouteurs augmentent au dépend des fragmenteurs et des collecteurs. L'abondance des filtreurs reflète l'existence d'un flux de matière organique fine, conséquence des multiples rejets d'eaux usées réalisés en amont. L'augmentation de la part des brouteurs reflète un accroissement de la proportion du périphyton dans le régime alimentaire du peuplement faunistique. Cet accroissement peut s'expliquer par l'atténuation de l'influence de la ripisylve sur l'énergie lumineuse arrivant dans le cours d'eau (ombrage), consécutive à l'augmentation de la largeur du lit mineur. Le développement du périphyton est également favorisé par les sels nutritifs en solution (nitrate, phosphate), conséquence indirecte de la dégradation de la matière organique.

Dans les stations **A09** et **A10**, les collecteurs voient leur abondance augmenter fortement. La matière organique fine déposée devient donc, dans ces stations, l'élément nutritif principal, trahissant l'influence des rejets d'eaux usées sur le milieu. À la station A10, l'importance des

filtreurs témoigne également d'un flux de matières organiques fines, ayant pour origine les mêmes causes.

À la station **A11**, les collecteurs diminuent au profit des filtreurs, qui traduisent donc un flux de matières organiques fines en aval de la station d'épuration d'Aix les Milles. Dans la station **A13**, la part des fragmenteurs augmentent, soulignant l'influence des matières organiques grossières sur le peuplement. Le flux de matière organique reste bien présent, puisque la part des filtreurs demeure élevée.

Dans les stations **A14** et **A15**, l'augmentation de la part des collecteurs indique un accroissement des dépôts de matières organiques fines, qui deviennent ainsi l'élément trophique influençant majoritairement le peuplement. Dans la station **A15**, la proportion des brouteurs est également très élevée au dépend des fragmenteurs, soulignant l'influence du développement du périphyton.

SYNTHESE « MODES ALIMENTAIRES DU PEUPEMENT INVERTEBRE DU COURS PRINCIPAL DE L'ARC »

► Pourcentages des collecteurs de sédiments organiques fins et des filtreurs (marqueurs d'un apport organique) **supérieurs à 50%** dans les stations :

- **A02** (aval du rejet de la station d'épuration de Pourrières) ;
- **A06** (aval du rejet de la station d'épuration de Châteauneuf le Rouge) ;
- **A09** (aval pluvial Aix en Provence) ;
- **A10** (aval station d'épuration de la Pioline) ;
- **A11** (aval station Aix ouest)
- **A14**
- **A15** (aval station d'épuration de Coudoux, Ventabren et Velaux).

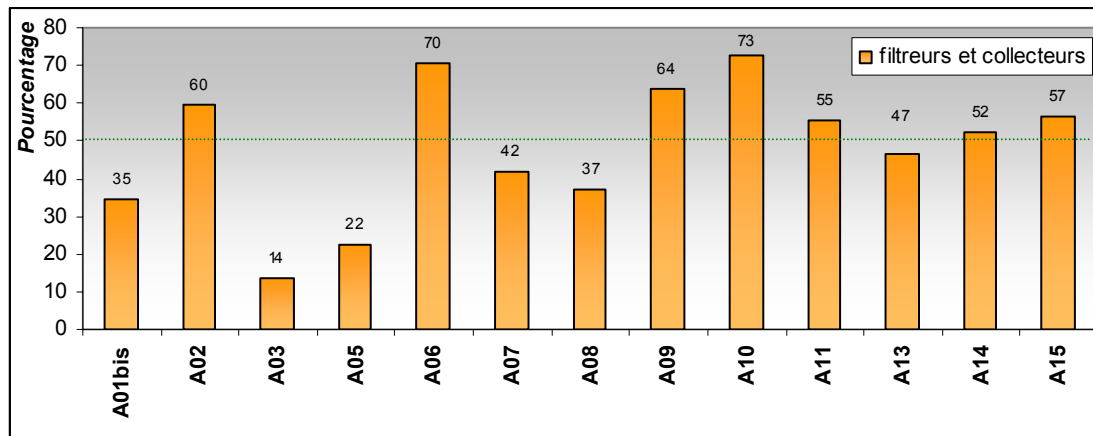


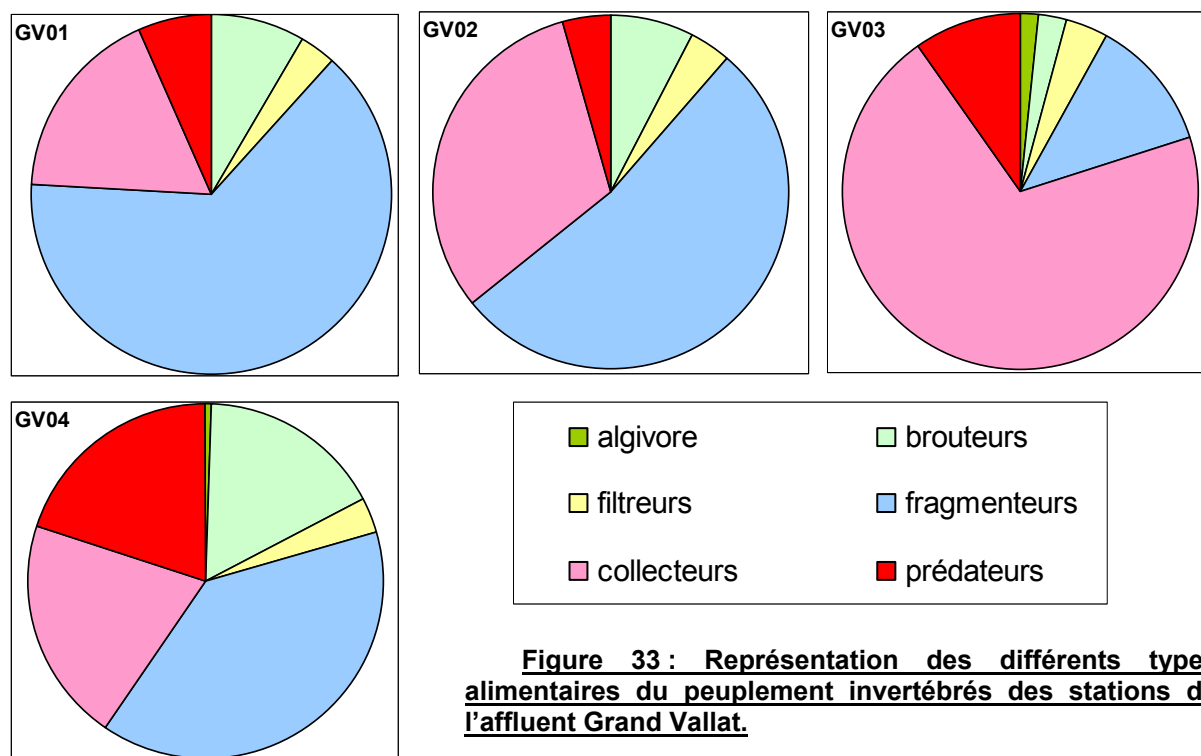
Figure 32 : Evolution des pourcentages de collecteurs et de filtreurs dans les stations du cours principal de l'Arc.

► Approche fonctionnelle indique une pollution organique de l'Arc, principalement dans les stations A02, A06, A09 et A10 ;

► Peuplements des stations A03 et A05 les moins influencés par les apports organiques.

Les affluents de l'Arc

Le Grand Vallat (voir figure 33)



À la station **GV01**, située en amont d'éventuels rejets polluants, les fragmenteurs sont largement dominants. Ils sont représentés par le Crustacé de la famille des Gammaridae, taxon extrêmement abondant dans le cours supérieur des réseaux hydrographiques de Provence calcaire. Leur régime alimentaire est essentiellement constitué de matière organique grossière, dont l'origine est certainement la litière issue de la ripisylve. La part non négligeable de collecteurs de sédiments organiques fins laisse penser qu'il existe également en amont de cette station des rejets organiques diffus.

La part des collecteurs augmentent à la station **GV02**, certainement sous l'influence de rejets organiques (rejets diffus dans la ville de Simiane). Cependant, cet accroissement reste modéré.

En revanche, le peuplement de la station **GV03** semble directement influencé par des dépôts organiques qui favorisent les collecteurs au dépend des autres groupes. Ces apports auraient pour origine les rejets mal épurés de la station d'épuration de Bouc Bel Air/Simiane.

A la station **GV04**, la part des collecteurs diminue au profit des fragmenteurs, des brouteurs et également des prédateurs. Il semble qu'à cette station, les apports organiques aient moins d'influence directe sur le peuplement. Cependant, une nuance est à apporter. Les fragmenteurs sont en majorité représentés ici par le Mollusque de la famille des Hydrobiidae, qui a un régime mixte (matière organique grossière et fine, périphyton). Leur abondance pourrait être influencée par le développement du biofilm, conséquence indirecte des rejets d'eaux usées. Le cours d'eau serait donc à cette station en voie d'auto-épuration.

La Jouïne et la Petite Jouïne (voir figure 34)

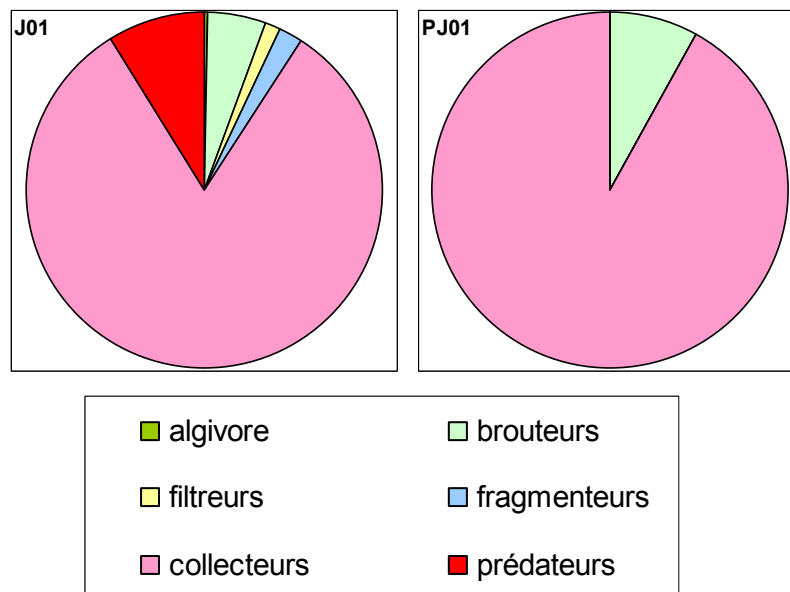


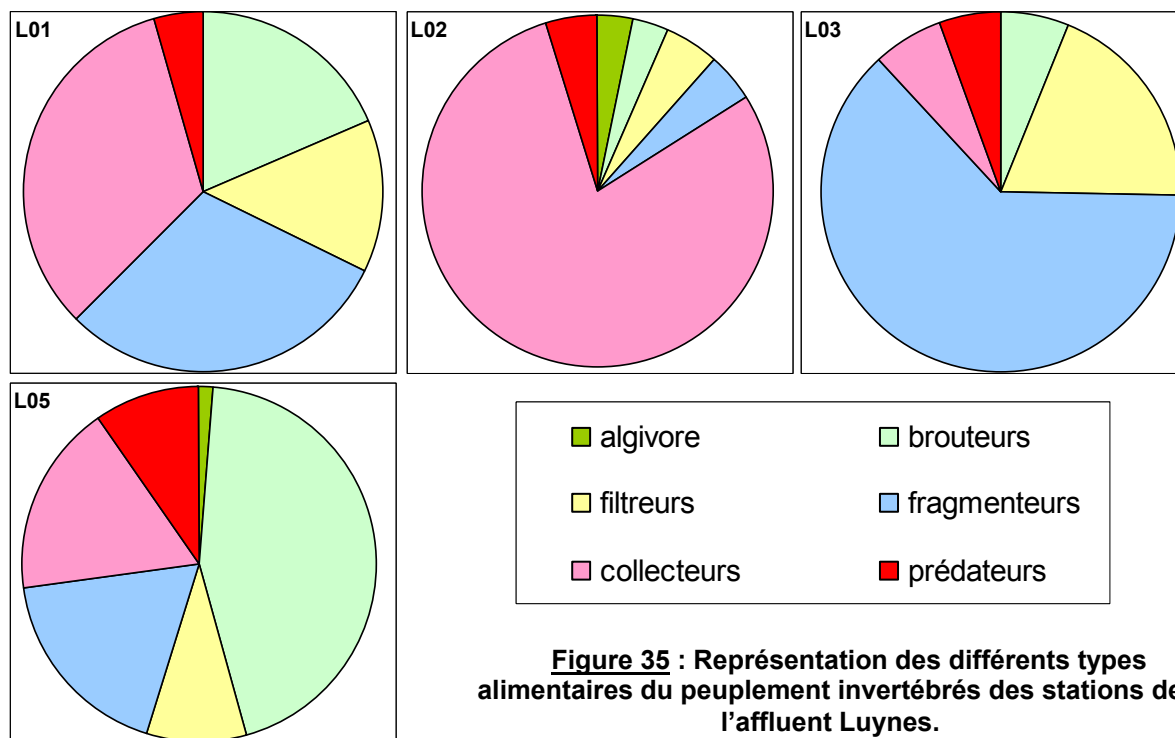
Figure 34 : Représentation des différents types alimentaires du peuplement invertébrés des stations des affluents Jouïne (J01) et Petite Jouïne (PJ01).

Dans les stations **J01** et **PJ01**, l'écrasante majorité des taxons collecteurs de sédiments fins organiques indique un peuplement déséquilibré, profondément influencé par des apports organiques.

La Petite Jouïne (PJ01) reçoit les effluents de la zone industrielle des Milles et une partie de la commune d'Aix-en-Provence. Il semble que ces rejets soient à l'origine de cette pollution organique de la station PJ01, localisée environ un kilomètre en aval de l'effluent.

La Jouïne est issue de la confluence du Grand Vallat et la Petite Jouïne. La station J01 est localisée 600 mètres en aval de la confluence. Malgré un peuplement plus diversifié, elle souffre de l'influence polluante de la Petite Jouïne. Cette dernière serait à l'origine de l'apport organique observé à J01, aucun autre rejet n'étant recensé entre GV04 et J01. .

La Luynes (voir figure 35)



Les différents types alimentaires sont relativement bien répartis à la station **L01**. Cependant, la part importante des collecteurs trahit l'existence de dépôts organiques fins. Cette station, localisée en amont de rejets d'eaux usées « officiels », serait influencée par des rejets diffus (ville de Biver et de Gardanne localisées en amont).

La station **L02**, située en aval immédiat de la station d'épuration de la ville de Gardanne, présente une part très importante de collecteurs de sédiments fins organiques. Cette caractéristique du peuplement témoigne de la charge organique de l'effluent.

Les fragmenteurs semblent profiter à la station **L03** d'une diminution des dépôts organiques fins, qui privilégient plutôt les collecteurs. L'influence de la ripisylve, bien présente sur la rive gauche, pourrait expliquer l'augmentation de leur effectif. Cependant, la proportion des filtreurs trahit un flux de matière organique fine issue des rejets d'eaux usées réalisés en amont.

Dans la station **L05**, la part des brouteurs augmentent fortement. Cette station est située dans un secteur où la ripisylve dégradée n'empêche plus la lumière d'atteindre le cours d'eau. L'influence de l'énergie lumineuse, couplée à celle des sels nutritifs (nitrate, phosphate) issus de la dégradation de la matière organique ou des rejets d'eaux usées, entraîne le développement du périphyton. Ce dernier favorise les brouteurs de substrat qui voient donc leurs effectifs augmenter.

SYNTHESE « MODES ALIMENTAIRES DU PEUPEMENT INVERTEBRE DES AFFLUENTS DE L'ARC »

► Pourcentages des collecteurs de sédiments organiques fins et des filtreurs (marqueurs d'un apport organique) **supérieurs à 50%** dans les stations :

- **GV03** (aval du rejet de la station d'épuration de Bouc Bel Air/Simiane) ;
- **J01** (aval de la confluence avec la Petite Jouïne) ;
- **PJ01** (aval du rejet de la station d'épuration d'Aix-ZI Les Milles) ;
- **L02** (aval station d'épuration de Gardanne) ;

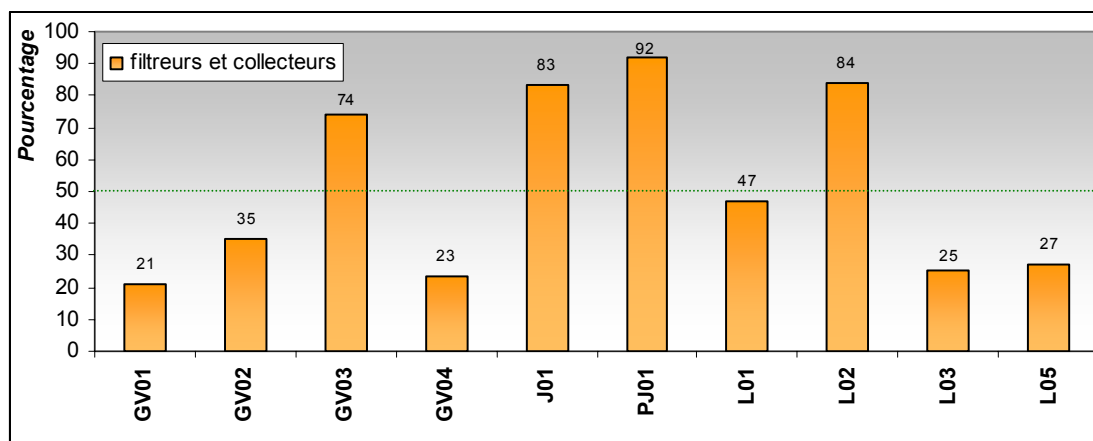


Figure 36 : Évolution des pourcentages de collecteurs et de filtreurs dans les stations des affluents de l'Arc.

► **Grand Vallat** : influence de la charge en matière organique fine augmente de GV01 et GV03. Diminution de cette influence et début d'auto-épuration en GV04.

► **Petite Jouïne et Jouïne** : pollution organique importante due au rejet de la station d'épuration d'Aix-ZI Les Milles, ressentie jusque dans la Jouïne ;

► **Luynes** : rejets organiques diffus en amont de L01. Influence du rejet de la station d'épuration de Gardanne sur le peuplement. Début d'auto-épuration en L05.

► Approche fonctionnelle indique une **pollution organique marquée** des affluents de l'Arc, dans les stations GV03, J01, PJ01 et dans une moindre mesure, L02.

4.5 Éléments biologiques - IBD – rédaction ASCONIT

L'étude fait suite a une demande du Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc (SABA) et consiste en un diagnostic de la qualité biologique de trois stations de mesure situées sur l'Arc et d'une station positionnée sur un affluent, la Jouïne.

L'estimation de la qualité est réalisée via l'étude du peuplement diatomique et le calcul de deux indices diatomiques, l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique) et l'IBD (Indice Biologique Diatomées).

4.5.1 Matériels et méthodes

STATIONS DE PRELEVEMENTS

Les stations 1bis, 8 et 15 sont situées sur l'Arc et la station 1, sur la Jouïne.

Le tableau ci-dessous (Tableau 3) est un récapitulatif des stations, des phases de l'étude, des protocoles utilisés pour le prélèvement des diatomées et des intervenants dans ces différentes phases.

Tableau 3 : Liste des stations de référence, des protocoles et des intervenants – extrait tableau de gestion des échantillons ASCONIT Consultants

échantillon n° (année/entrée)	n° contrat	client	prélèvement	cours d'eau	station	code	date d'arrivée	préleveur	protocole	préparateur	nb lames	analyste	interprétation
2009-1885	E1121	MRE PACA	17/08/2009	Arc	Station 8	A08	03/09/2009	MRE PACA	IBD	ARO	1	FGA	AEG
2009-1886	E1121	MRE PACA	17/08/2009	Arc	Station 15	A15	03/09/2009	MRE PACA	IBD	ARO	1	FGA	AEG
2009-1887	E1121	MRE PACA	17/08/2009	Jouïne	Station 1	J01	03/09/2009	MRE PACA	IBD	ARO	1	FGA	AEG
2009-2288	E1121	MRE PACA	17/11/2009	Arc	Station 1bis	A01bis	23/11/2009	MRE PACA	IBD	ARO	1	FGA	AEG

FGA = Fabien Garcia

ARO = Amélie Roux

AEG = Anne Eulin-Garrigue

ECHANTILLONNAGE DES DIATOMÉES

Les prélèvements de diatomées periphytiques ont été réalisés le 17 août 2009 (stations 1, 8 et 15) et le 17 novembre 2009 (stations 1bis) par la Maison Régionale de l'Eau PACA.

L'échantillonnage pour le calcul des indices diatomiques a été réalisé conformément aux prescriptions requises par la norme française (NF T 90-354 de juin 2000 et NF T 90-354 de décembre 2007) et la norme européenne (NF EN 13946 de juillet 2003) ; les aspects les plus importants sont résumés ci-dessous :

Le prélèvement s'effectue en priorité sur des substrats stables, durs et inertes (rochers, pierres, blocs, galets) de taille suffisante pour ne pas être déplacés par le courant et dont il est sûr qu'ils ont été immergés depuis suffisamment longtemps. Les substrats retenus se situent généralement à environ 20 cm de profondeur. À défaut, on cherchera des substrats durs artificiels comme les piles de pont, berges bétonnées...En cas d'absence de substrats

durs, les diatomées peuvent être récoltés sur des végétaux immergés par expression de ceux-ci. Les prélèvements sur des substrats meubles comme la vase ou sur le bois sont strictement proscrits (flore diatomique saprophyte).

- Une surface de 100 cm² est prospectée et est répartie sur 5 substrats différents (20 cm² par substrat). Dans les cours d'eau pauvres en nutriments où les diatomées ne sont pas abondantes, on augmentera la taille de la surface prospectée ; elle peut aller jusqu'à 1000 cm² d'après la norme. Les substrats sont rincés dans le courant pour éliminer les particules minérales et/ou les valves mortes éventuellement déposées.
- Les diatomées sont récoltées par grattage de la surface supérieure des substrats à l'aide de brosses à dents. La brosse est idéale pour récupérer les diatomées fixées dans les interstices des supports, en particulier si ces derniers ne sont pas lisses. Afin d'éviter toute interférence entre deux échantillons, les brosses sont systématiquement remplacées à chaque relevé et jetées.
- L'échantillonnage s'effectue au centre du lit mineur du cours d'eau grâce au port de cuissardes (quand cela est possible). Les prélèvements sont toujours effectués en faciès lotique ou semi-lotique (préférence pour les radiers) dans des zones bien éclairées (évitement des couverts forestiers si cela est possible).
- Le matériel biologique prélevé est immédiatement fixé au formol neutralisé 10% et stocké dans un pilulier à double cape en polyéthylène translucide étiqueté avec les renseignements suivants : nom du cours d'eau, nom de la station, date du prélèvement, nom du préleveur.

IDENTIFICATION DES DIATOMEES

L'identification est effectuée conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007 et NF EN 14407 d'octobre 2004.

L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités à l'eau oxygénée H₂O₂ bouillante (30 %) et, le cas échéant à l'acide chlorhydrique afin d'éliminer le protoplasme. Ils sont ensuite centrifugés et les culots sont rincés plusieurs fois à l'eau distillée pour enlever toute trace d'eau oxygénée. Après déshydratation, une partie du culot est montée entre lames et lamelle dans une résine réfringente, le Naphrax (Northern Biological Supplies Ltd, Angleterre - Indice de réfraction = 1,74).

Un comptage par champs (balayage par transect) est effectué sur 400 valves minimum afin de dresser un inventaire taxonomique, les résultats étant exprimés par l'abondance relative (en ‰) de chaque taxon. Les valves sont comptées et déterminées au niveau spécifique ou infraspécifique, en microscopie photonique au grossissement x 1000 (microscope Leica DMLB équipé du contraste de phase et d'un micromètre oculaire pour la mesure des diatomées de résolution 1 Rm).

L'identification fait appel aux ouvrages les plus récents de la Suswasserflora (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b...) et à d'autres ouvrages pour les taxons absents de la flore de référence, notamment celui relatif aux zones des sources (Lange-Bertalot H. 2004).

ESTIMATION DE LA QUALITE DE L'EAU

Après saisie codifiée (code à 4 lettres) sur ordinateur à l'aide du logiciel OMNIDIA v5.3 (Leconte & al. 1993) et de la base récemment mise à jour (base 2009), les inventaires conduisent à l'estimation de l'abondance relative des taxons, au calcul d'un indice de diversité (Shannon & Weaver) et de plusieurs indices diatomiques dont l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD). Dans la mesure du possible, les nouvelles dénominations des diatomées ont été utilisées.

L'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) mis au point par le CEMAGREF (1982) sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse est un indice fondé sur la pondération abondance sensibilité spécifique". Il présente l'avantage de prendre en compte la totalité des espèces présentes dans les inventaires. Il permet de donner une note à la qualité de l'eau variant de 1 (eaux très polluées) à 20 (eaux d'excellente qualité). Il a été utilisé en routine durant plusieurs années et de nombreux auteurs ont noté sa bonne corrélation avec la physicochimie de l'eau. La sensibilité de l'IPS à la dégradation de la qualité du milieu s'avère meilleure comparativement aux autres indices ; cela a été mis en évidence notamment dans le cadre du suivi de plus de 300 relevés du bassin Artois-Picardie (Coste et Ayphassoro, 1991). Cet indice fait l'objet de mises à jour régulières.

L'Indice Biologique Diatomées (IBD), récemment révisé (Norme NF T 90-354 de décembre 2007) comporte 1478 taxons dont 476 synonymes anciens et 190 formes anormales. Ce sont donc 812 taxons de rang spécifique ou infraspécifique qui sont pris en compte par le nouvel IBD. Il reste peu de taxons présents sur le réseau métropolitain à ne pas être pris en compte par l'IBD. Notons qu'il reste un indice de qualité générale de l'eau, basé en particulier sur les matières oxydables et la salinité, qui ne prend pas en compte tous les taxons d'un relevé. Son calcul diffère notablement de celui de l'IPS et est complexe pour les non-statisticiens. Pour plus d'informations sur le calcul de cet indice, on pourra se reporter à l'article de Lenoir & Coste (1996).

L'interprétation des valeurs des indices IPS et IBD fait référence à l'annexe V de la DCE (cf. tableau ci-dessous). Une couleur est attribuée à chaque classe de qualité.

Tableau 4 : Classes de qualité et code couleur associé de l'IBD

IBD \geq 17	Qualité très bonne
17 > IBD \geq 13	Qualité bonne
13 > IBD \geq 9	Qualité moyenne
9 > IBD \geq 5	Qualité médiocre
IBD < 5	Qualité mauvaise

Les classifications de Van Dam et al (1994) sont utilisées afin de définir les caractéristiques autoécologiques du peuplement (voir ci-dessous). Un lexique est consigné en annexe 11.

Tableau 5 : classification proposes par Van Dam et al. (1994)

Saprobies	% de saturation	DBO5 (mg.l ⁻¹)
1 = oligosaprobe	> 85	< 2
2 = β-mésosaprobe	70-85	2-4
3 = α-mésosaprobe	25-70	4-13
4 = α-mésosaprobe à polysaprobe	10-25	13-22
5 = polysaprobe	<10	>22
Salinité	Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	Salinité ‰
1 = douces	<100	<0.2
2 = douces à légèrement saumâtres	<500	<0.9
3 = moyennement saumâtres	500-1000	0.9-1.8
4 = saumâtres	1000-5000	1.8-9
Oxygénation	N (C) - hétérotrophie	
1 = élevée (100%)	1 = autotrophe sensible à de faibles [C], [N] organiques	
2 = forte (>75%)	2 = autotrophe tolérant	
3 = modérée (>50%)	3 = hétérotrophe facultatif	
4 = basse (>30%)	4 = hétérotrophe obligatoire	
5 = très basse (10%)		
Statut trophique		
1 = oligotrophe		
2 = oligo-mésotrophe		
3 = mésotrophe		
4 = méso-eutrophe		
5 = eutrophe		
6 = hypereutrophe		
7 = indifférent		
Catégories	Intervalles de variations du pH	
acidobionte	pH optimum	<5,5
acidophile	pH optimum	5,5<pH<7
neutrophile	pH optimum	voisin de 7
alcaliphile	pH optimum	>7
alcalibionte	pH exclusivement	>7
indifférent	optimum non défini	

4.5.2 Caractéristiques floristiques générales : distribution des familles

Nous avons inventorié 48 taxons répartis en 23 genres lors de l'examen des 4 échantillons prélevés sur le bassin de l'Arc.

Les inventaires ne présentent pas de particularités taxinomiques (pas de taxons exotiques, invasifs ou rares).

Les inventaires diatomiques sont également fournis en annexe 9.

Les diatomées recensées ont été regroupées par familles et les résultats sont représentés par la figure 37.

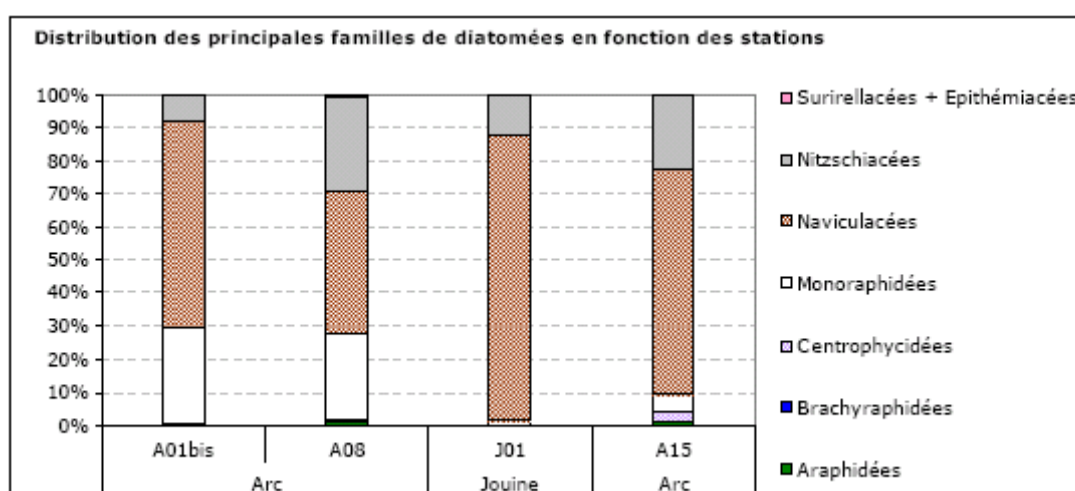


Figure 37 : Distribution des familles – Qualité des eaux de l'Arc 2009

Les Monoraphidées

Ce sont essentiellement des espèces épiphytes (*Cocconeis*) ou fermement fixées au substrat (*Achnanthes*). Elles sont généralement sensibles aux altérations du milieu et caractérisent donc de ce fait, des cours d'eau peu perturbés. Il existe cependant des taxons saprobes tels que *Achnantheidium saprophilum*, ou supportant une forte eutrophie comme *Achnantheidium straubianum*, *Cocconeis placentula* var *euglypta*.

Elles sont présentes dans toutes les stations prospectées et leur abondance relative dépasse 10% du peuplement pour deux sites : « Arc – A01bis » et « Arc – A08 ».

La principale Monoraphidee de la station « Arc – A01bis » est *Cocconeis placentula* var *euglypta*, diatomée relativement sensible à la matière organique et à la pollution, mais caractéristique d'un enrichissement minéral notoire du milieu (eutrophisation). La station « Arc – A08 » est caractérisée par *Achnantheidium eutrophilum*, espèce typique des milieux eutrophisés.

Les Araphidées

Elles regroupent principalement des espèces lacustres (*Diatoma*, *Fragilaria*, *Tabellaria*) et sont souvent synonymes de bonne qualité d'eau.

Elles sont presque absentes des communautés diatomiques analysées (présence de quelques individus isolés).

Les Brachyraphidées

Les Brachyraphidées, sont composés essentiellement de formes acidophiles et sont généralement indicatrices de bonne qualité d'eau (*Eunotia*, *Peronia*). Elles sont très sensibles aux perturbations d'origines anthropiques. Ce groupe de diatomées n'est pas représenté dans cette étude.

Les Centrophyciidées

Ce sont des espèces le plus souvent planctoniques (lacs et milieux lenticules) et généralement peu présentes dans le périphyton. Quelques Centrophyciidées (genre *Cyclotella* et *Melosira*) ont été observées.

Les Naviculacées

Elles regroupent le plus grand nombre de genres (*Amphora*, *Caloneis*, *Craticula*, *Cymbella*, *Diademsis*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Eolimna*, *Fallacia*, *Fistulifera*, *Frustulia*, *Geissleria*, *Gomphoneis*, *Gomphonema*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Mayamaea*, *Navicula*, *Naviculadicta*, *Neidium*, *Pinnularia*, *Placoneis*, *Reimeria*, *Rhoicosphenia* et *Sellaphora*,...). Les genres *Eolimna*, *Fallacia*, *Fistulifera*, *Geissleria*, *Hippodonta*, *Luticola*, *Mayamaea*, *Navicula*, *Placoneis* et *Sellaphora* renferment une majorité de formes alcaliphiles.

Cependant, les spectres écologiques sont très différents en fonction des espèces. Les *Naviculacées* constituent l'essentiel des communautés diatomiques observées : entre 43 % pour la station « Arc – A08 » et 83 % dans la Jouïne.

Naviculacées : principaux taxons (abondance relative > 10%)	Écologie		Station	Abondance relative
	Saprobie	Trophie		
<i>Amphora pediculus</i>	β- mesosaprobe	eutrophe	Arc - A01bis	37%
<i>Eolimna subminuscula</i>	a-mesosaprobe à polysaprobe	eutrophe	Jouïne – J01 Arc – A15	19% 23%
<i>Fistulifera saprophila</i>	a-mesosaprobe à polysaprobe	eutrophe	Jouïne – J01 Arc – A15	40% 26%

Excepté *Amphora pediculus*, diatomée sensible mais eutrophe (synonyme d'enrichissement minéral), les Naviculacées dominantes sont caractéristiques d'un milieu très sévèrement contaminé par la matière organique. Toutes ces Naviculacées caractérisent des milieux eutrophisés.

Les Nitzschiacées

Elles renferment un grand nombre d'espèces habituellement saprophytes ou N-hétérotrophes.

Elles sont présentes de façon récurrente dans les peuplements avec une abondance relative supérieure ou égale à 10 % dans la Jouïne et deux des stations de l'Arc (A08 et A15).

Le seul taxon dépassant 10 % des communautés de la Jouïne est *Nitzschia palea*. Cette diatomée préfère des eaux très fortement minéralisées montrant des signes dystrophiques (diatomée hypereutrophe) et est très tolérante à la pollution organique. Elle est rare dans les rivières non polluées et préfère des niveaux de pollutions intermédiaires à élevés. C'est donc un bon indicateur de rivières polluées.

La Nitzschiacée observée dans l'Arc est *Nitzschia frustulum*, synonyme elle aussi de milieux contaminés par une pollution organique et minérale.

Cette première approche permet d'avoir des renseignements généraux sur la structure des communautés de diatomées periphytiques.

Les principales diatomées observées indiquent que les sites sont impactés de façon certaine par les matières minérales (eutrophisation) et plus ou moins impactés par les matières organiques.

4.5.3 Résultats des indices

INDICES DIATOMIQUES (IPS et IBD)

Les notes obtenues avec l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD) sont représentées par la figure 38, et sont consignées dans le tableau 6 et en annexe 9 (fiches OMNIDIA).

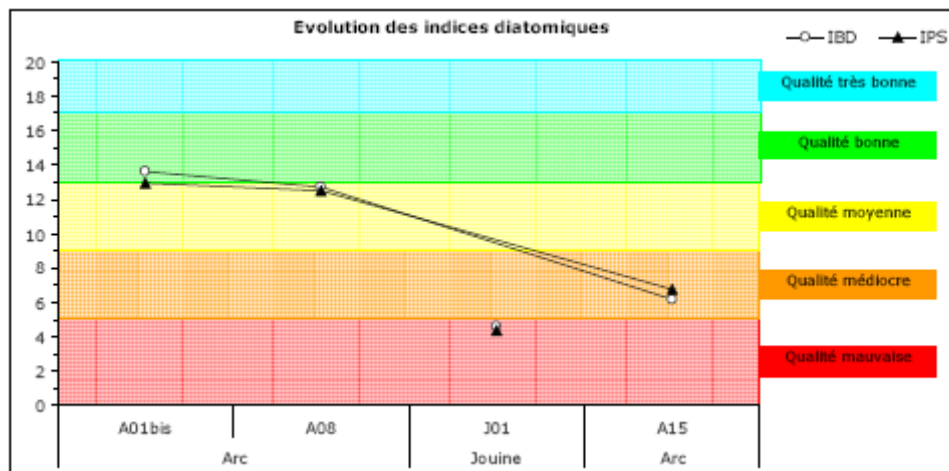


Figure 38 : Evolution des indices diatomiques – Qualité des eaux de l'Arc 2009

Tableau 6 : Indices diatomiques (IBD et IPS) pour chacune des stations et classes de qualité

cours d'eau	station	IBD (V5.3 - basse 2009)	
		IBD	IPS
Arc	A01bis	13,6	12,9
	A08	12,7	12,5
Jouïne	J01	4,6	4,4
Arc	A15	6,2	6,8

Selon les deux indices, la qualité biologique globale est **très mauvaise** pour la Jouïne et ceci a probablement une influence négative sur les eaux de l'Arc, à l'aval de la confluence.

L'IBD et l'IPS sont en désaccord de 0,7 points, ce qui n'est pas très important, mais occasionne un changement de classe pour « l'Arc – A01bis » : **bonne** qualité pour l'IBD et **moyenne** qualité pour l'IPS. La note indicielle IBD de « l'Arc – A01bis » est en limite de classe ce qui indique une certaine dégradation du milieu malgré le classement en **bonne** qualité et laisse à penser que la note IPS est plus en rapport avec la réalité.

Les stations « Arc – A08 » et « Arc – A15 » sont respectivement de **moyenne** et **médiocre** qualité.

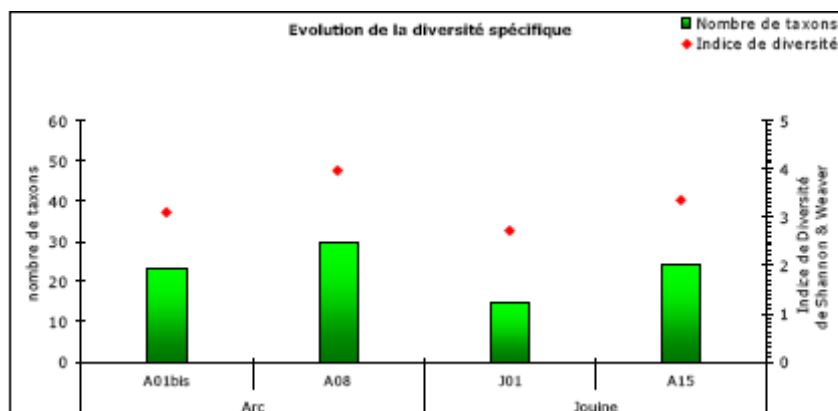
Globalement, les deux indices sont en accord pour mettre en évidence une dégradation amont/aval importante de l'Arc et les résultats obtenus montrent très peu de différences des notes indicielles.

DIVERSITE ET RICHESSE TAXONOMIQUE

La figure 39 représente les valeurs de richesse taxonomique (nombre de taxons) et de l'indice de diversité (Shannon & Weaver). Les valeurs de ces paramètres sont consignées en annexe 9 et 10 (fiches OMNIDIA).

La diversité d'une biocénose peut s'exprimer simplement par le nombre d'espèces présentes.

Mais ce nombre n'est pas souvent connu avec exactitude. Plusieurs indices de diversité ont été proposés, permettant de comparer entre eux des peuplements. Nous avons calculé l'indice de Shannon et Weaver (1949). Un indice de diversité élevé correspond généralement à des conditions de milieu favorables (stabilité) permettant l'installation de nombreuses espèces, mais n'est pas toujours synonyme de bonne qualité de milieu ; en effet une courbe de Gauss relie les deux paramètres.



**Figure 39 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'indice de diversité
– Qualité des eaux de l'Arc 2009 –**

La richesse spécifique est faible (entre 15 et 30 taxons) et la diversité est supérieure à 3 pour toutes les stations de l'Arc avec un indice de diversité compris entre 3,10 (A01bis) et 3,97 (A08).

Les valeurs des paramètres structuraux sont les plus faibles pour le peuplement de la Jouine.

Cette station est de qualité très mauvaise ; les sites où l'on observe des contaminations très sévères présentent souvent une faible diversité, car seules les espèces résistantes peuvent se développer dans un environnement défavorable.

À l'inverse, les sites où l'on observe des contaminations modérées présentent souvent une plus forte diversité, car le peuplement est constitué d'un mélange de taxons d'écologie à large spectre comme la station « Arc – A08 ».

4.5.4 CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DOMINANTES

Elles sont extraites automatiquement des compilations de la littérature scientifique à l'aide du logiciel OMNIDIA v4.3. Les classifications utilisées sont celles de Van Dam *et al* (1994) (voir matériels et méthodes). Les résultats sont représentés par des histogrammes qui cumulent, pour chaque relevé, les abondances relatives des taxons caractéristiques de chaque classe (tableaux en annexe 11). Ces classifications sont parfois à considérer avec prudence, car toutes les diatomées ne sont pas prises en considération.

NB. Ces classifications ont été amendées et modifiées en fonction des avancées de la littérature scientifique.

Rappelons que les diatomées sont des organismes intégrateurs qui rendent compte du passé récent du cours d'eau (2 mois précédents le prélèvement), alors que les mesures physicochimiques sont ponctuelles et donnent une indication instantanée.

De plus, dans les résultats décrits ci-après, certaines classifications montrent une « non-prise en compte » élevée, ce qui introduit un biais important dans l'analyse des peuplements.

AFFINITE A LA MATIERE ORGANIQUE

Saprobie

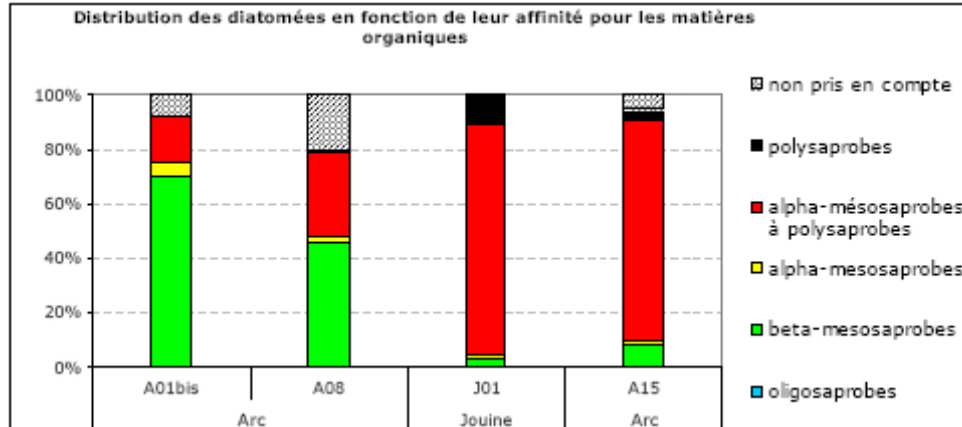


Figure 40 : Distribution des diatomées en fonction de leur affinité pour les matières organiques – Qualité des eaux de l'Arc 2009 –

La Jouïne et « l'Arc – A15 » sont les stations plus impactées par la matière organique avec une dominante α -mésosaprobe à polysaprobe et polysaprobe (en rouge) et polysaprobe (en noir).

Les sites « A01bis » et « A08 » présentent des peuplements à dominante β -mésosaprobe, c'est-à-dire relativement sensible à la présence de matière organique dans le milieu, mais on observe une très nette diminution de l'abondance de ces taxons au profit de diatomées résistantes, de la station « Arc – 01bis » vers la station « Arc – 15 ».

N-hétérotrophie

Les taxons N-autotrophes sensibles utilisent seulement la matière minérale comme source de nutriment et sont sensibles (régression immédiate) à la présence de faibles quantités d'azote organique. Les taxons N-autotrophes tolérants supportent la présence de fortes quantités d'azote organique (pas de régression importante si la présence d'azote organique n'est pas permanente). Les taxons N-hétérotrophes facultatifs utilisent la matière minérale comme source de nutriment pour se développer, mais ont besoin aussi de l'azote organique de façon intermittente. Les taxons N-hétérotrophes obligatoires se développent en présence de fortes quantités d'azote organique de façon permanente.

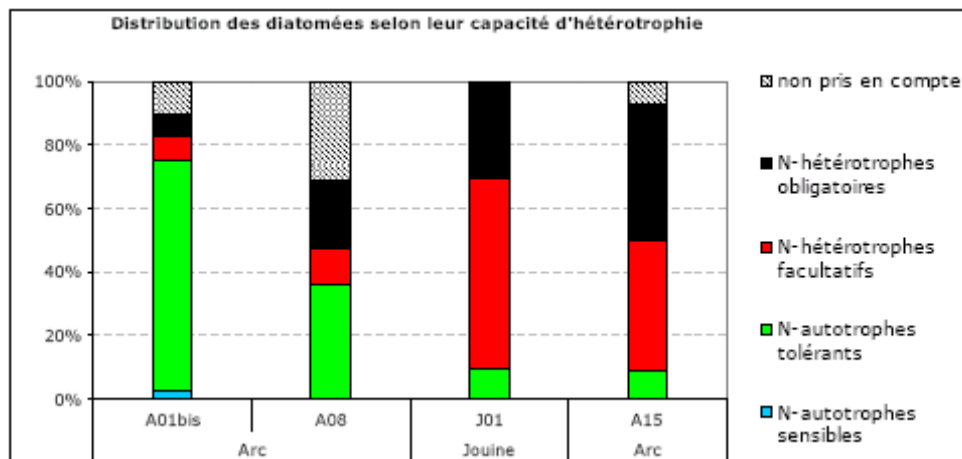


Figure 41 : Distribution des diatomées selon leur capacité d'hétérotrophie - Qualité des eaux de l'Arc 2009 -

L'analyse de la capacité d'hétérotrophie rejoint l'analyse de la saprobie et confirme que la station sur la Jouïne et la station « Arc – A15 » sont significativement impactées par des apports organiques chroniques et importants, avec une forte abondance de taxons N-hétérotrophes facultatifs et obligatoires.

Les peuplements des stations « A08 » et « A15 » sont majoritairement constitués de diatomées N-autotrophes tolérantes, c'est à dire de milieu très modérément enrichi en matières organiques. Elles diminuent de façon drastique de « A01bis » vers « A15 », traduisant ainsi l'évolution longitudinale de la contamination organique.

À noter, le taux important à la station « A08 » de « non prise en compte » dans la classification de Van Dam, lié en grande partie aux diatomées *Achnanthydium eutrophilum* et *Navicula cryptotenella*. Ces deux diatomées caractérisent plutôt les enrichissements minéraux (eutrophisation).

AFFINITE VIS-A-VIS DE L'OXYGENE DISSOUS

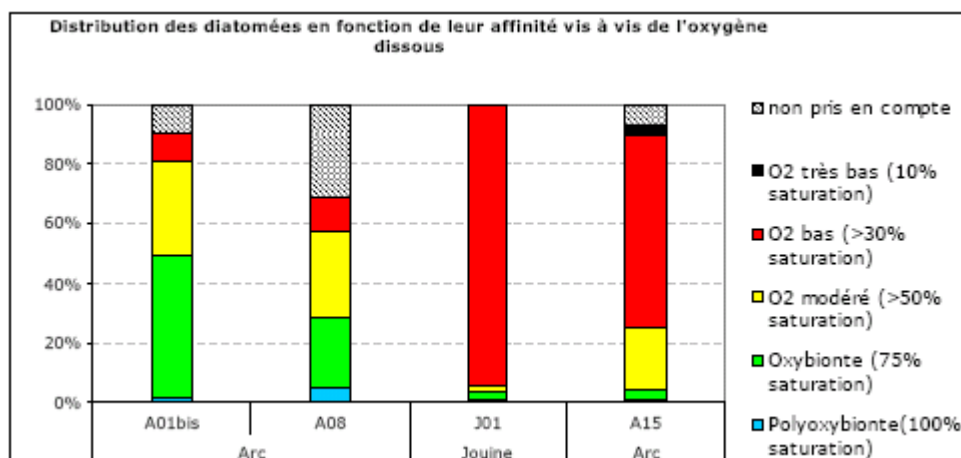


Figure 42 : Distribution des diatomées en fonction de leur affinité vis-à-vis de l'oxygène dissous
 – Qualité des eaux de l'Arc 2009 –

La proportion de diatomées supportant une desoxygénation importante (en rouge) indique l'existence de perturbations chroniques et sévères sur la Jouïne et « l'Arc – A15 ». La minéralisation de la matière organique est un processus consommateur d'oxygène et confirme l'existence d'une pollution organique sur ces deux sites.

Les peuplements des sites « A01bis » et « A08 » sont constitués d'un mélange de diatomées oxybiontes (vert), supportant une oxygénation modérée (jaune) et une oxygénation basse (rouge) ; ceci témoigne de l'existence de perturbations qui restent plus modérées.

À noter, le taux de « non prise en compte » relativement élevé dans la classification de Van Dam pour la station « A08 » (supérieur à 30 % du peuplement). Comme pour la Nheterotrophie, cela est lié en grande partie à la « non-prise en compte » de *Navicula cryptotenella* qui se classerait dans les Oxybiontes, et d'*Achnanthydium eutrophilum*.

AFFINITE VIS-A-VIS DU DEGRE DE TROPHIE

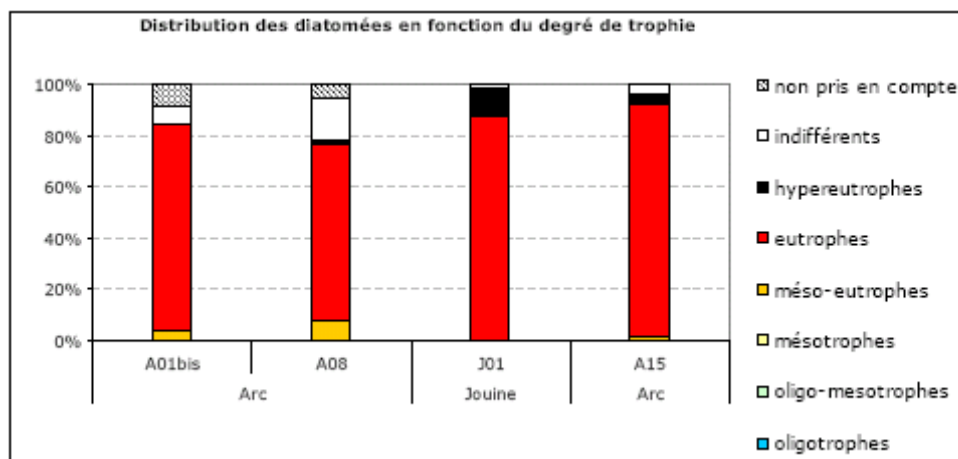


Figure 43 : Distribution des diatomées en fonction du degré de trophie
– Qualité des eaux de l'Arc 2009 –

Les taxons eutrophes dominent nettement les peuplements de diatomées benthiques de toutes les stations prospectées traduisant ainsi une forte concentration en matières minérales et un niveau trophique très élevé pour tous ces sites.

À noter la présence de diatomées hypereutrophes dans la Jouïne et « l'Arc – A15 » (*Nitzschia palea*).

AFFINITE VIS-A-VIS DE LA SALINITE

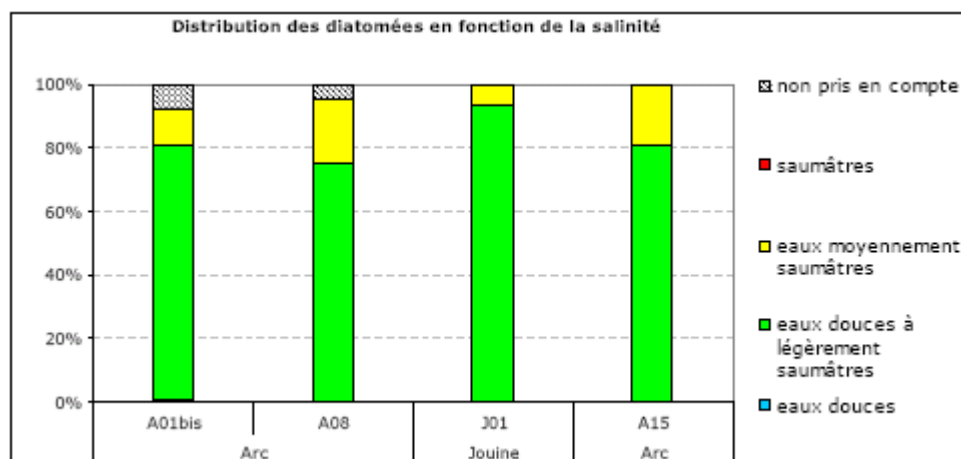


Figure 44 : Distribution des diatomées en fonction de la salinité
– Qualité des eaux de l'Arc 2009 -

Les peuplements sont principalement caractéristiques d'eaux douces à légèrement saumâtres (salinité inférieure à 0,9 ‰). Les cours d'eau de plaine pressentent pour la plupart ce type de communautés (milieu moyennement enrichi en composés minéraux ; cependant, le pourcentage de diatomées préférant les eaux moyennement saumâtres n'est pas négligeable, surtout dans l'Arc sur les sites A08 (*Nitzschia frustulum*) et A15 (*Navicula veneta*).

AFFINITE VIS-A-VIS DU PH

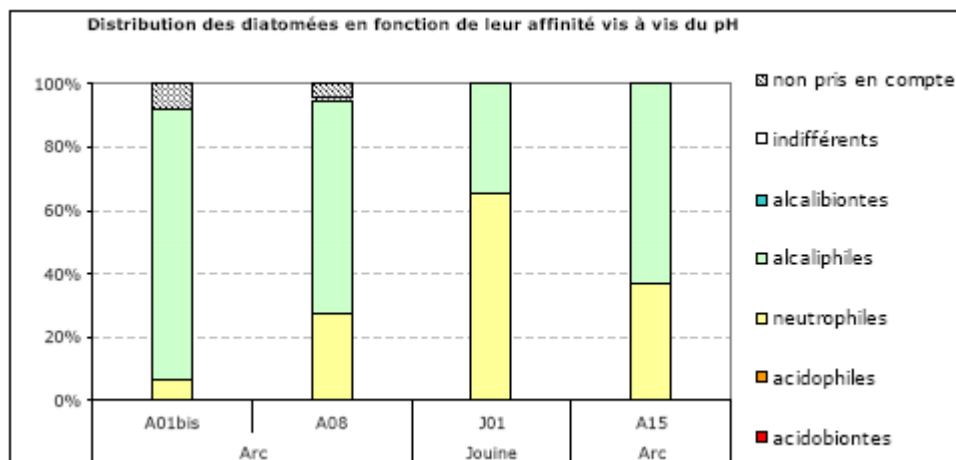


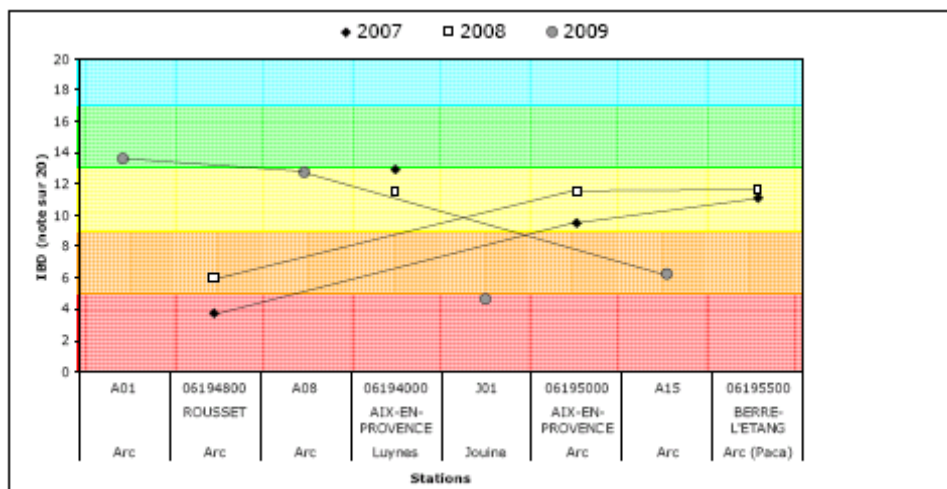
Figure 45 : Distribution des diatomées en fonction de leur affinité vis-à-vis du pH
– Qualité des eaux de l'Arc 2009 –

Le peuplement de la Jouine est majoritairement neutrophile (optimum de développement pour un pH voisin de 7).

Les peuplements des stations de l'Arc sont constitués d'une forte proportion de taxons alcaliphiles (optimum de développement pour un pH supérieur à 7) ce qui semble normal étant donné la géolocalisation des stations. On observe toutefois une diminution de ces diatomées au profit d'espèce neutrophile ; ceci pourrait indiquer une diminution longitudinale amont/aval du pH (acidification des eaux), les diatomées reflétant les conditions globales du milieu.

4.5.5 Bilan de l'IBD de 2007 à 2009

Nous avons compilé les données du réseau de suivi RCS pour les années 2007 et 2008, avec les données acquises lors de cette étude.



**Figure 46 : Evolution spatio-temporelle de l'IBD
– Qualité des eaux de l'Arc 2009 –**

L'évolution longitudinale de la qualité biologique globale (note IBD) reste similaire en 2007 et 2008 pour les stations du RCS : Arc a Rousset, Luynes a Aix en Provence, Arc a Aix en Provence et Arc a Berre l'Etang. Nous pouvons observer une amélioration sensible de la qualité des eaux de l'Arc en 2008, alors que Luynes se dégrade légèrement.

Par contre, les résultats du suivi de la qualité des eaux de l'Arc réalisé en 2009 par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc mettent en évidence une dégradation importante, en particulier dans la partie aval de l'Arc (station Arc-A15) et dans la Jouïne (station J01).

NB. Les résultats provisoires IBD 2009 du RCS tendraient à confirmer cette tendance.

4.5.6 CONCLUSION

L'étude des diatomées et l'application des indices diatomiques, notamment l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD), ont permis d'appréhender la qualité biologique des 4 stations prospectées du bassin de l'Arc en 2009.

La Jouïne se situe en **très mauvaise** qualité biologique globale. Selon l'IBD, on observe une diminution progressive et longitudinale de la qualité, de **bonne** (station A01bis) à **médiocre** (A15). À l'exception de la station A01bis (**bonne** pour l'IBD et **moyenne** pour l'IPS), les deux indices sont en accord pour les autres trois sites.

Malgré une différence de classe de qualité pour le site A01bis, nous n'avons pas observé de différences notables entre les notes obtenues avec les deux indices (écart maximum = 0,7 point). La révision de l'IBD par le CEMAGREF a très nettement augmenté sa sensibilité, par l'augmentation du nombre de diatomées prise en considération et l'actualisation des profils écologiques de certains taxons.






L'étude des peuplements au moyen des classifications écologiques a mis en évidence une contamination organique et minérale très importante dans la Jouïne. Les peuplements des trois sites de l'Arc sont caractéristiques d'un milieu enrichi en composés minéraux (azote et phosphore notamment) et sont donc eutrophisés ; l'analyse écologique a également révélé une élévation très significative de la contamination organique, de la station A01bis vers la station A15, celle dernière montrant des signes de pollution organique sévère.

Les résultats obtenus en 2009 tendent à montrer une très nette dégradation des eaux de l'Arc dans sa partie aval et de son affluent, la Jouïne ; cette tendance est en accord avec les résultats provisoires du RCS 2009 qui seront disponibles fin janvier 2010.

4.5.7 Complément sur la notion d'état biologique

Dans ce paragraphe, l'état biologique de l'Arc et ses affluents est identifié à travers les notes de l'Indice Biologique Diatomique (IBD).

Les valeurs de limites de classe d'état données ci-dessous tiennent compte de l'HER. L'Arc est situé dans l'HER Méditerranée (cas général) les limites de classe sont alors :

I.B.D	≥ 17]17 - 14,5]]14,5 - 10,5]]10,5 - 6]	>6
Couleur					

Cours d'eau	Station	Localisation	Note IBD
Arc	A01 bis	Pourcieux	13,6
	A08	Amont Aix en Pce	12,7
	A15	La Farre les Oliviers	6,2
Jouïne	J01		4,6

L'état biologique de la Jouïne apprécié à travers l'IBD est mauvais.

Sur l'Arc, on observe une diminution longitudinale de la classe d'état biologique, de moyen (station A01bis et A15) à médiocre au niveau de Berre l'Etang.

4.6 Synthèse sur l'état écologique de l'Arc

L'attribution d'une classe d'état écologique « très bon » ou « bon », est déterminée par les valeurs des éléments biologiques, physico-chimiques (paramètres physico-chimiques généraux et substances spécifiques de l'état écologique), et hydromorphologiques dans le cas où tous les éléments biologiques et physico-chimiques correspondent au très bon état.

L'attribution d'une classe d'état écologique « **moyen** » est obtenue :

- lorsque un ou plusieurs des éléments biologiques est classe moyen, les éventuels autres éléments biologiques étant classes bons ou très bons
- ou lorsque tous les éléments biologiques sont classes bons ou très bons, et que l'un au moins des éléments physico-chimiques généraux ou des polluants spécifiques correspond à un état inférieur à bon

L'attribution d'une classe d'état écologique « médiocre » ou « mauvais » est déterminée par les valeurs des éléments biologiques.

Ainsi, en particulier, lorsqu'au moins un élément de qualité biologique est en état moyen, médiocre ou mauvais, les éléments de qualité physico-chimiques n'ont pas d'incidence sur le classement de l'état écologique. Dans ce cas, la classe d'état attribué est celle de l'élément de qualité biologique le plus déclassant.

4.6.1 Bilan sur l'état biologique de l'Arc et de ses affluents

Le principe retenu pour la détermination de l'état biologique est celui du paramètre déclassant. La valeur indiciaire la plus basse des éléments biologiques est ainsi déterminante. La carte 6 présente les différentes notes d'indices biologiques et classes d'état correspondantes obtenues sur l'Arc et ses affluents.

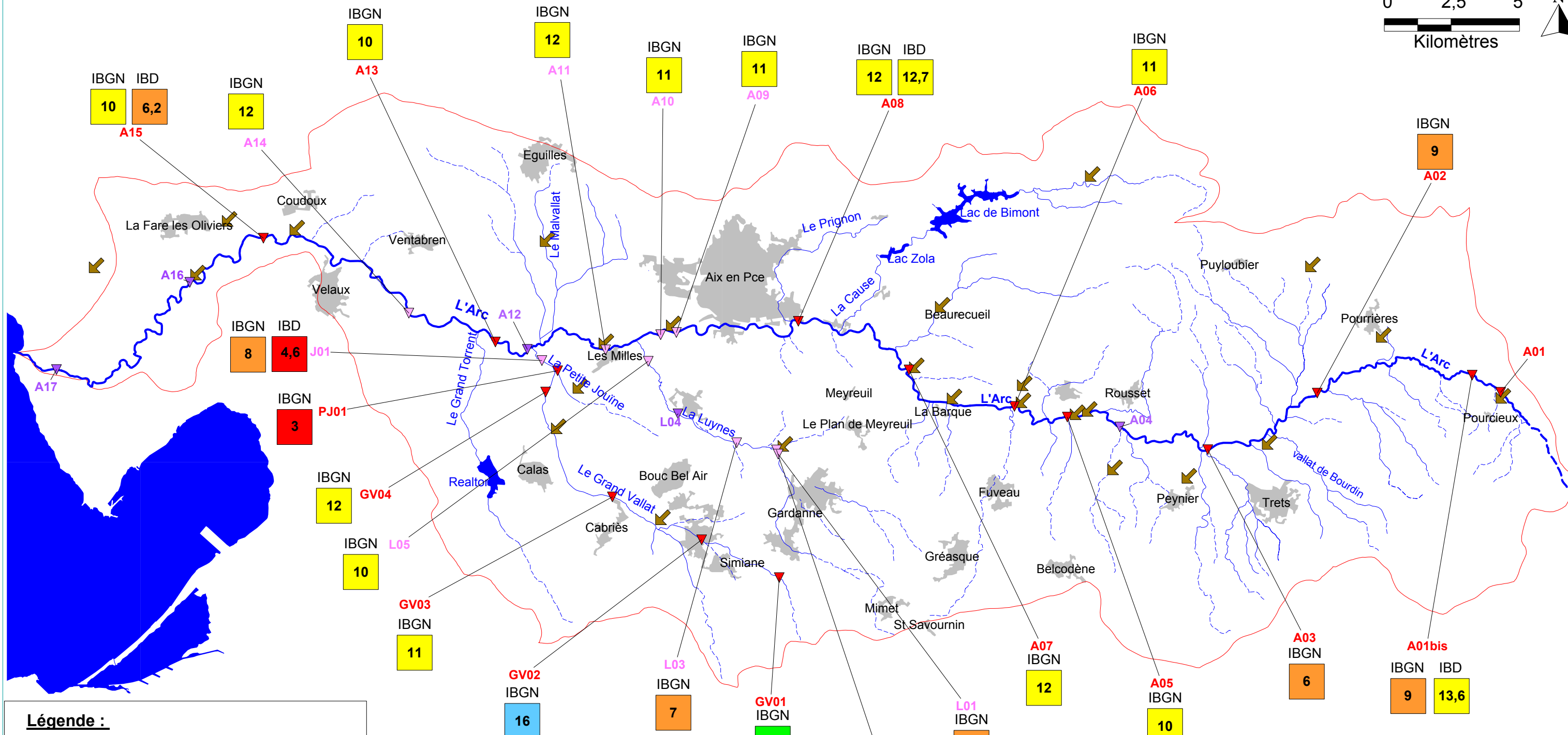
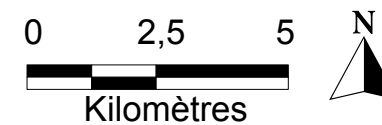
Stations	IBGN	IBD	Etat biologique
A01	Station a-sec		
A01 bis	Médiocre	Moyen	Médiocre
A02	Médiocre		Médiocre
A03	Médiocre		Médiocre
A05	Moyen		Moyen
A06	Moyen		Moyen
A07	Moyen		Moyen
A08	Moyen	Moyen	Moyen
A09	Moyen		Moyen
A10	Moyen		Moyen
A11	Moyen		Moyen
A13	Moyen		Moyen
A14	Moyen		Moyen
A15	Moyen	Médiocre	Médiocre

L'état biologique de l'Arc est de classe médiocre en tête de bassin puis de classe moyen de Rousset à la Farre les Oliviers où l'état devient médiocre.

Stations	IBGN	IBD	Etat biologique
GV01	Bon		Bon
GV02	Très bon		Très bon
GV03	Moyen		Moyen
GV04	Moyen		Moyen
PJ01	Mauvais		Mauvais
J01	Médiocre	Mauvais	Mauvais
L01	Médiocre		Médiocre
L02	Moyen		Moyen
L03	Médiocre		Médiocre
L05	Moyen		Moyen

L'état biologique du Grand Vallat est bon à très bon en tête de bassin puis se décline à moyen. L'état biologique de la Petite Jouïne est mauvais. Les eaux Jouïne provenant des eaux du Grand Vallat et de la Petite Jouïne, son état biologique est alors de classe mauvais.

L'état biologique de la Luynes alterne les classes médiocre et moyen sur l'ensemble des stations étudiées.



Légende :

- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaires
- Villes
- Limite du bassin versant
- Etendues d'eau
- Stations d'épuration
- Stations RCS
- Stations d'auto-surveillance communale
- Stations de suivi 2009

Code couleur des classes d'état biologique

	IBGN		IBD		Notes	
	IBGN	IBD	IBGN	IBD	IBGN	IBD
Très bon					≤ 16	≤ 17
Bon					15 - 14	[17 - 14,5]
Moyen					13 - 10	[14,5 - 10,5]
Médiocre					9 - 6	[10,5 - 6]
Mauvais					≥ 5	> 6

4.6.2 Bilan de l'état de l'Arc et ses affluents sur les éléments physico-chimique généraux

Le principe du paramètre déclassant est appliqué pour les éléments physico-chimiques généraux.

Stations	Paramètres physico-chimiques généraux				Bilan
	Hiver	Printemps	Eté	Automne	
A01	Acidification				Hiver
A01 bis			Bilan oxygène nutriments	nutriments	Eté - automne
A02	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté - automne
A03	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté - automne
A04	Bilan oxygène nutriments	Bilan oxygène nutriments	nutriments	nutriments	automne
A05	nutriments	Bilan oxygène nutriments	nutriments	nutriments	Eté - automne
A06	nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	automne
A07	Acidification nutriments	nutriments	Bilan oxygène nutriments	nutriments	Eté - automne
A08	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté
A09	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté - printemps
A10	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	automne
A11	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	automne
A12	Bilan oxygène Acidification nutriments	Bilan oxygène nutriments	nutriments	nutriments	Eté
A13	nutriments	Bilan oxygène nutriments	nutriments	nutriments	Eté
A14	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté - automne
A15	nutriments	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	Eté - printemps
A17	Acidification nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	Eté - automne

L'état écologique de l'Arc est bon en hiver à la station de référence après cette station s'assèche en période d'étiage.

L'état écologique en tête de bassin de Pourrières à Rousset est globalement mauvais, puis il devient globalement médiocre à moyen sur le reste du linéaire.

Stations	Paramètres physico-chimiques généraux				Bilan
	Hiver	printemps	été	automne	
GV01	Acidification nutriments		nutriments	Bilan oxygène	Été
GV02	nutriments	nutriments	Bilan oxygène nutriments	Bilan oxygène	Hiver – printemps
GV03	nutriments	nutriments	Bilan oxygène acidification nutriments	Bilan oxygène	Printemps
GV04	nutriments	nutriments	nutriments	Acidification nutriments	Été
PJ01	nutriments	nutriments	nutriments	nutriments	automne

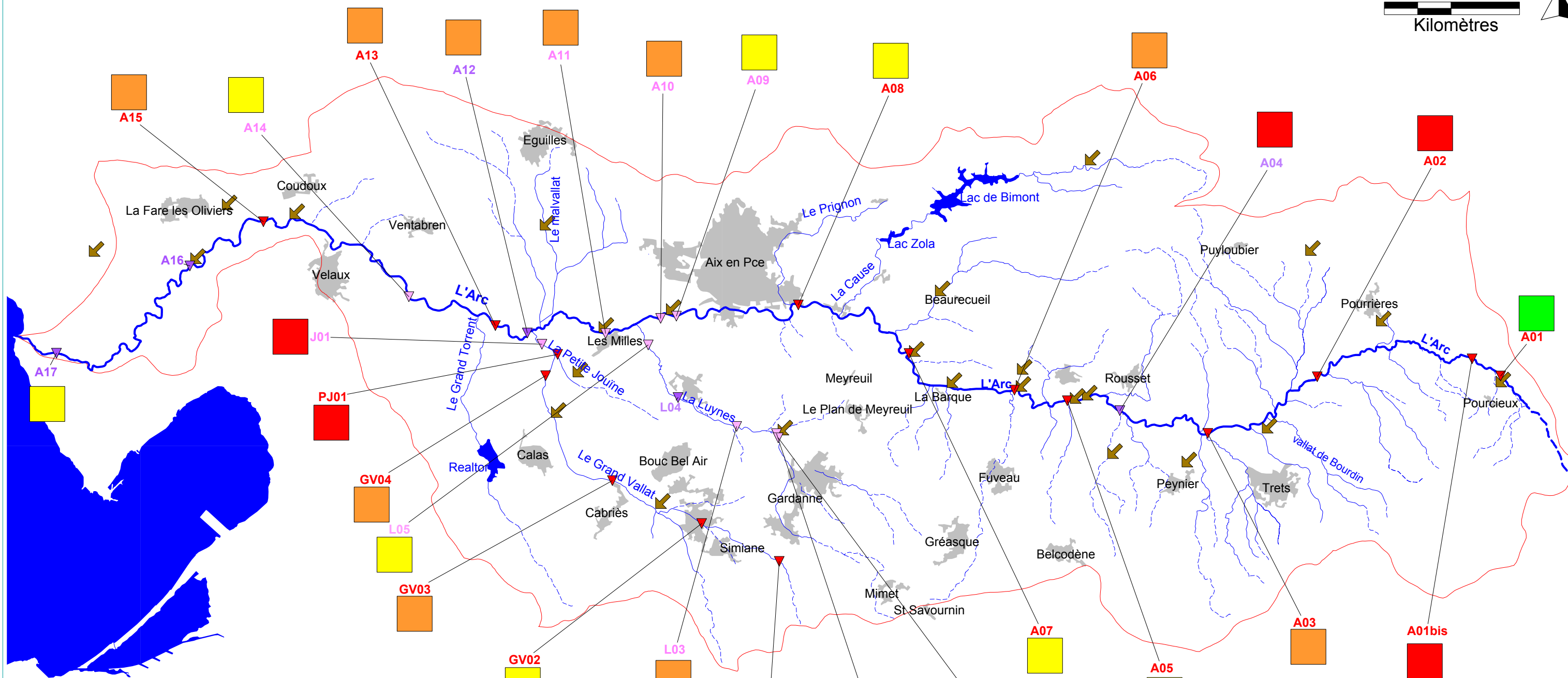
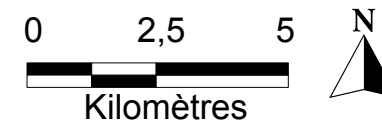
L'état écologique du Grand Vallat, au regard des paramètres physico-chimiques généraux, est moyen en amont puis médiocre en aval.

La Jouïne est très perturbée avec un état écologique mauvais.

4.6.3 Bilan de l'état écologique de l'Arc et ses affluents

Pour établir l'état écologique des stations de l'Arc et ses affluents, le principe appliqué est celui de l'élément déclassant.

Stations	Etat biologique	Paramètres physico-chimiques généraux	Polluants spécifiques	Etat écologique
L'ARC				
A01		Bon		Bon
A01 bis	Médiocre	Mauvais		Mauvais
A02	Médiocre	Mauvais		Mauvais
A03	Médiocre	Médiocre		Médiocre
A04		Mauvais		Mauvais
A05	Moyen	Moyen		Moyen
A06	Moyen	Médiocre		Médiocre
A07	Moyen	Moyen		Moyen
A08	Moyen	Moyen		Moyen
A09	Moyen	Moyen		Moyen
A10	Moyen	Médiocre		Médiocre
A11	Moyen	Médiocre		Médiocre
A12		Médiocre		Médiocre
A13	Moyen	Médiocre		Médiocre
A14	Moyen	Moyen		Moyen
A15	Moyen	Médiocre		Médiocre
A17		Moyen	Moyen	Moyen
Le Grand Vallat				
GV01	Bon	Moyen		Moyen
GV02	Très bon	Moyen		Moyen
GV03	Moyen	Médiocre		Médiocre
GV04	Moyen	Médiocre		Médiocre
La Petite Jouïne				
PJ01	Mauvais	Mauvais		Mauvais
La Jouïne				
J01	Mauvais			Mauvais
La Luynes				
L01	Médiocre			Médiocre
L02	Moyen			Moyen
L03	Médiocre			Médiocre
L05	Moyen			Moyen



Légende :

- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaires
- Villes
- Limite du bassin versant
- Etendues d'eau
- Stations d'épuration
- ▼ Stations RCS
- ▼ Stations d'auto-surveillance communale
- ▼ Stations de suivi 2009

Code couleur des classes d'état écologique

- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais

5.1.2 Résultats 2009

Analyses réalisées dans le cadre du suivi qualité

Les échantillons ont été prélevés en mai 2009 et ont été analysés par le laboratoire d'analyse de la société du canal de Provence.

	NQE-MA ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	NQE-CMA ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	A03 ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	A15 ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
Alachlore	0,3	0,7	<0,025	<0,025
Atrazine	0,6	2	<0,025	<0,025
Chlorfenvinphos	0,1	0,3	<0,1	<0,1
Ethylchlorpyrifos	0,03	0,1	<0,02	<0,02
Diuron	0,2	1,8	<0,025	<0,025
Endosulfan	0,0005	0,01	<0,02*	<0,02*
Hexachlorobenzène	0,01	0,05	<0,02*	0,02*
Hexachlorocyclohexane	0,1	0,6	<0,02	<0,02
Isoproturon	0,3	1	<0,025	<0,025
Pentachlorobenzène	0,007	s.o	NM	NM
Pentachlorophénol	0,4	s.o	NM	NM
Simazine	1	4	<0,025	<0,025
Trifluraline	0,03	s.o	<0,02	<0,02

NM : non mesuré

* : seuils du laboratoire supérieur au seuil de classe de bon état

L'état chimique est bon sur l'Arc vis-à-vis de ces paramètres.

Toutefois, sur l'ensemble des analyses de pesticides réalisé dans le cadre du suivi qualité on observe des valeurs supérieures au seuil de détection des laboratoires pour différents paramètres. Ces paramètres n'étant pas retenus dans l'identification du bon état chimique, le référentiel choisi est le SEQ-Eau vs2.

Classes qualité selon SEQ-Eau	A03	A15
Simazine Hydroxy	0,03	<0,025
Terbutylazine hydroxy	0,04	<0,025
AMPA	0,50	0,78
Glyphosate	0,20	0,14

Les classes de qualité utilisées pour la simazine hydroxy, métabolite de la simazine, sont celles de la simazine déséthyl.

Les classes de qualité utilisées pour AMPA, produit de dégradation du Glyphosate, sont celles du glyphosate.

La simazine hydroxy est un métabolite de la simazine, herbicide de synthèse de la famille chimique des triazines. La simazine a été couramment utilisée en France en arboriculture et viticulture avant son interdiction qui est entrée en vigueur depuis 2001. Les concentrations observées dans l'Arc restent faibles et de bonne qualité.

La terbuthylazine hydroxy est un métabolite de la terbuthylazine qui est un herbicide appartenant à la famille chimique des triazines. Elle était utilisée pour l'entretien des sols viticoles (mars à avril) mais pouvait aussi être utilisée pour le désherbage en milieu urbain (janvier à février). Cet herbicide est interdit d'utilisation depuis juin 2004. Les teneurs observées sur l'Arc en aval de Trets restent de bonne qualité et au niveau de la Fare les Oliviers de très bonne qualité (teneurs inférieures au seuil de détection du laboratoire).

Le glyphosate est une substance utilisée comme herbicide. Le plus utilisé est le glyphosate. Peu absorbé seul par la plante, il lui est adjoint des surfactants (POER) soupçonnés de présenter des toxicités aquatiques plus importantes et potentialisant son efficacité comme sa toxicité. Le Glyphosate est utilisé sur tout type de culture, mais également sur les espaces verts, jardins, routes et voies ferrées. La demi-vie du glyphosate dans l'eau est estimée à environ un mois. Le glyphosate se retrouve en plus grande quantité en tête de bassin en aval de Trets.

L'AMPA (acide aminométhylphosphonique), produit de dégradation du glyphosate, serait plus dangereux pour l'environnement que la molécule mère. Les concentrations en AMPA dans l'Arc sont plus élevées en aval au niveau de la Fare les Oliviers qu'en amont (A03). La qualité est médiocre vis-à-vis de ce paramètre.

Ces deux composés sont très solubles dans l'eau.

Analyses réalisées dans le cadre du réseau de contrôle de surveillance

Les pesticides ont été suivis sur une seule station en 2009 : l'Arc à Berre l'étang.

Concentration en $\mu\text{g.l}^{-1}$	27/01/ 2009	10/02/ 2009	24/02/ 2009	24/03/ 2009	28/04/ 2009	26/05/ 2009	08/06/ 2009	24/06/ 2009	28/07/ 2009
Alachlore	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Atrazine	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Chlorfenvinphos	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ethylchlorpyrifos	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Diuron	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endosulfan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexachlorobenzène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexachlorocyclohexane	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isoproturon	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Pentachlorobenzène	0,005	0,01	0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pentachlorophénol	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Simazine	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Trifluraline	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

L'ensemble des pesticides analysés en 2009, au niveau de Berre l'étang, présentent des teneurs sont inférieurs au seuil de détection des laboratoires. Seul le Pentachlorobenzène fluctue légèrement, ces concentrations restent très faibles de l'ordre de $0,01 \mu\text{g.l}^{-1}$.

5.2 Les métaux lourds

Analyses réalisées dans le cadre du suivi qualité

4 paramètres doivent être suivis dans le cadre du réseau de contrôle de surveillance : le cadmium, mercure, nickel, plomb et les composés de ces métaux. Les métaux lourds doivent être analysés sur l'eau brute. Or ces polluants ont été analysés sur les sédiments lors du suivi qualité. Par conséquent, les classes de qualité figurant dans le tableau suivant correspondent aux classes de qualité des micropolluants minéraux sur sédiments du SEQ-Eau VS2.

Les prélèvements et l'analyse des micropolluants minéraux sur sédiment ont été réalisés en août 2009 sur 4 stations dans l'Arc et sur deux de ses affluents (la Jouïne et la Luynes).

stations	arsenic	cadmium total	Chrome total	Cuivre total	mercure total	Nickel total	Plomb total	Zinc total
A03	7,6	<0,5	13	16	<0,05*	11	16	41
A05	6,4	0,72	15	26	<0,05*	23	14	87
A08	7,8	<0,5	27	34	<0,05*	20	23	70
A15	3	<0,5	7,2	5	<0,05*	4	7,3	19
J01	3,2	2	33	47	0,2	14	58	200
L02	7,6	<0,5	15	26	0,17	7,9	82	70

*les seuils de détection du laboratoire d'analyse sont supérieurs au seuil de très bonne qualité (<0,02 mg.kg⁻¹)

Analyses réalisées dans le cadre du RCS

Rappel sur les classes de bon état :

	NQE-MA (µg.l ⁻¹)	NQE-CMA (µg.l ⁻¹)
Cadnium	0,3	0,7
Mercure	0,6	2
Nickel	0,1	0,3
Plomb	0,03	0,1

s.o : sans objet

NQE-MA : Moyenne annuelle

NQE-CMA : Concentration Maximale Admissible

L'état du paramètre est calculé de la façon suivante :

- si la NQE-CMA n'est pas respectée alors l'état du paramètre est mauvais (code couleur : rouge).
- si NQE-MA n'est pas respectée, l'état du paramètre est mauvais (code couleur : rouge).
- si le respect de la NQE-MA n'a pas été identifié alors l'état du paramètre est inconnu (code couleur : gris).
- sinon l'état du paramètre est bon (code couleur bleue).

Concentration en µg.l ⁻¹	27/01/2009	24/02/2009	24/03/2009	28/04/2009	26/05/2009	24/06/2009	28/07/2009
Cadnium	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Mercure	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

L'ensemble des seuils de détection du laboratoire ayant réalisé ces analyses est supérieur au NQE-CMA pour le Cadnium, le Nickel et le Plomb. Par conséquent, la classification de l'état écologique de l'Arc vis-à-vis des métaux lourds sur eau brute est biaisée.

5.3 Les polluants industriels

18 polluants doivent être analysés sur l'eau pour établir un bon état selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole.

Ces paramètres n'ont pas fait l'objet d'analyse sur eau brute au cours du suivi 2009. Certains de ces paramètres étant analysés sur sédiments sont présentés selon les classes du Seq-Eau pour le suivi 2009 dans le chapitre suivant. Il est présenté dans ce chapitre les données disponibles du réseau de contrôle de surveillance de l'Agence de l'Eau RMC à savoir les analyses réalisées sur le point RCS l'Arc à Berre l'étang.

L'arc à Berre l'Etang	NQE-MA (µg.l ⁻¹)	NQE-CMA (µg.l ⁻¹)	27/01/2009	24/02/2009	24/03/2009	28/04/2009	26/05/2009	24/06/2009	28/07/2009
Anthracène	0,1	0,4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzène	10	50	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C10-13-Chloroalcanes	0,4	1,4	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chloroforme	2,5	s.o.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-Dichloroéthane	10	s.o.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dichlorométhane	20	s.o.	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Diphényléther bromé	0,0005	s.o.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
Di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)	1,3	s.o.	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Naphtalène	2,4	s.o.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nonylphénol	0,3	2	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Octylphénol	0,1	s.o.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
Tributyletain	0,0002	0,0015	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
HAP									
Benzo(a)pyrène	0,05	0,1	0,02	<0,001	<0,001	0,01	0,003	<0,001	<0,001
Benzo (b) fluoranthène	0,03	s.o.	0,016	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo (k) fluoranthène			0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo (g,h,i) pérylène	0,002	s.o.	0,019	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indéno (1,2,3-c) pyrène			0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Trichlorobenzène	0,4	s.o.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexachlorobutadiène	0,1	0,6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

L'analyse de ces paramètres indique globalement un état écologique bon de l'Arc en fermeture de bassin. Toutefois, l'état écologique n'a pas pu être réellement identifié pour certain paramètre tel que le Benzo (g,h,i) pérylène et le Indéno (1,2,3-c) pyrène.

5.4 Les autres polluants

La liste des autres polluants à analyser sur l'eau pour établir un bon état selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole est présentée dans le tableau suivant :

	NQE-MA ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	NQE-CMA ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
DDT total	0,025	s.o.
Para-para-DDT	0,01	s.o.
Pesticides cyclodiènes		
Aldrine	0,01	s.o.
Dieldrine		
Endrine		
Isodrine		
Tétrachloréthylène	10	s.o.
Trichloréthylène	10	s.o.
Tétrachlorure de carbone	12	s.o.

Dans le cadre du suivi 2009, très peu de ces paramètres sont suivis seul la Dieldrine et l'Aldrine dont les valeurs sont inférieures au seuil de détection du laboratoire ($<0,02 \mu\text{g.l}^{-1}$) aux stations A03 et A05.

5.5 Les HAP et les PCB selon le SEQ-Eau

Un certain nombre de paramètres a été analysé selon les critères de sélection du SEQ-Eau, dans ce paragraphe les classes de qualité sont présentées pour chacun des paramètres analysés.

Les échantillons ont été prélevés en août 2009 et analysés par le laboratoire IPL santé environnement durable (sous-traitant de la Société du Canal de Provence).

Les HAP

En µg.kg ⁻¹	A03	A05	A08	A15	J01	L02
HAP tot en	556	138	128	131	704	1 770
Benzo (b) fluoranthène	52	<50	<50	<50	100	240
Benzo (k) fluoranthène	<50	<50	<50	<50	50	130
Benzo (g,h,i) pérylène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
Indéno (1,2,3-c) pyrène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
fluoranthène	150	63	67	74	180	400
benzo (a) pyrène	79	<50*	<50*	<50*	97	280
Acénaphène	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Acénaphthylène	<500*	<500*	<500*	<500*	<500*	<500*
Anthracène	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Benzo (a) anthracène	60	<50	<50	<50	71	210
Chrysène	59	<50	<50	<50	66	190
Dibenzo (a-h) anthracène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
Fluorène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
Naphtalène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
Phénanthrène	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*	<250*
Pyrène	150	138	61	57	140	320

*: les seuils de détection des laboratoires sont compris entre plusieurs classes de qualité par conséquent la classe n'est pas identifiée.

L'Arc présente des teneurs assez élevées en **hydrocarbures aromatiques polycycliques** (HAP) au niveau de A03 en aval de Trets sur la Jouïne et sur la Luynes.

Généralement, la présence de HAP dans les eaux de surface provient du dépôt de particules en suspension dans l'atmosphère, des rejets de lixiviation des aires de stockage de charbon, des effluents des usines de traitement du bois et autres industries, de l'utilisation de composts et de fertilisants.

Dans l'Arc, le **fluoranthène** est présent sur l'ensemble du linéaire de l'Arc. Le fluoranthène fait partie des principaux constituants des goudrons lourds issus du charbon. Il est essentiellement produit à des fins industrielles. Il est utilisé dans les revêtements de protection des réseaux de distribution d'eau potable en acier, les colorants fluorescents, dans la chimie et pharmacie (synthèse d'agents antiviraux).

On retrouve le **benzo[b]fluoranthène** dans les sédiments, car il possède dans l'eau les propriétés requises pour s'adsorber sur les sédiments et la phase particulaire. D'après la littérature, la présence de benzo[b]fluoranthène (B(b)F) dans l'environnement est uniquement anthropique, elle résulte de la combustion incomplète d'hydrocarbures, ou de

charbon. Le raffinage du pétrole, la cokéfaction du charbon et le trafic automobile constituent des sources d'exposition importantes. Son origine dans l'Arc en aval de Trets sur la Jouïne et sur la Luynes reste pour l'heure inconnue.

La littérature nous indique que le **benzo[k]fluoranthène** est présent dans les combustibles fossiles et qu'il peut être libéré dans l'hydrosphère **lors du lessivage par la pluie de stocks de charbon**. Plus généralement, il est rejeté dans l'atmosphère lors de combustions incomplètes où il est essentiellement présent sous forme particulaire. On le trouve également dans la fumée de cigarette, dans les gaz d'échappement d'automobiles, dans les émissions provenant de la combustion de charbons ou d'huiles, dans les huiles de moteur et le goudron de charbon. Les fortes concentrations de cet élément mesurées dans la Luynes laissent alors supposer à un lessivage de stocks de charbon mais ceci reste une hypothèse.

Le **benzo (a) pyrène** fait parti des HAP dits « Pyrolytiques » c'est-à-dire issus en majorité de la combustion incomplète de matière organique et notamment de produits pétroliers. Il est essentiellement présent en tête de bassin de l'Arc sur la Jouïne et la Luynes comme le **Chrysène** faisant partie des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) prédominants dans les émissions particulaires provenant des incinérateurs d'ordures ménagères, des appareils ménagers à gaz naturel et des dispositifs de chauffage domestique, en particulier ceux utilisant la combustion du bois.

Les PCB

stations	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB Total
A03	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NC
A05	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NC
A08	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NC
A15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NC
J01	<10	<10	<10	<10	30	36	36	102
L02	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	16

NC : non calculable

Les concentrations de PCB sur le linéaire de l'Arc sont faibles inférieures au seuil de détection du laboratoire.

La Luynes présente des teneurs en PCB total relativement faibles correspondant d'après le Seq-Eau à une qualité bonne.

La teneur de PCB total assez élevée de 102 $\mu\text{g.l}^{-1}$ confère une qualité moyenne à la Jouïne.

Les apports des affluents en PCB dans l'Arc sont minimes, car aucune de ces molécules n'a été décelée sur le linéaire de l'Arc.

5.6 Bilan de l'état chimique des eaux de l'Arc et de ses affluents

L'état chimique des eaux est déterminé en fonction de l'état chimique de chaque substance analysée sur l'eau et de la façon suivante :

- Lorsque l'un au moins de ces paramètres est en mauvais état alors la station est en mauvais état chimique quel que soit l'état des autres paramètres.
- Lorsque l'ensemble des paramètres est en bon état ou en état inconnu alors la station est en bon état chimique.
- Lorsque l'ensemble des paramètres est en état inconnu alors la station est en état chimique inconnu.

Pour chaque station, les pourcentages de paramètres en états bons, inconnus et mauvais sont calculés au sein de chaque famille de paramètres, ainsi que pour l'ensemble des paramètres.

Il est très difficile de calculer l'état chimique des stations étudiées au cours du suivi 2009, car les paramètres analysés ne sont pas en concordance avec l'ensemble des substances à prendre en compte dans le nouveau référentiel. Et l'ensemble des paramètres n'a pas été analysé sur des stations identiques comme les pesticides étudiés que sur les stations A03 et A15.

6 CONCLUSION

D'un point de vue hydrologique, l'Arc est soumis à un régime méditerranéen où les assecs sont réguliers en période estivale chaque année sur sa partie amont. En période estivale, l'écoulement de l'Arc est assuré essentiellement par les effluents urbains en tête de bassin. L'état de l'Arc est alors dans ce secteur altéré en période de basses eaux avec notamment de très faibles valeurs d'oxygène et des flux importants de nutriments.

La répartition des peuplements d'invertébrés benthiques dans l'Arc traduit un état perturbé (de classe médiocre) en tête de bassin de Pourrières jusqu'en aval de Rousset et laisse apparaître un retour à situation moyenne jusqu'à Berre l'Étang.

La présence de certains pesticides sur le bassin versant de l'arc a été mise en valeur de Rousset à Berre.

Les métaux lourds sont peu présents dans les sédiments de l'Arc. Par contre, en aval de Rousset de nombreux HAP sont présents. Aucune pollution au PCB n'a été identifiée dans les sédiments de l'Arc.

De plus, il a été noté, durant les campagnes de prélèvements, la présence de nombreux macrodéchets sur les berges dans le lit du cours d'eau.

L'Arc, de par son caractère méditerranéen (débits estivaux très bas) et une très forte pression anthropique (nombreux effluents), voit son état fragilisé sur l'ensemble de son linéaire. L'état écologique de l'Arc est dépendant de son régime hydrologique et de la qualité des rejets.

Son bon état est atteint en période de hautes eaux, mais très fortement dégradé en période d'étiage.

L'état du Garnd Vallat est globalement moyen sur l'année 2009 et celui de Jouïne est médiocre à mauvais. L'analyse des peuplements d'invertébrés sur la Luynes nous indique que le milieu est également perturbé par des apports d'origine organique liés aux effluents des stations d'épuration.

La Jouïne et la Luynes présentent des taux assez élevés de métaux lourds dans ses sédiments ainsi que de nombreux HAP et PCB

BIBLIOGRAPHIE

BRGM, 2005, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône – Méditerranée et Corse- Rapport de phase 1 – Recueil des données et des informations – BRGM/RP-54031-FR

BRGM, 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône – Méditerranée et Corse- Rapport de phase 2 – Caractérisation des secteurs à risque – BRGM/RP-54530-FR

Cemagref, 2004, Étude Aquagest : campagne 2003 – 2004,

IPSEAU (Ingénierie pour l'eau, le sol et l'environnement), 1996, Étude du bassin versant du Vallat des Marseillais et du valardet : schéma de restauration et de gestion des cours d'eau, SABA (Syndicat d'Aménagement du Bassin versant de l'Arc), DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) des Bouches-du-Rhône.

Musso J.J, Prévot G., Légier P., Playoust C., 1991, *Contribution à la connaissance des cours d'eaux méditerranéens de basse altitude : le réseau hydrographique de l'Arc (Bouches-du-Rhône, France). État des peuplements en référence aux perturbations anthropiques.* Anns limnol. 27 (1) 1991 : 75-85.

Playoust C., 1988, Étude d'un Réseau hydrographique de basse altitude : l'Arc, Thèse, université d'Aix-Marseille III

SABA, 1997, Étude du bassin versant de la Jouïne – Etat des lieux / Diagnostic : rapport final, SCP-id Ingénierie Développement.

SCP, 2001, Compte rendu de prélèvement sur la Touloubre, l'Arc et ses affluents, Maison Régionale de l'Eau.

Thoumelin F., 1999, Rapport de stage : le sage de l'Arc, Direction Départementale de l'Equipement Bouches-du-Rhône, division du Pays d'Aix.

Bases de données - sites internet :

Base de données IREP :

<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

Objectifs DCE :

http://sierm.eaurmc.fr/geo-sdage/ssbv/sousbassin.php?fiche=LP_16_01

Les points de suivi du réseau RNB et RCS :

http://www.paca.ecologie.gouv.fr/docHTML/bilan-labo/resultats_campagne_ibgn_ibd/RCS/bilan_2007.pdf