

Les pollutions & autres facteurs de santé humaine

Certaines activités humaines engendrent le rejet de polluants en Camargue ou dans son bassin versant. Les polluants ont diverses sources (routes, industries, activités agricoles...) et différents vecteurs (eau, air, sol, êtres vivants) ; elles peuvent provenir du delta lui-même ou de zones situées à des centaines de km en amont. Les suivis en cours des différents milieux affectés (Rhône, zones humides, mer, air) seront présentés successivement. De plus, les rejets dans l'environnement sont aujourd'hui aussi suivis, depuis peu de temps, et peuvent donner lieu à une synthèse pour ceux intervenant sur le territoire camarguais même.

Enfin, en marge des pollutions, d'autres agents pouvant affecter l'homme, notamment certaines maladies émergentes, seront au final pris en compte.

La pollution du Rhône et des canaux de Camargue

Avec 300 à 400 millions de m³ d'eau du Rhône introduite en Camargue par an, de nombreux éléments dissous, polluants entre autres, pénètrent dans le delta. La pollution des eaux n'est pas suivie en Camargue, hormis sur le fleuve, le littoral et, en Camargue Gardoise, sur quelques canaux. En revanche, un nouveau projet lancé en 2002, ReSyst, a commencé la collecte de données en ce sens sur une vingtaine de points situés en Grande Camargue (Cf. détails et carte de leur localisation sur <http://www.cerege.fr/resyst/observations.htm>). A terme des données devraient donc être disponibles à l'intérieur même du delta.

Les métaux lourds introduits en Camargue

Les métaux, même présents en faible quantité dans l'environnement, ont tendance à s'accumuler dans les tissus vivants et à provoquer des troubles divers. Il n'existe pas de suivi des métaux lourds introduits en Camargue par le Rhône. Néanmoins une étude réalisée en 1993 peut servir de point de départ pour un suivi (« Etat zéro »). La quantité de métaux lourds introduits a été évaluée en multipliant les teneurs en métaux lourds mesurées dans l'eau du Rhône, par l'estimation de la quantité d'eau alors introduite en Camargue par l'irrigation (Fig. P-1). Ces quantités importantes justifieraient un suivi régulier.

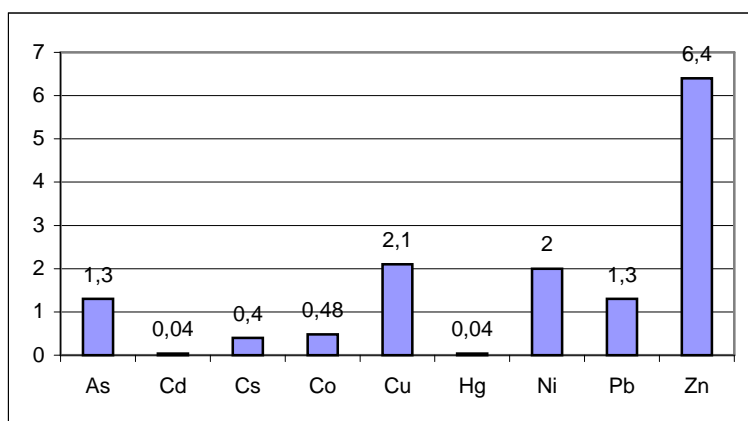


Figure P-1 : Métaux lourds importés en Camargue par l'irrigation en t /an en 1993. Source : Pont, 1994.
As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cs : Césium ; Co : Cobalt ; Cu : Cuivre ; Hg : Mercure ; Ni : Nickel ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc.

La qualité de l'eau du Grand Rhône

La qualité de l'eau du Rhône est d'importance capitale pour la Camargue, car une partie de cette eau circule ensuite dans l'ensemble des agro-écosystèmes camarguais.

La DIREN PACA possède un point de mesure sur le Grand Rhône en Arles. Plusieurs prélèvements y sont effectués chaque mois depuis 1981 et plus de 1300 produits sont dosés. Les données brutes sont disponibles sur le site du SIERM (Système d'Information de l'Eau du bassin Rhône Méditerranée : <http://sierm.eaurmc.fr/>), qui centralise toutes les données de suivis effectués dans le bassin du Rhône et auxquels l'Agence de l'Eau contribue financièrement. Seuls les résultats pour quelques paramètres particulièrement significatifs sont présentés ici.

Les coliformes thermotolérants sont des indicateurs de pollutions provenant des eaux usées domestiques. L'Agence de l'Eau considère qu'au-dessus de 2000 unités/100 ml, l'eau est impropre à la baignade.

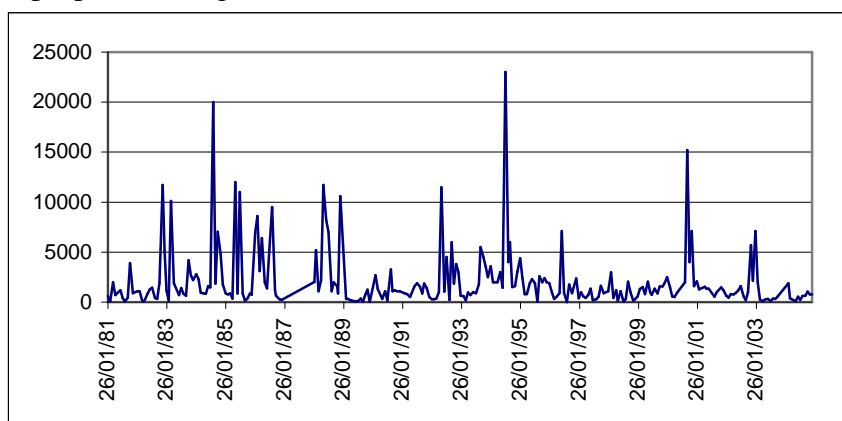


Figure P-2 : Evolution du nombre de coliformes thermotolérants dans l'eau (N/100 ml). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Le Grand Rhône présente des pics de concentration épisodiques, qui tendent à devenir moins fréquents à partir de 1995. Le seuil « Impropre à la baignade » est souvent dépassé, parfois largement.

La DBO5 est un indicateur de la pollution d'origine organique dans l'eau. Cette pollution peut être d'origine domestique, industrielle, agricole, ou bien être le résultat de la décomposition d'animaux ou de végétaux morts.

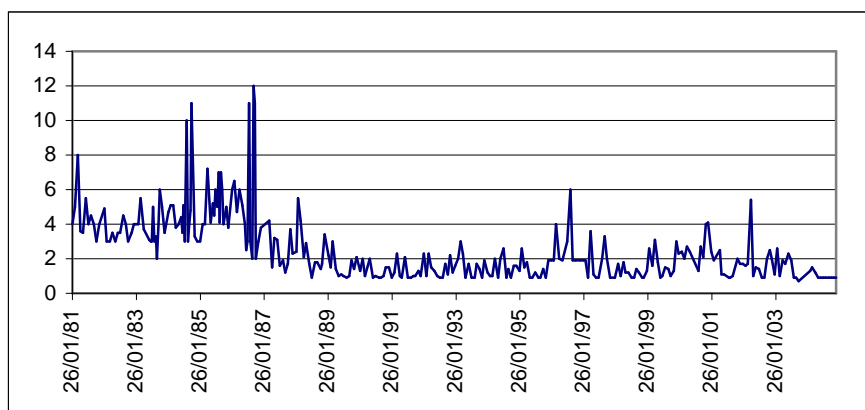


Figure P-3 : Evolution de la DBO5. Source : Agence de l'eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Une rupture est visible à partir en 1987 avec une baisse visible et durable de la DBO5.

L'azote Kjeldahl permet de connaître la quantité d'azote disponible dans l'eau.

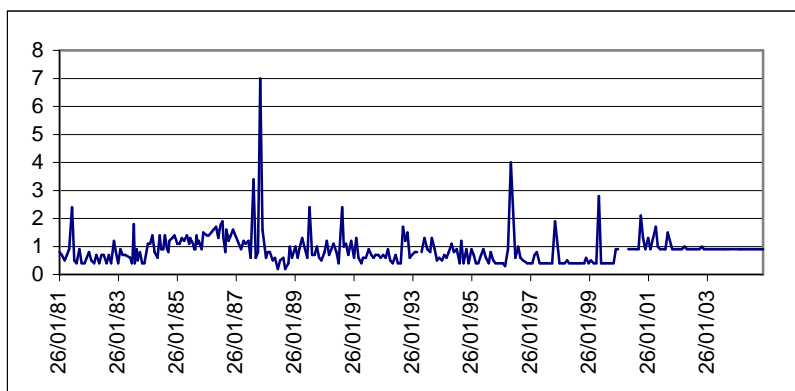


Figure P-4 : Evolution de la teneur en eau en azote Kjeldahl (mg/l N). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

A part un pic important en 1987 et quelques autres pics mineurs, il n'y a pas d'évolution marquée des taux d'azote Kjeldahl dans l'eau.

Les nitrates proviennent de la décomposition de l'azote contenu dans les débris animaux et végétaux, les excréments, les rejets industriels ou agricoles. Ils sont l'un des éléments causant le plus fréquemment l'eutrophisation des eaux.

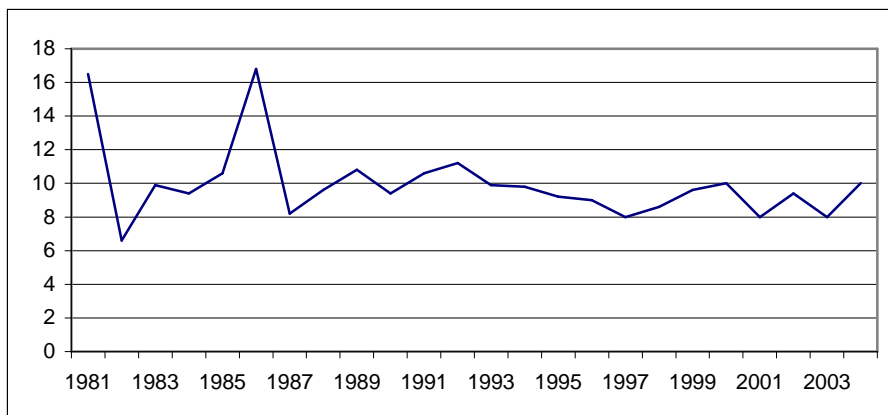


Figure P-5 : Evolution de la teneur maximale annuelle des eaux en nitrates (mg/l NO3). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Pour plus de lisibilité, seuls les maxima annuels ont été représentés sur le graphe : les pics de 1981 et 1986 sont donc des révélateurs de pollutions ponctuelles du Rhône, et non de charge moyenne en nitrates. Hormis ces deux pics, les taux de nitrates sont stables au cours du temps et restent, par exemple, en dessous des normes de potabilité (50 mg/l).

Les phosphates proviennent des détergents et des produits agricoles. Une trop grande concentration en phosphates peut causer la prolifération d'algues dans l'eau (eutrophisation).

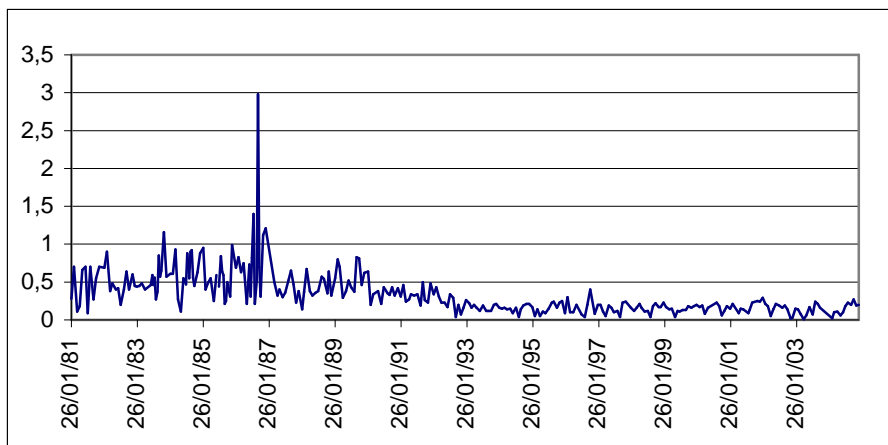


Figure P-6 : Evolution de la teneur des eaux en phosphates (en mg/l PO₃). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Une baisse du taux de phosphates est visible à partir de 1990.

Provenant essentiellement des insecticides, l'arsenic présent dans la nature peut être dangereux pour l'homme en cas de bioaccumulation. Il est mesuré dans les sédiments du Rhône.

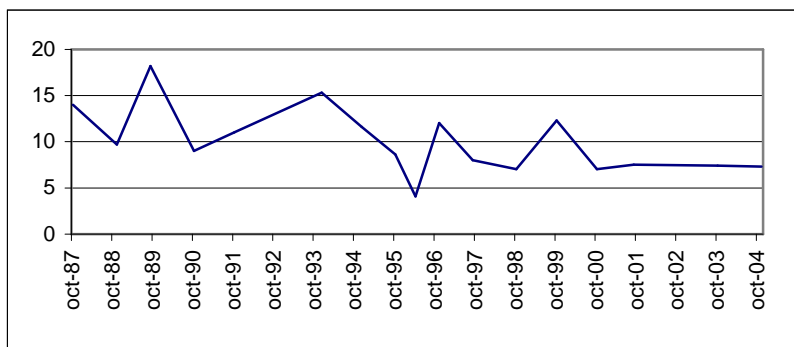


Figure P-7 : Evolution du taux d'arsenic dans les sédiments (en mg/kg). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Le taux d'arsenic dans les sédiments baisse au cours du temps : en 2004, il n'est plus que de 50 % de la valeur de 1987.

Le mercure est un métal lourd qui s'accumule dans les tissus. Il est issu de nombreux produits domestiques, agricoles ou industriels. Il est mesuré dans les sédiments du Rhône.

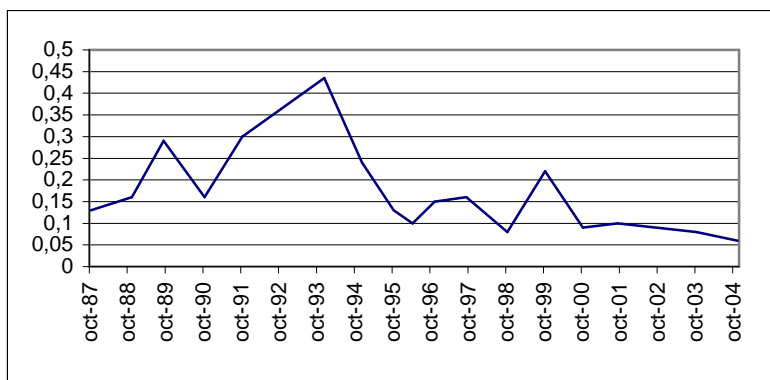


Figure P-8 : Evolution du taux de mercure dans les sédiments (en mg /kg). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

Le taux de mercure dans les sédiments diminue sensiblement depuis 1993.

Le plomb est un autre métal lourd qui s'accumule chez les animaux et les humains dans le cerveau et les os, et peut être la cause du saturnisme. Il est mesuré dans les sédiments du Rhône.

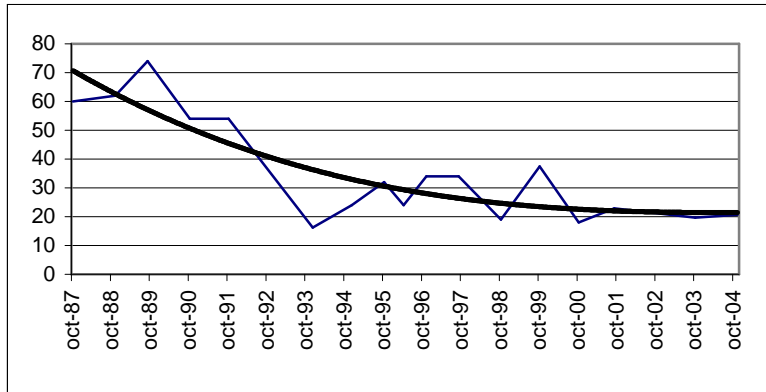


Figure P-9 : Evolution du taux de plomb dans les sédiments (en mg/kg). Source : Agence de l'Eau (<http://sierm.eaurmc.fr/>)

La décroissance est nette, comme le montre la courbe de tendance (coefficient de détermination : $R^2=0.75$).

Le suivi des pesticides est plus complexe que celui des macro-polluants décrits ci-dessus, tant le nombre de produits est élevé et constamment renouvelé. L'Agence de l'Eau répertorie les teneurs de l'eau du Rhône pour 327 d'entre eux.

Le diuron est un herbicide systémique utilisé pour le désherbage des zones non agricoles. Il est extrêmement toxique et porte plusieurs mentions dont R48/22 (« risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion »), R40 (« possibilités d'effets irréversibles »), R47 (« peut causer des malformations congénitales »), AQUA (« dangereux pour les organismes aquatiques »). Le taux réglementaire de diuron dans l'eau potable est de 0,1 µg/L.

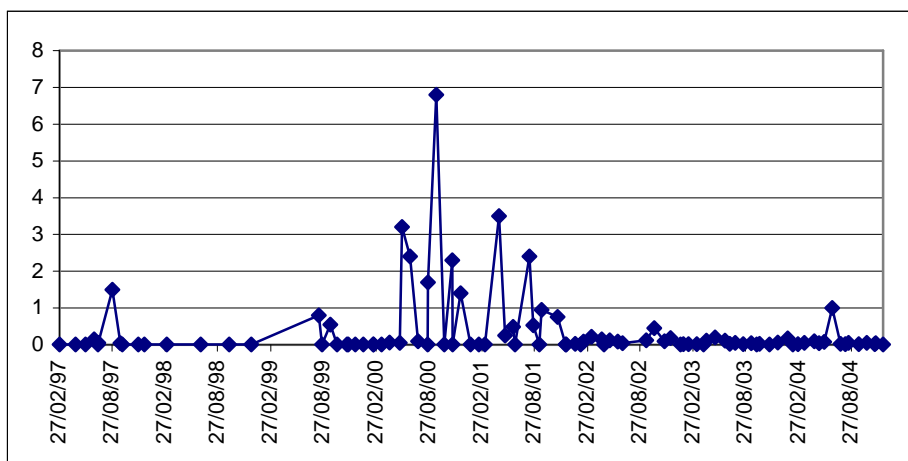


Figure P-10 : Taux instantanés de diuron (en µg/L) dans l'eau du Rhône en Arles. Source : Agence de l'Eau

Il n'y a pas de dynamique évolutive mais plutôt des pics élevés, parfois durables comme entre juin 2000 et janvier 2002.

Le dichlorprop fait partie de la famille des herbicides phénoxy. Il est également classé R 40 et son taux limite dans l'eau potable est de 0.1 µg/L.

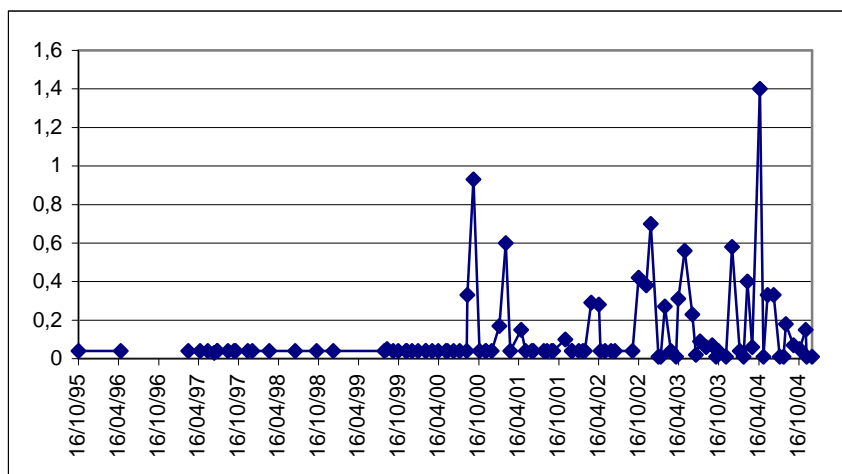


Figure P-11 : Taux instantanés en dichlorprop (en µg/L) en Arles. Source : Agence de l'Eau.

Les pics de concentration sont moins élevés que ceux du diuron, mais sont plus étalés dans le temps.

L'IBGN est un indicateur synthétique de qualité des eaux ; basé sur la présence de communautés d'invertébrés, il permet de connaître un état général de la rivière en intégrant plusieurs facteurs physico-chimiques. Une note inférieure à 14 est considérée comme mauvaise.

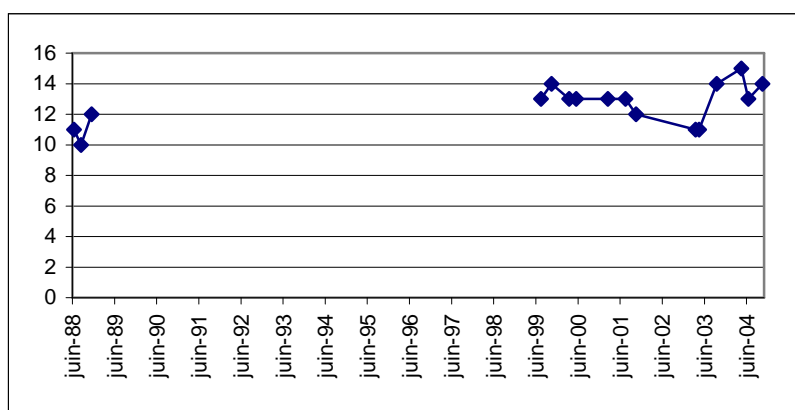


Figure P-12 : Evolution de la note d'IBGN dans l'eau du Rhône. Source : Agence de l'Eau (<http://siern.eaurmc.fr/>)

Les notes étaient mauvaises au début des mesures, en 1988 ; depuis 2003, elles se sont améliorées pour frôler un bon niveau en 2004.

Le SEQ-Eau (Système d'Evaluation des Cours d'eau) est une autre famille d'indicateurs synthétiques. Ce système d'évaluation se base sur les grands types d'altérations possibles du cours d'eau (cf. Tableau P-2). Les paramètres de même nature ou de même effet sur le cours d'eau sont regroupés en 15 altérations. Pour chaque altération et en regard de chaque usage possible de l'eau (production d'eau potable, loisirs aquatiques, irrigation, abreuvement, aquaculture), un indice de qualité physicochimique est calculé, et rapporté à une base 100. L'indice 0 correspond à une eau de mauvaise qualité et 100 à une eau de très bonne qualité (cf. Tab. P-1).



	Indice de qualité	Définition de la classe de qualité
Bleu	80 à 100	Eau de très bonne qualité
Vert	60 à 79	Eau de bonne qualité
Jaune	40 à 59	Eau de qualité moyenne
Orange	20 à 39	Eau de qualité médiocre
Rouge	0 à 19	Eau de mauvaise qualité

Tableau P-1 : Classes de qualité des indices SEQ-Eau. Source : Observatoire Départemental de l'Eau. (<http://www.ain.pref.gouv.fr/ddaf/ode/infeau/segeau.html>)

Les résultats sont présentés sous forme de tableau donnant d'une part une note à chaque altération à la date considérée, et d'autre part une « traduction » de cette note en termes d'usages possibles ou prohibés.

L'indice SEQ-Eau est mesuré dans le Rhône en Arles depuis 1981. Il a été mesuré par le Service de la navigation Rhône-Saône à la prise d'eau du canal Bas-Rhône de 1981 à 1986 puis l'Agence de l'Eau et la DIREN se sont ajoutées à la maîtrise d'ouvrage à partir de 1987 et le point de mesure a été transféré au Pont de Trinquetaille à Arles. L'ensemble des résultats se trouve sur le site du SIERM (<http://sierm.eaurmc.fr>).

Les résultats se présentent sous la forme suivante, pour un lieu et à une date donnés (le code couleur définit les classes de qualité ou d'aptitude, selon le Tab. P-1) :

PHYSICO-CHEMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU ¹				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	13	37					
Matières azotées	30	30					
Nitrates	65	65					
Matières phosphorées	54	54					
Particules en suspension	1	42					
Température	93	93					
Minéralisation	82						
Acidification	85	85					
Effet des proliférations végétales	80	80					
Microorganismes							
Micropolluants minéraux sur eau brute							
Micropolluants minéraux sur bryophytes	4						
Micropolluants minéraux sur sédiments	54						
Micropolluants minéraux sur MeS							

¹ alimentation en eau potable (AEP), loisirs (LOIS), irrigation (IRRI), abreuvement (ABR), aquaculture (AQU).

ALTERATIONS	QUALITE	APTITUDE A	APTITUDE AUX USAGES				
	DE L'EAU	LA BIOLOGIE	AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Pesticides sur eau brute							
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute							
HAP sur sédiments							
HAP sur MeS							
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur MeS							

Tableau P-2 : SEQ-Eau en Arles en 1981. Source : SIERM (<http://sierm.eaurmc.fr>).

L'évolution d'une altération donnée du SEQ-Eau peut être synthétisée comme dans les graphiques qui suivent, pour le point de mesure de Trinquetaille (Arles).

L'acidité est un paramètre important puisqu'une eau acide provoque la mort de nombreux organismes.

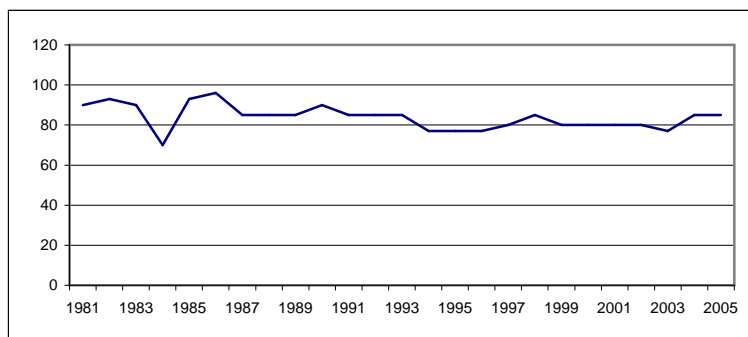


Figure P-13 : Evolution de l'acidification du Grand Rhône. Source : SIERM (<http://sierm.eaurmc.fr>)

Ce paramètre est relativement stable depuis 25 ans ; pour cette altération l'eau du Rhône est de bonne qualité.

La prolifération végétale traduit une trop grande concentration de l'eau en nutriments (eutrophisation). Elle provoque une baisse de la biodiversité :

- en limitant l'accès à la lumière pour les végétaux sous-marins ,
- et en faisant diminuer le taux d'oxygène dans l'eau.

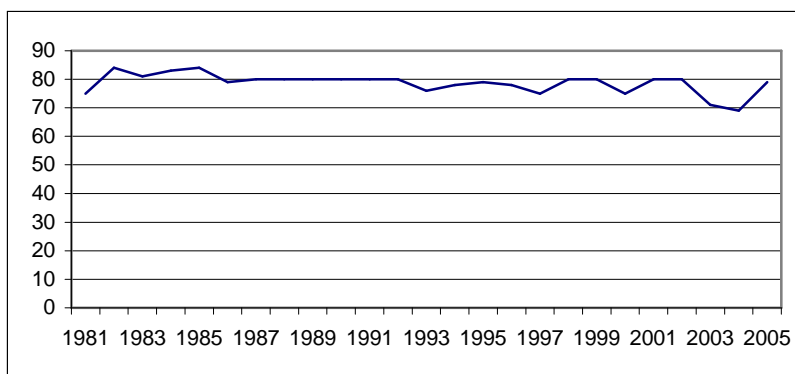


Figure P-14 : Evolution de l'effet des proliférations végétales sur l'eau du Rhône. Source : SIERM (<http://sierm.eaurmc.fr>)

L'eau du Rhône est de bonne qualité par rapport à cette altération, avec toutefois une légère tendance à la dégradation.

Les microorganismes peuvent être pathogènes ; plus leur taux est faible, meilleure est l'eau.

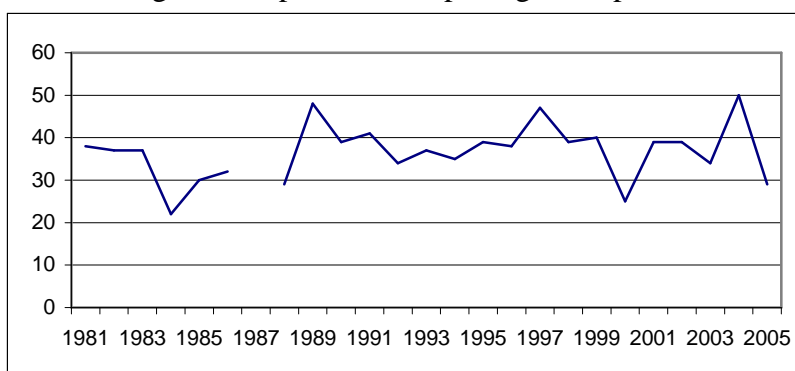


Figure P-15 : Evolution de l'altération de l'eau du Rhône par les microorganismes. Source : SIERM (<http://sierm.eaurmc.fr>)

Cette altération a beaucoup fluctué depuis 1981, en restant à un niveau de qualité médiocre/moyen.

Pollution du Petit Rhône et des rivières et canaux de Petite Camargue

Les rivières de Petite Camargue ont fait l'objet de deux séries de mesures en 1984 et 1994 (avec au moins 9 points de mesure) par l'Agence de l'Eau, dans le cadre du SAGE Camargue gardoise. La qualité des cours d'eau est notée sous forme d'indices synthétiques allant de 1A (eau de très bonne qualité) à 4 (eau de très mauvaise qualité). Le Conseil Général du Gard a par ailleurs repris à partir de 2004 un suivi de cette qualité, avec toutefois des changements partiels de sites et de méthodes rendant complexes les comparaisons. Le tableau suivant reflète l'évolution constatée de 1984 à 1994.

Secteur	Evolution 1984 - 1994
Petit Rhône (section Petite Camargue)	Amélioration (3 à 1B)
Canal du Rhône à Sète (amont)	Stagnation (2)
Canal du Rhône à Sète (aval)	Amélioration (3 à 2)
Vistre	Amélioration (4 à 3)
Cubelle	Détérioration (2 à 3)
Vieux Vistre en aval de Saint-Laurent D'Aigouze	Amélioration (2 à 1B)
Le Cailar (aval)	Amélioration (2 à 1B)

Tableau P-3 : Evolution de la qualité des cours d'eau de Petite Camargue. Source : Agence de l'Eau RMC, 2000.

La qualité des cours d'eau s'améliore globalement, ce qui va dans le même sens que le constat global en Grande Camargue pour ces mêmes critères.

La pollution des lagunes

La pollution des lagunes est inégalement suivie en Camargue : en Grande Camargue, nombreuses études ponctuelles mais peu de suivis réguliers ; en Petite Camargue, véritable suivi à long terme mis en place sur quelques lagunes et pour certains paramètres, depuis 2000.

Mesures directes dans les lagunes de Camargue Gardoise

Depuis 2000, la Région Languedoc-Roussillon a mis en place le RSL (Réseau de Suivi Lagunaire), avec l'IFREMER comme opérateur scientifique (cf. <http://rsl.cepralmar.com/>). Une quarantaine de points sont désormais suivis annuellement, dont cinq situés dans les lagunes côtières de Camargue Gardoise : 2 depuis 2001, plus 3 autres depuis 2003. Ce suivi standardisé permet tant des comparaisons intra-régionales entre sites, qu'une évaluation de l'évolution de la qualité de l'eau. Un total de 19 paramètres² sont régulièrement mesurés dans la colonne d'eau, les sédiments et la végétation, et une esquisse d'évolution peut être tentée sur les cinq premières années de données disponibles.

Un indicateur global « Qualité de l'eau des lagunes » a aussi été bâti à partir des 19 paramètres précédents, et son évolution dans le temps est la suivante :

² un certain nombre d'entre eux sont de fait des indicateurs composites, intégrant un certain nombre d'« indicateurs «primaires» »

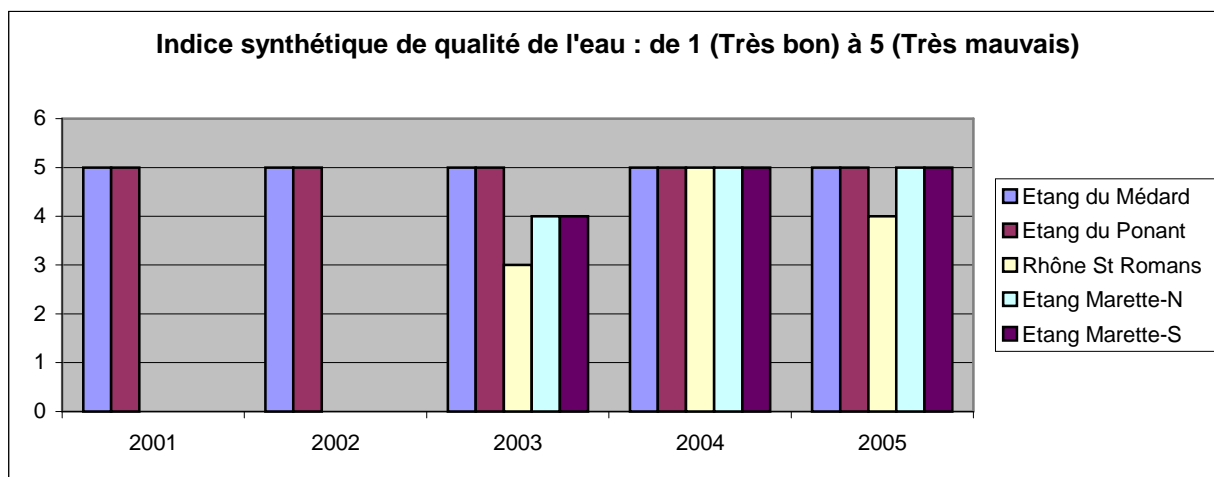


Figure P-16 : Evolution de la pollution de l'eau de lagunes de Camargue Gardoise. Source : RSL/CEPRALMAR/IFREMER – Ifremer 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006

Sur les 2 sites suivis depuis 5 ans, la qualité reste donc globalement très mauvaise.

Le détail des données par paramètres, ainsi que l'interprétation, sont disponibles sur <http://rsl.cepralmar.com/doc/RSL-05-13.pdf> .

Mesures directes dans les lagunes de Grande Camargue

Depuis 2004, les concentrations de différents polluants issus du Rhône (eau d'irrigation) et de la riziculture en Camargue, ou de leur dégradation, sont suivis en 9-10 points de Grande Camargue par L.Comoretto (Thèse, Université de Provence à Marseille), tant dans les lagunes que dans les canaux (in RNC 2006, p. 95). Une quarantaine de produits au total sont recherchés (liste dans RNC 2006). Le travail vise à étudier la dynamique (rapide) de ces polluants au sein du delta. Il aura aussi permis d'établir la base de futurs suivis au-delà de la triple campagne de terrain menée (2004-05-06) : protocole et état des lieux initial.

Mesure indirecte par bioaccumulation de polluants dans le Vaccarès

Les polluants s'accablent dans les êtres vivants et entraînent à la longue une contamination. L'accumulation de métaux lourds dans les poissons est importante à connaître pour des raisons sanitaires et économiques : les poissons affectés meurent prématurément, ont une fécondité plus basse que les poissons sains, et peuvent affecter les consommateurs (des normes sanitaires européennes existent pour les poissons destinés à la consommation). L'une des rares études disponibles concerne les anguilles de la lagune du Vaccarès ; il ne s'agit pas d'un suivi mais d'une étude ponctuelle. Les données de 1992 devraient donc être considérées comme le point de départ de possibles suivis à venir (état zéro).

	Etang de Vaccarès		Etang de Berre	
	Poids sec	Poids humide	Poids sec	Poids humide
Cadmium	0,09	0,02	0,04	0,01
Zinc	128	32	104	20
Mercure	1,3	0,22	1,2	0,23
Cuivre	43	10,5	24	4,4
Plomb	0,016	0,04	0,2	0,04

Tableau P-4: Polluants trouvés dans des anguilles de l'étang du Vaccarès et de l'étang de Berre en 1992 (en µg/g de foie). Source : Batty et al., 1996.

Paradoxalement, les anguilles de l'étang du Vaccarès présentaient en 1992 une concentration en métaux lourds plus élevée que ceux de l'étang de Berre. La concentration en cadmium et en cuivre est même du double, en Camargue. En particulier, 60% des anguilles de Camargue présentaient en 1992, selon les auteurs de l'étude, des teneurs en mercure incompatibles avec la consommation humaine, selon les normes de l'Union Européenne. Aucune mesure sanitaire n'a été prise par les autorités ; les concentrations n'ont pas été récemment remesurées.

De plus, depuis une décennie (1996-2006), des études écotoxicologiques sont réalisées par l'équipe de H.Roche & F.Ramade (p.ex. Roche et al. 2003) sur les poissons du Vaccarès, avec pour objectif de déterminer l'impact de divers polluants organiques, notamment les pesticides. Ces études ont été initiées par le programme PNETOX sur la contamination des anguilles. Les polluants recherchés incluent de nombreuses substances phytosanitaires prohibées (lindane, DDT, dieldrine, aldrine, chlordane etc), en cours d'interdiction/restriction (endosulfan, fipronil), ou susceptibles d'être encore utilisés en Camargue. Il faut aussi y ajouter certains de leurs métabolites.

Ces études visent surtout à apprécier l'évolution saisonnière de la contamination et ses variations entre secteurs du Vaccarès. Pour certains paramètres, l'évolution au fil des années est également suivie régulièrement : c'est le cas des concentrations de polluants chez les anguilles (Fig. P-17)

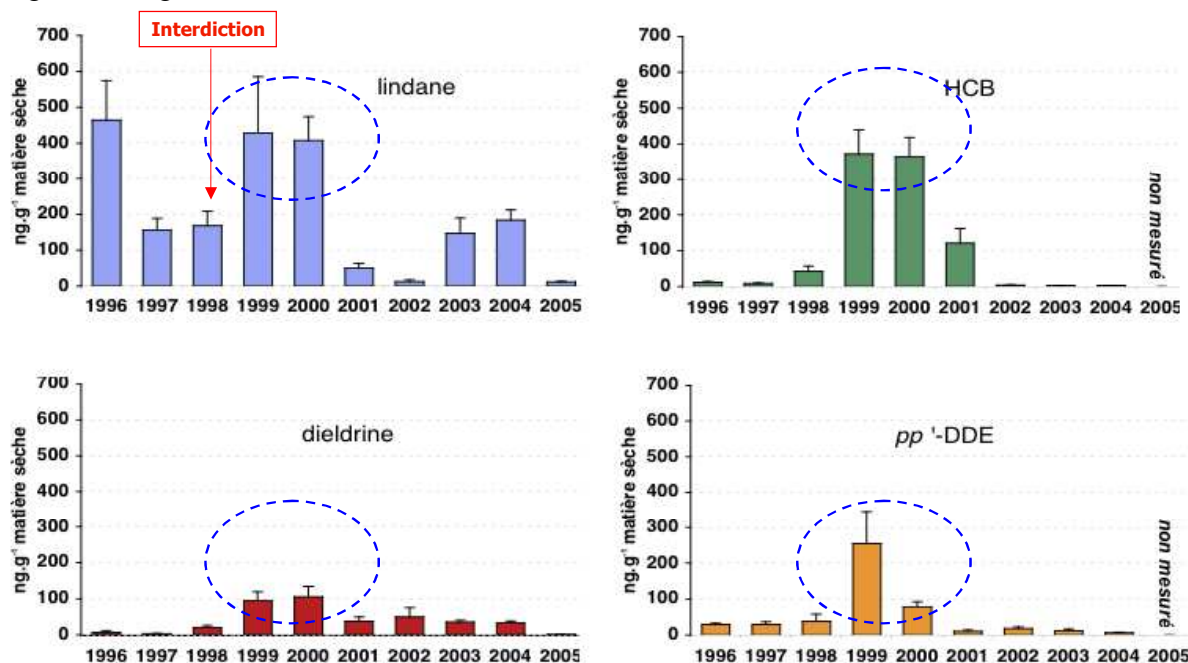


Fig. P-17 - Evolution de la contamination des anguilles du Vaccarès de 1996 à 2005. Source : Roche 2006

Les charges en pesticides mesurées montrent des fluctuations diverses, avec toutefois une tendance à régresser. Des interprétations plus détaillées de ces phénomènes, utilisant de nombreuses autres mesures, peuvent être trouvées dans Roche et al. 2003 ; Roche 2006. Elles établissent en particulier des liens probables entre les forts niveaux de pollutions par

pesticides, et la forte prévalence de pathologies diverses (dont des tumeurs cancéreuses) chez les anguilles du Vaccarès.

La pollution de l'eau de mer

La qualité de l'eau de mer est suivie par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) et l'IFREMER, pour prévenir d'éventuelles atteintes à la santé humaine.

Concentrations en polluants ou germes spécifiques

La qualité globale des eaux du littoral, ainsi que l'accumulation de polluants et de micro-organismes dans les coquillages, sont mesurées par l'IFREMER. Le tableau suivant résume ses différents programmes en Camargue, et la Fig. P-18 les lieux de mesure. Ces réseaux de surveillance permettent d'alerter rapidement les autorités en cas de contamination. A titre d'exemple, l'alerte donnée par le réseau REPHY a conduit le préfet à interdire le 21 avril 2006 (pour 15 jours) le ramassage, la consommation et l'exportation de coquillages provenant de plusieurs plages de Camargue (alentours de Beauduc), en raison d'une concentration trop élevée en *Pseudonitzchia* dans les coquillages.

Réseau	Objectifs	Point de Suivi en Camargue	Compartiment analysé	Paramètres mesurés	Fréquence
RNO (depuis 1974)	Evaluation des niveaux et tendances de la contamination chimique	Les Saintes-Maries-de-la-Mer	Eau, Sédiments Matière vivante (moules)	Eau : température, salinité, sels nutritifs, phytoplancton Sédiments et moules : - métaux lourds - micropolluants organiques	- sédiments : tous les 5 ans - matière vivante: 4 fois par an -eau : 2 à 5 fois par an
REMI (depuis 1989)	Classement et suivi microbiologiques des zones de production conchylicole	- Rousty - Courbe	Matière vivante (tellines en Camargue)	- coliformes fécaux, - streptocoques fécaux* - salmonelles*	En routine : 12 à 24 fois par an
REPHY (depuis 1984)	Suivi spatio-temporel des flores phytoplanctoniques et des phénomènes phycotoxiques associés.	- Rousty - Courbe	Eau, matière vivante (tellines en Camargue)	- En cas d'alerte en présence d'espèces toxiques (<i>dynophysis, alexandrium ou pseudo-nitzchia</i>) : recherche en plus des toxines dans les coquillages (respectivement DSP, PSP, ASP)	- 2 fois par mois d'octobre à mars - une fois par semaine d'avril à septembre (si alerte : augmentation du nombre de prélèvements)
RINBIO (depuis 1998)	Evaluation de la contamination chimique des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules	- Les Saintes-Maries-de-la-Mer - Courbe	Matière vivante (moules calibrées en cages artificielles)	- métaux lourds - micropolluants organiques	Campagne tous les 2 ans Ramassage et analyse des moules après 2,5 mois d'immersion en cage entre avril et mi-juillet.



	Point de mesure	Nombre de produits testés
1	Espiguette	9
2	Clos de la Comète	7
3	Petit Rhône	1
4	Saintes-Maries-de-la-Mer	22
5	Rousty	9
6	Courbe	9
7	Antoine	7
8	Anse de Carteau 2	23
9	Carteau 14	7

Figure P-18 : Carte des différents points de mesure de l'IFREMER en Camargue. Source : IFREMER (<http://www.ifremer.fr/envlit/index.htm#>)

Seuls les résultats relevés aux Saintes-Maries-de-la-Mer (point n°4) sont présentés ici ; cette station est celle qui possède le plus de données sur une longue période. Sur l'ensemble des produits dosés, seuls quelques-uns, issus du programme RNO, sont ici présentés à titre d'exemple (dosages effectués dans des moules *Mytilus edulis* sauf pour *Escherischia coli*, dosé dans des donaces *Donax vittatus*). Les seuils réglementaires de concentration sont tous issus de l'arrêté ministériel du 21 juin 1999.

Pour le mercure, on note un pic de concentration en 1992 dans l'eau de mer (Fig. P-19) comme dans les sédiments du Rhône. Le taux de mercure baisse régulièrement depuis cette date, en restant constamment en dessous du seuil réglementaire (0,5 mg/kg).

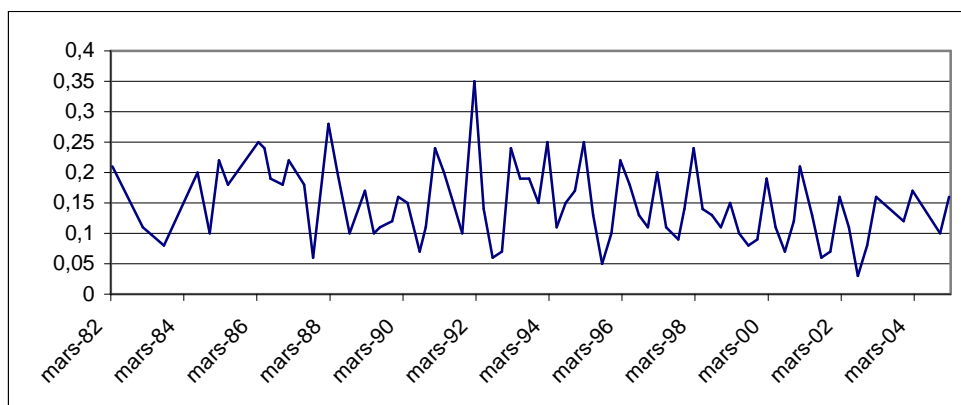


Figure P-19 : Evolution de la concentration en mercure des eaux au large des Saintes-Maries-de-la-Mer de 1982 à 2004 (mesures effectuées sur des moules, en mg/kg poids sec). Source : IFREMER

Le seuil réglementaire en plomb a lui été dépassé deux fois en 1983 et 1986 sur une courte période (Fig. P-20), mais globalement, son taux semble en recul progressif depuis 1986.

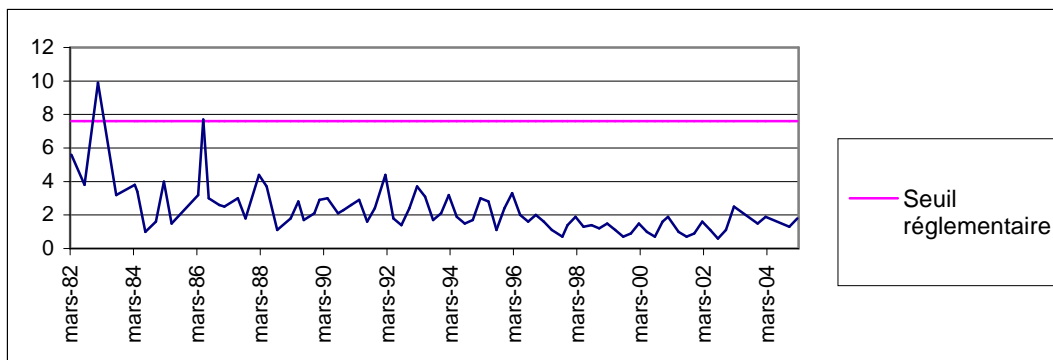


Figure P-20 : Evolution de la concentration en plomb des eaux des Saintes-Maries-de-la-Mer de 1982 à 2004 (mesures effectuées sur des moules, en mg/kg poids sec). Source : IFREMER

Le lindane est un insecticide agricole utilisé dans le traitement des sols, des graines ou des feuilles. Son utilisation agricole est aujourd’hui interdite. Une baisse notable des taux de lindane est notable depuis 1982 (Fig. P-21). Depuis 2002, ce taux est très proche de 0.

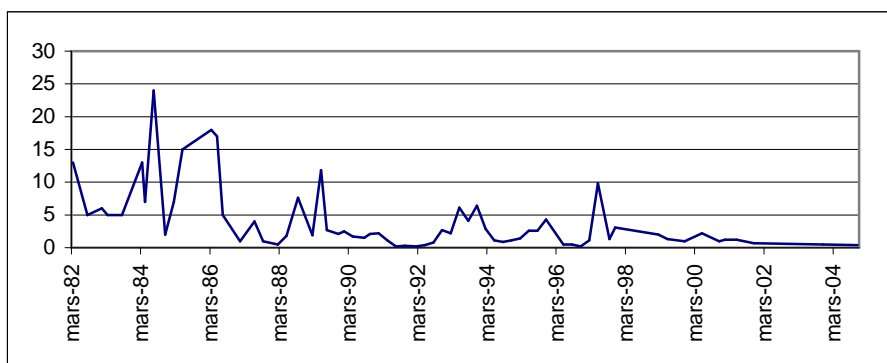


Figure P-21 : Evolution des concentrations en Lindane des eaux des Saintes-Maries-de-la-Mer entre 1982 et 2004 (mesures effectuées sur des moules, en µg/kg de poids sec)¹ Source : IFREMER

La concentration des donaces en Escherichia coli est stable sur le long terme. Elle se situe quasi-systématiquement sous le seuil le plus strict (Fig. P-22), mais avec des pics ponctuels très élevés comme en 1989 et 1991, ou moins élevé en 1995.

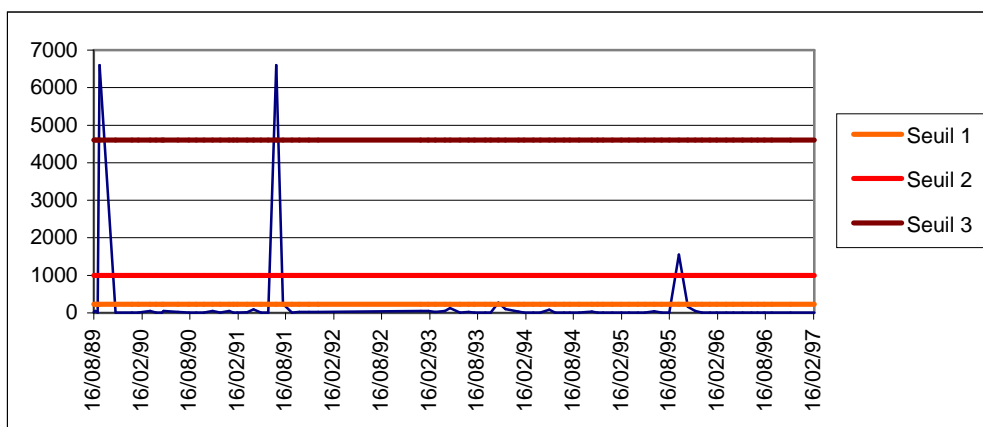


Figure P-22 : Evolution des concentrations en *Escherichia coli* des eaux des Saintes-Maries-de-la-Mer entre 1989 et 1997 (en nombre de cellule par 100 g de donaces *Donax vittatus*). Source : IFREMER.

Qualité globale des eaux de baignade

Par ailleurs, l'eau de baignade de chaque plage est également contrôlée par la DDASS qui effectue deux à quatre prélèvements par mois, de mai à octobre sur l'ensemble du littoral français (12 points de contrôle en Camargue). Les contrôles répétés permettent de détecter les germes témoins de la contamination fécale (*Escherichia coli* et streptocoques fécaux). Les résultats des analyses microbiologiques donnent lieu au classement des plages en catégories A (la meilleure), B, C ou D (la pire), suivant le niveau de contamination par les germes : il s'agit d'un indice synthétique de qualité. Les maires des communes concernées sont alors tenus d'afficher leur classement à proximité des lieux de baignade.

Les données sont disponibles sur :

http://www.paca.sante.gouv.fr/public/votre_environnement/eau_de_baignade.html

Seules les données postérieures à 1999 pour la Camargue sont présentées (Fig. P-23), ainsi que des données antérieures disponibles pour 3 sites uniquement (Fig. P-24).

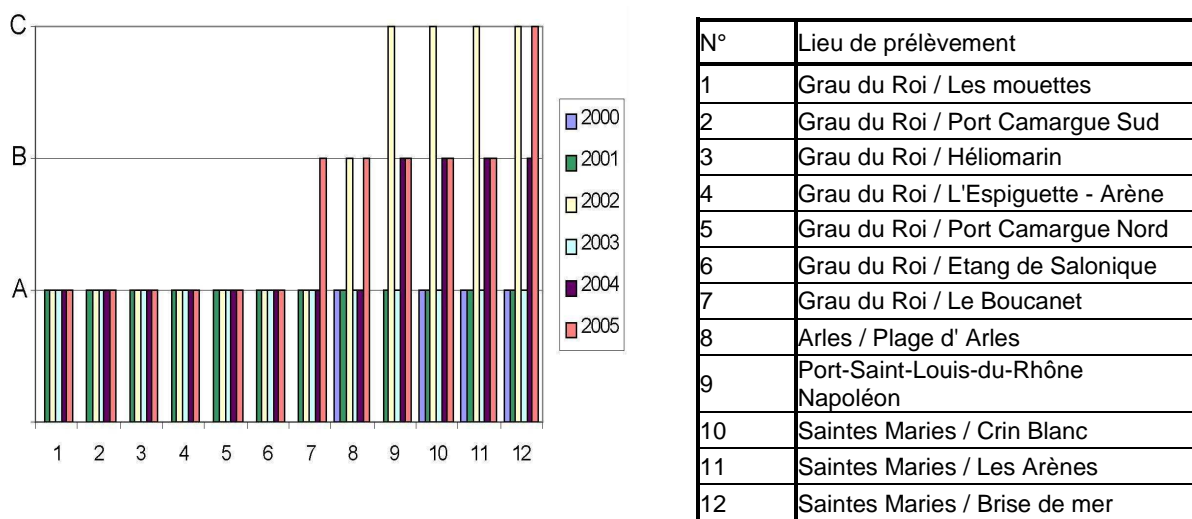


Figure P-23 : Evolution de la qualité des eaux de baignade sur les points de mesures situés en Camargue. Le tableau donne la localisation des points de prélèvements.
Source : DDASS ; cf. adresse web ci-dessus.

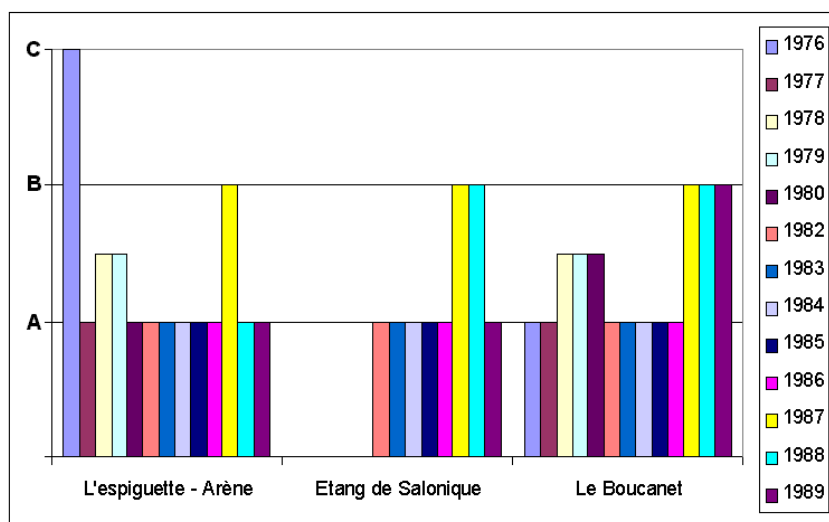


Figure P-24 : Evolution de la qualité d'eau de baignade de trois points du Grau-du-Roi (Petite Camargue) de 1976 à 1989. Source : DDASS in Honegger et al., 1991.

La moitié des plages testées en Camargue, celles situées les plus à l'ouest (n°1 à 6), sont systématiquement de très bonne qualité depuis 2000 au moins (ce qui n'était pas toujours le cas dans les années 1970-80 ; Fig. P-24). Pour deux d'entre elles au moins où des données plus anciennes sont disponibles, cela constitue une amélioration depuis les années 1976-89. Pour les autres plages (n° 7 à 12), une dégradation plus ou moins marquée apparaît au fil des années, notamment aux Stes Maries de la Mer. Ces plages pourraient être affectées par les mêmes facteurs de dégradation – qui restent à identifier –, puisqu'elles évoluent de manière similaire.

La radioactivité côtière

Des flux de rayonnement anormalement élevés ont été détectés en 2000 par la CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la RADioactivité) sur les plages des Saintes-Maries-la-Mer et de l'Espiguette (CRIIRAD, 2003). Les rayonnements élevés étaient concentrés par « taches », les plus grandes mesurant plusieurs mètres carrés. L'origine de ces dépôts faiblement radioactifs semblait naturelle.

Les taux de radioactivité mesurés aux Saintes-Maries-de-la-Mer en 2000 ont été pour l'uranium 238 (et ses descendants) et le thorium 232 (et ses descendants) de 1000 Bq/kg et 1600 Bq/kg, respectivement. L'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) a par la suite répété des mesures, mais en changeant de station de mesure, rendant les résultats non directement comparables. Ainsi en 2002 sur la plage de Beauduc, les analyses ont révélé une radioactivité de 3000 Bq/kg pour l'uranium 238 (et ses descendants) et de 4000 Bq/kg pour le thorium 232 et ses descendants (IRSN 2003). Il semble que depuis, aucun suivi n'ait été effectué ; aussi les données ci-dessus peuvent-elles être considérées comme des « états-zéro » pour la problématique en question.

Le rayonnement ne pouvait pas être qualifié de dangereux, mais était cependant considéré comme « non-négligeable » par la CRIIRAD en cas d'exposition prolongée : aux taux mesurés par la CRIIRAD, une exposition de 100 heures apporterait 0,02 mSv alors que l'exposition annuelle moyenne en France est d'environ 0,5 mSv. L'interprétation des chiffres

quant à un éventuel risque sanitaire encouru sur les plages concernées est mutuellement contestée par les deux organismes.

Les rejets industriels

Les données pour l'ensemble des entreprises en France émettant des rejets polluants significatifs, ou prélevant d'importantes quantités d'eau dans le milieu, sont déclarées par les exploitants à l'iREP (Répertoire français des Emissions Polluantes). Cette déclaration est obligatoire depuis 2002³. Les données sont regroupées sur le site du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) :

<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

Rejets industriels au sein de la Camargue

Le Tableau P-5 indique les entreprises de Camargue dont les rejets de matières polluantes dans l'eau ou dans l'air sont répertoriés par l'iREP et le MEDD. Au total, 113 paramètres sont mesurés (polluants et déchets rejetés). Notons que seuls les rejets ayant lieu sur le territoire même du delta (partie Bouches-du-Rhône) sont ici repris, alors que tous ceux du bassin versant du Rhône (centaines/milliers d'usines) sont susceptibles d'avoir un impact.

Tableau P-5 : Liste des entreprises dont les déchets ou les polluants sont recensés par le ministère de l'environnement. Source : iREP (<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>)

Commune	Activité	Entreprise
Arles	Bois, papier, carton	Papeteries Etienne
	Déchets et traitement	Silim incinérateur d'Arles
		Transfo service
	Chimie et parachimie	Solvay
Port-Saint-Louis-du-Rhône	Pétrole et gaz	LBC Marseille/FOS 2
Saint Gilles	Agroalimentaire et boisson	DELEUP
Fos-sur-Mer	Déchets et traitement	Gagneraud, industries Fos-sur-Mer
		R.T.D.H.
		Solamat MEREX Fos-sur-mer
	Chimie et parachimie	Arkema
		Basell Fos
		LyonDell chimie France
		VynilFos
	Pétrole et gaz	Dépôts pétroliers de Fos
		DOTPF (Terminal pétrolier de Fos)
		Esso raffinage
		Gaz de France
		GIE - Terminal de la Crau
		Rhône Gaz
	Ste du Pipeline Sud Européen	

³ l'arrêté du 24 décembre 2002 relatif à la déclaration annuelle des émissions polluantes des installations classées soumises à autorisation (JO du 07 mars 2003)

Sidérurgie, métallurgie, coke	Ascometal, usine de Fos
	GAGNERAUD INDUSTRIES Centre de Fos sur mer
	SOLLAC Méditerranée Site de Fos
Entreposage, transport, commerce	Cogex Sud
Energie	Figenal
Industries minérales	Lafarge aluminates

Le suivi des rejets n'est disponible que depuis 2002 dans le meilleur des cas : il est encore impossible de voir une évolution. A titre d'exemple, le Tableau 2 reproduit les rejets d'une usine située à Fos-sur-Mer (données des autres installations en ligne sur le site de l'iREP).

Tableau P-6 : Polluants déclarés par l'usine VinylFos. Source : iREP, 2006.

Polluant	Emissions dans l'Air (en kg/an)	
	2004	2003
1,2-dichloroéthane (DCE - chlorure d'éthylène)	139000	225000
Chlorure de vinyle (chloroéthylène - monochlorure de vinyle - CVM)	9400	25100
Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	217000	338000
Dioxyde de carbone (CO ₂) d'origine non biomasse (combustibles fossiles, procédés,...)	103000000	106000000
Dioxyde de carbone (CO ₂) d'origine non biomasse issu de l'incinération ou de la co-incinération de déchets	11000000	n.d.
Hydrochlorofluorocarbures (HCFC)	1100	n.d.
Hydrofluorocarbures (HFC)	4850	2500
Oxydes d'azote (NO _x - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	114000	113000

Polluant	Emissions dans l'Eau (direct) (en kg/an)	
	2004	2003
1,2-dichloroéthane (DCE - chlorure d'éthylène)	109	328
Phosphore total (P)	5900	5040

Produit	Déchets pour la filière Incinération (en T/an)	
	2004	2003
07 01 11* - Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses	84,5	n.d.
15 01 10* - Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus	8,1	n.d.
07 02 07* - Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés	94,6	n.d.
07 01 07* - Solvants chlorés lourds	3,5	677
07 01 03* - Solvants usagers	10,2	69

Les émissions d'oxydes de soufre (SOx)

Une autre source de données que l'iREP existe, pour certains polluants.

Les SOx (oxydes de soufre) sont responsables des pluies acides et leur inhalation provoque des irritations au niveau des poumons. Les sources de SOx sont les fonderies, les complexes métallurgiques, les raffineries de pétrole et les usines de pâtes et papiers. À celles-ci il faut ajouter une source de moindre importance : le chauffage de bâtiments. Les émissions globales de SOx sont mesurées par la DRIRE ; les résultats sont mis en ligne uniquement à l'échelle régionale (Fig. P-25) (www.paca.drire.gouv.fr/). Les données à une échelle plus locale ne se trouvent pas sur Internet.

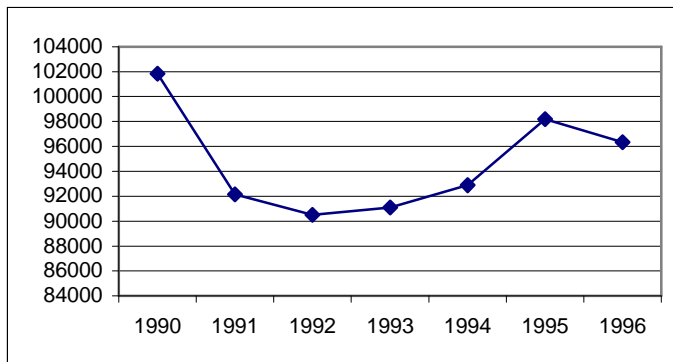


Figure P-25 : SOx émis dans la région d'Arles, étang de Berre et Fos en tonnes/an (données DRIRE-PACA - 1997). Source : Avet C., 1998.

Après une forte baisse de 1990 à 1992, la quantité de SOx émise par les industries augmenta jusqu'en 1995 pour se stabiliser. Les données postérieures à 1996 ne sont plus disponibles qu'au niveau régional (PACA) et non pour le secteur considéré.

La qualité de l'air

L'Airfobep (Association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air Etang de Berre – Ouest des Bouches du Rhône) est une association regroupant depuis 1972 des industriels, des associations de protection de la nature, des services de l'Etat et des communes. Son rôle est de surveiller la qualité de l'air dans l'ouest des Bouches-du-Rhône. Des données sont mises à la disposition du public depuis quelques années, sous forme d'indices dont la signification est donnée dans le tableau P-7. En Camargue, des capteurs sont installés surtout en marge du delta (Fos, Port St Louis, Arles), mais l'un d'eux est en son sein (Stes Maries de la Mer). Notons enfin que des capteurs avaient été installés en Camargue en 1965, au début de l'implantation du complexe industriel de Fos, mais en avaient été retirés dès 1970 (Tamisier & Isenmann 2004).

Tableau P-7: Correspondance entre les concentrations en polluants et les indices de la qualité de l'air donnés par l'Airfobep. Source : Airfobep (<http://www.airfobep.org/>)

Indice de la qualité de l'air	Qualitatifs	Seuils de concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$)		
		SO ₂	NO ₂	Ozone O ₃
1	Très bon	0 à 29	0 à 29	0 à 29
2		30 à 79	30 à 54	30 à 54
3	Bon	80 à 119	55 à 84	55 à 79
4		120 à 159	85 à 109	80 à 104

5	Moyen	160 à 199	110 à 134	105 à 129
6	Médiocre	200 à 249	135 à 164	130 à 149
7		250 à 299	165 à 199	150 à 179
8	Mauvais	300 à 399	200 à 274	180 à 209
9		400 à 499	275 à 399	210 à 239
10	Très Mauvais	> 500	> 400	> 240

Seuls quelques paramètres particulièrement significatifs sont présentés ci-dessous, les autres données étant accessibles sur le site de l’Airfobep.

Dioxyde de soufre

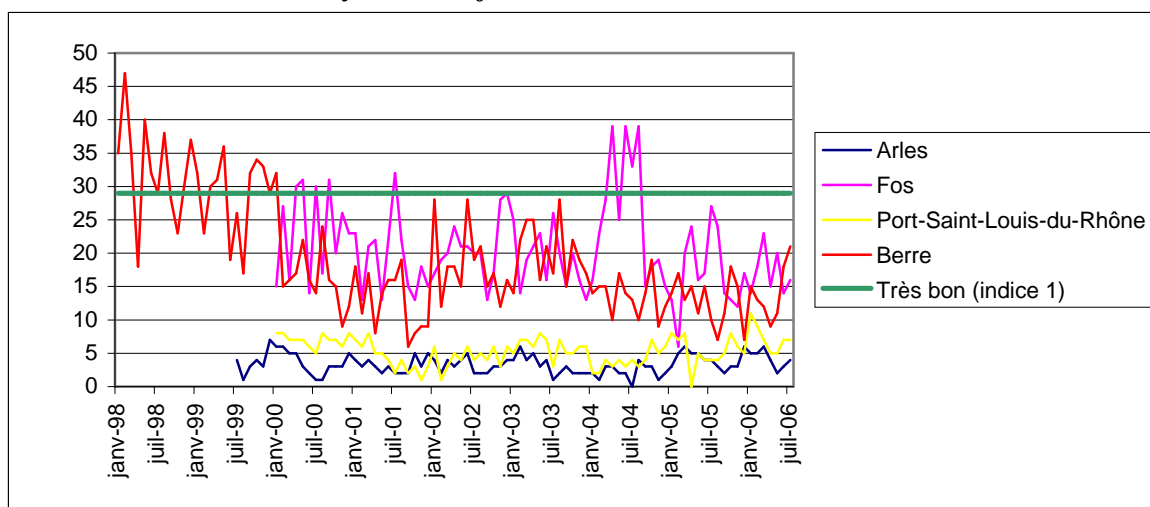


Figure P-26 : Evolution des taux de dioxyde de soufre (en $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$) de 1999 à 2006 pour 3 communes de Camargue et une 4^e de l’Etang de Berre, pour comparaison. Source : Airfobep (<http://www.airfobep.org/>)

Les moyennes mensuelles ici reproduites ne permettent pas de cerner d’éventuels pics de pollution ; les mesures à un pas de temps plus réduit, qui existent, ne sont pas consultables. Néanmoins, des tendances sont identifiables. Les taux moyens mensuels de dioxyde de soufre à Fos/Mer, qui accueille l’essentiel des industries polluantes, sont beaucoup plus élevés que ceux d’Arles et de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Au contraire de l’étang de Berre où il a beaucoup baissé de 1998 à 2006, aucune tendance nette n’apparaît dans les 3 stations camarguaises, et en particulier à Fos. L’ensemble des moyennes mensuelles se trouve au niveau *Très bon* de l’Airfobep, hormis quelques pics ponctuels à Fos/Mer.

Les pics de pollution peuvent être résumés en mesurant le nombre d’heures annuelles où le « *Seuil d’information et de recommandation* » est dépassé : la loi sur l’Air⁴ précise que l’autorité administrative compétente (le préfet) doit informer immédiatement le public lorsque certains seuils réglementaires sont dépassés ou risquent de l’être. L’arrêté ministériel du 11 juin 2003 spécifie cette obligation d’information préfectorale et son contenu pour les situations suivantes :

- en cas de dépassement d’un seuil d’information-recommandation,
- en cas de dépassement ou de risque de dépassement d’un seuil d’alerte.

⁴ Loi sur l’air et l’utilisation rationnelle de l’énergie du 30 décembre 1996. Voir <http://www.drire.gouv.fr/environnement/loi-air.html>

Le seuil d'information-recommandation est de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$ pour le dioxyde de soufre. Il a été dépassé en bordure de la Camargue comme suit :

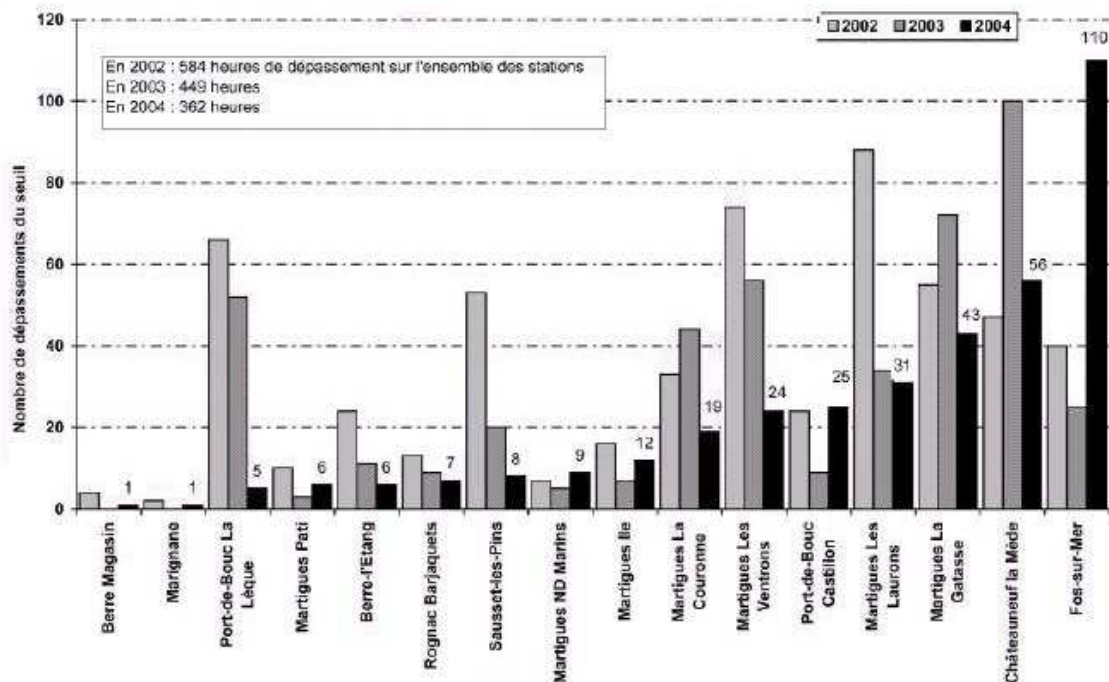


Figure P-27 : Nombre annuel de dépassements du seuil de d'information et de recommandation pour le dioxyde de soufre de 2002 à 2004 dans l'ouest des Bouches-du-Rhône. Source : Airfobep, 2005.

Alors que cet indicateur baisse globalement sur l'ouest des Bouches-du-Rhône entre 2002 et 2004, Fos-sur-Mer est la seule station à enregistrer une très forte hausse en 2004, établissant même le niveau-record du secteur sur les 3 années suivies.

Dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches, qui augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme chez les personnes sensibles. Il participe aussi à la formation de pluies acides. Ce gaz provient des phénomènes de combustion : voitures, centrales thermiques.

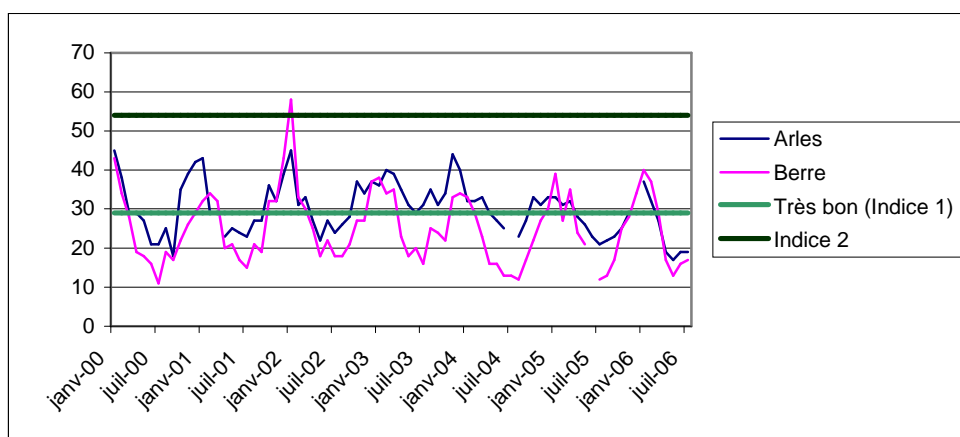


Figure P-28 : Evolution du taux de dioxyde d'azote (en $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$) en Arles de 2000 à 2006. Source : Airfobep (<http://www.airfobep.org/>)

Aucune tendance forte n'est visible si ce n'est le cycle saisonnier. Les taux d'Arles et de l'Étang de Berre sont sensiblement comparables. Ici, la fréquence de dépassement des seuils de recommandation n'est pas disponible. Cependant, l'Airfobep fournit l'évolution des concentrations horaires maximales pour plusieurs communes de PACA (Fig. P-29).

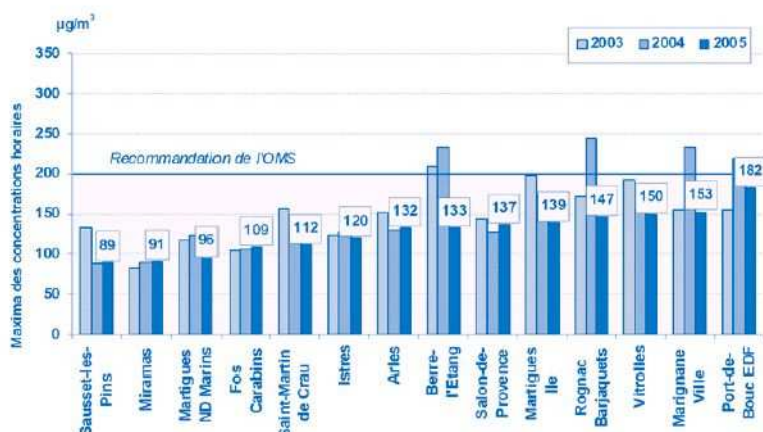


Figure P-29 : Evolution de 2003 à 2005 des concentrations horaires maximales en dioxyde d'azote. Source : Airfobep, 2006.

Il n'y a pas d'évolution flagrante des maxima dans les communes de Camargue, où ces concentrations restent bien en dessous du seuil de recommandation de l'OMS.

L'ozone (O₃)

L'ozone résulte de la transformation de polluants émis par les industries et le réseau routier. Les personnes ayant des problèmes respiratoires ou cardiovasculaires y sont sensibles. L'ozone est également nocif pour les végétaux.

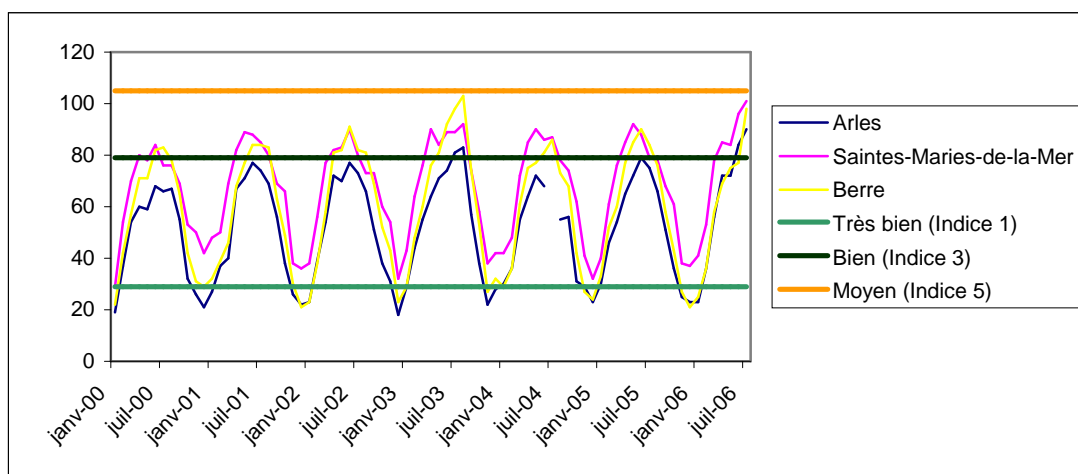


Figure P-30 : Evolution du taux d'ozone (en µg/m³/h) de 2000 à 2006. Source : Airfobep (<http://www.airfobep.org/>).

Les concentrations d'ozone sont extrêmement saisonnières, avec des pics liés aux fortes chaleurs estivales. De 2000 à 2006, une très légère augmentation de l'ozone dans les deux villes camarguaises semble se dessiner. Il est notable que les teneurs en ozone aux Saintes Maries sont le plus souvent supérieures à celles de l'étang de Berre.

Le graphique suivant montre le nombre d'heure de dépassement de l'objectif de qualité ozone.

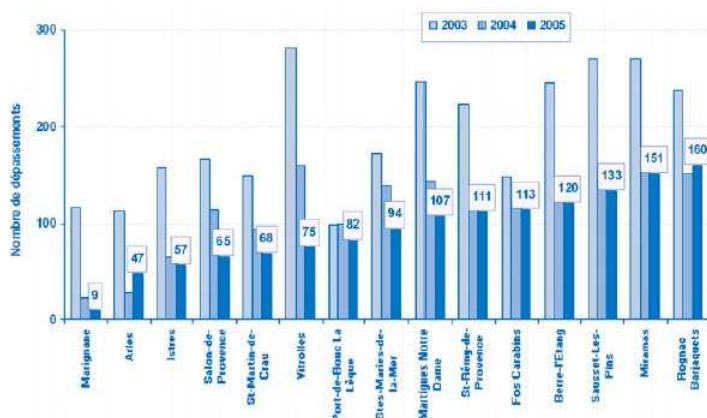


Figure P-31 : Nombre de dépassements de l'objectif de qualité pour l'ozone ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3/8$ heures) depuis 2003. Source : Airfobep, 2006.

L'objectif de qualité pour la santé est régulièrement dépassé dans tous les sites de mesure de l'Airfobep. Pour les sites de Camargue, les dépassements sont moins nombreux en 2004 et 2005 qu'en 2003. Les chiffres très élevés de 2003 peuvent s'expliquer par la forte chaleur qui a touché la France cette année là. Fos est bien au-dessus d'Arles, avec plus du double de dépassements que cette dernière.

Les particules en suspension (PM10)

Ce sont les particules ayant un périmètre aérodynamique moyen inférieur ou égal à $10 \mu\text{m}$. Elles sont issues des combustibles fossiles, de l'activité routière et des industries. Elles sont responsables d'irritations pulmonaires. La valeur limite pour la santé humaine est une moyenne annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air par directive européenne.

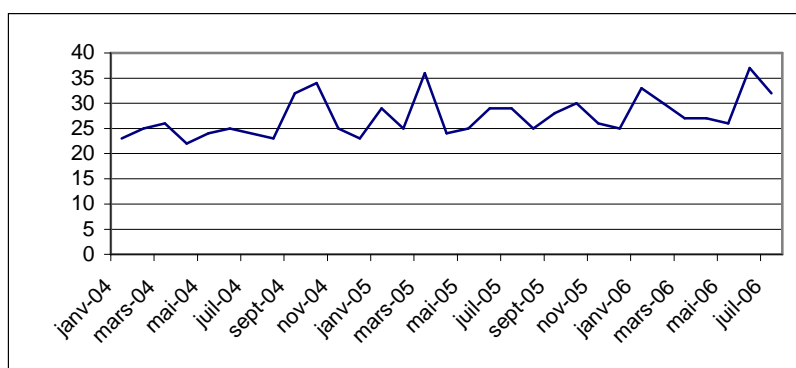


Figure P-32 : Evolution du taux de particules en suspension ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en Arles de 2004 à 2006. Source : Airfobep (<http://www.airfobep.org/>)

Il semble y avoir une très légère augmentation du taux de particules fines dans l'air à Arles entre 2004 et 2006, mais l'échelle de temps est trop courte pour confirmer cette évolution.

La santé : autres éléments

Certaines maladies liées à des vecteurs particulièrement présents dans les zones humides peuvent être présentes, au moins épisodiquement, en Camargue. C'est le cas du virus West

Nile, qui a été noté à 3 reprises au cours des 50 dernières années (Tab. P-8). Face à un surcroît d'inquiétude publique, une surveillance spécifique a été mise en place à partir de 2001.

Tableau P-8 : Evolution du nombre de cas de West Nile répertoriés en Camargue depuis les années 1960.
Source : Salord, 2006

Année	Nb cas humains	Nb cas équins
1963	19	0
2000	0	78
2004	0	32
2005	0	0
2006	0	0

Le paludisme a lui disparu de Camargue après les années 1940, où il était encore présent (C.Claeys-Mekdade, *comm. pers.* 21/11/2006 - *Conférence CPIE Pays d'Arles*)

Conclusion

L'évolution de la pollution en Camargue est très variable, selon que l'on considère l'air ou l'eau. Les tendances pour les principaux polluants mesurés dans l'air sont stables, sauf pour les PM10 et l'ozone qui affichent une légère augmentation. Pour de nombreux produits comme l'ozone, les seuils de recommandation sont cependant régulièrement dépassés, ponctuellement. Ainsi, même si l'air ne peut pas être considéré comme très pollué, des progrès restent à accomplir pour que les taux de polluants diminuent et restent durablement sous les seuils réglementaires.

Quant à la pollution aquatique, il y a une nette amélioration de la qualité des eaux du Rhône depuis 25 ans au moins pour les polluants "classiques" (métaux lourds, azote, phosphates). Les pesticides restent en revanche un problème important et peut-être croissant. Un des problèmes majeurs pour le suivi est le renouvellement constant des produits, chacun ne se retrouvant dans les prélèvements parfois que quelques années de suite.

L'amélioration est réelle mais moins sensible pour l'eau de mer, où l'on observe simultanément une baisse en concentration de nombreux polluants (métaux lourds, lindane...), mais en même temps une certaine dégradation (temporaire ?) de la qualité de l'eau de baignade des plages du littoral camarguais, à l'exception de l'extrême sud-ouest du delta.

Au sein de la Camargue intérieure (zones humides, canaux, lagunes...), un suivi régulier de la qualité de l'eau manque totalement la plupart du temps, bien que de nombreuses études ponctuelles et/ou locales aient eu lieu ; dans quelques cas (ex. lagunes de Camargue gardoise), un suivi ponctuel a été mis en place très récemment. Cette qualité pourrait *a priori* être intermédiaire entre celle des eaux du Rhône et celles de la mer, qui toutes deux alimentent le delta ; mais il faut toutefois tenir compte des intrants agricoles ajoutés dans le delta et d'éventuelles retombées atmosphériques (proximité du golfe de Fos). Les quelques données disponibles sont récentes (10 ans) et résultent de suivis indirects, via la bio-accumulation de certains polluants par les anguilles dans le Vaccarès. Au total, il serait donc très utile de mettre en place des suivis des concentrations en métaux lourds, pesticides et hydrocarbures

divers dans le Vaccarès et d'autres zones humides et canaux du delta, afin de confirmer si lors de son passage en Camargue, l'eau se charge ou non en divers polluants.

Enfin, les rejets de produits polluants intervenant au sein même du delta sont suivis depuis trop peu de temps (2002) pour que leur évolution soit cernée, mais à terme ces données apparaissent comme prometteuses. Le delta est toutefois sous la dépendance de produits rejetés parfois bien en amont et pas seulement en son sein : un indice des rejets globaux dans l'ensemble du bassin versant s'avèrerait utile à développer.

Bibliographie/ Sources

- Agence de l'Eau RMC**, 2000. Document du SAGE Camargue gardoise.
- Avet C.**, 1998. *Flore et végétation lichénique des marais du Vigueirat. Impact de la pollution atmosphérique du complexe de FOS/MER - Etang de Berre sur les lichens corticoles.*
- Batty J., Pain D. et Caurant F.**, 1996. *Metal concentrations in eels Anguilla anguilla from the Camargue region of France* Biol Conserv 76 p17-23
- CRIIRAD**, 2003. *Risques radiologiques induits par la forte radioactivité naturelle de certains sables des plages de Camargue.* Rapport final n° 03 44.
- IFREMER** 2001. Le Bulletin du Réseau de Suivi Lagunaire - Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-14 p.
- IFREMER** 2002. Le Bulletin du Réseau de Suivi Lagunaire - Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-18 p.
- IFREMER** 2003. Le Bulletin du Réseau de Suivi Lagunaire - Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-18 p.
- IFREMER** 2004. Le Bulletin du Réseau de Suivi Lagunaire - Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-14 p.
- IFREMER** 2005. Le Bulletin du Réseau de Suivi Lagunaire - Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-14 p.
- IFREMER** 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 450 p.
- IRSN**, 2000. *Niveau radiologique des dépôts sédimentaires récents localisés sur les plages du littoral camarguais.* Rapport DPRE/SERNAT/2000-09.
- IRSN**, 2003. Note d'information sur la radioactivité naturelle de certaines plages de Camargue (13 juin 2003).
- PNRC**, 2006. *L'aménagement du territoire.* Document de travail.
- Pont, D.** (1994). Le Rhône et son delta : histoire d'eau, de sédiments et de polluants. pp 30-41 in Le Rhône à son Delta, Parc Naturel Régional de Camargue, Arles.
- Réserve Nationale de Camargue**, 2006. *Suivi scientifique 2005.*
(http://www.reserve-camargue.org/IMG/Docs_telechargeables/CR%202005.pdf)
- Roche H., Buét A., Tidou A., Ramade F.**, 2003. Contamination du peuplement de poissons d'un Étang de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants. *Revue d'Ecologie Terre & vie*, 58, 77-102.
- Roche, H.** (2006). *Contamination par des pesticides du réseau trophique de l'Etang de Vaccarès.* Communication orale, Journées Techniques du RSL "Phytoprotecteurs et lagunes", Montpellier, 5 Décembre 2006.
- Salord, J-M** (Hôpital d'Arles) 2006. Communication orale, conférence CPIE Pays d'Arles 21/11/2006
- Tamisier, A. & P.Isenmann.**, 2004. Milieux et paysages de Camargue. Description, status fonciers et statuts de protection, changements quantitatifs et qualitatifs, pollutions. pp. 21-53 in Les Oiseaux de Camargue et leurs habitats. , Isenmann P. Ed., Buchet-Chastel, Paris, 301 pp.

<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

<http://www.airfobep.org/>

<http://www.eaurmc.fr/>

<http://www.ifremer.fr>

http://www.paca.sante.gouv.fr/public/votre_environnement/eau_de_baignade.html



Avertissement

*Malgré toutes nos précautions, les chiffres repris dans ces synthèses n'ont pas toujours pu être revérifiés un à un. Aussi sont-ils fournis à **titre purement indicatif** – il est possible que quelques erreurs s'y soient glissées. Si vous notez de telles erreurs, ou si vous connaissez d'autres sources de données quantitatives qui mériteraient d'intégrer cette synthèse, merci de contacter perennou@tourduvalat.org*