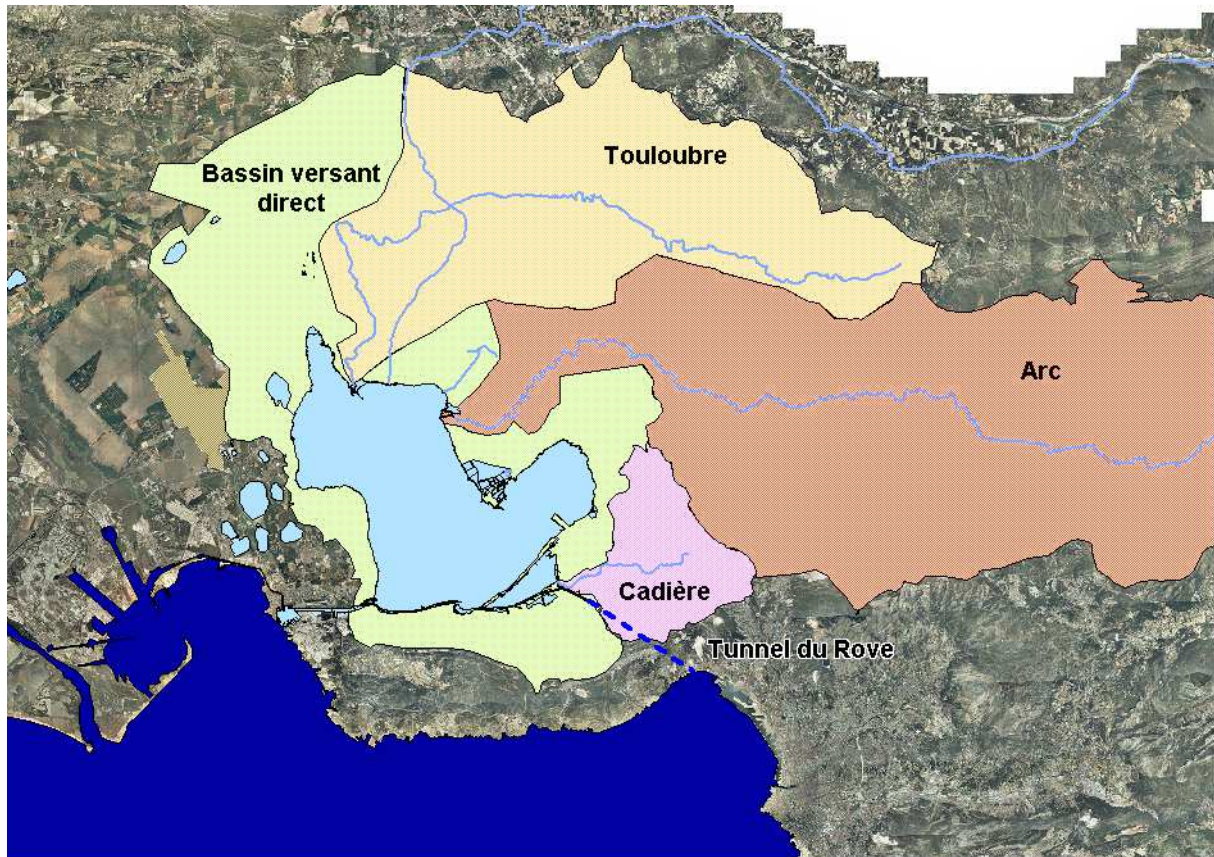




CARNET D'ETUDES SUR LES APPORTS DIRECTS DU BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE BERRE

Avril 2017





1. OBJECTIFS

L'étude des apports directs du bassin versant, action 37 du Contrat d'étang de Berre, avait pour premier objectif d'affiner le bilan des apports à l'étang de Berre. En effet, si les apports de la centrale hydroélectrique de Saint-Chamas, ceux des rivières (Arc, Touloubre et Cadière) ainsi que ceux des stations d'épuration urbaines et industrielles sont clairement comptabilisés, les apports du bassin versant direct par ruissellement et de l'éventuel dépôt atmosphérique étaient jusqu'à présent relativement mal connus.

Il s'agissait donc de poursuivre l'acquisition de connaissance sur l'étang de Berre pour avoir une estimation fiable de la part des apports directs (ruissellement et rejets atmosphériques) et des flux en nutriments et en certains contaminants.

Cette étude avait aussi pour objectif d'identifier les rejets les plus problématiques afin d'orienter les actions curatives à prévoir en saison 2 du Contrat d'étang.

2. DEMARCHE

Le volet 1 de l'inventaire qualitatif et quantitatif des apports par ruissellement, par les canaux d'irrigation et les rejets industriels et urbains, s'est achevé en 2012 et a permis de répertorier 276 rejets autour de l'étang de Berre. Cet inventaire a été réalisé par des visites de terrain en bateau et a permis la rédaction de fiches de visites, la création d'une base de données et

la réalisation d'une analyse multicritères visant à hiérarchiser les rejets sur la base des critères suivants :

- enjeux/nature : note de 1 à 5
- localisation : note de 1 à 3
- flux minimal : note de 1 à 3
- accessibilité : note de 1 à 3

La note cumulée obtenue est la somme des 4 notes.

A cet inventaire s'est ajoutée une première évaluation des flux du Bassin versant sur la base des données bibliographiques. Cette évaluation s'est conclue par l'estimation de fourchettes d'apports pour les principaux contaminants. Sur cette base, le volet 2 a débuté en 2015. Il a consisté à mettre en place des matériels de mesure des débits et de prélèvements sur un échantillon d'une vingtaine de points de rejets parmi les plus significatifs.

3. METHODOLOGIE DEFINIE PAR LE COMITE DE PILOTAGE DE L'ETUDE

Cette étude a été encadrée par un Comité de pilotage composé de techniciens des villes de Berre l'Etang, Saint-Mitre les Remparts, Istres, Rognac, Châteauneuf-les-Martigues, Vitrolles, Martigues, du Conseil départemental, du Conseil régional, du Gipreb, de la Chambre de commerce et de l'industrie, de la Chambre d'agriculture, du MNLE, de l'Etang marin, d'EDF, de la DDTM 13, de l'Agence de l'Eau.

Une première sélection de 37 points a été réalisée sur la base des critères énoncés ci-dessus, en concertation notamment avec les services techniques des communes.

Une phase préparatoire de quatre mois a permis de valider le choix définitif des 20 points devant être instrumentés ainsi que les techniques de prélèvements (types de préleveurs) à mettre en place.

Le volet 2 de l'étude porte sur l'instrumentation et le suivi qualitatif et quantitatif de 20 points de rejets considérés comme prioritaires pendant une durée de six mois. Sur cette période il est envisagé de pouvoir analyser les apports de 10 pluies significatives.

PARAMETRAGE DES PRELEVEURS



Pour l'essentiel des points, ce sont des préleveurs automatiques asservis qui ont été installés, mais selon les nécessités (type de rejet, accessibilité, impossibilité d'instrumenter) des solutions alternatives, notamment des prélèvements manuels, ont été réalisés. Les préleveurs contiennent 24 flacons d'un litre. Pour couvrir une gamme de pluies suffisamment étendue, on paramètre le prélèvement à une fréquence de 1 prélèvement d'un litre toutes les 10 minutes. La durée d'écoulement maximum que l'on peut ainsi couvrir est de 4 heures.

VEILLE PLUVIOMETRIQUE

Un abonnement Météo France a été souscrit afin d'être averti dès qu'un cumul de précipitation supérieur à 1 mm est observé ou prévu ou qu'un seuil est dépassé en prévision (jusqu'à 3 à 72 heures) sur une commune. Trois pluviomètres ont été installés compte tenu de la variation spatiale de la pluie à l'échelle de la zone de suivi des flux. Ces appareils sont équipés d'émetteurs permettant de télétransmettre en temps réel les quantités de pluie qui tombent. En cas de pluie suffisante, une visite de tous les points est alors effectuée.

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Différents types d'analyses physico-chimiques ont été déterminées en fonction des rejets. On retrouve pour tous l'analyse de base « type 0 » qui est le minimum à réaliser :

- l'analyse de type 0 comprend les paramètres généraux (débit, température, conductivité, pH, oxygène dissous), les Matières en suspension, la matière organique (DCO, DBO, COT), les nutriments (NO₃, NO₂, NH₄, NTK, N_{total}, PO₄, P_{total})
- l'analyse de type 1, pour les rejets urbains et industriels, comprend un dosage des HAP, métaux et PCB
- l'analyse de type 2, pour les rejets agricoles, comprend un dosage des pesticides organophosphorés et organochlorés et la Triazine
- l'analyse de type 3, pour la contamination fécale, comprend la bactériologie (E.coli, Entérocoques fécaux)

EXTRAPOLATION DES FLUX MESURES A L'ECHELLE ANNUELLE ET ESSAI D'ESTIMATION A L'ECHELLE DE L'ETANG

L'intérêt d'une telle campagne de mesures est de pouvoir *in fine* proposer des valeurs moyennes représentatives des flux de pollution apportés par un bassin versant à des fins d'extrapolations à d'autres rejets qui n'auraient pas été mesurés.

Les flux sont calculés de la manière suivante :

Masse totale rejetée :

- C est la concentration de l'échantillon reconstitué (mg/l ou µg/l)
- V_E est le volume écoulé pendant le rejet
- M_R est la masse rejetée pendant le rejet
 - $M_R = C.V_E$

Les résultats n'ont pas montré de variations en fonction des différents bassins de l'étang de Berre. L'essai d'extrapolation géographique des flux à l'échelle de l'étang par type de bassin versant et ratio de flux mobilisable par unité de surface n'a pas été poursuivi.

VALEURS GUIDES RETENUES PAR L'ANALYSE STATISTIQUE DES MESURES REALISEES

| | MES | DCO | DBO | Nt | Pt | COT |
|------------------------------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|
| [C] (mg/l) | 32-280 | 40-180 | 0-11 | 1-4 | 0,1-0,45 | 5-22 |
| Flux sp. surface du bassin versant | 1-43 kg/ha | 2-80 g/ha | 0-600 g/ha | 40-300 g/ha | 5-65 g/ha | 300-1300 kg/ha |
| Flux sp. surface et pluie | 0,05-1,00 kg/ha/mm | 2-38 g/ha/mm | 10-22 g/ha/mm | 1-12 g/ha/mm | 0,2-1,5 g/ha/mm | 10-45 kg/ha/mm |

L'extrapolation au bassin versant direct se fait à partir de la littérature et des valeurs guides.

4. RESULTATS PRINCIPAUX

RETOMBES ATMOSPHERIQUES

Quatre jauges OWEN ont été installées pour une durée d'un mois. A l'issue de la campagne, les dépôts sur les jauges ont été analysés et **aucun des composés recherchés n'a été décelé** sur celles-ci.

Les mesures du dépôt atmosphérique devront être reconduites sur des périodes plus longues pour confirmer, infirmer ou préciser les résultats obtenus dans le cadre de cette étude.

CARACTERISATION DES PLUIES

Sur la période d'avril 2015 à octobre 2015 inclus, l'étang de Berre a connu une vingtaine d'épisodes de pluie dont seulement sept ont provoqué un ruissellement suffisant pour déclencher au moins un prélèvement. Sur ces sept pluies, seulement quatre sont intéressantes du point de vue des prélèvements car elles ont mobilisé plus de points que les autres.

La variation des cumuls, durées, intensités, et durée de temps sec ayant précédé l'averse (DTS) est représentée sur les graphiques suivants :

10 mm < cumul < 40 mm
5 mn < durée < 4 h
3 mm/h < intensité moyenne < 15 mm/h
25 mm/h < intensité max. < 180 mm/h
3 j < DTS < 70 j

Caractérisation des pluies ayant provoqué du ruissellement

| Pluie | H (cumul) (mm) | Dt (mn) | Imoy (mm/h) | Imax 6mn (mm/h) | DTS (j) |
|------------------|-------------------|------------|----------------|--------------------|------------|
| 1 27/04/20 15 | 29 | 230 | 7 | 42 | 30 |
| 2 12/06/20 15 | 34 | 220 | 8 | 25 | 45 |
| 3 16/06/20 15 | 23 | 48 | 15 | 72 | 3 |
| 4 23/08/20 15 | 40 | 190 | 3 | 60 | 68 |
| 5 13/09/20 15 | 34 | 120 | 12 | 150 | 24 |
| 6 03/10/20 15 | 11 | 44 | 13 | 180 | 20 |
| 7 13/10/20 15 | 37 | 12 | 4 | 35 | 10 |

En rouge, valeurs extrêmes des gammes retenues

BILAN DES PRELEVEMENTS

Le tableau suivant indique le nombre de prélèvements par point équipé. Les points Marignane 7P et Vitrolles 11P qui correspondent à deux importants bassins versants urbains sont les mieux représentés avec respectivement 5 et 4 prélèvements.

Nombre de prélèvements par point

| Point | 5A/ SM | 6A/ MT | 7P/ MG | 9P/ MG | 9C/ RO | 10C/ RO | 11C/ RO | 11P/ SM | 11P/ VI | 15P/ VI | 17P/ IS | 38P/ MT | 20P/ BE |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Nb. | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |

SM : Saint-Mitre les Remparts ; MT : Martigues ; MG : Marignane ; RO : Rognac ; VI : Vitrolles ; IS : Istres ; BE : Berre l'Etang

En nombre de prélèvements par pluie c'est la pluie n°2 du 12 juin 2015 qui est la plus intéressante, elle a provoqué un prélèvement sur quasiment la moitié des points. Les pluies 3 (16 juin), 5 (13 septembre) et 7 (13 octobre) restent très en retrait.

Nombre de prélèvements par pluie

| Pluie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|----------|---------|---------|---------|----------|--------|---------|
| Date | 27 avril | 12 juin | 16 juin | 23 août | 13 sept. | 3 oct. | 13 oct. |
| Nb. | 5 | 9 | 2 | 5 | 3 | 6 | 1 |

LIMITE A L'INTERPRETATION

Les pluies efficaces, générant le déclenchement d'un nombre conséquent de préleveurs, durant la campagne, sont inférieures à ce qui était attendu. Certains épisodes pluvieux étaient trop faibles, d'autres trop forts et ont généré la perte de certains matériels. L'analyse statistique souffre donc d'un manque de valeurs mais elle permet néanmoins d'engager le travail d'estimation des flux annuels à l'échelle du bassin versant. Les pluies échantillonnées sont en effet représentatives des pluies les plus fréquentes à l'échelle annuelle sur la zone d'étude.

RESULTATS

Il existe **une très grande hétérogénéité dans les concentrations en MES** : les valeurs varient entre moins de 100 mg/l et plus de 600 mg/l.

Concernant **les nitrates**, les résultats sont plus homogènes avec des concentrations généralement de 2 à 4 mg/l avec quelques pics (Vitrolles, Martigues et Berre l'Etang).

On retrouve cette relative homogénéité sur **les orthophosphates** qui oscillent entre 0,2 et 0,4 mg/l.

Il ressort de ces résultats que les contaminations **bactériologiques** sont globalement faibles hors période de pluie et peuvent atteindre des niveaux élevés en période de pluie pour deux des exutoires mesurés (Marignane et Vitrolles). Les valeurs observées sur ces points laissent penser au fonctionnement de surverse de poste de relevage.

Concernant **les hydrocarbures**, on note que les bassins versants à dominante industrielle et les grands bassins versants de centres urbains denses (Marignane, Vitrolles, Istres et Berre

l'Etang) sont très concernés et que le nombre de composés repérés peut être élevé. Les concentrations sont par contre relativement faibles.

Concernant les **métaux**, on constate la présence de zinc partout et tout le temps quelque soit la pluie ; le cuivre est assez fréquent ainsi que le plomb ; le chrome et le nickel sont moins présents et l'arsenic apparait une fois de manière exceptionnelle à Marignane. Le cadmium et le mercure n'ont jamais été trouvés. Là encore, les concentrations sont faibles.

Concernant les **pesticides**, aucun élément n'a atteint le seuil de détection, ce qui permet de conclure à l'absence de pesticides dans les prélèvements.

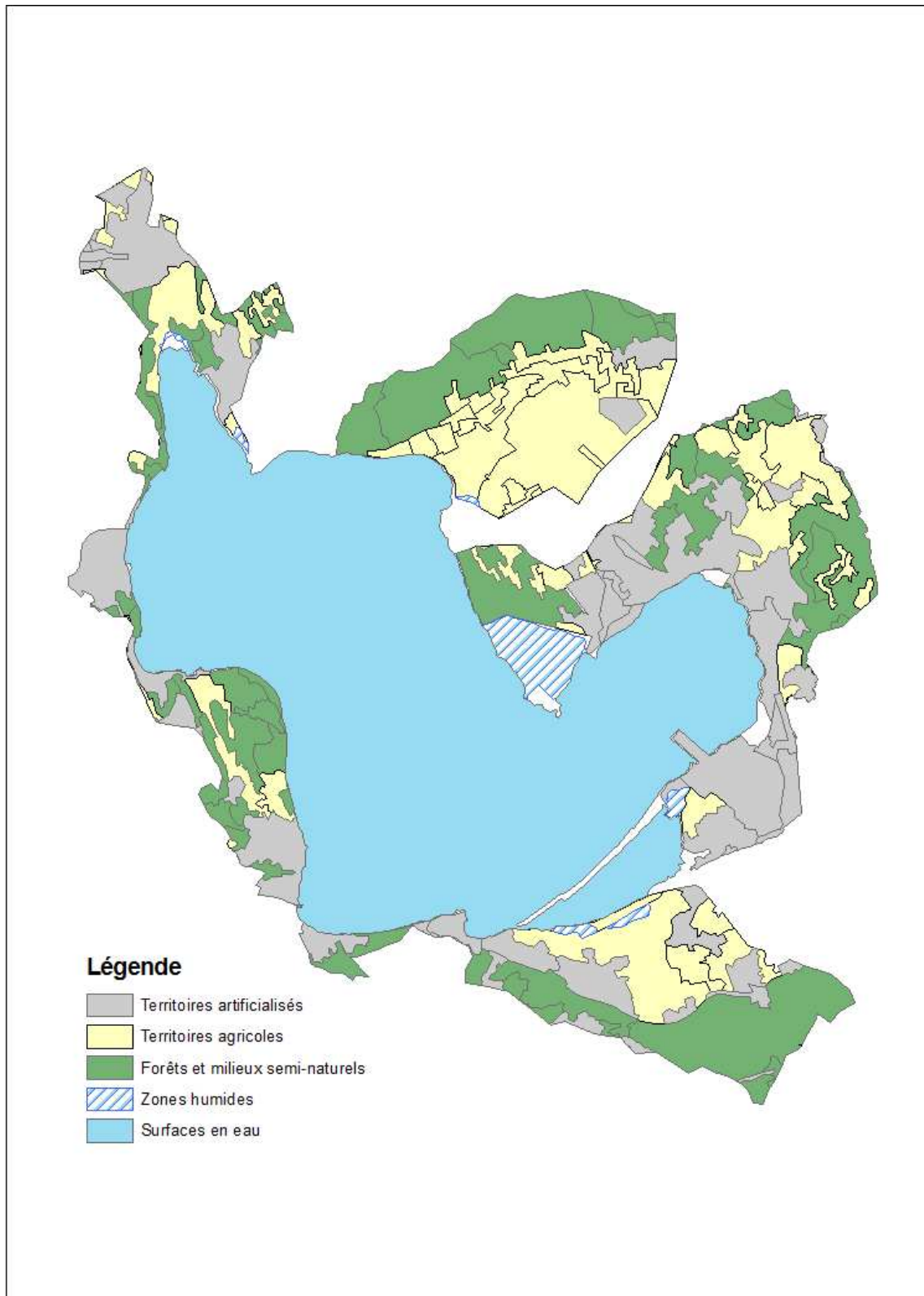
Deux campagnes de temps sec ont été réalisées en avril et en août qui n'ont pas révélé la présence de métaux ou hydrocarbures dans les écoulements de temps sec. Cela indique que ce serait le lessivage en temps de pluie des surfaces souillées qui serait bien à l'origine de la présence de ces éléments dans les rejets de temps de pluie. Concernant les autres paramètres on ne trouve quasiment pas de MES dans les effluents de temps sec, ni de formes du phosphore. 4 points présentent une contamination fécale marquée (Martigues, Saint-Mitre les Remparts, Istres et surtout Rognac).

Les sites repérés qui cumulent différents apports de contaminants sont Marignane (7P), Vitrolles (11 P) et Rognac (11 C)



EXTRAPOLATION AU BASSIN VERSANT DIRECT DE L'ETANG

Pour extrapoler au bassin versant direct de l'étang, il est nécessaire de le caractériser. La carte suivante présente l'occupation du sol sur la base de la couverture de Corine Land Cover



On réalise l'extrapolation à partir de trois sources de données concernant les taux de phosphore et d'azote apportés par les eaux de ruissellement.

- Une synthèse des informations de la littérature
- La Base de données « pressions sur les lagunes Méditerranéennes » - IFREMER/Agence de l'eau
- Les résultats de cette campagne

Estimation des flux globaux annuels à partir des résultats de la campagne 2015

| | S (ha) | Nt (kg/ha/an) | | Pt (kg/ha/an) | | Nt (t/an) | | Pt (t/an) | |
|----------------------------------------|--------|---------------|------|---------------|-------|-----------|-------|-----------|------|
| | | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. |
| Territoires artificialisés | 5845 | 0.6 | 4.5 | 0.075 | 0.975 | 3.5 | 26.3 | 0.4 | 5.7 |
| Territoires agricoles | 5 892 | 10 | 30 | 0.25 | 1 | 58.9 | 176.8 | 1.5 | 5.9 |
| Forêts et milieux semi-naturels | 6 560 | 2 | 8 | 0.1 | 0.3 | 13.1 | 52.5 | 0.7 | 2.0 |
| Total | 18 297 | | | | | 76 | 256 | 2.6 | 14 |

Cette étude permet de chiffrer les apports d'azote de 76 à 256 tonnes par an et ceux de phosphore de 2,6 à 14 tonnes par an.

Apports annuels à l'étang de Berre en azote et phosphore par son bassin versant direct selon les trois sources de données

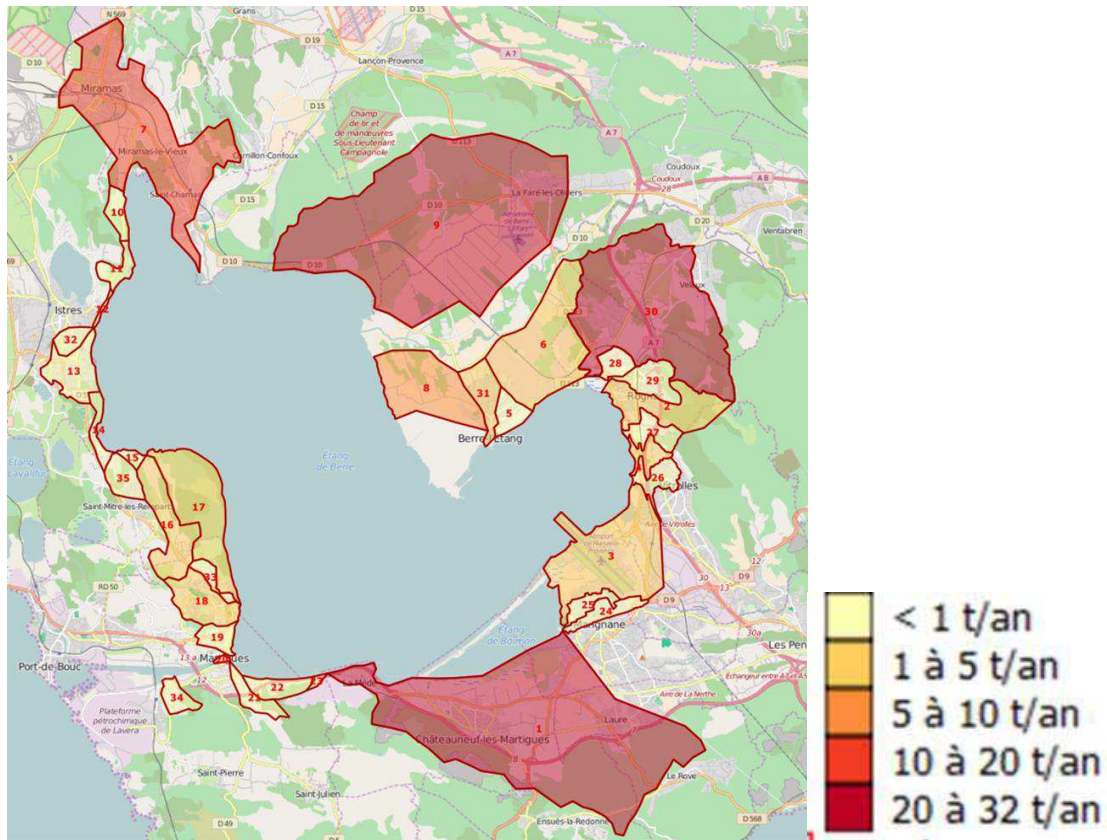
| | Azote (t/an) | Phosphore (t/an) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|
| Synthèse bibliographique (Sonzogni et al. 1980) | 43 à 306 | 1,9 à 35 |
| Base de données « pressions sur les lagunes Méditerranéennes » IFREMER – Agence de l'eau - 2013 | 101 à 317 | 5,1 à 37 |
| Campagne de mesure des flux – Artelia/GIPREB - 2015 | 76 à 256 | 2,6 à 14 |

En utilisant les valeurs extrêmes des différentes études, on peut définir une fourchette se situant pour le phosphore de 2 à 37 tonnes par an et pour l'azote de 43 à 317 tonnes par an.

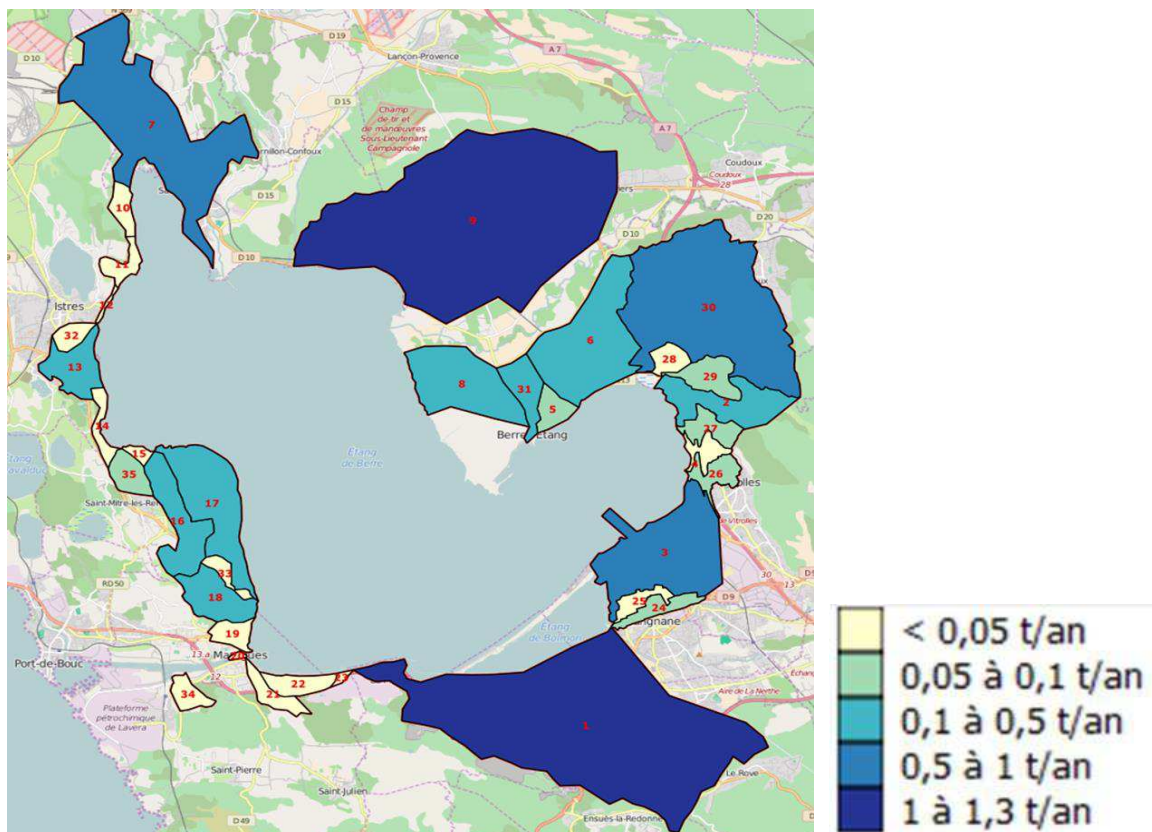
Délimitation des 35 bassins versants directs de l'étang de Berre



Apports en azote par le bassin versant direct de l'étang de Berre



Apports en phosphore par le bassin versant direct de l'étang de Berre



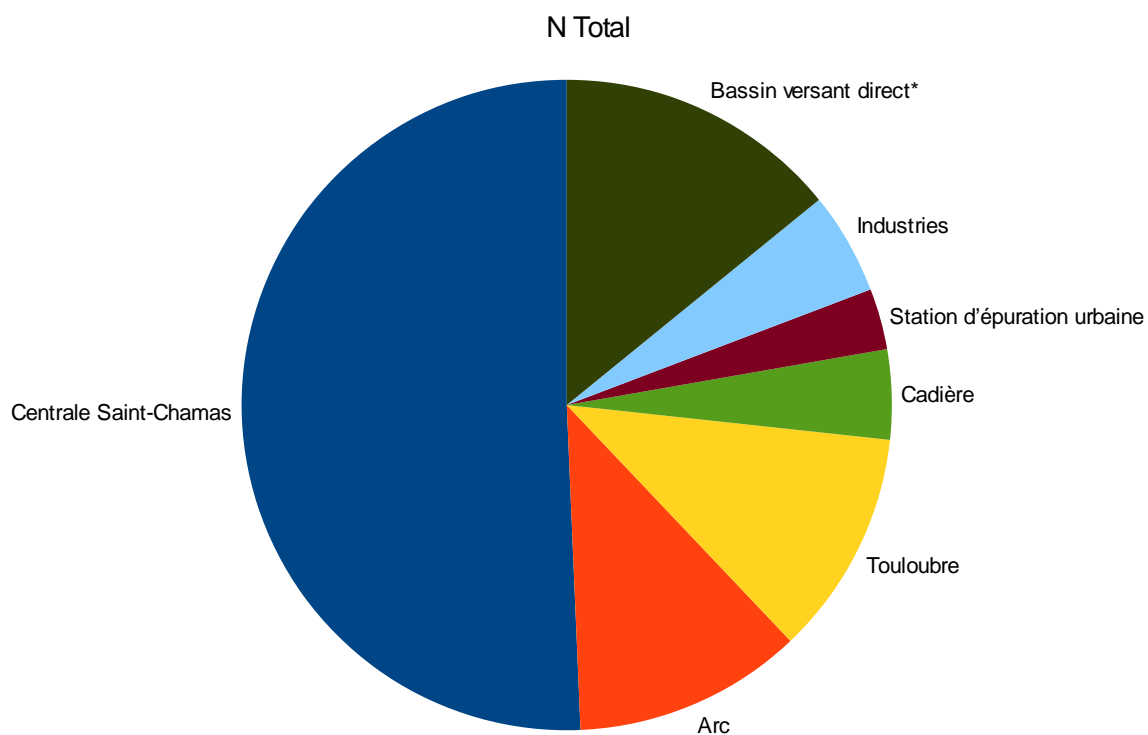
Bilan des apports à l'étang

| Bilan apports | N total | P total | % N | % P |
|---------------------------------------|---------|---------|-------|-------|
| Centrale EDF * | 1 136 | 28 | 50,66 | 15,30 |
| ARC * | 256 | 49 | 11,41 | 26,77 |
| TOULOUBRE * | 251 | 54 | 11,19 | 29,50 |
| CADIERE * | 100 | 3 | 4,46 | 1,63 |
| Stations d'épuration urbaines * | 68 | 9 | 3,03 | 4,91 |
| Industries * | 114 | 3 | 5,08 | 1,63 |
| Bassin versant direct ** | 317 | 37 | 14,13 | 20,21 |
| Nappe alluviale de l'Arc | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Apports ***atmosphériques | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DURANCOLE | ? | ? | ? | ? |
| OLIVIER | ? | ? | ? | ? |
| Total | 2242 | 183 | | |

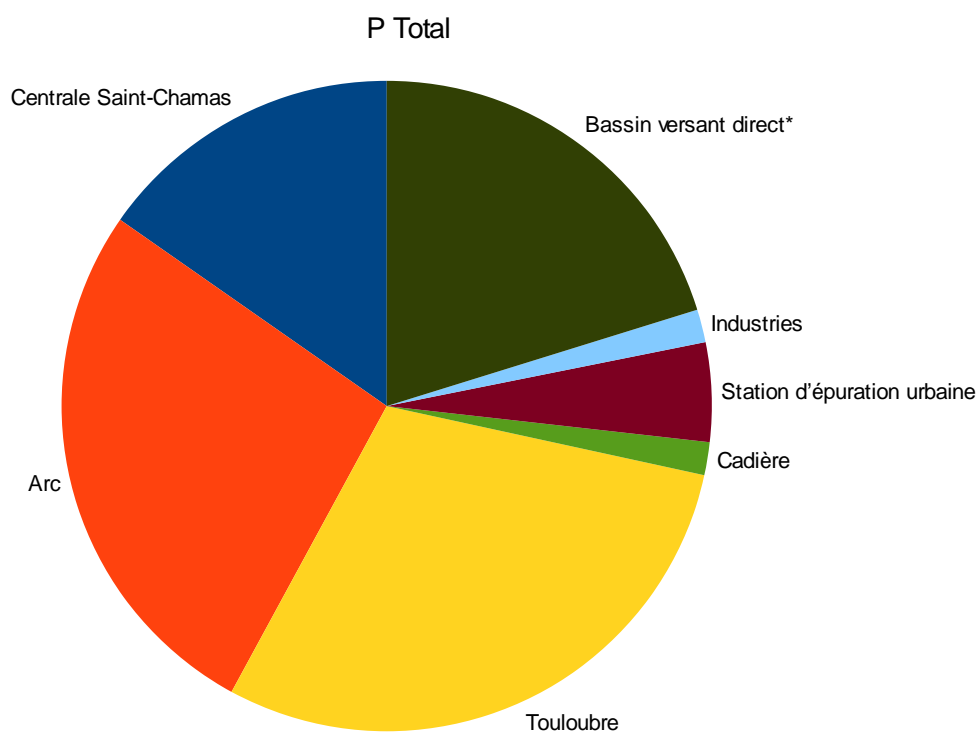
- * Données étude apports de 2008
- ** Les valeurs sont prises à partir des marges hautes du bilan de l'étude « apports diffus ».
- ** Calculé à partir de l'étude « apports diffus » qui n'a pas mis en évidence de retombée

Ce tableau va être affiné au cours de la saison 2 du Contrat d'étang de Berre avec de nouvelles mesures de flux du niveau des tributaires naturels (Arc, Touloubre, Cadière) pour prendre en compte les différents aménagements et efforts effectués sur les Bassins versants. Cette nouvelle étude prendra en compte les apports de l'étang de l'Olivier et de la Durançole et complétera les informations au niveau des apports atmosphériques.

Apports en Nitrates



Apports en phosphates



CONCLUSION

Cette étude a montré que la part des apports (phosphore et azote) par ruissellement est relativement faible par rapport aux apports des tributaires naturels et d'EDF, soit 15 % des apports globaux.

Il ne faut ainsi pas attendre de la réduction des apports par ruissellement une réduction significative des apports de nutriments permettant de restaurer l'écosystème.

L'étude a permis de confirmer la présence de points noirs de rejets essentiellement liés à des bassins versants urbains et industriels qui permettent d'orienter les prochaines actions à mettre en œuvre dans le cadre du Contrat d'étang de Berre pour ce qui concerne l'amélioration des réseaux.

Ces travaux présentent un intérêt majeur dans la gestion des usages de l'étang (pêche, nautisme), par la réduction des risques de dégradation de la qualité des eaux, notamment sur le plan sanitaire.

